

AZ 00827

Bewilligungsempfänger:

**Albert Seitz GmbH
Zahnrad- und Getriebebau
Allmendstraße 15**

77948 Friesenheim

Herr Seitz

Tel: 07821-6089

Bewilligung: 02.06.93

Projektende: 02/95

Titel:

**Entwicklung einer Produktionsmaschine mit minimiertem Energieverbrauch
zur Herstellung von Metallfasern**

Bewilligungsempfänger/Kooperationspartner : Albert Seitz GMBH Allmendstraße 15 <u>77948 Friesenheim</u>	Gesamtkosten : 716.204,12 DM	Aktenzeichen: 00827
	Bundesland: Baden - Württemberg	Förderbereich: I Umwelttechnik
	Ort: Friesenheim	Projektlaufzeit: 01.07.93 - 31.12.94

Projekttitel:
Entwicklung einer Produktionsmaschine mit minimiertem Energieverbrauch zur Herstellung von Metallfasern

Zusammenfassung:

Es wurde eine neuartige, leistungsfähige Produktionsmaschine für die Herstellung von Metallfasern entwickelt. Damit soll die Produktion von Metallfasern erhöht und gleichzeitig der produktionsbezogene Energiebedarf wesentlich gesenkt werden. Weitere umwelttechnische Auswirkungen sollte das Vorhaben durch ein verbessertes Angebot an Metallfasern zur Substitution von Asbest und anderer lungengängigen Fasern in Reibbelägen, Dichtungen und Verbundwerkstoffen haben.

Projektbeschreibung:

Die Herstellung von Metallfasern ist ein spezielles Verfahren der zerspanenden Fertigung. Ausgangswerkstoff ist gezogener Draht mit einem Durchmesser von meist 3,25 mm \varnothing . Dieser Draht wird auf speziellen Maschinen mehrfach über messerartige Werkzeuge geführt, wobei fortlaufend dünne Metallfasern abgetrennt werden. Diese Fasern, die von Wolle-ähnlicher Beschaffenheit sind, werden zusammengefaßt, als Strang von der Maschine abgeleitet und anschließend gehäckselt, d. h. in kleine Stücke, je nach Anwendungsfall geschnitten. Dadurch entstehen verschiedene Produkte, wovon Metallgranulate mit Faserlängen von 0,063 mm bis 1,5 mm und Metallwolle, meist Stahlwolle, die wichtigsten sind.

Das Herstellverfahren soll kurz beschrieben werden: Der Ausgangsdraht wird einlagig, jedoch 16- bis 24-fach auf Führungstrommeln gewickelt. Je 2 Trommeln zwischen denen der Draht geführt wird, bilden einen Trommelsatz. Die Maschinen besitzen bis zu 16 Trommelsätze über die der Draht fortlaufend geführt wird. Rechnet man je Trommelsatz bis zu 7 breite Messer, so wird der Draht je Trommelsatz 16 bis 24 mal $7 = 112$ bis 168 mal beschnitten. Auf der gesamten Maschine ist diese Zahl mit der Anzahl der Trommelsätze zu multiplizieren, so daß der Metalldraht bis zu 2688 mal beschnitten wird. Danach ist der er bis auf eine Stärke von 0,5 bis 0,6 mm reduziert.

Die Ausgangslage war dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Produktionsmaschinen aus Beständen stammten, die vor mehr als 30 Jahren entwickelt und gefertigt worden waren. Diese alten Maschinen entsprechen modernen Anforderungen in keiner Weise. Eine derartige Produktionsmaschine weist eine Länge von 12 bis 15 m auf. Größte Nachteile sind die Getriebekonstruktion der Trommelantriebe, sowie die Drahtführung über zahlreiche Trommelsätze. Die Trommelantriebe, die synchron arbeiten müssen, erfolgen über einen zentralen Antriebsmotor mit 90 kW, der über Keilriemen und ein Verteilergetriebe auf 2 Achsen arbeitet, die längs durch die gesamte Maschine laufen und mittels 3 - gängigem Schneckengetriebe die Trommelsätze antreiben. Aufgrund dieses Maschinenprinzips wird der größte Teil der Antriebsenergie in den Schneckengetrieben in Wärme umgesetzt. Eine Berechnung des Gesamtwirkungsgrades des geschilderten Antriebs ergab $\eta \sim 0,29$ bis 0,3, d. h. mehr als 70 % der Antriebsenergie werden in den Getrieben in Wärme umgesetzt. Diese Situation war in Anbetracht moderner Erkenntnisse hinsichtlich Maschinenkonstruktion, optimaler Energienutzung und der CO₂ - Problematik völlig unbefriedigend.

Die Situation wurde dadurch verschärft, daß der Bedarf an Metallfasern anstieg. Da bekannt wurde, daß Verarbeitung und Abrieb asbesthaltiger Werkstoffe zu einem erhöhten Krebsrisiko führen, schränkte die Bundesregierung die Verwendung von Asbest zunehmend ein. Ähnliches gilt inzwischen mehr oder weniger weltweit. Dadurch wurde auch eine Substitution von Asbestfasern in der Antriebstechnik erforderlich. Hier wurden Asbestfasern vor allem in Reibbelägen für Kupplungen und Bremsen in großen Mengen verwendet. Reibbeläge bestanden bisher aus hochschmelzenden organischen und anorganischen Werkstoffen mit Einlagen aus Asbestgewebe

Im Ausland wird den Reibbelägen teilweise noch Bleimehl beigefügt. Reibbeläge werden außer in der KFZ - Industrie auch im Maschinenbau, für Schienenfahrzeuge und in Fördertechnik verwendet. Sie sind also sehr weit verbreitet. Die Umstellung auf Metallfasern löst daher eine erhöhte Nachfrage nach Metallfasern aus. Ein weiterer Bedarf entsteht durch die Entwicklung hitzebeständiger Gelenkdichtungen für das Auspuffsystem an Kraftfahrzeugen. Zusätzliche Nachfrage richtet sich auf Stahlwolle für Reinigungszwecke. Viele Reinigungsaufgaben können mit Stahlwolle besser und umweltschonender gelöst werden, als mit chemischen Mitteln.

Aktenzeichen:

00827

Bei der Maschinenentwicklung wurde der Maschinenständer in einzelne Sockel in Schweißkonstruktion unterteilt. Jeder dieser Ständer trägt 2 Trommelsätze. Somit besteht die Maschine aus 2 Maschinenständern oder Sockeln, der Eingangs-/Endstation und der Antriebsstation an der Gegenseite, auf denen insgesamt 12 Trommelsätze montiert sind. Zwischen den einzelnen Maschinenständern verläuft die Antriebswelle im Rohr. Eine zweite Verbindung zwischen den einzelnen Ständern wurde durch das Abzugsrohr geschaffen, das unterhalb der Trommelsätze verläuft. Es dient dazu, die Dämpfe der Kühlemulsion, die zum Abschälen der Metallfasern sparsam benötigt wird, abzusaugen. Unterhalb der Trommelsätze befinden sich die Abstützleisten für die Drahtwicklungen und darunter sind die Messersätze angeordnet.

