

Zeitschrift: Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

Band: 82 (1975)

Heft: 3

Rubrik: Spinnereitechnik

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 31.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Spinnereitechnik

Energieaufwand und Arbeitsbelastung beim Self-Twist-Spinnprozess*

Die derzeit im Spinnbereich ökonomisch so fortschrittliche Evolution wird nicht von den spektakulären Spinnleistungssteigerungen bestimmt, wie sie mit neuen, unkonventionellen Spinnverfahren demonstriert werden, sondern ausschliesslich von den faktischen Zuwachsraten der Rentabilität. Nicht das Leistungsvolumen eines Verfahrens, sondern sein Wirtschaftlichkeitsindex ist primär entscheidend. Ein an sich selbstverständlicher, aber dennoch vielfach nicht beachteter Schluss.

Freilich gilt hier in der Regel als Prämisse für einen ökonomischen Fortschritt eine erhöhte Produktivität, doch sind auch andere Erfolgs-Parameter denkbar. So könnte zum Beispiel der konventionelle Ringspinnprozess einer neuen Ära entgegensehen, wenn es gelingen würde, bei unveränderten Spinngeschwindigkeiten den Bedienungsaufwand ohne Steigerung der Kapital- und Betriebskosten spürbar zu verringern. Eine Verwirklichung dieser Vorstellung dürfte heute trotz erheblicher Probleme keine Illusion mehr sein.

Nach wie vor ist die Güte des Ringspinnungarnes der Qualitätsmassstab, an dem jedes neuartig erzeugte Garn gemessen wird. Das liegt einfach daran, dass das ringgesponnene Garn in seiner Faserparallelage, seiner Drehungskontinuität und in seiner ebenmässigen Oberflächenstruktur bis heute unerreicht geblieben ist. Diese souveräne Monopolstellung ist fraglos nur sehr schwer zu erschüttern.

Von den zahlreichen Neuentwicklungen haben nur zwei Spinnssysteme bislang Eingang in die Praxis gefunden. Das OE-Rotor-Verfahren vorrangig für den Mittel- und Kurzstapelbereich zur Verspinnung von Baumwolle, Zellwolle und Synthetiks, mit einem etwaigen Produktionsanteil von zurzeit 2 %, und das Self-Twist-Verfahren für den Lang- und Mittelstapelsektor zur Verspinnung von Wolle, Zellwolle, Synthetiks und Haaren, mit einem derzeitigen Marktanteil von etwa 1,5 % (Abbildung 1).

Damit existieren zurzeit neben der universell einsetzbaren Ringspinnmaschine zwei ernst zu nehmende Spinnverfahren, die sich gegenseitig keinerlei Konkurrenz machen, da sich ihre wirtschaftlichen Einsatzbereiche kaum überschneiden.

Das OE-Rotor-Spinnsystem hat sich in der Praxis durchgesetzt. Ein Beweis dafür sind die zahlreichen Anlagen im industriellen Bereich, wie auch die gegenüber dem Ringspinnsystem nachweislich verbesserte Wirtschaftlichkeit des Spinnprozesses bei zufriedenstellender Garngleichmässigkeit, Garnfestigkeit und Dehnung.

Die OE-Rotor-Entwicklung ist ohne Frage die bedeutendste Spinnkonzeption nach dem Ringspinnverfahren. Und wenn Prof. Krause bereits vor der ITMA 67, als jede entsprechende Äusserung noch sehr riskant war, im Hinblick

auf das Rotorspinnen sagte: «Vielleicht stehen wir an der Schwelle einer Entwicklung von grosser Tragweite», so hat er zweifellos damit heute recht behalten.

Mehr und mehr werden uns aber schon jetzt die Grenzbereiche dieses Verfahrens bewusst. So wiesen erst kürzlich u. a. Prof. Lünenschloss wie auch Dr. Kirschner in Vorträgen auf die Problematik der Garnfestigkeits- und Garngleichmässigkeitsabnahme bei zunehmender Rotortourenzahls hin. Auch ist nach wie vor ein gegenüber dem Ringspinnprozess erhöhter Garndrehungscoefficient für eine störungsfreie Ausspinnung erforderlich.

Darüberhinaus beeinträchtigen Material- und Mischungseinflüsse ganz spezifisch über konkrete Erscheinungsmerkmale, wie z. B. der sogenannten Bauchbinden oder des Moiré-Effektes, die Garngüte und engen so den Garneinsatz-Spielraum entsprechend ein.

Der Garncharakter setzt zudem für die Einsatzbereiche dieses Spinnverfahrens entscheidende Grenzen. Die Tatsache, dass hier im Gegensatz zum Ringspinnverfahren der Faden im Kern fester und in den äusseren Faserlagen fülliger erscheint, ist dabei sekundär. Vielmehr gibt die Faserparallelage und damit die Garnoberflächenstruktur primär den Ausschlag.

Hinsichtlich der Automation des Spinnprozesses kann bis jetzt noch nicht gesagt werden, dass beim Rotorspinnen diesbezüglich ein Fortschritt gegenüber dem Ringspinnen erzielt worden sei. Schliesslich erfolgt die Bandvorlage, das Fadenbruchbeheben, die Garnkörperabnahme und auch das periodische und kontinuierliche Reinigen der Maschine wie beim Ringspinnen manuell durch die Spinnerin. Der Spinnablauf als solcher weist auch keinen Zuwachs an Automation im Vergleich zu fortschrittlichen Ringspinnaggregaten mit Programmsteuerung auf.

Damit erscheinen die anfangs in dieses Spinnssystem gesetzten Erwartungen bis heute jedenfalls nur teilweise erfüllt.

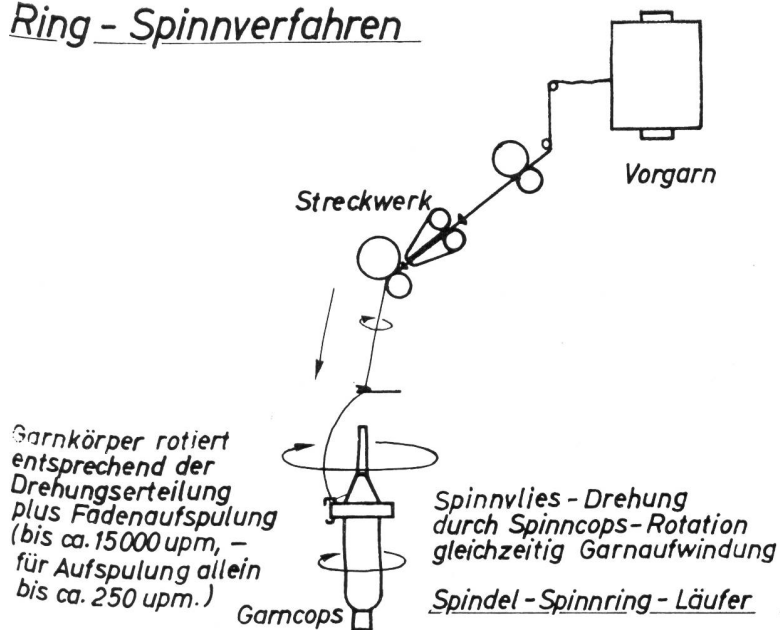
Mancher Kammgarnspinner wartet darauf, dass sich das Rotorspinnverfahren auch auf den Kammgarnsektor ausbreitet und in Konkurrenz zum Self-Twist-Verfahren tritt. Hier bin ich der Ansicht: die Alternative Rotor- oder Repco-Spinnaggregat stellt sich einfach nicht. Weder derzeit, noch in absehbarer Zukunft. Dieser Erkenntnis liegen drei entscheidende Gesichtspunkte zugrunde.

1. Die technische Problematik des OE-Rotor-Spinnens.
2. Die Grenzen der Wirtschaftlichkeit des Rohstoffeinsatzes, sowie die bei Wolle gegebene Faserfeinheit-Begrenzung.
3. Die Grenzen der Gesamt-Wirtschaftlichkeit des Spinnprozesses.

