



Paul-Gerd Voigt

Drahtwelt 6-1983

Computer berechnen und zeichnen

Sonderdruck
Vogel-Verlag
Würzburg
69. Jahrgang

Fortschritt beim Fertigen von Stahldrahtseilen

Die heutigen Anforderungen an Drahtseile wären ohne Computer nicht zu erfüllen. Auch die sorgfältigste Seilkonstruktion kann Abstimmungen während der Fertigung des Seiles nicht ausschließen, wenn das Seil, wie für den Anwendungsfall angestrebt, optimal ausfallen soll. So brachte die Computertechnik wesentliche Impulse auch für das Verseilen. Wichtige maschinentechnische Voraussetzungen für eine reproduzierbare Genauigkeit beim Verseilen sind unter anderem: Scheibenbremsung mit konstanter Litzenspannung, korrigierbares Rückdrehen und Vordrehen der Spulen und streng kontrollierte Fertigungsabläufe.

In der Entwicklung der Verseilmaschinen spiegelt sich die Entwicklung der Seile. Anforderungen an die Seile waren immer auch Herausforderungen an die Maschinenbauer.
Das Drahtseil ist inzwischen rund 150 Jahre alt. Es wurde als Förderseil für den Bergbau in Deutschland von Bergrat Albert erfunden und weiterentwickelt. Derartige Seile benötigte man damals dringend, weil die herkömmlichen Hanfseile und Ketten den wachsenden Lasten und den immer größer werdenden Teufen nicht mehr standhielten. Aber obwohl das Drahtseil ein so altes „Maschinenelement“ ist, sind viele Fragen seiner optimalen Beschaffenheit noch nicht geklärt. Erforschung und Weiterentwicklung des Drahtseils sind längst noch nicht beendet.
Bei den vielen Einzellelementen des Sei-

les – den Drähten –, die sich beim Lauf des Seils beispielsweise über eine Rolle bewegen, muß jeder, auch der kleinste Wert in der Konstruktion und bei der Herstellung eingehalten werden. Das Ziel ist stets, die Bestform des Seiles zu erreichen.

Computer berechnen Sperrung

Je größer die Beanspruchung eines Seiles ist, um so genauer müssen der Drahtdurchmesser, der Aufbau des Seiles und schließlich die Fertigung des Seiles aufeinander abgestimmt sein. Bei weniger beanspruchten Seilen treten die Qualitätsansprüche an das Seil nicht immer so stark hervor, wie bei hoch beanspruchten Seilen. Im Laborversuch und in der Praxis aber lassen sich Qualitätsunterschiede sowohl im Dauerbiegeversuch wie auch anhand der erreichten Auftriebszeiten deutlich nachweisen. Früher berechnete man die Konstruktion des Seiles mit Näherungsformeln

Paul-Gerd Voigt, Betriebschef der Thyssen Draht AG, Werk Gelsenkirchen.