Der Antrieb der Trommelsätze wurde als nächstes entwickelt. Er verläuft vom Antriebsmotor über ein Planetengetriebe zur Drehzahlreduzierung auf die zentrale Antriebswelle. Diese treibt jeden Trommelsatz über Kegelräder an. Diese weisen eine Zylo - Palloid - Spezialverzahnung auf, die von der Firma Klingenberg entwickelt wurde. Sie besitzen epizykloidenförmige Flankenlinien. Vorteile dieser Verzahnung sind der wesentlich höhere Wirkungsgrad gegenüber einem Schneckengetriebe, sowie ein geräuscharmer Lauf. Der gute Wirkungsgrad des kompletten Antriebs zeigte sich bereits bei der Montage der Maschine: Im Leerlauf genügt ein 2 kW - Motor um den Antrieb auf Nenndrehzahl zu bringen. Der endgültige Antriebsmotor hat eine Leistung von 40 kW, die beim Anlauf in 5 Stufen erreicht wird. Bei der Entwicklung mußte der Prototyp mehrfach geändert werden. Änderungen betrafen beim Kegelradgetriebe die Achsabstände der Verzahnung, die eingesetzten Wälzlager und die Lagerstellen. Die Werkzeugzustellung erfolgt getrennt für jedes Werkzeug über Präzisionsspindeln, die zur Arretierung gekontert werden. Die Werkzeuge bestehen aus Chromnickelstahl. Als Ergebnis des Entwicklungsvorhabens steht eine moderne Produktionsmaschine zur Herstellung von Metallfasern aller Art zur Verfügung. Die technischen Daten der Maschine sind:

Produktionsleistung in Stahl:	158 kg/h Stahlwolle;
Produktionsleistung in Edelstahl:	52 kg/h Edelstahlwolle
Trommelsätze:	12, Antrieb mittels Kegelradgetriebe
Werkzeugplätze:	240 Messer, 90 mm breit
Schnittstellen je Trommelsatz:	20
Drahtgeschwindigkeit bei Stahl:	70 m/min
Antriebsleistung:	40 kW
Gesamtanschlußwert ca.	42 kW
Maschinengewicht ca.:	12 t (Sockel nicht ausgegossen)
Maschinenabmessungen:	
Länge:	11 m
Breite:	1,04 m
Höhe:	1,90 m
Zentralschmierung	

Die Nutzung der Ergebnisse wird durch den Verkauf der Maschine und die besseren Produktionsmöglichkeiten für Metallfasern erfolgen. Es wurden Verkaufsgespräche mit Firmen aus Schweden, der Türkei, der Schweiz, Algerien, China, Russland und der Insel Mauritius geführt. Hinsichtlich der produzierten Metallfasern ergeben sich durch die Neuentwicklung ebenfalls interessante Nutzungsmöglichkeiten, wie Pressen von Dichtungen aus Kupfer - Wolle und die Zerspanung von Aluminiumdraht zu Aluminiumwolle. An diesem Produkt sind die chem. Industrie und die KFZ-Industrie interessiert. Die neuen Anwendungen betreffen Hitzeschilder, die im PKW an verschied. Stellen erforderlich sind. Bisher werden diese Teile in Sandwichbauweise aus verpreßten Aluminiumblechen mit eingelegter Glaswolle hergestellt. Die Glaswolle könnte durch Al-Wolle ersetzt werden.

Zusammengefaßt kann also gesagt werden, daß das Entwicklungsvorhaben erfolgreich abgeschlossen wurde. Die Vorhabensziele wurden erreicht. Die bei Vorhabensbeginn dargelegte Nutzung der Ergebnisse ist sowohl aus maschinentechnischer, als auch aus anwendungstechnischer Sicht gegeben.

An die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Im Nahner Feld 1
49087 OSNABRÜCK

Kurzfassung des Abschlußberichtes

Aktenzeichen: 00827	Bewilligungsempfänger: Albert Seitz GMBH	
Projekttitel: Entwicklung einer Produktionsmaschine mit minimiertem Energieverbrauch zur Herstellung von Metallfasern		
Projektbeginn: 01.07.1993	Projektlaufzeit: bis 31.12.1994	Berichtszeitraum: 01.07.93 - 31.12.94

A. Darstellungen des Bewilligungsempfängers (Veröffentlichungsfähig)

1. Zusammenfassung der Projektziele

Entwicklung einer modernen, neuartigen Produktionsmaschine für die Herstellung von Metallfasern. Damit soll das Angebot einer leistungsfähigen Maschine geschaffen werden, um weltweit eine schnelle Substitution von Asbestfasern und anderen lungengängigen Fasern in Reibbelägen jeder Art durch Metallfasern zu erreichen.

Gleichzeitig sollte die zur Produktion der Metallfasern benötigte Energie gegenüber konventionellen Maschinen halbiert werden.



2. Mitwirkung dritter, Art der Projektdurchführung

Bei dem Projekt arbeiteten außer dem Bewilligungsempfänger folgende Unternehmen mit:

PKF Frommherz; Ingenieurbüro
Kappelgasse 42
79585 STEINEN

Aufgabe: Berechnung der Kegelradverzahnung (Palliod-Verzahnung)
Beratung bei der Maschinenkonstruktion

Kurt Gornowitz; Ingenieurbüro
Rheinstraße 24
77743 NEURIED - ICHENHEIM

Aufgabe: Berechnung des Planetengetriebes
Anfertigung von Zeichnungen

Ingenieurbüro Mager
Schabelweg 23
78073 BAD DÜRRHEIM

Aufgabe: Projektmanagement; Anfertigung der Kostennachweise
und der Berichte

3. Darstellung der Projektergebnisse

Die Aggregate der Maschine wurden auf einzelne Maschinenständer in Schweißkonstruktion verteilt. Jeder Maschinenständer trägt 2 Trommelsätze. Der Draht, von dem die Metallfaser abgeschält wird, ist jeweils 24 - fach zwischen gegenüber liegenden Trommelsätzen gespannt, sodaß sich die erhebliche Drahtspannung in Bezug auf die einzelnen Maschinenständer mit Ausnahme der Eingangs- und Antriebsstation, ausgleicht. Insgesamt sind 12 Trommelsätze montiert, zwischen denen der Draht $24 \times 12 = 288$ mal hin- und her geführt wird, ehe er mit ca 0,6 mm ϕ als Restdraht den Ausgang erreicht. Je Trommelsatz sind 20 Schälmesser im Einsatz. Die Drahtgeschwindigkeit auf der Maschine beträgt 70 m/min. Damit ergibt sich eine Produktionsleistung von 158 kg/h Stahlwolle.

Der Antrieb der Trommelsätze verläuft vom Antriebsmotor (40 kW gegenüber 90 kW bei konventionellen Maschinen) über ein Planetengetriebe zur Drehzahlreduzierung auf eine zentrale Antriebswelle. Diese treibt jeden Trommelsatz über Kegelräder an. Die Zahnräder sind mit einer Zyklo-Palliod-Spezialverzahnung der Firma Klingelberg ausgerüstet.

Es ergaben sich weitere Nutzungsmöglichkeiten für Metallfasern durch das Pressen von Dichtungen aus Kupferwolle. Außerdem scheint die Herstellung von Aluminiumwolle möglich zu sein, die anstelle von Glaswolle in Hitzeschildern für PKW eingesetzt werden könnte.