Bei allen Überlegungen muss davon ausgegangen werden, dass im Kammgarn-Spinnbereich Schurwolle auch in Zukunft als gewichtige Rohstoffkomponente in beträchtlichen Mengen verarbeitet wird. Somit werden sich nur Verfahren, die eine einwandfreie Verspinnung von Wolle garantieren, generell durchsetzen. Nach wie vor aber ist Wolle mit OE-Rotorspinnern noch nicht zufriedenstellend verspinnbar. Hier sind die Hauptprobleme Fettgehalt und

* Vortrag anlässlich des Textiltechnischen Kolloquiums an der ETH Zürich am 28. November 1974

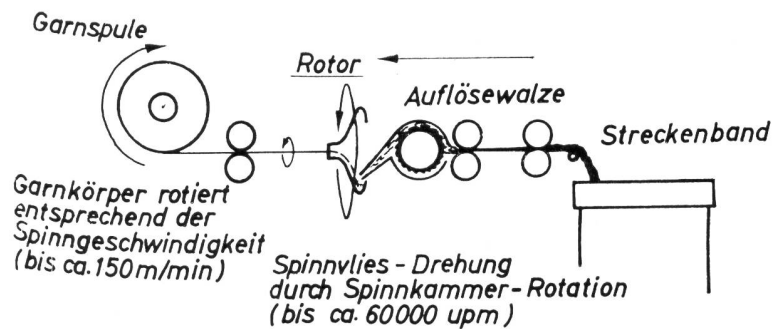
Ring - Spinnverfahren



Universell einsetzbar
für alle Faserstoffe
und Stapellängen

Ausspinnung
ges. Nummernbereich

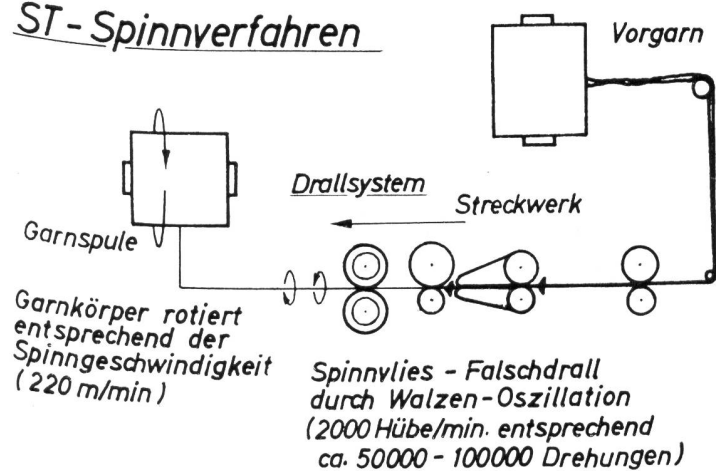
OE - Rotor - Spinnverfahren



Geeignet zur Verspinnung
von Baumwolle, Synthetiks
und Zellwolle
(Kurz- und Mittelstapelbereich)
vorzugsweise

Ausspinnung
~ Nm 1 - 40

ST - Spinnverfahren



Geeignet zur Verspinnung
von Wolle, Synthetiks, Zellwolle
und Haaren
(Lang- und Mittelstapelbereich)
vorzugsweise

Ausspinnung
~ Nm 16 - 80

Verunreinigungen ungelöst. Ferner stellt die Faser- und Faserverbandsstruktur, wie auch die Stapellänge Verarbeitungsschwernisse dar. Obgleich intensiv daran gearbeitet wird (dies allerdings schon viele Jahre), erscheint eine grundlegende Lösung des Problems doch sehr fraglich.

Aber selbst wenn alle technischen Probleme einmal gelöst sein werden (ich will einmal davon ausgehen), so wird man sich kaum entschliessen, Kammgarne mit 90 oder 100 Fasern im Garnquerschnitt (das ist bekanntlich der Grenzbereich, das Spinnlimit bei OE-Rotor-Garnen) auszuspinnen. Konkret würde das nämlich bedeuten, ein Garn Nm 24 aus einer Wollqualität der Faserfeinheit von 21 μ anstelle von bisher 30 μ , oder ein Nm 28 statt 27 μ jetzt aus 19 μ . Wie die Darstellung zeigt, wäre andererseits ein Garn der Nummer 40 oder 48 gar nicht mehr ausspinnbar, da hierzu Wolle von 16 μ bzw. 15 μ , die gar nicht zu beschaffen wäre, benötigt würde (Abbildung 2).

Faserfeinheit

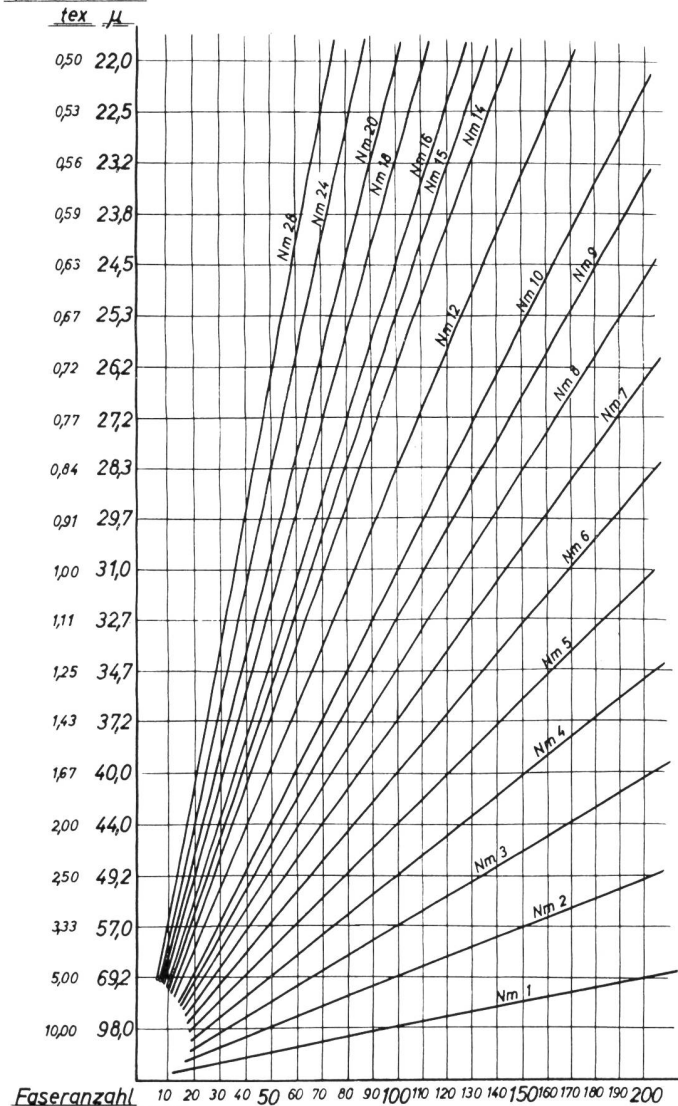


Abbildung 2

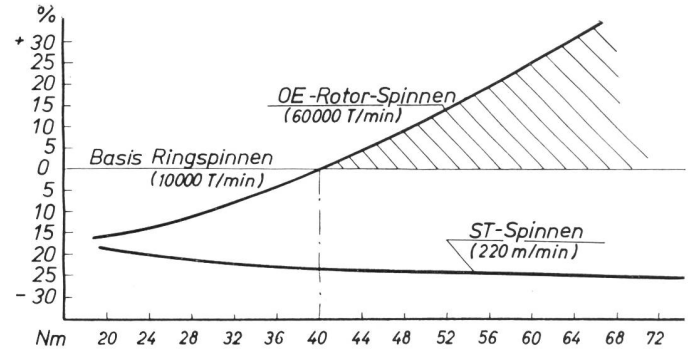


Abbildung 3 Spinnkostenrelation

Nach heutigen Erkenntnissen wird aber ein Spinnprozess mit verringerter Faserzahl im Garnquerschnitt kaum je realisiert werden können, da eben die ganz spezifische Garnstruktur (Faserlage) die hohe Faserzahl zur Sicherstellung des Faserverband-Zusammenhaltes erfordert. Vergleichsweise möchte ich hier auf die Gegebenheiten bei Kammgarn gegenüber Halbkammgarn bzw. Streichgarn hinweisen. Eine ziemlich aussichtslose Situation also. Schliesslich hat sich auch in der Praxis gezeigt, dass zumindest bei Verspinnung von Baumwolle und Synthetiks (bei Wolle dürfte es keineswegs günstiger sein) OE-Ausspinnungen über Nm 40 gesamtwirtschaftlich kaum noch vorteilhaft im Vergleich zum Ringspinnen sind (Abbildung 3).

Da Kammgarne jedoch verstärkt im Nummernbereich von etwa Nm 36 bis 64 ausgespinnen werden, so dürfte damit das OE-Rotor-Spinnverfahren im Kammgarnbereich (auch aus dieser Sicht) keine Chance haben.

Nach Lage der Dinge haben wir hier zurzeit eben nur das ST-Verfahren.