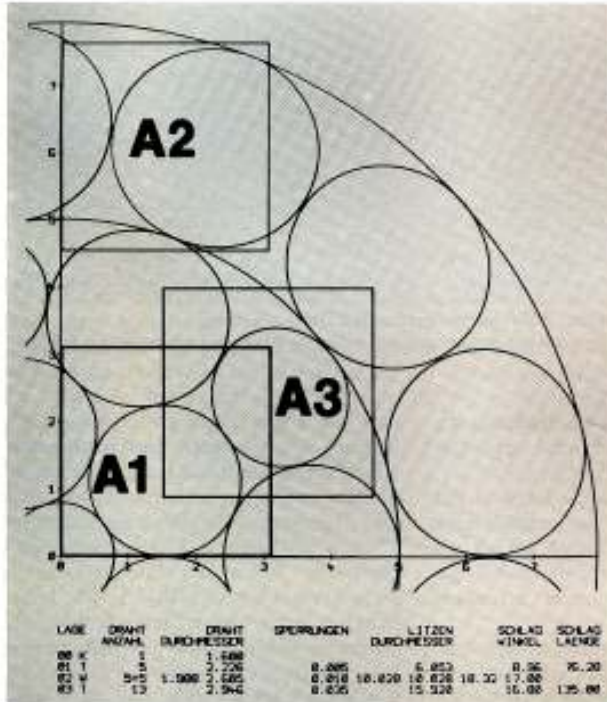


Bild 1: EDV-berechnete und geplottete Litzengeometrie

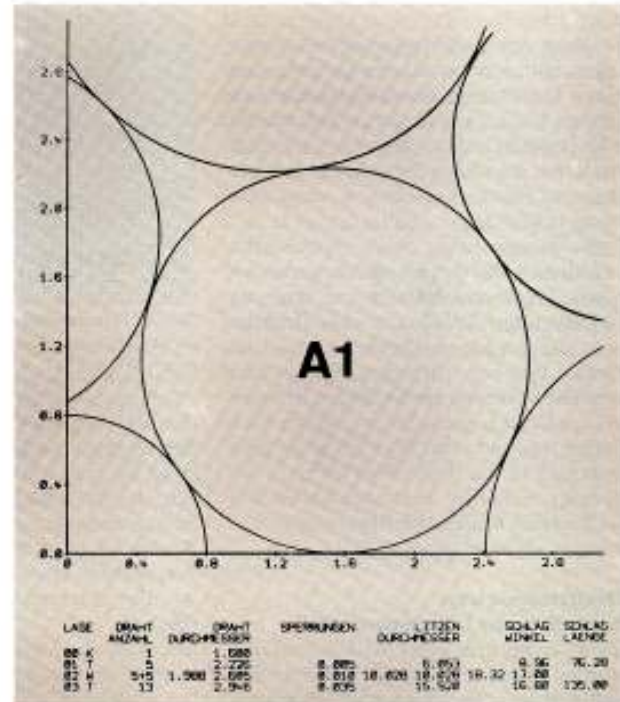


Bild 2: Ausschnitt A 1 aus der Litzengeometrie nach Bild 1



Bild 3: Nachrechnen einer Seilkonstruktion am fertigen Seil zwecks Begutachtung

oder bestimmte den geometrischen Querschnitt der Litze einfach zeichnerisch. Das genaue mathematische Berechnen war sehr zeitaufwendig. Schwierigkeiten bereitete es zum Beispiel, die Auflagepunkte der Drähle zu berücksichtigen.

Datenverarbeitungsanlagen geben heute die Möglichkeit, sehr schnell auch komplizierte Berechnungen auszuführen. So ist es beispielsweise möglich, noch während der Fertigung des Seiles dessen Konstruktionsdaten, das heißt, die wirklichen Sperrungen, ohne große Stillstandzeiten der Maschine nachzurechnen. Ohne Datenverarbeitungsanlagen sind derartige Berechnungen oder Zeichnungen der Litzenquerschnitte so aufwendig, daß die Nachrechnungen mit den wirklichen Drahtdurchmessern sich aus Zeitgründen verbieten.

Es kann der gesamte Litzenquerschnitt dargestellt werden. Es genügt aber, nur einen Quadranten des Querschnittes zu plotten (Bild 1), weil schon aus diesem alle Einzelheiten zu ersehen sind. Der besseren Anschaulichkeit wegen, zieht man oft auch Ausschnitte vergrößert heraus (Bild 2).

Beim Biegen eines Seiles verschieben sich dessen Drähle; sie gleiten gegeneinander. Ideal wäre deshalb eine Sperrung zwischen den Drähle in den Drahtlagen, die gerade so groß ist, daß die Drähle sich beim Bewegen nicht berühren. Die Sperrung der Drähle in den einzelnen Drahtlagen sollte von innen nach außen steigend sein. Eine etwas größere Sperrung in der Außenlage ist nicht unbedingt nachteilig. Beim gebogenen Seil wirken sich ungünstige Sperrungen stärker aus als beim geraden Seil.