4. Fortführung des Vorhabens, Verbreitungsmaßnahmen, Veröffentlichungen Kontaktadressen

Die Maschinenentwicklung und die neuen Möglichkeiten bei der Metallfaserproduktion werden durch weiteren Produktionsversuche mit Al- und Cu-Draht weitergeführt. Zum Verkauf von Produktionsmaschinen wurden bereits Gespräche mit Firmen aus Schweden, der Türkei, der Schweiz, Algerien, China, Russland und der Insel Mauritius geführt. Außerdem ist eine Veröffentlichung in der Fachzeitschrift "Draht" geplant"



B. Darstellungen des Bewilligungsempfängers (interner Gebrauch)

5. Bewertung der Projektergebnisse (kritische Betrachtung)

Die Entwicklungsziele wurden erreicht. Es steht jetzt eine leistungsfähige Produktionsmaschine für Metallfasern zur Verfügung, mit der auch Versuche mit bisher weniger gebräuchlichen Materialien, wie Kupfer und Aluminium durchgeführt werden können. Bei positivem Ausgang ergeben sich weitere interessante Anwendungsfälle für Metallfasern.

6. Soll-Ist-Vergleich der Projektkosten

Die Projektkosten wurden zunächst mit 685 000,- DM geschätzt. Bis zum Vorhabensende fielen tatsächlich Kosten in Höhe von 716 042,82 DM an. Bis die Maschine in verkaufsfähigen Zustand ist, rechnen wir noch mit weiteren Kosten in Höhe von ca. 20 000,- DM.

7. Darlegung der Erfüllung der Bewilligungsaufgaben

An Bewilligungsaufgaben bestand lediglich die Vorschrift, daß der Bewilligungsempfänger Dritten auf Verlangen an den Rechten am Ergebnis und an urheberrechtlich geschützten Teilen des Ergebnisses zu branchenüblichen Bedingungen ein nicht ausschließliches und nicht übertragbares Benutzungs- bzw. Nutzungsrecht erteilt.

Entsprechende Forderungen Dritter liegen bis jetzt nicht vor. Sollten derartige Forderungen an uns gerichtet werden, so werden wir dieser Auflage nachkommen.

<p>Datum</p> <p>08. 03. 1995</p>	<p>Stempel und Unterschrift des Bewilligungsempfängers</p> <p>albert soitz gmbh Zahnrad- und Getriebebau 77948 Friesenheim, Allmendstr. 15 Tel. 07821/96 58 0, Fax 07821/66 33</p>
----------------------------------	--

Inhaltsverzeichnis

1.0	Beschreibung der Ausgangslage	02
2.0	Ziel des Vorhabens	04
3.0	Projektverlauf	04
4.0	Ergebnisse des Vorhabens	10
5.0	Nutzung der Ergebnisse.....	11

Anlagen:

Kurzbeschreibung des Vorhabens gemäß DBU - Formular

Kurzfassung des Abschlußberichtes

1.0 Beschreibung der Ausgangslage

Die Herstellung von Metallfasern ist ein spezielles Verfahren der zerspanenden Fertigung. Ausgangswerkstoff ist gezogener Draht in der benötigten Qualität und Legierung mit einem Durchmesser von meist 3,25 mm \varnothing . Dieser Draht wird auf speziellen Maschinen mehrfach über messerartige Werkzeuge geführt, wobei fortlaufend dünne Metallfasern abgetrennt werden. Diese Fasern, die von Wolle ähnlicher Beschaffenheit sind, werden zusammengefaßt, als Strang von der Maschine abgeleitet und anschließend gehäckselt, d. h. in kleine Stücke, je nach Anwendungsfall geschnitten. Dadurch entstehen verschiedene Produkte, wovon Metallgranulate mit Faserlängen von 0,063 mm bis 1,5 mm und Metallwolle, meist Stahlwolle, die wichtigsten sind.

Das Herstellverfahren soll kurz beschrieben werden:

Der Ausgangsdraht wird einlagig, jedoch 16- bis 24- fach auf Führungstrommeln gewickelt. Je 2 Trommeln zwischen denen der Draht geführt wird, bilden einen Trommelsatz. Die Maschinen besitzen bis zu 16 Trommelsätze zwischen denen der Draht fortlaufend durchgeführt wird. Rechnet man je Trommelsatz bis zu 7 breite Messer, so wird der Draht je Trommelsatz 16 bis 24 mal 7 = 112 bis 168 mal beschnitten. Auf der gesamten Maschine ist diese Zahl mit der Anzahl der Trommelsätze zu multiplizieren, so daß der Metalldraht bis zu 2688 mal beschnitten wird. Danach ist der Metalldraht bis auf eine Stärke von 0,5 bis 0,6 mm reduziert.

Die Ausgangslage in maschinentechnischer Hinsicht war bei Vorhabensbeginn dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Produktionsmaschinen aus Beständen stammten, die vor mehr als 30 Jahren entwickelt und gefertigt worden waren. Diese alten Maschinen entsprechen modernen Anforderungen in keiner Weise.

Eine derartige konventionelle Produktionsmaschine weist eine Länge von 12 bis 15 m auf. Größte Nachteile sind die Getriebekonstruktion der Trommelantriebe, sowie die Drahtführung über zahlreiche Trommelsätze. Die Trommelantriebe, die synchron arbeiten müssen, erfolgen über einen zentralen Antriebsmotor mit 90 kW, der über Keilriemen und ein Verteilergetriebe auf 2 Achsen arbeitet, die längs durch die gesamte Maschine laufen und mittels 3 - gängigem Schneckengetriebe die Trommelsätze antreiben. Aufgrund dieses Maschinenprinzips wird der größte Teil der Antriebsenergie in den Schneckengetrieben in Wärme umgesetzt. Einige dieser Schneckengetriebe sind auf der folgenden Abbildung 1 zu erkennen. Auf die rechts sichtbaren Achsstummel werden die Drahtführungstrommeln aufgesetzt. Eine Berechnung des Gesamtwirkungsgrades des geschilderten Antriebs ergab $\eta \sim 0,29$ bis 0,3, d. h. mehr als 70 % der Antriebsenergie werden in den Getrieben in Wärme umgesetzt. Zur Schmierung und Abführung der Verlustwärme laufen die Getriebe in Ölbädern. Das Öl wird umgewälzt und zentral gekühlt. Diese Situation war in Anbetracht moderner Erkenntnisse hinsichtlich Maschinenkonstruktion, optimaler Energienutzung und der CO₂ - Problematik völlig unbefriedigend.