Im Zuge der Mechanisierung, Industrialisierung und Automatisierung des Spinnprozesses wurde die menschliche Arbeitskraft weitgehend durch physikalische Energiesysteme ersetzt. Dieser Prozess vollzog sich über ein Jahrhundert vom Antrieb durch mechanische Energien (hier insbesondere die Wärmeenergie) bis zu den verschiedensten Antriebskonzeptionen mittels elektromagnetischer Energie.

Schon wird Kernenergie in elektrische Antriebsenergie umgewandelt. Man rechnet zurzeit damit, dass im Jahre 2000 zirka 50 % des Weltenergieverbrauches Elektrizität sein wird und etwa 80 % der elektrischen Energie Kernreaktoren erzeugen. Vielleicht aber wird eines Tages die Sonne mit ihrer Solarkonstante von 1,35 kW/m², welche auf die Erdoberfläche etwa 105mal soviel Leistung strahlt, wie derzeit die Menschheit verbraucht, die Energie für den Spinnprozess liefern. Was heute noch recht utopisch erscheinen mag, ist morgen vielleicht schon Realität. Gerade die jüngste Vergangenheit hat uns hier vielfach belehrt.

Bleiben wir in der Gegenwart. Zunächst wird weiterhin elektrische Energie zum Antrieb von Elektromotoren, welche souverän den Spinnbereich beherrschen, eingesetzt, und es sind noch zweierlei Anzeichen da, dass sich dies in naher Zukunft ändern könnte.

Nicht durch die Oelkrise, sondern mit der Praxis-Innovation unkonventioneller Spinnssysteme sowie im Zusammenhang mit Ringspindel-Leistungssteigerungen, wurde die Energiefrage neuerdings beim Spinnprozess aktuell. Dabei stellt das zum Spinnen erforderliche Energiepotential kein Problem hinsichtlich der Beschaffung oder auch des Preisindex dar, sondern ist vielmehr unter dem Gesichtspunkt steigender Spinnkosten infolge erhöhten Energieverbrauches bedingt durch die genannten Umstände, zu betrachten.

Wenn wir von Energieaufwand sprechen, so denken wir heute in erster Linie an elektrische Energie zum Antrieb und zur elektromechanischen Arbeit der Maschinen. In der Textilindustrie wird gegenüber anderen Industrien (denken wir nur an die chemische oder die stahlerzeugende Industrie) vergleichsweise wenig derartige Energie benötigt.

Im Bereich der klassischen Spinnerei (von der Faserstoffaufbereitung bis zum web- oder strickfertigen Garn) betragen die Energiekosten etwa 10 bis 15 % der Garnfertigungskosten. Das sind rund Fr. 1.10 pro Kilo Garn. Die zur Garnerzeugung indirekt benötigte elektrische Energie wird heute etwa zu 20 % aus Eigenanlagen, bestehend aus elektrischen Generatoren, die überwiegend durch Dampfmaschinen, Dampfturbinen oder auch Dieselmotoren angetrieben werden, und zu 80 % als Fremdstrom im Nieder- bzw. Mittelspannungsbereich aus dem öffentlichen Netz über ein Verbundsystem von 220-kV- und 380-kV-Freileitungen, bezogen.

Mit dem Self-Twist-Spinnverfahren (Abbildung 4) wurde erstmals ein Spinnsystem mit für beliebige Ausspinnungen konstantem Energiebedarf entwickelt. Das hier für den Spinnprozess erforderliche Energiepotential ist ungewöhnlich gering und unterliegt zudem keinen Schwankungen während des Spinnablaufes.

Aufgrund der besonderen Spinntechnologie, bei welcher Spinnvliesen mittels oszillierender Walzen Falschdrall in periodisch wechselnder Drehrichtung erteilt wird und dann jeweils zwei entsprechend gedrahlte Fäden so gepaart werden, dass ihr frei werdendes Rückdrallmoment eine gegenseitige Selbstverzwirnung bewirkt, sind auch einer etwaigen Leistungssteigerung, wie sie sich zukünftig noch ergeben könnte, keine energetischen Grenzen gesetzt. Damit existieren günstige Voraussetzungen für eine Verwirklichung einer zukunftsorientierten, energetisch rationellen Spinnproduktion.

Das Repco-Spinnaggregat, welches durch einen Einphasenstromkreis von 230 V bei 10 Ampère gleich 2,3 kW theoretischer Leistung versorgt wird, besitzt zwei Elektromotoren. Einen Gleichstrom-Hauptantriebsmotor von 1,25 PS mit 1450 U/min und einen Drehstrom-Hilfsmotor von 0,5 PS mit 2900 U/min. Die installierte Gesamtleistung beträgt somit 1,75 PS entsprechend 1,29 kW.

Der Hauptantriebs-Regelmotor treibt über eine Hauptantriebswelle und ein Stufenwechselgetriebe (zur Verzugsvariation) ein Hochleistungs-Doppelriemchen-Streckwerk. Gleichzeitig werden über die Hauptantriebswelle zwei Planetengetriebe, welche die Falschdrallwalzen in Rotations- und Oszillationsbewegung versetzen, sowie die Schlitz-



Abbildung 4

trommeln zur Garnaufwindung angetrieben. Die Kraftübertragung erfolgt durch Zahnriemen bzw. Keilriemen (Abbildung 5).

Die im Mittel abgegebene Motorleistung beträgt Messungen zufolge bei voller Spinnbelastung 0,64 kW. Bei einem Wirkungsgrad von 0,81 (mech.) wird somit das Netz mit 0,79 kW belastet.

Der Hilfsmotor treibt ein Ventilatorsystem zur Absaugung der vorderen Verzugs- sowie der Falschdrallwalzen (ST-Walzen). Die Saugkraft beträgt 127 mm WS unter Atmosphärendruck, entsprechend 127 kp/cm² Gesamtdruckdifferenz oder 12,4 Millibar, und die Absaugkapazität 4,25 m³ freie Luft/min. Der Drehstrom-Hilfsmotor gibt etwa 0,27 kW an das Ventilatorsystem ab und nimmt rund 0,33 kW auf. Der entsprechend günstige Leistungsfaktor $\cos \mu$ ist hier ohne Einfluss, da der Wirk- und nicht der Blindstrom erfasst wird (Abbildung 6).

Zur Funktion der drei Schaltkreise der Maschine, für die elektronische Geschwindigkeits-Steuerschaltung und zur Kontrolle der Motordrehzahl, zur Vorgarn- und Fadenbruchkontrolle sowie zur Sicherheitsüberwachung von Druckluft, Türschalter und Garmlängeneinheiten, die teilweise mit 24 V Wechsel- und 24 V Gleichstrom arbeiten,

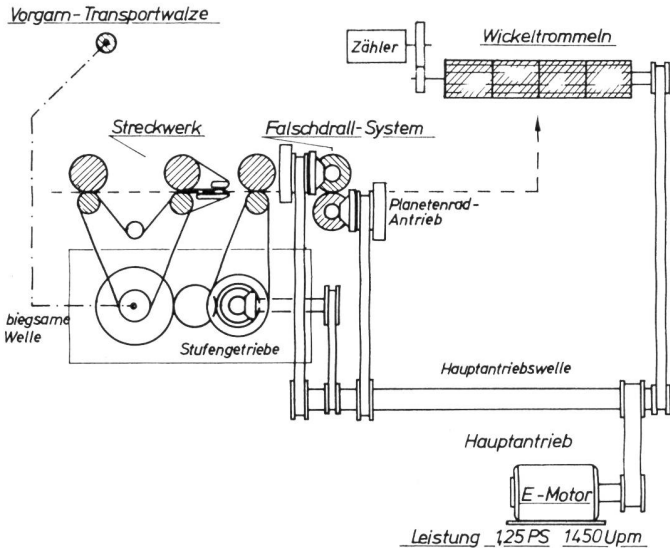


Abbildung 5 Antriebskizze der Repco-Spinnmaschine

	Motordrehzahl Umdr./min.	Leistung (PS) installiert	Aufgenommene Effektiv-Leistung
Hauptantriebsmotor zum Antrieb des Spinnaggregates	1450	1,25	~ 0,79 kW/h
Hilfsmotor für Absaugsystem	2900	0,5	~ 0,33 kW/h
Elektr. Schaltkreise der Maschine			~ 0,10 kW/h
			$\Sigma \sim 1,22 \text{ kW/h}$
(Separate Druckluftzufuhr für Luftlager der Falschdrallwalzen und Streckwerksbelastung)			~ 0,2 - 0,3 kW/h

Abbildung 6 Energiepotential der Repco-Spinnmaschine

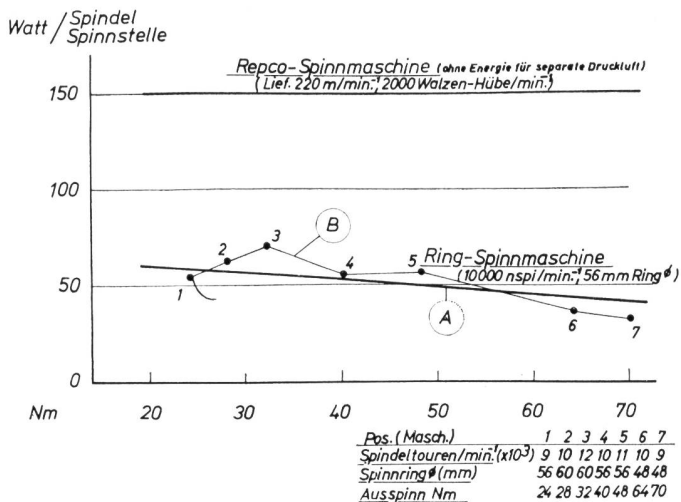


Abbildung 7 Energieaufwand

werden etwa 100 Watt benötigt. Diese Energie erfordern insbesondere die Hauptelemente Dioden, Thyristoren, Widerstände, Kapazitäten und Transistoren der Schaltkreise.