Drahttoleranzen beeinflussen Litzengeometrie

Zum Nachprüfen einer Seilkonstruktion werden aus dem fertigen Seil Drähle und Schlaglängen gemessen, die Litzenkonstruktion festgestellt und so die Geome-

Bild 4: Berechnen einer Drahtseilkonstruktion vor der Seilherstellung

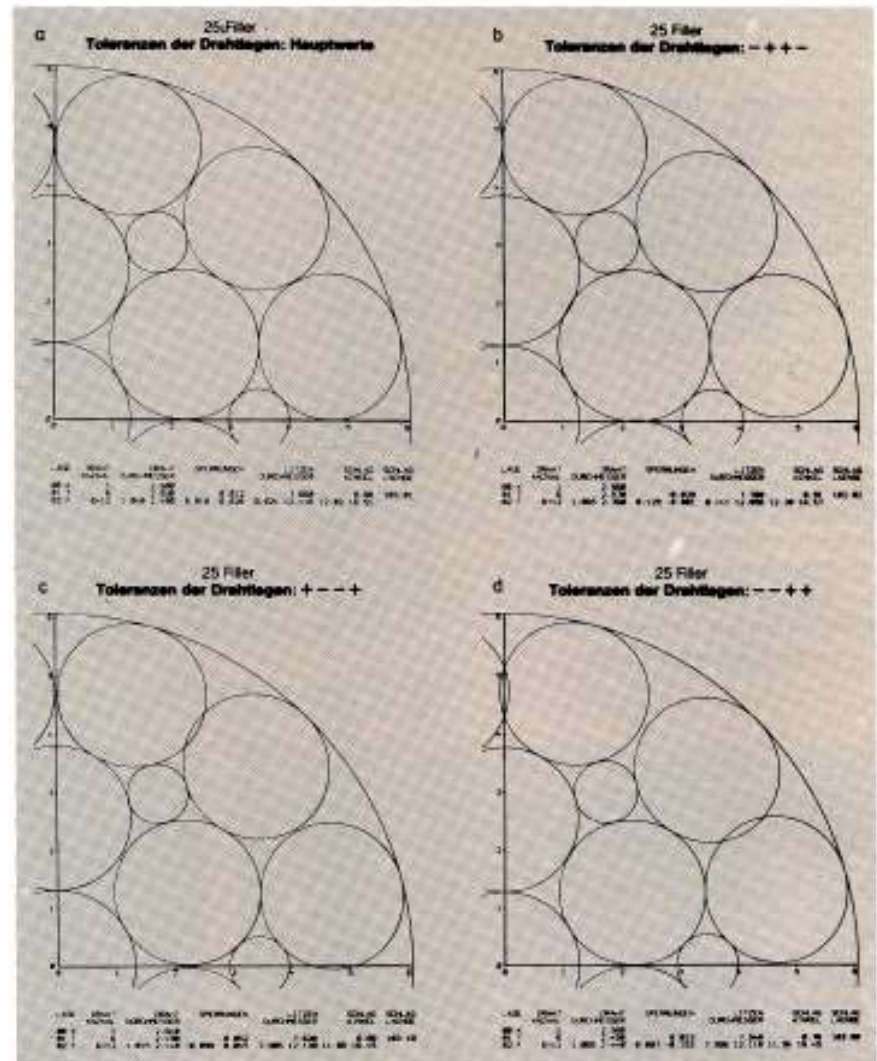


Bild 5: Litzenkonstruktion, EDV-berechnet und EDV-gezeichnet a mit Drahtnennendurchmesser, b bis d unter Ausnutzung der Drahtdurchmesser-Toleranzen nach DIN 2078

trie, die Lage der Drähle also und die Sperrungen, errechnet und geplottet (Bild 3).

Für das Berechnen des Seiles sind der Seildurchmesser oder die rechnerische Bruchkraft und die Litzenkonstruktion vorgegeben. Daraus wird dann der notwendige Litzendurchmesser errechnet (Bild 4).

Mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage werden sodann aufgrund der festgelegten Schlagwinkel die Drahtdurchmesser, die Lagendurchmesser, die Sperrungen

und die zugehörigen Schlaglängen errechnet. Der besseren Anschaulichkeit wegen kann man die Litze zusätzlich plotten.

Die Toleranzen der Drahtdurchmesser können bewirken, daß trotz genau vorgegebener Werte die Litzengeometrie nicht korrekt ausfällt (Bild 5). Die Möglichkeit, Sperrungen von vornherein größer zu wählen, um ein Abstützen (im Bild Überschneidungen) der Drähle zu vermeiden, schlägt sich, wie die Praxis und Laborversuche zeigen, negativ auf



◀ Bild 6: Eine ausreichende Spulenkapazität macht es möglich, Seile für Mehrseilförderanlagen in einer Länge herzustellen

▶ Bild 7: Der Preßlagerandruck und die Litzenspannungen sind am Steuerpult kontrollierbar und einstellbar