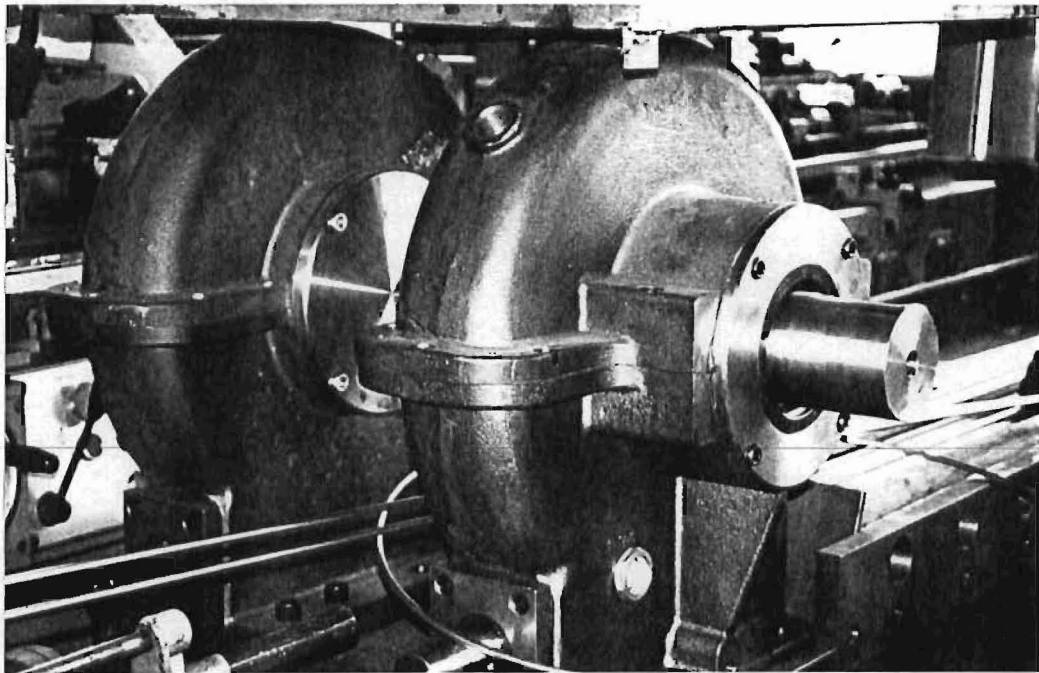


Abbildung 1: Schneckengetriebe als Zwischenübersetzung zum Antrieb der Trommelsätze bei konventionellen Maschinen zur Metallfaserproduktion

Die Situation wurde dadurch verschärft, daß der Bedarf an Metallfasern anstieg. Da bekannt wurde, daß Verarbeitung und Abrieb asbesthaltiger Werkstoffe zu einem erhöhten Krebsrisiko führt, schränkte die Bundesregierung die Verwendung von Asbest zunehmend ein.

Ähnliches inzwischen gilt mehr oder weniger weltweit. Dadurch wurde auch eine Substitution von Asbestfasern in der Antriebstechnik erforderlich. Hier wurden Asbestfasern vor allem in Reibbelägen für Kupplungen und Bremsen in großen Mengen verwendet. Reibbeläge bestanden bisher aus hochschmelzenden organischen und anorganischen Werkstoffe mit Einlagen aus Asbestgewebe. Im Ausland wird den Reibbelägen teilweise noch Bleimehl beigefügt, ein Stoff der ebenfalls sehr umweltschädigende Einflüsse hat. Reibbeläge werden außer in der KFZ - Industrie auch im Maschinenbau, für Schienenfahrzeuge und in der Fördertechnik verwendet. Sie sind also sehr weit verbreitet. Die Umstellung auf Metallfasern löst daher eine erhöhte Nachfrage nach Metallfasern aus.

Ein weitere Bedarf an Metallfasern entsteht durch die Entwicklung hitzebeständiger Gelenkdichtungen für das Auspuffsystem an Kraftfahrzeugen. Die Kippbewegungen des Verbrennungsmotors als Folge von Beschleunigungs- und Schubvorgängen können in Auspuffanlagen Risse verursachen. Dies gilt insbesondere durch den heute vielfach üblichen Quereinbau des Verbrennungsmotors in Kompaktwagen. Die Entwicklung eines Zwischenelementes zur Aufnahme der Biegebewegungen war daher erforderlich. Man fand eine Lösung in Form von Gelenkdichtringen, die im wesentlichen aus Metallfasern, Flockengraphit und einer Kombination verschiedener Gleitsubstanzen bestehen, die miteinander verpreßt werden.

Zusätzliche Nachfrage nach Metallfasern, in erster Linie nach Stahlwolle, besteht für Reinigungszwecke. Viele Reinigungsaufgaben können mit Stahlwolle besser und umweltschonender gelöst werden, als mit chemischen Mitteln. Bei hartnäckigen Verschmutzungen verwendet man deshalb zunehmend eine mechanische Reinigung mittels Stahlwolle an. Dies gilt nach unseren Erfahrungen insbesondere für Afrika und Asien.

Wie gezeigt werden konnte, bestanden also bei Antragstellung bzw. Vorhabensbeginn entwicklungs-technische Ansätze auf maschinentechnischem und anwendungstechnischem Gebiet, die im wesentlichen auf ökologisch bedingten Anforderungen beruhten.

2.0 Ziel des Vorhabens

Aufgrund der geschilderten Ausgangssituation wurde das Vorhabensziel wie folgt definiert:

Es sollte eine neuartige, leistungsfähige Produktionsmaschine für die Herstellung von Metallfasern entwickelt werden, um damit generell wieder ein Angebot einer leistungsfähigen, nach modernsten produktions- und umwelttechnischen Gesichtspunkten entwickelten Anlage auf den Markt zu bringen. Damit sollte die Produktion von Metallfasern weltweit erhöht und gleichzeitig der produktionsbezogene Energiebedarf wesentlich gesenkt werden.

Umwelttechnische Auswirkungen sollte das Vorhaben auf 2 Ebenen haben: zum einen war es das Ziel, die Metallfaserproduktion zu erhöhen, um dadurch einen schnellen Ersatz der Asbestfasern und anderen lungengängigen Fasern in Reibbelägen, Dichtungen usw. zu ermöglichen und neue Anwendungsgebiete zu öffnen. Zum andern sollte die zur Metallfaserproduktion benötigte Energie bei gleicher Zerspanungsleistung gegenüber konventionellen Maschinen halbiert werden.

3.0 Projektverlauf

Zunächst wurde der Maschinenständer in moderner Schweißkonstruktion entwickelt. Abweichend von den bisherigen Maschinen wurde jedoch für die einzelnen Trommelsätze kein gemeinsamer großer Maschinenständer entwickelt, wie er noch bei alten Maschinen in Abbildung 1 zu sehen ist. Dieser hätte aus statischen Gründen wieder sehr groß und schwer konstruiert werden müssen was sich notwendigerweise auch in entsprechenden Kosten bemerkbar gemacht hätte, ganz abgesehen von den Transportproblemen. Vielmehr wurde ein rel. kleines, leichtes und einfaches Gestell entwickelt, das zur Aufnahme von je 2 Trommelsätzen eingesetzt werden konnte. Dadurch war von vornherein die Grundlage zu einer kostengünstigen Maschinenkonstruktion gelegt. Jeder Trommelsatz muß einen bestimmten Abstand zwischen den beiden zugehörigen Gegen - Trommeln aufweisen, da der Draht zwischen diesen beiden Trommeln gespannt und von unten abgeschält wird. Infolgedessen wurden auf jedem Ständer jeweils 2 Trommeln des weiterführenden und 2 Trommeln des ankommenden Trommelsatzes montiert. Dieses Prinzip ist in der folgenden Abbildung 2 schematisch dargestellt:

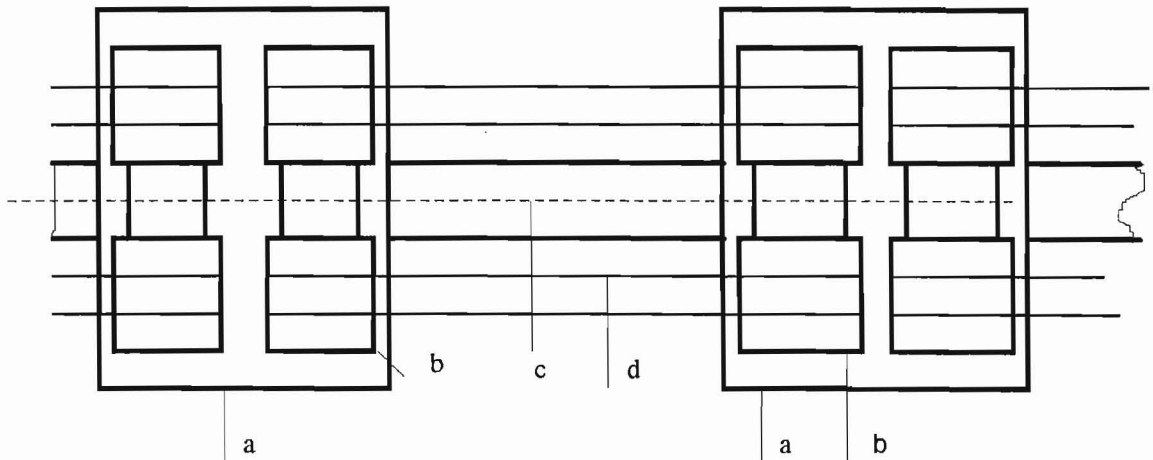


Abbildung 2: Maschinenständer mit Trommelsätzen (Draufsicht)

- a = Maschinenständer
- b = Trommelsatz
- c = Antriebsrohr
- d = Drähte

Nach diesem Schema besteht die Maschine aus 2 Maschinenständern oder Sockeln a), der Eingangs-/Endstation und der Antriebsstation an der Gegenseite, auf denen insgesamt 12 Trommelsätze montiert sind. Zwischen den einzelnen Maschinenständern verläuft die Antriebswelle im Rohr c). Eine zweite Verbindung zwischen den einzelnen Ständern wurde durch ein weiteres Rohr geschaffen, das unterhalb der Trommelsätze verläuft. Es dient dazu, die Dämpfe der Kühlemulsion, die zum Abschälen der Metallfasern sparsam benötigt wird, abzusaugen. Zwischen den Trommelsätzen, oberhalb der gespannten Drähte, verlaufen ferner die Abstützleisten für die Drahtwicklungen und darunter sind die Messersätze angeordnet.

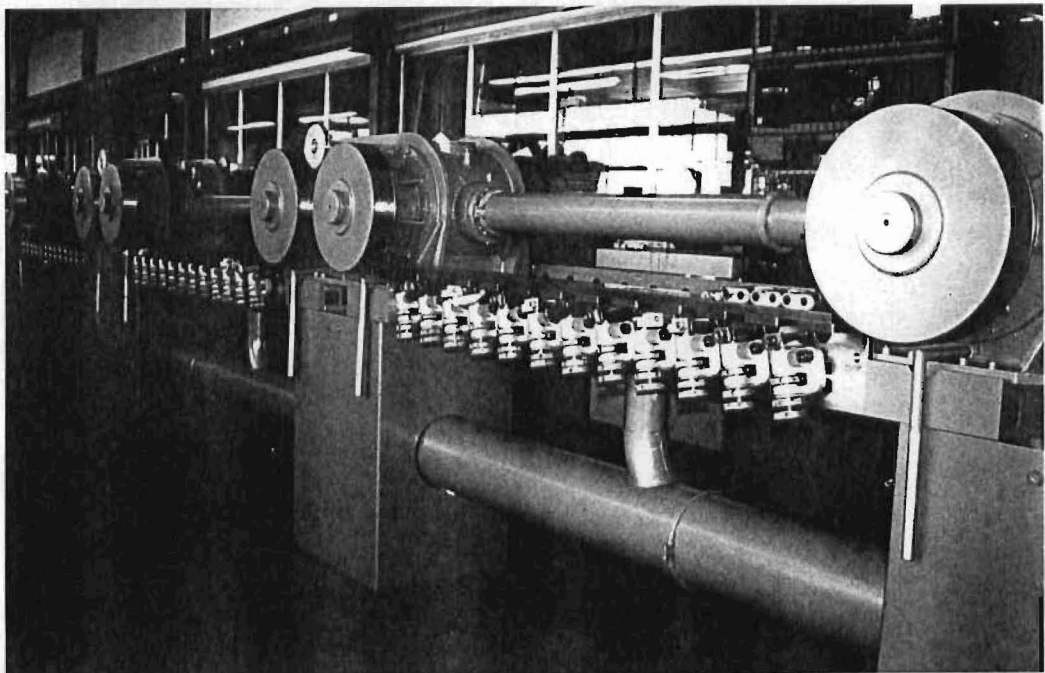


Abbildung 3: Aufnahme der kompletten Produktionsmaschine

Alle beschriebenen Einrichtungen sind in Abbildung 3 gut zu erkennen. Von oben nach unten sind dies:

- die Trommelsätze, die mit dem Antriebsrohr verbunden sind,
- die Maschinenständer,
- die Abstützleisten für den Draht bei der spanenden Bearbeitung,
- die Spannvorrichtungen für die Messerleisten und schließlich
- das Absaugrohr.

Die gesamte Anordnung der Verbindungselemente verleiht der Maschine eine ausreichende Steifigkeit um die nicht unbeträchtlichen Spannkraft der Drahtwicklung und die Zerspanungskraft aufzunehmen. Um die Stabilität der Maschinenkonstruktion zu erhöhen, ist vorgesehen, daß die einzelnen Maschinenständer nach der Montage am endgültigen Aufstellungsort mit Beton ausgegossen werden. Damit ist sichergestellt, daß die Maschine in sich ausreichend steif ist. Ein vergrößerter Ausschnitt aus der Gesamtmaschine mit Trommelsätzen, Werkzeughaltern und dem Antriebsrohr zeigt die nächste Abbildung 4.