Für die Luftlager der Falschdrallwalzen, wie auch zur Belastung des Streckwerk-Oberwalzen-Pendelarmes ist noch ein zusätzlicher Druckluftanschluss erforderlich. Der Luftdruck muss $3,16 \text{ kg/cm}^2$ und das Durchflussvolumen $0,1133 \text{ m}^3$ freie Luft/min. betragen.

Gemäss der Druckluftzufuhr ergibt sich eine etwaige Effektivbelastung von 0,2 bis 0,3 kW. Da in der Praxis in der Regel kein entsprechender Kompressor angeschlossen wird, sondern die erforderliche Druckluft eine grössere Kompressoranlage mitliefert, ohne dass sich wirksame Kostensteigerungen ergeben, so kann der genannte Leistungsaufwand bei überschlägigem Kostenvergleich unberücksichtigt bleiben.

Zusammenfassend resultiert in der Praxis ein effektiver Gesamtenergieaufwand von etwa 1,2 kW ohne separate Druckluft und 1,5 kW mit dieser für eine Repco-Spinneinheit bei voller Belastung. Pro Spinnstelle und Stunde effektiv also 150 Watt. Etwa ein Viertel dieser Energie entfällt dabei auf das Falschdrallsystem und wird somit permanent zur Drehungserteilung benötigt.

Das die Repco-Maschine in der Regel ungeachtet der jeweiligen Ausspinn-Nm mit einer konstanten praktischen Spinnengeschwindigkeit von 220 m/min gefahren wird, und andererseits der Spinnmechanismus keine progressiv-wirksamen Zentrifugalkräfte aktiviert wie z. B. die Spinnspindel, so ergeben sich keine nennenswerten Belastungsveränderungen. Der Energieaufwand bleibt also für den gesamten Spinnbereich, unabhängig von der Faserprovenienz, der Ausspinn-Nm und ST-Drehungsgrösse nahezu konstant.

Bei keinem bisher industriell praktizierten Spinnverfahren offenbaren sich die energetischen Umstände und Gegebenheiten so eindrucksvoll günstig. Ein Vergleich mit dem Ringspinnprozess zeigt deutlich die beim Self-Twist-Spinnen vorteilhafte Situation (Abbildung 7).

Aufgrund der zahlreichen Parameter, die den Energieaufwand beim Ringspinnen beeinflussen, kann hier grundsätzlich keine praxisverbindliche Standardkennlinie in alleiniger Abhängigkeit von der Ausspinn-Nm fixiert werden. In der Darstellung A wurde ein Kennlinienverlauf berücksichtigt, wie er sich bei 10 000 Spindeltouren/min und einem 56-mm-Spinnring im Mittel (d. h. unter Berücksichtigung unterschiedlicher Maschinenkonstruktionen) ergab. Die Werte stellen die jeweilige Gesamtenergiemenge pro Spinnstelle (die von der Maschine insgesamt aufgenommene Energie geteilt durch die Spindelzahl/Maschine) dar. Die wohl günstigsten Werte wurden mit 20 % bei annähernd gleicher Tendenz an einer fortschrittlichen Ringspinnmaschine notiert. Kurvenverlauf B entspricht den Messergebnissen einer Praxisuntersuchung bei unterschiedlichen Spindeltouren und Ringdurchmessern.

Beim Ringspinnprozess wird die meiste Antriebskraft im unmittelbaren Spinnbereich (Spindel, Cops, Ring/Läufer, Fadenballon/Luftreibung) verbraucht. Während die Maschi-

nenantriebskraft sich proportional mit der Garnnummer verändert, steigt sie bekanntlich in der zweiten bzw. dritten Potenz mit der Spindeldrehzahl und dem Ringdurchmesser. Das setzt einer Leistungssteigerung gewisse Grenzen. Neben der Leistungsmessung mittels Volt- und Ampèremeter wird vielfach auch insbesondere bei Maschinenneukonstruktionen und Vorkalkulationen der Energiebedarf berechnet.

Hier möchte ich u. a. auf die Arbeiten von Stiel, Catling, Walz, Oeser, Soliman und Cotton hinweisen, die alle Beiträge in Form von Orientierungsdaten, Formeln und Kennlinien zur Kraftbedarfsermittlung beinhalten, aber gleichzeitig auch die Schwierigkeiten einer exakten Berechnung aufzeigen.

Insbesondere werden in jüngster Zeit die brauchbaren Formeln und Diagramme von Stiel sowie von Soliman in der Industrie zunehmend genutzt.

Beim Self-Twist-System sind derartige Berechnungen gegenstandslos, da die Spinnengeschwindigkeit und die Spinnfunktionsmerkmale der Maschine — mit Ausnahme der Falschdrallwalzen-Kompression, auf die noch näher eingegangen wird — nicht variiert werden. Da bei der Repco-Spinnmaschine die Spinnstellenleistung durchschnittlich zwölfmal höher ist als bei der Ringspinnmaschine, ergibt sich ein im Mittel auf $\frac{150}{12 \times 50}$ reduzierter spezifischer Energieaufwand beim ST-Spinnen gegenüber dem Ringspinnen (Abbildung 8).

Dieser kommt durch die Aufzeichnung der Spinnvliesslänge pro kW elektrischer Energie zum Ausdruck. Demnach benötigt die Repco-Maschine, soweit der Kraftaufwand für die separate Druckluft unberücksichtigt bleibt, bei gleicher Spinnvliesslänge pro Zeiteinheit nur 23 bis 33 % an Energie im Vergleich zur Ringspinnmaschine. Mit separater Druckluft wären es im Durchschnitt knapp 40 %.

Bei der Darstellung der Wirtschaftlichkeit des Energieverbrauches beim Spinnprozess (Abbildung 9) wurde das jeweils erforderliche Energiepotential für eine Garngewichteinheit (hier Watt/kg-Garn) zugrunde gelegt.