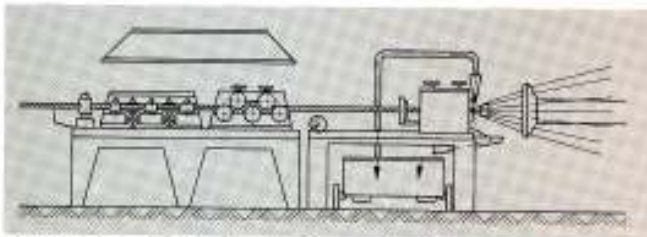


Bild 8: Dosierte Grundschmierung des Seiles



▶ Bild 9: Rotierende Abwickler und traversierende Aufwickler

die Lebensdauer des Seiles nieder. Um akzeptable Sperrungen, vor allem in den Innenlagen, zu erreichen, müssen in einem solchen Fall die entsprechenden Drähte ausgewechselt werden.

Verseilgenauigkeit ist reproduzierbar

Um überhaupt hochwertige Seile herstellen zu können, bedarf es Verseilmaschinen höchster Technologie. Maschinen und Werkzeuge also, die den Belastungen der Fertigung gewachsen sind, die es auch erlauben, mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen errechnete optimale Litzengeometrien hinreichend genau zu fertigen.

Zeitgemäße Verseilmaschinen, denen alle wichtigen Fertigungsdaten vorgegeben werden können, die auch mit den nötigen Vorform-, Nachform- und Kalibriereinrichtungen ausgerüstet sind, fertigen hochwertige Seile mit reproduzierbarer Genauigkeit. Auf solchen Maschinen können auch Seile für Mehrseilförderanlagen aufgrund der ausreichenden Spulenkapazität in einer Länge hergestellt werden. Die Gleichmäßigkeit in allen Seilen ist damit gewährleistet (Bild 6).

Reproduzierbare Genauigkeit ist ein entscheidendes Qualitätsmerkmal für Seile. Wichtige konstruktive und fertigungstechnische Voraussetzungen in der Verseilmachine sind dafür:

- ▶ Scheibenbremsung mit konstanter Litzenspannung,
- ▶ hohe Abzugskräfte und Doppelabzugscheiben, die gleichmäßigen Sperrungen zwischen den Litzen und ein größeres Seilsetzen bewirken mit stufenlos einstellbaren Schlaglängen,
- ▶ Rückdrehung und Vordrehung der Spulen im Stillstand und während des Laufens, vom Steuerpult aus einzeln oder gemeinsam korrigierbar,
- ▶ kontrollierter Preßbackendruck (Bild 7),
- ▶ optimale Draht- und Litzenführung,
- ▶ dosierte Grundschmierung, die jeden einzelnen Draht benetzt (Bild 8),
- ▶ rotierende Abwickler und traversierende Aufwickler (Bild 9),
- ▶ streng kontrollierte Fertigungsabläufe,
- ▶ ständige Qualitätsüberwachung aufgrund von Nachprüfungen beispielsweise der Bruch- und Biegefestigkeit des Seiles.

Obwohl seit dem Einführen des Stahlseiles inzwischen rund 150 Jahre vergangen sind, schreitet die Weiterentwicklung dieses Fördermittels fort. Einher damit geht die Weiterentwicklung der Verseil-

maschinen. Neue Technologien zum Berechnen der Seilkonstruktion und zum Fertigen der Seile führen zu Qualitätsverbesserungen.

Mit Hilfe der Computertechnik läßt sich die Geometrie des Seiles optimal bestimmen. Außerdem lassen sich so auch die Drahtdurchmesser während der Fertigung genau zuordnen. Je höher die Seilbeanspruchung sein soll, desto genauer muß dieses Zuordnen geschehen, aber um so größer ist auch der Aufwand. Zeitgemäße Verseilmaschinen, die einerseits den Anforderungen hinsichtlich einer reproduzierbaren hohen Genauigkeit, andererseits den Forderungen nach hoher Produktivität gerecht werden, haben um ein mehrfaches höhere Anschaffungskosten, wie auch wesentlich höhere Betriebskosten als herkömmliche Maschinen. Der Mehrpreis allerdings macht sich bezahlt.

Werkbilder: Thyssen Draht