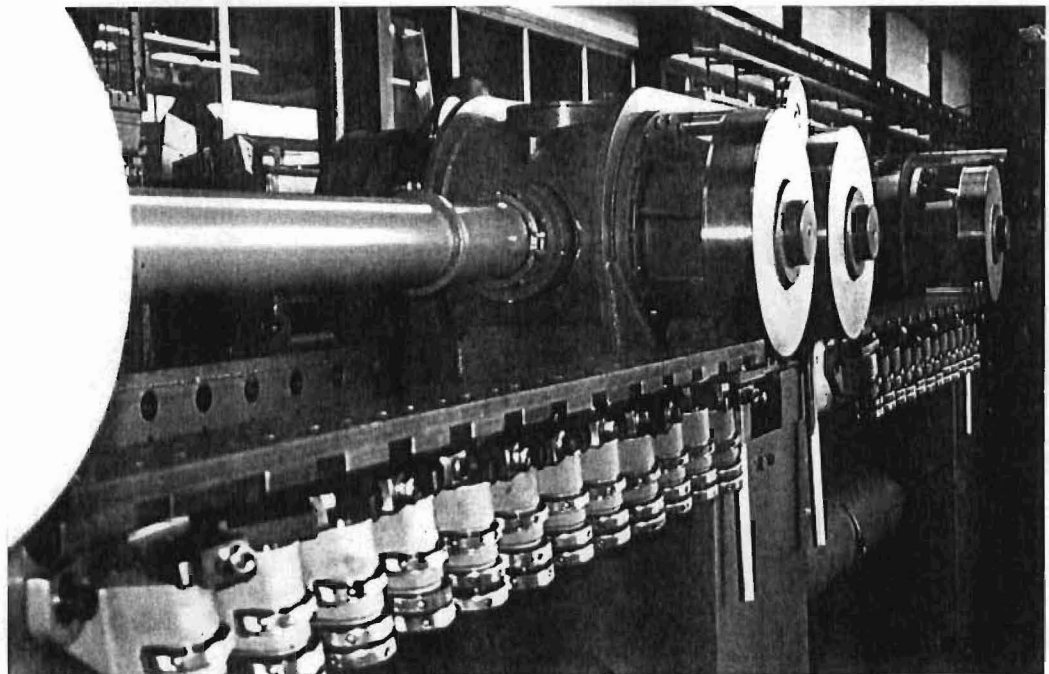


Abbildung 4: Blick auf Trommelsätze und Antriebsrohr

Der Antrieb der Trommelsätze wurde als nächstes entwickelt. Er verläuft vom Antriebsmotor über ein Planetengetriebe zur Drehzahlreduzierung auf die zentrale Antriebswelle. Diese treibt jeden Trommelsatz über Kegelräder an. Diese Kegelräder weisen eine Zylo - Palloid - Spezialverzahnung auf, die von der Firma Klingelnberg entwickelt wurde. Die Zahnräder besitzen epizykloidenförmige Flankenlinien. Vorteile dieser Verzahnung sind der wesentlich höhere Wirkungsgrad gegenüber einem Schneckengetriebe, sowie ein geräuscharmer Lauf, der durch Feinbearbeitung der Zahnflanken noch verbessert werden kann. Der gute Wirkungsgrad des kompletten Antriebs zeigte sich bereits bei der Montage der Maschine, als die Antriebswelle einschließlich sämtlicher Trommelgetriebe von Hand durchgedreht werden konnte. Im Leerlauf genügt ein 2 kW - Motor um den kompletten Antrieb auf Nenndrehzahl zu bringen. Der endgültige Antriebs-

motor hat eine Leistung von 40 kW, die beim Anlauf in 5 Stufen erreicht wird. Bei der Entwicklung mußte der Prototyp mehrfach geändert werden. Änderungen betrafen beim Kegelradgetriebe die Achsabstände der Verzahnung, die eingesetzten Wälzlager und die Ausführung der Lagerstellen.

Die nächsten Entwicklungsschritte galten der Werkzeugausrüstung. Die bisher gebräuchlichen Maschinen sind mit 96 Messern bei einer Breite von 58 mm ausgerüstet. Unser Ziel mußte es sein, die Einstell- und Schleifzeiten der Messer zu verringern. Dies wurde dadurch erreicht, daß die Drahtführung je Trommelsatz erhöht wurde. Der Draht wird jetzt 24 mal je Trommelsatz gewickelt, so daß eine Messerbreite von 90 mm eingesetzt werden kann. Jeder Messersatz umfaßt 12 Messer a 20 Schnittstellen, je Trommelsatz sind demnach 240 Schnittstellen im Einsatz. Einige Messer sind in der nächsten Abbildung zu erkennen.

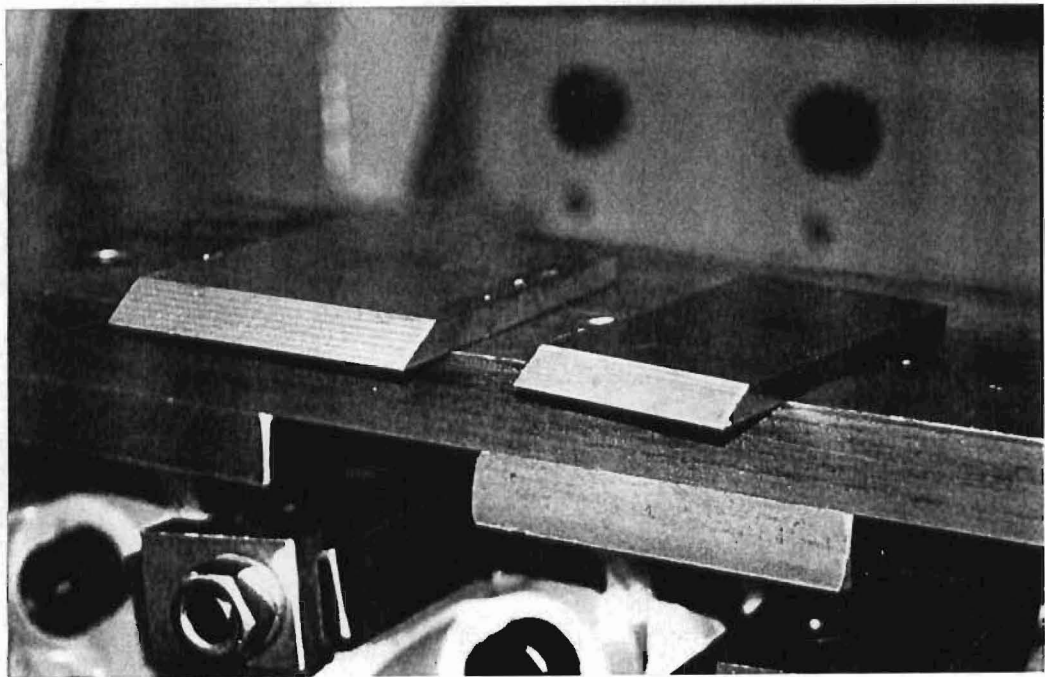


Abbildung 5: Schälmesser für die Herstellung von Metallfasern; alte Ausführung rechts, neue Schälmesser links

Zum Spannen werden die Messer seitlich geklemmt. Der Anstellwinkel wird für die gesamte Leiste gemeinsam eingestellt und an den einzelnen Messerhaltern dann mit einer Schraube fixiert.

Die Werkzeugzustellung erfolgt getrennt für jedes Werkzeug über Präzisionsspindeln, die zur Arretierung gekontert werden. Für die Festlegung des Werkzeugmaterials wurden zahlreiche Versuche durchgeführt. Die Werkzeuge bestehen jetzt aus Chromnickelstahl. Zum Anschliff steht eine spezielle Messerschleifmaschine zur Verfügung, die auch für Kundenaufträge benutzt werden kann. Zur Kühlung wird ein Kühlschmiermittel benutzt, das in Kanälen an die Schnittstellen geleitet wird. Dabei handelt es sich um ein Konzentrat auf Mineralölbasis der Shell AG mit der Bezeichnung DROMOS - B (Verdünnungsfaktor mit Wasser 1 : 100). Der Zufluß wird so minimiert, daß die Emulsion an der Schnittstelle verdampft. Die Dämpfe werden abgesaugt und über ein Zyklon gereinigt. Es entstehen also keine verunreinigten Rückstände.

Die zulässigen MAK - Werte werden weit unterschritten. Diese Art der Schnittstellenschmierung wurde von der Berufsgenossenschaft abgenommen.



Abbildung 6: Werkzeughalter mit eingespanntem Messer; der Draht ist noch noch nicht eingespannt.

Die Schmierung der Lagerstellen erfolgt durch eine Umlaufschmierung, d. h. es besteht eine Zentralschmierung. Als Schmiermittel wird ein Gleitöl verwendet, ablaufendes Schmieröl wird aufgefangen, zum zentralen Behälter zurückgeführt und wieder umgepumpt.