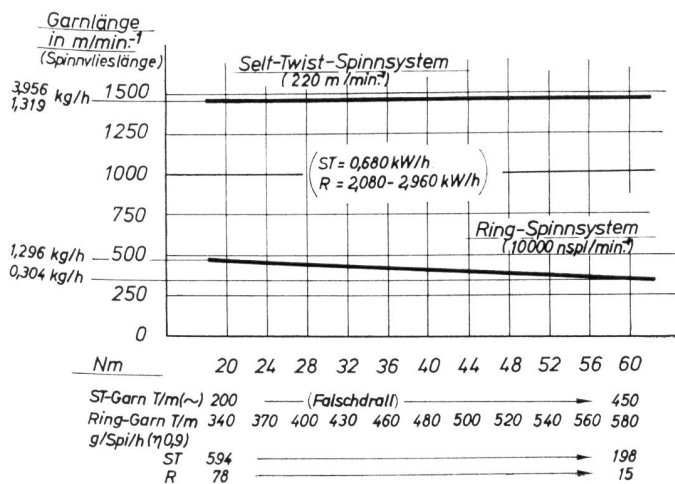


Abbildung 8 Spinnleistung mit 1 kW/h elektrischer Energie

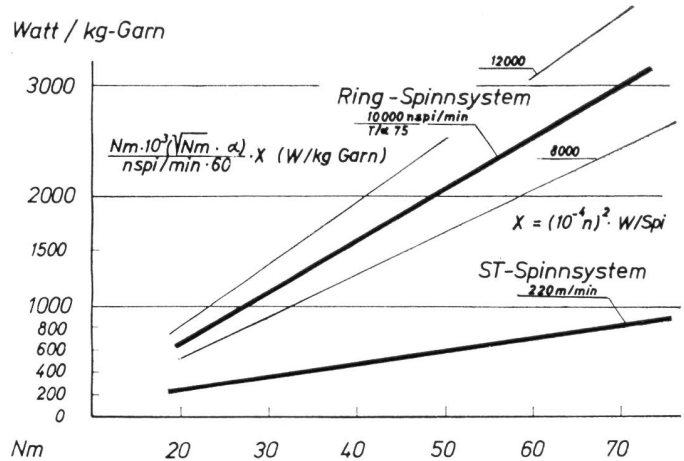


Abbildung 9 Wirtschaftlichkeit des Energieverbrauches beim Spinnprozess

Die theoretischen Kennlinien für 8 000 und 12 000 Spindeltouren resultieren dabei aus einer globalen Umrechnung des Energiebedarfs insgesamt im Quadrat zur Spindeldrehzahl. Beim Ringspinnsystem ist die Schwierigkeit einer theoretischen Energiebestimmung insbesondere durch Parameter mit Exponentialfunktion gekennzeichnet, wogegen beim ST-Spinnverfahren ausschliesslich lineare Abhängigkeiten bei den wesentlichsten Einflussmerkmalen vorherrschen.

Die unmittelbar für die Drehungseinbringung aufzuwendende elektrische Energie beträgt beim Repco-Aggregat nur etwa $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ gegenüber dem entsprechenden Kraftaufwand der Ringspinnmaschine. Weiterhin ergeben sich im Zusammenhang mit der mechanischen Kraftkomponente und dem Relativdrall im Gespinnst grundlegende Unterschiede zwischen den beiden Verfahren.

Während bei ringgesponnenem Garn eine straffe Abhängigkeit zwischen dem Aufwand an elektrischer Energie und dem Garn-Drehungspotential besteht, kann bei Self-Twist-Garn die Drehung nahezu ohne Energieeinfluss variiert werden. Das heisst, das Falschdrallaggregat schafft mit der gleichbleibenden Antriebsenergie mechanisch eine konstante Walzenhubfrequenz von 2000 Hübe/min. Pro Hub wird ein Weg von 70 mm von jeder Walze zurückgelegt. Das entspricht einer Walzen-Oszilliergeschwindigkeit von 140 m/min. Bei einem Vliesdurchmesser von 0,5 mm wären das bei straffer Bewegungsübertragung 89 172 Drehungen. Auf ein Meter Materialdurchlauf somit theoretisch 405 Drehungen (Abbildung 10).

Je nach Friktionseffekt zwischen Walzen und Vlies ergibt sich jedoch ein mehr oder weniger grosser Drehungsschlupf, der etwa zwischen 20 und 50 % schwankt. Hinzu kommt eine effektive Drallverminderung durch den periodischen Wechsel der Drehungsrichtung.

Die Drehung wird also durch die Adhäsionswirkung zwischen Fasermaterial und Walzenbezug, sowie durch die Walzenkompression beeinflusst. Bei gleichem Drehungsschlupf-Faktor erhält andererseits ein dünnes Spinnvlies

gegenüber einem dickeren gemäss der Durchmesserrelation umgekehrt-proportional mehr Drehungen. Damit ergibt sich bei gleicher Walzen-Vlies-Friktion ein ziemlich übereinstimmender Steigungswinkel der Drehung (α -Wert) bei feinen wie groben Ausspinnungen.

Zwischen minimalem und maximalem Drehungsschlupf ausschliesslich bedingt durch Walzenkompression (also bei extremen Walzenbelastungsverhältnissen) ist kaum eine Abweichung im Verbrauch an elektrischer Energie erkennbar, so dass man faktisch von einem konstanten Energievolumen für unterschiedliche Drehungsgrössen pro Spinnvlies-Längeneinheit ausgehen kann.

Neben dem aufgezeigten elektrischen Energiepotential nimmt beim Self-Twist-Spinnverfahren noch ein besonderer, energisch primärer Wirkungseffekt entscheidenden Einfluss auf den Spinnprozess. Erstmals wird hier im Zuge der Spinnmechanik latente, im Faserverband aktivierte Energie zur Drehungserteilung genutzt. Ein ungewöhnlicher Vorgang, technisch perfekt und verblüffend zugleich (Abbildung 11).

Die in ein Spinnvlies mechanisch eingebrachte Drehung stellt ein beachtliches Potential elastischer Energie dar,

welches bei der Ring- und OE-Garnerzeugung unberücksichtigt bleibt und später durch die Drehungsfixierung, gemäss dem Energieprinzip, wonach keine Energie verloren geht, sondern stets umgewandelt wird, in unverwertbare Energieformen zerfällt. Andererseits wird beim nachfolgenden Zwirnprozess mit neu zugeführter Energie ein beachtlicher Anteil der Spinnrehungen wieder eliminiert. Ein recht kurioser Umstand.

Beim Self-Twist-Spinnprozess hingegen wird die Garn-Rückdrallodynamik unmittelbar zur Selbstverzwirnung zweier Spinnfäden geschickt genutzt und so Energie eingespart, soweit diese ST-Garne dann direkt zu Flächengebilden verarbeitet werden. Aber auch bei Erzeugung von STT-Garnen ergibt sich noch ein diesbezüglicher Vorteil durch direkte Verzwirnung des ST-Garnes.

Gehen wir nun noch einen Schritt weiter in der Betrachtung. Der für dieses Spinnverfahren ganz speziell entwickelten Schmäle kommt besondere Bedeutung zu im Hinblick auf die elastische Energie der Fadenrückdrehung und damit auf den ST-Effekt. Unabhängig von der eingebrachten Falschdrallgrösse kann ein ST-Garn je nach Faserverbandselastizität (also Energieverlust durch bleibende Faserverbandsverformung) und je nach gegenseit-