Die Maschine wird mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung ausgerüstet. Sie kontrolliert und steuert sämtliche Maschinenfunktionen. Zu erwähnen sind insbesondere die Werkzeugüberwachung und die Überwachung auf Drahtbruch. Die Werkzeugüberwachung erfolgt über den aufgenommenen Strom des Antriebsmotors, der einen bestimmten, einstellbaren Betrag nicht übersteigen darf. Beim Draht besteht die Gefahr, daß er insbesondere im Ausgangsbereich, in dem sich der Durchmesser schon der kritischen Grenze von 0,6 mm \varnothing nähert, bricht. Aufgrund der vielfachen Wicklungen mit angetriebenen Trommeln, macht sich ein derartiger Drahtbruch nicht sofort bemerkbar. Da der Draht unter hohen Biege- und Torsionsspannungen steht, würde der gebrochene Draht austreten und in kurzer Zeit unentwirrbare Verflechtungen bilden. Eine Überwachung ist

deshalb erforderlich. Sie besteht aus einem mitlaufenden Meßrad, das 4 Lochungen besitzt. Das Rad wird induktiv abgetastet. Bei Drahtbruch bleibt das Rad stehen, die Impulse entfallen (Abbildung 7).

Die komplette Steuerung konnte zum Vorhabensende noch nicht montiert werden, da die SPS der Firma Siemens aufgrund langer Lieferfristen erst Anfang Februar 1995 ausgeliefert wurde.

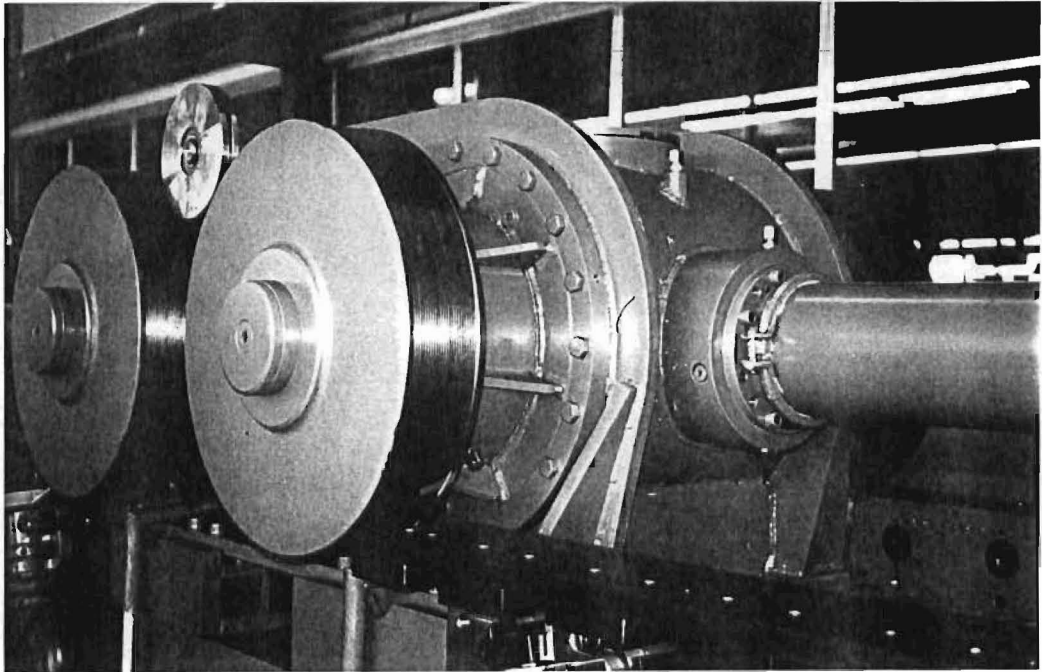


Abbildung 7: Trommelsätze mit Meßrad zur Überwachung auf Drahtbruch

Zur Bedienungsvereinfachung sind der Drahteinlauf des neuen Drahtes und der Auslauf des Restdrahtes auf der gleichen Maschinenseite angeordnet, während der Antriebsmotor an der Gegenseite montiert ist. Zur Verarbeitung wird der Draht in Coils mit bis zu 1 800 kg eingesetzt. Der Draht wird abgezogen und durchläuft auf der Maschine als erstes eine Richtstation und anschließend die 12 Trommelsätze.

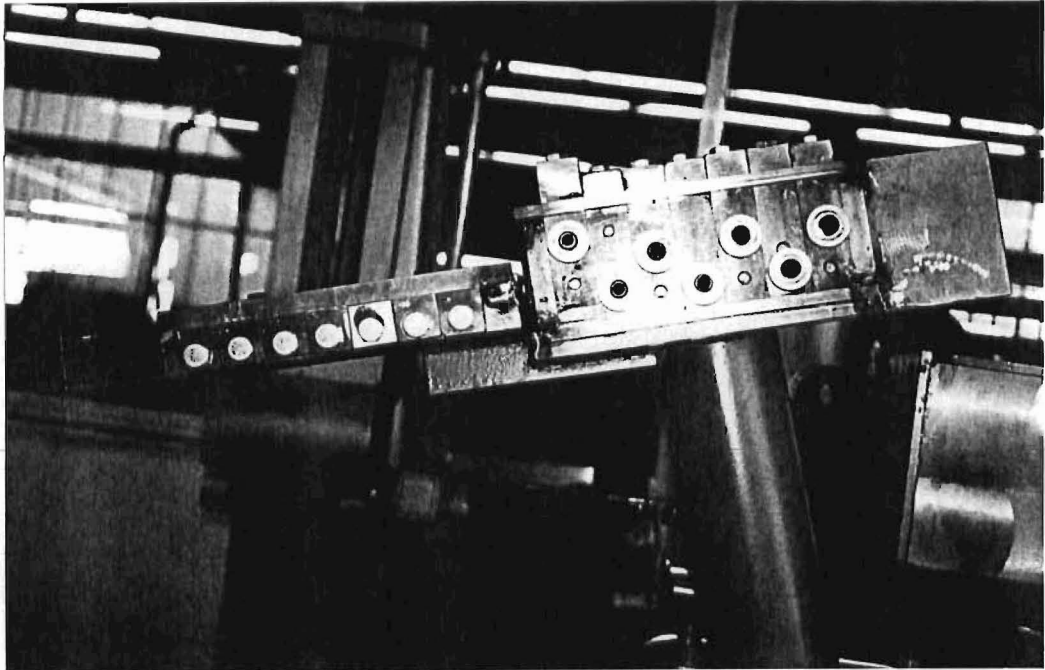


Abbildung 8: Drahteinlauf mit Richtapparat

Bei Auslauf eines Coils wird der neue Drahtanfang auf der Maschine an das Drahtende angeschweißt und dann durchgezogen. Auf der Ausgangsseite wird der Restdraht mit 0,6 mm \varnothing von einer Abzugsvorrichtung erfaßt und aufgespult.