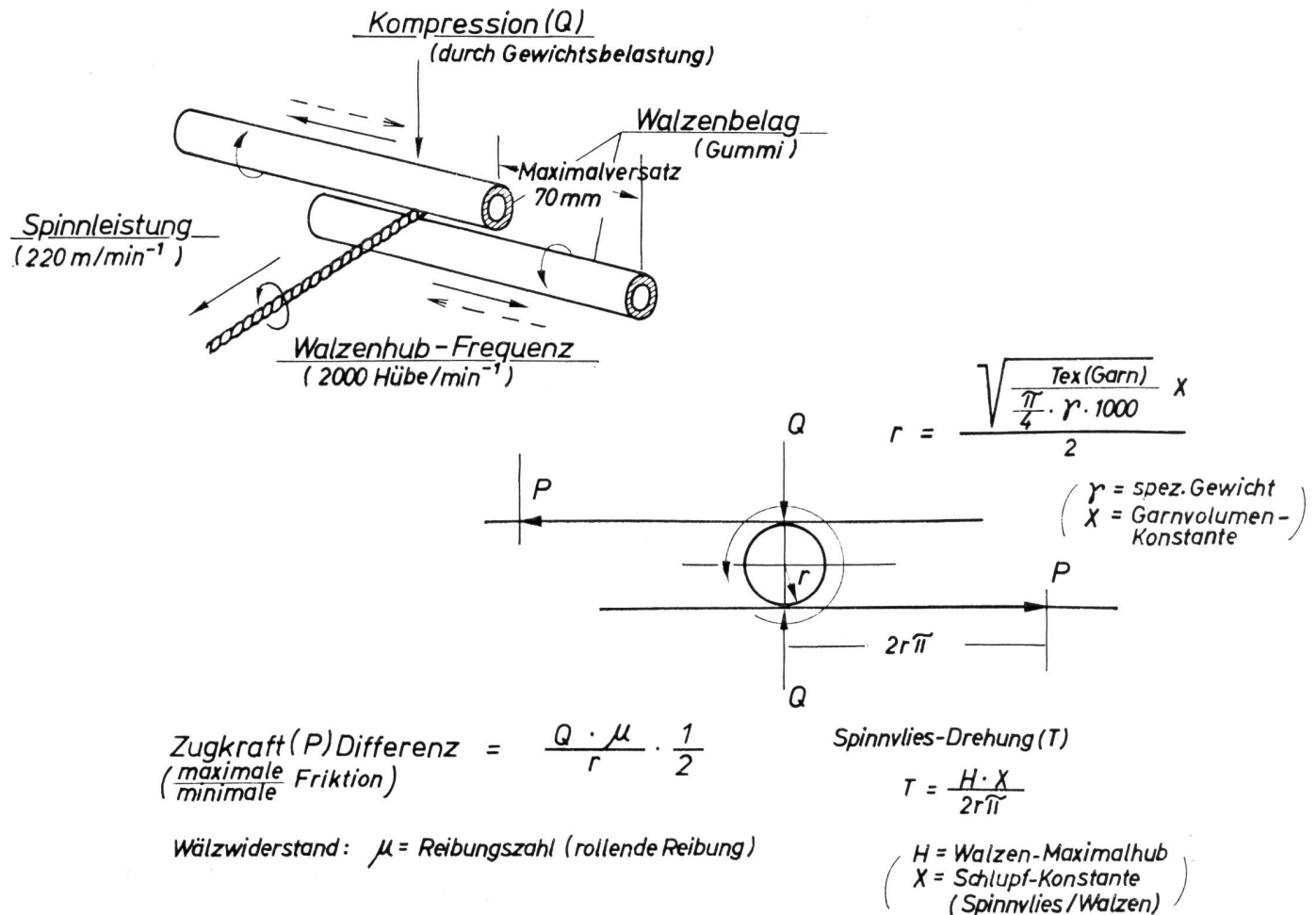
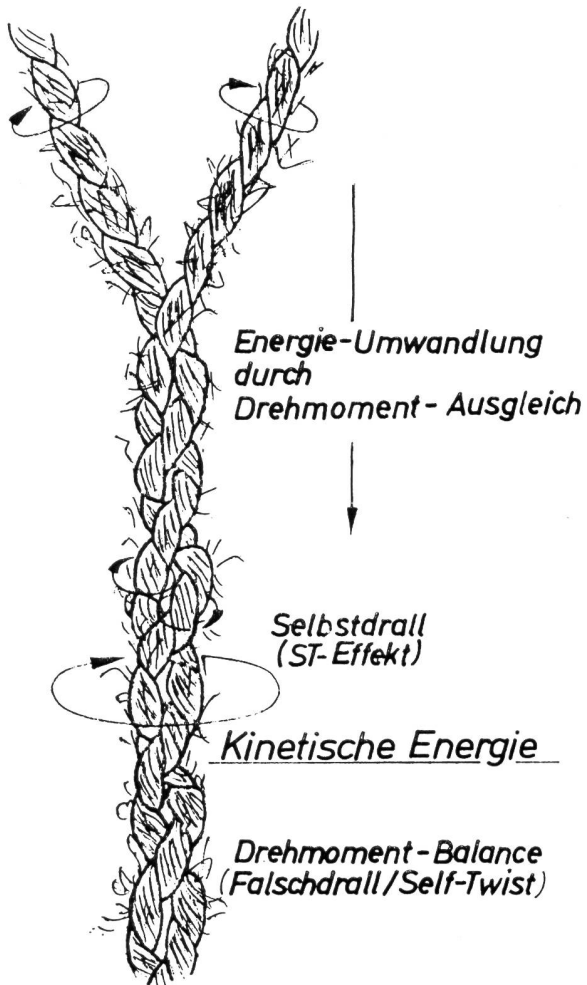


Abbildung 10

Mechanisch eingebrachte
Drehung

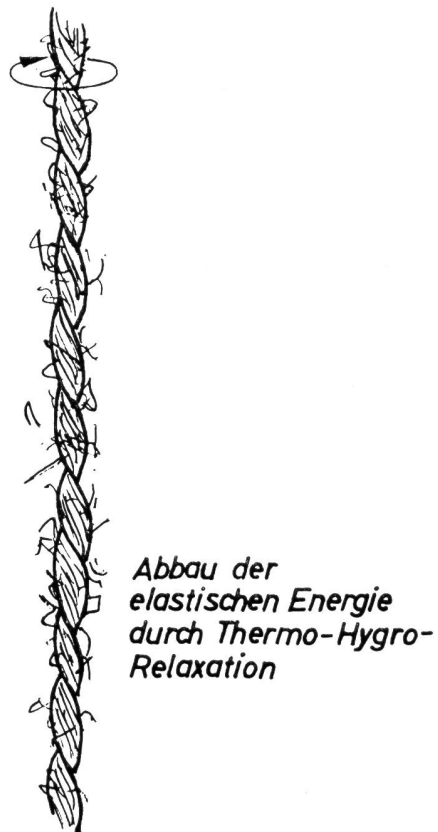
Elastische Energie



Self-Twist-Garn

Mechanisch eingebrachte
Drehung

Elastische Energie



Ringspinn-Garn

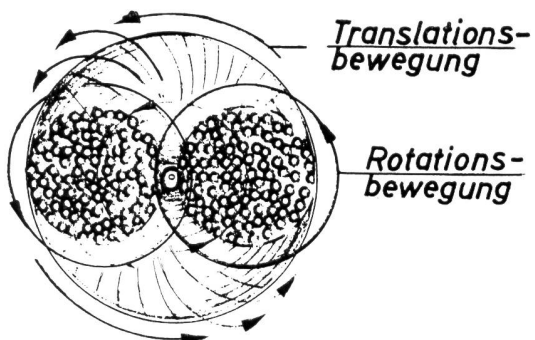


Abbildung 11

ST- Spinnprozeß

Self-Twist-Garn
gesponnen auf:

A

Zyl. X-Spulen

B

Scheibenspulen

STT-Zwirnprozeß

I

Ringzwirn-
Verfahren

II

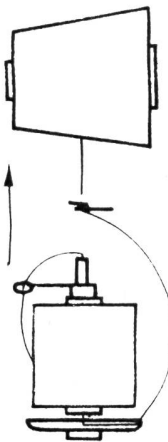
DD-Zwirn-
Verfahren

III

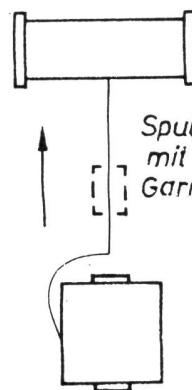
Topfzwirn - Verfahren

IIIa

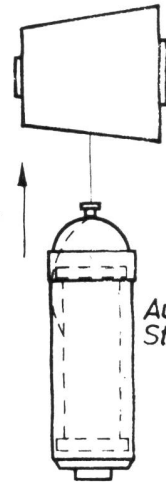
IIIb



Vorzwirn-
Stufe



Spulprozeß
mit
Garnreinigung



Auszwirn-
Stufe B

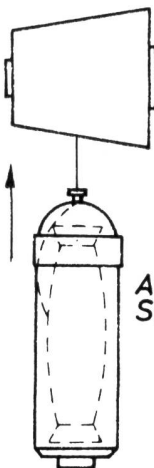
$\sim 45 \text{ W/Spi/h}$
9000 Upm
18 m/min⁻¹

$\sim 165 \text{ W/Spi/h}$
9000 Upm
18000 Nutzt.
36 m/min⁻¹

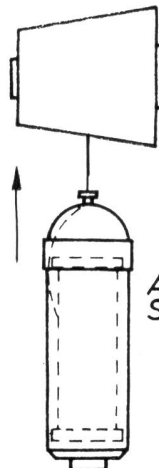
$\sim 80 \text{ W/Spi/h}$
6500 Upm
375 m/min⁻¹

$\sim 50 \text{ W/Spi/h}$
600 m/min⁻¹

$\sim 100 \text{ W/Spi/h}$
10500 Upm
21 m/min⁻¹



Auszwirn-
Stufe A



Auszwirn-
Stufe B

$\sim 100 \text{ W/Spi/h}$
10500 Upm
21 m/min⁻¹

$\sim 100 \text{ W/Spi/h}$
10500 Upm
21 m/min⁻¹

830

1530

1660

1620

1590

Watt pro kg-Garn (Nm 40/2)

gem Friktionsschlupf der beiden Spinnvliesstränge (verminderte Translation bei normaler Rotation) mehr oder weniger Self-Twist aufweisen. Hier schafft die Schmäle als chemische Energie ein erhöhtes Vlies-Rückdrallmoment bei gleichzeitig verbesserter Vliesadhäsion und leistet so einen entscheidenden Beitrag zur sicheren und intensiven Drehungseinbringung.

Beim Ringspinnverfahren wird die Drehung ausschliesslich mit kinetischer Energie, ausgehend von entsprechender Umwandlung elektrischer in mechanische Energie, eingebracht. Der ST-Spinnprozess unterliegt dagegen dem unmittelbaren Einfluss von kinetischer, elastischer, als auch indirekt chemischer Energie. Die somit erhöhte Energieausbeute bei geringem Energieeinsatz ist ein wesentliches Merkmal dieses Spinnverfahrens.