4.0 Ergebnisse des Vorhabens

Als Ergebnis des Entwicklungsvorhabens steht eine moderne Produktionsmaschine zur Herstellung von Metallfasern aller Art zur Verfügung. Die technischen Daten der Maschine sind:

Produktionsleistung in Stahl:	158 kg/h Stahlwolle;
Produktionsleistung in Edelstahl:	52 kg/h Edelstahlwolle
Trommelsätze:	12, Antrieb mittels Kegelradgetriebe
Werkzeugplätze:	240 Messer, 90 mm breit
Schnittstellen je Trommelsatz:	20
Drahtgeschwindigkeit bei Stahl:	70 m/min
Antriebsleistung:	40 kW
Gesamtanschlußwert ca.:	42 kW
Maschinengewicht ca.:	12 t(Sockel nicht ausgegossen)
Maschinenabmessungen:	
Länge:	11 m
Breite:	1,04 m
Höhe:	1,90 m
Zentralschmierung	

Zum Vergleich werden die Daten der konventionellen Maschine angegeben:

Produktionsleistung in Stahl:	ca. 150 kg/h Stahlwolle;
Produktionsleistung in Edelstahl:	ca. 50 kg/h Edelstahlwolle
Trommelsätze:	16, Antrieb mittels Schneckengetriebe
Werkzeugplätze:	192 Messer, 58 mm breit
Schnittstellen je Trommelsatz:	12
Antriebsleistung:	90 kW
Gesamtanschlußwert ca.:	95 kW
Maschinengewicht ca.:	18 t
Maschinenabmessungen:	
Länge:	16 m
Breite:	1,50 m
Höhe:	1,90 m

Der Energiebedarf der neuen Maschine konnte demnach um mehr als 50 % reduziert werden. Die Maschinenbedienung und die Arbeitsbedingungen wurden durch die neue Kühlschmierung mit Absaugung und Reinigung der Dämpfe, eine bessere Übersichtlichkeit, eingebaute Sensoren und kleinere Maschinenabmaße wesentlich verbessert. Ein weiterer Vorteil ist die Verkleinerung der Stellfläche und des Gewichtes.

Damit steht eine leistungsfähige Maschine zur Produktion von Metallfasern zur Verfügung. Obwohl im Vergleich zu einer Werkzeugmaschine zusätzlich noch der Drahtwickel über 6 Trommelsätze gefördert werden muß, sind die Zerspansleistungen und Energiebedarf durchaus mit modernen Werkzeugmaschinen vergleichbar. Somit ist nachgewiesen, daß die Vorhabensziele erreicht wurden.

5.0 Nutzung der Ergebnisse

Die Nutzung der Ergebnisse wird durch den Verkauf der Maschine und durch die besseren Produktionsmöglichkeiten für Metallfasern erfolgen.

Zum Verkauf der Maschine führen wir an:

Im Unterschied zum „normalen Maschinenbau“ stellten wir fest, daß diese Spezialmaschinen nur nach Besichtigung verkauft werden können. Es wurden bisher Verkaufsgespräche mit Firmenvertretern aus Schweden, der Türkei, der Schweiz, Algerien, China und der Insel Mauritius geführt. Ferner wurden Gespräche mit einer russischen Importfirma aufgenommen, die einen Bedarf von 10 Maschinen erwähnte. Die Verhandlungen mit diesen Interessenten sind noch im Gang. Unser Angebot umfaßt neben der Maschinenlieferung die Montage, das Anfahren und eine ausführliche Schulung des Kunden. Wenn man berücksichtigt, daß die neu entwickelte Maschine bisher der Öffentlichkeit noch gar nicht vorgestellt wurde, ist das bereits bestehende Interesse an der Maschine sehr bemerkenswert.

Als Zusätze bieten wir einen Häcksler für den Restdraht, eine Messerschleifmaschine, Schweißapparat zum Verschweißen von Drahtenden bei Bruch oder Neuanlegen einer Drahtrolle, sowie Schälmesser an.

Hinsichtlich der produzierten Metallfasern ergeben sich durch die Neuentwicklung ebenfalls interessante Nutzungsmöglichkeiten:

Zum Pressen von Dichtungen sind Versuche mit Kupfer - Wolle beabsichtigt, die zusammen mit Dichtungsherstellern durchgeführt werden sollen. Eine weitere Nutzung müßte sich aus der Zerspanung von Aluminiumdraht zu Aluminiumwolle ergeben. An diesem Produkt sind die chemische Industrie und die Kraftfahrzeugindustrie interessiert. Bis jetzt kann Aluminiumwolle nicht nach dem hier beschriebenen Verfahren hergestellt werden. Man pakettiert bisher gezogenes Aluminiumband und schert es an der Stirnseite ab. Dies ist natürlich ein sehr teures Verfahren, so daß Al - Wolle bisher keine große Verbreitung gefunden hat. Insbesondere in der Kraftfahrzeugindustrie könnten sich jedoch sehr interessante Anwendungen mit beachtlichen ökologischen Vorteilen ergeben. Diese neuen Anwendungen betreffen Hitzeschilder, die im PKW an verschiedenen Stellen erforderlich sind. Bisher werden diese Teile in Sandwichbauweise aus verpreßten Aluminiumblechen mit eingelegter Glaswolle hergestellt. Derartige Verbundteile aus verschiedenen Werkstoffen sind sehr schlecht zu recyceln. Es wird daher nach Möglichkeiten gesucht, die Hitzeschilder aus einheitlichen Werkstoffen zu fertigen. Eine Möglichkeit ist die Herstellung wie zuvor, wobei jedoch die Glaswolle durch Aluminiumwolle ersetzt wird. Diese Wolle wird zu einer Art Al - Vlies gedrückt, zwischen die Aluminiumbleche gelegt und verpreßt. Der Bedarf der Automobilindustrie an derartigen Teilen wäre sehr groß.

Die Schwierigkeit bei der Herstellung der Aluminiumwolle liegt in der geringen Festigkeit des Aluminiumdrahtes. Hier müssen Möglichkeiten gefunden werden, um die Spannkkräfte des Drahtes auf der neuen Maschine der Festigkeit des Aluminiumdrahtes anzupassen. Dies könnte z. B. durch zusätzliche Federelemente geschehen, die Zugkraftspitzen auffangen müßten. Ähnliche Überlegungen gelten auch für die Herstellung von Kupferfaser.

Für den Restdraht wurde die bestehende Verwendungsmöglichkeit inzwischen weiter ausgebaut. Der Draht wird auf einer separaten Maschine gewellt und in etwa 50 mm lange Stücke geschnitten. Diese Drahtstücke werden an die Bauindustrie verkauft. Sie verwendet die Drahtstücke zur Herstellung von Bodenplatten im Industriebau. Anstelle der vielfach üblichen Baustahlmatten, die sehr kostenintensiv von Hand aufgebaut werden müssen, wird dem Beton der geschnittene und gewellte Restdraht zugegeben. Das Gemisch wird in die Schalung gegossen, gerüttelt und geglättet. Das Aufbringen eines zusätzlichen Estrichs ist bei diesem Verfahren nicht mehr erforderlich. Neben dem Kostenvorteil beim Verlegen besteht ein weiterer Vorteil darin, daß die nach dieser Methode hergestellten Bodenplatten später auch sehr leicht zu recyceln sind, da die Baustahlmatten fehlen.

Zusammengefaßt kann also gesagt werden, daß das Entwicklungsvorhaben erfolgreich abgeschlossen wurde. Die Vorhabensziele wurden erreicht. Die bei Vorhabensbeginn dargelegte Nutzung der Ergebnisse ist sowohl aus maschinentechnischer, als auch aus anwendungstechnischer Sicht gegeben.