Die nach dem Self-Twist-System gesponnenen sogenannten ST-Garne können mit allen industriell zum Einsatz kommenden Zwirnverfahren verzwirrt werden. Also mit dem Ringzwirnverfahren, den verschiedenen Doppeldraht-Systemen und auch dem Hamel-Zweistufen-Verfahren. Bei Letzterem können sich allerdings in Ausnahmefällen gewisse Erschwernisse einstellen, wodurch die Wirtschaftlichkeit des Zwirnprozesses beeinträchtigt wird.

Mit einer veränderten Zwirnkonzepion (IIla und IIlb) die einen optimalen Zwirnprozess garantiert, wird gleichzeitig eine rationellere Verarbeitung erzielt (Abbildung 12).

Voraussetzung hierfür ist allerdings eine Garnaufspulung auf Scheibenspulen. Soweit diese Parallelwicklung zukünftig nicht bereits auf dem Repco-Spinner (Position B) durchführbar sein wird, kann mit einem zwischengeschalteten entsprechenden Spulprozess eine Garnreinigung verbunden werden (IIla).

Das Verzwirnen von ST-Garn erfolgt mit gleicher Zwirnleistung und gleichem Energieaufwand, wie der Zwirnprozess mit ringgesponnenem gefachtem Garn. Die Leistungsangaben in Watt pro Spindel beziehen sich auf den Nummernbereich Nm 40—48 und stellen jeweils den Mittelwert von mehreren Maschinenkonstruktionen und Bautypen dar.

Wird die unterschiedliche Zwirnleistung (g/Spi/h) der Verfahren berücksichtigt, so erscheint die Wirtschaftlichkeit des Energieeinsatzes bei den fortschrittlichen Systemen weitgehend übereinstimmend. Im Vergleich zum Ringzwirnsystem allerdings wird ein um 100 % erhöhter Energieaufwand pro Erzeugungseinheit offenbar.

Da einerseits bei der Self-Twist-Konzepion nicht allein rationell gesponnen, sondern gleichzeitig zumindest der Fachprozess eingespart wird, und andererseits ja auch ST-Garne unverzwirrt zur Verarbeitung kommen, so erscheint ein Energieaufwand-Vergleich zwischen den verschiedenen Fertigungssystemen einer konventionellen und einer unkonventionellen Garnproduktionsanlage besonders interessant (Abbildung 13).

Mit fortschreitender Entwicklung der Verfahrenstechnik und Technologie stieg zunehmend der effektive Kraftbedarf zum Antrieb und zur elektromechanischen Arbeit der Produktionsaggregate.

Konventionelle Garnerzeugung
mit Ringspinnmaschinen
[Garn für Web- und Maschenware]

	Watt pro kg-Garn		
	A	B	C
Spinnen (Ring)	1640	1640	1640
Spulen (Autoconer)	320	320	
Fachen	63		63
Zwirnen (DD)	1530	1530	1530
Spulen	39		39
Σ W/kg	3592	3490	3272

Unkonventionelle Garnerzeugung
mit Repco-Spinnheiten
[Garn für Web- und Maschenware]

	A	B	C
Spinnen (ST)	570	570	570
Spulen (Autoconer)		320	320
Zwirnen (DD)	1530	1530	
Spulen	39		
Σ W/kg	2139	2420	890

	Nm	Produktion Geschw./min.	T/m	Ring Spindel
Spinnen (Ring)	40/1	10000 nspi	475	56
" " (ST)	40/2	220 m		
Spulen (Autoconer)		1000 m		
Fachen		450 m		
Zwirnen (DD)		9000 nspi	500	180
Spulen		600 m		

Abbildung 13 Durchschnittlicher Energiebedarf im Kammgarnproduktionsbereich

Zwar konnten im Verlauf der Jahre die Reibungsverluste in den Getrieben, den Kraftübertragungselementen und Lagerungen durch verbesserte Konstruktionen erheblich abgebaut werden, jedoch brachten andererseits verfahrenstechnische Veränderungen neue Belastungen mit sich.

Den entscheidenden Ausschlag aber gab hier das Phänomen der Leistungssteigerung, sowie der verstärkte Einsatz von Luft im Zuge aero-dynamischer Arbeitsintensitäten.

So wird heute vielfach ein Grossteil der früher manuell ausgeführten Putzarbeiten und Funktionen des Arbeitsablaufes an den Maschinen unter Zuhilfenahme von Luft automatisch bewältigt. Bis zu 50 % der in fortschrittlichen Spinnereimaschinen installierten Energie entfällt dabei auf aero-dynamische Arbeitsaktivitäten.

Ogleich die für einen erhöhten Energiebedarf genannten massgeblichen Gesichtspunkte voll auf das ST-Verfahren zutreffen, wird hier mit verringertem Energie-Index gesponnen.

Diese, zur allgemeinen Tendenz konträre Situation ist kennzeichnend für das denkbar einfache, rein mechanische und funktionstechnisch konservative Spinnprinzip.

Zur Ermittlung der Arbeitsbelastung, also der vom Menschen aufzuwendenden Energie beim ST-Spinnprozess, wurden Untersuchungen im praktischen Produktionsbetrieb durchgeführt.

Ausgehend von einem verfahrensspezifisch rationalen Materialfluss zufriedenstellendem Spinnprozess (Fadenbrüche, Bandabrisse, Wickel usw.) relativ grossen Vor-

Arbeitsbelastung beim ST-Spinnprozeß

Auslastung der Spinnerin / 100 kg Garn

Material 100% Wolle, 23 µ, 62 mm
Vorgarn Nm 2,0 Spulengew. 2,2 kg
Aussp. Nm 40/2 X Spulgew. 1,5 kg

Repco-Spinnmaschine
Liefergeschw. 220 m/min
Nutzefekt 0,9

Tätigkeiten	Normalzeit HM	\bar{x} theor.	Verbrauch an kcal *	Ermittelte Häufigkeit bei 100 kg	Ermittelte Ges. Zeit in HM	Insgesamt kcal
Fadenbruch beheben (pro Spinnvlies)	50 - 120	85	0,99	27	2330	27,3
X Spulen abnehmen (Abzug 4 Spulen) Hülsen nachstecken	70 - 150	110	2,01	16,7	1730	31,7
Vorgarnspulen nachstecken (Einzelspulen m. Doppelband) einziehen - anspinnen	a) 50 - 90 b) 80 - 200	70 140	1,28 2,80	14,5 31	970 4650	17,8 93,0
Putzarbeiten (Maschine entstauben)				5 x	5000	66,7
Diverse Arbeiten (Überwachung Wartung)					3000	40,0
Masch. Stillstands- Überlagerung (bei 4 Masch.)				4 x	[360]	
Σ 17680 HM						276,5 kcal

a = mit Anleger
b = bei Bandauslauf
* = Kalorienumsatz nach Prof. Hettinger

Ermittelte Masch. Laufzeit / 100 kg Garn = 2525 min.

Mögliche Maschinen-Zuteilung = $\frac{2525}{177} = 14$ Masch./Spinnerin

Abbildung 14

lage- und Ausgabeeinheiten, sowie entsprechender Abzugsstaffelung, ergibt sich für die Spinnerin eine weitgehende ausgewogene Tätigkeitsbelastung für die während des Spinnprozesses zu verrichtenden Arbeiten: Vorgarn nachstecken, Fadenbrüche beheben, volle Garn-einheiten abnehmen, Putzarbeiten und diverse Tätigkeiten.

An sich kein Unterschied im Vergleich zum Ringspinnen.

Grundlegende Abweichungen existieren jedoch in der spezifischen Verrichtung (so z. B. Knoten statt Andreher oder XSpul- anstelle von Copsabnahme).

Zur Beurteilung der jeweiligen Arbeitsbelastung wurden verschiedene Zeitmessungen auf Basis Normalleistung (Refa-Akkord) durchgeführt und gleichzeitig der während des Produktionsprozesses anfallende Arbeitsaufwand ermittelt. Abbildung 14 veranschaulicht die Durchschnittswerte bei einer Ausspinnung.

Die von der Spinnerin aufgewendete Energie entspricht hier 94 kcal/h. Umgerechnet ca. 110 Watt oder 0,15 PS/h. Eine Ringspinnerin erreicht im Mittel dagegen etwa 115 kcal.

Natürlich kann hier im Blickpunkt der Spinnkosten aus vielerlei Gründen nicht einfach menschliche Energie mit elektrischer Energie aufgerechnet werden, doch stellt der Arbeitskalorienumsatz ein Massstab für die Arbeitsleistung dieses Spinnprozesses dar.

Die hier ermittelten Werte der mittleren prozentualen Belastung der Spinnerin, entsprechen etwa denen früherer Untersuchungen. Wie Abbildung 15 zeigt, existiert ein klarer Unterschied gegenüber dem Ringspinnprozess.

Soweit eine ST-Spinnerin die doppelte Produktion pro Zeiteinheit gegenüber einer Ringspinnerin leistet, ergibt sich die angegebene effektive Belastungsreduzierung.

Die Fadenbruchhäufigkeit schwankt in der Praxis je nach Spinnqualität und Vorgarngüte im Mittel etwa von 0,1 bis

1,0 Fadenbrüche/kg Garn. Gleichfalls streut die Überlagerungsunabhängige Maschinenstillstandszeit je nach Anzahl Maschinen pro Spinnerin bis etwa 20 %.

Beide Faktoren sind vorrangig ausschlaggebend für die effektiv mögliche Anzahl von Repco-Einheiten pro Spinnerin, die in der Praxis (aus welchen Gründen auch immer) weitgegriffen zwischen 8 und 16 variiert.

Einen direkten Vergleich zwischen den, beim Ring- und Self-Twist-Spinnen aufzuwendenden Arbeitsstunden ermöglicht Abbildung 16.

Wenn wir abschliessend die drei in der Praxis befindlichen Spinnverfahren einander gegenüberstellen, so zeigt sich, dass kostenmässig das Self-Twist-Verfahren dabei am günstigsten abschneidet.

Bezogen jeweils auf den mittleren Einsatzbereich der Systeme ergibt sich etwa die in Abbildung 17 gezeigte Spinnkostenrelation.

Ein direkter, unmittelbarer Vergleich zwischen Rotor- und Repco-Spinnaggregat erscheint dabei infolge des unterschiedlichen Rohstoffeinsatzes und des abweichenden mittleren Ausspinnbereiches nicht angezeigt.

	Ring-Spinnerin (Bel. %)	ST-Spinnerin (Bel. %)	Bel.-Reduzierung effektiv
Vorgarnspulen aufstecken Bänder einziehen Faden anspinnen	10	20	0 %
Garncopse abziehen Hülsen nachstecken Anspinnen Copsabtransport	5	4	60 %
Allgem. Putzarbeiten Streckwerk, Ringbank usw.	12	12	50 %
Fadenbruchbeheben	40	8	90 %
Diverse Tätigkeiten Vorgarn u. Hülsen nachrücken Absaugung leeren usw.	8	16	0 %
Masch. Überwachung Überwachungs- und Wartezeiten	25	40	20 %
	100 %	100 %	

Abbildung 15 Mittlere Belastung der Spinnerin

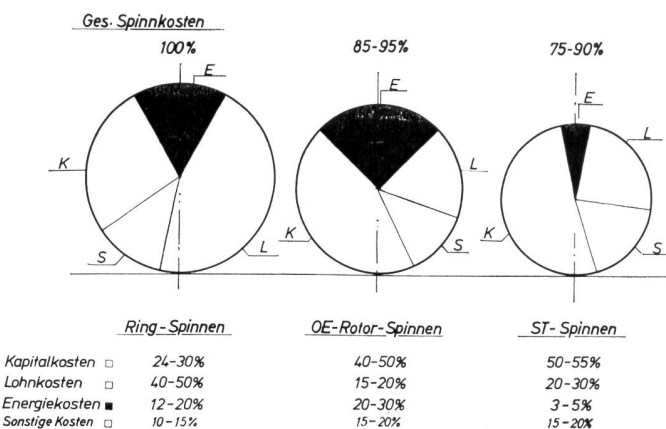


Abbildung 17 Spinnkostenrelation

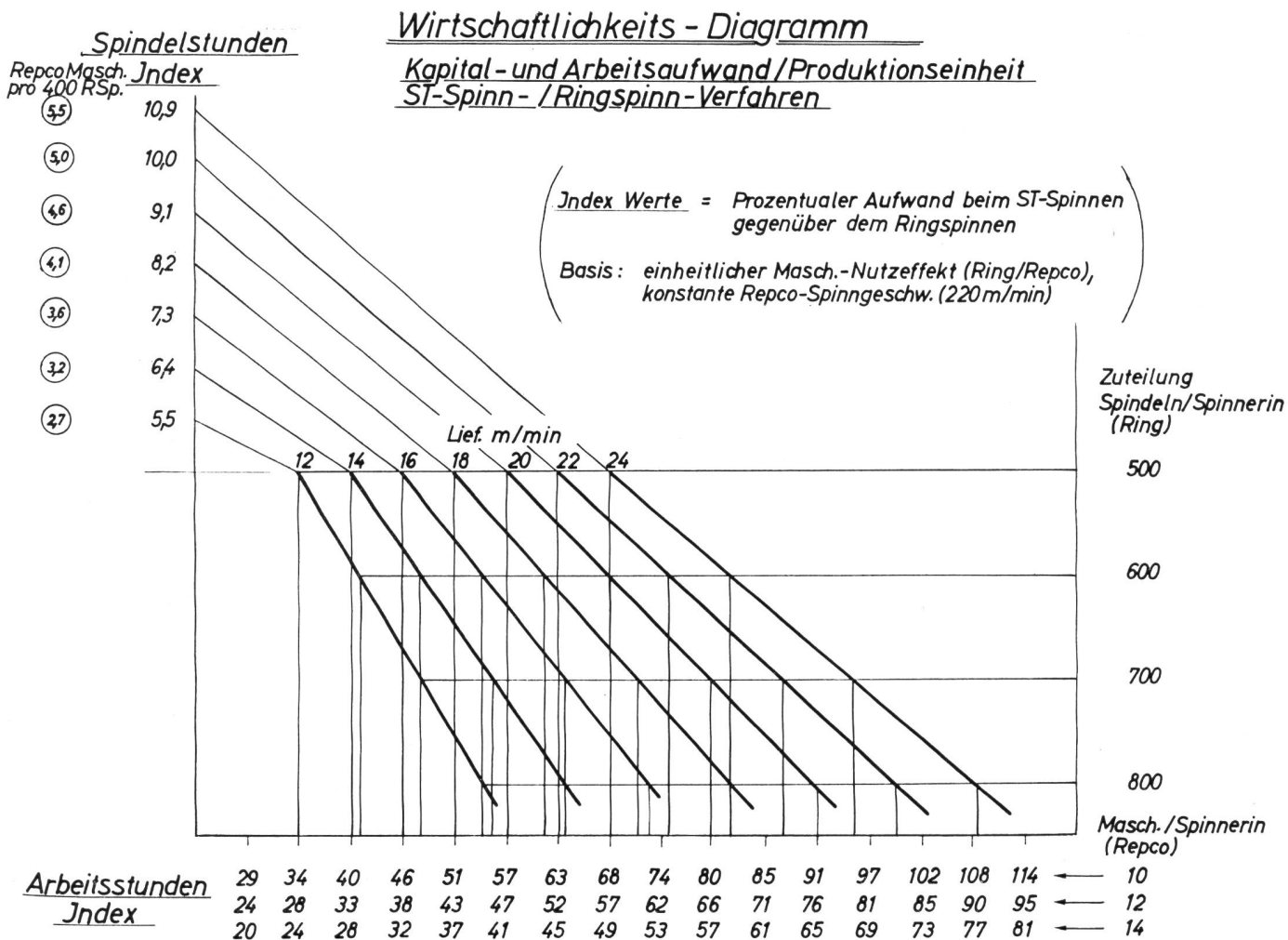


Abbildung 16

Trotzdem gibt die Darstellung mit der Relation jeweils zum Ringspinnprozess, global Aufschluss über die spezifische Kostensituation.

Beiden Spinnprozessen liegen gegenüber dem konventionellen Ringspinnen erhöhte Kapital- und verringerte Lohnkosten zugrunde.

Die im Rahmen der Gesamtspinnkosten zunehmend gewichtigen Energiekosten hingegen — beim Rotorspinnen immerhin um 70—90 % erhöht — betragen beim ST-

Spinnen nur etwa 30 % im Vergleich zum Ringspinnprozess. Somit ist der Energiekosten-Index beim Rotorspinnen 5—6mal so hoch wie beim Self-Twist-Spinnen.

Vielleicht wird dieser Umstand einen entscheidenden Ausschlag für den ökonomisch-industriellen Erfolg des Rotor- wie auch des Self-Twist-Spinnverfahrens geben.

Ing. grad. S. Gruoner
Internationales Wollsekretariat, D-4 Düsseldorf 1