

LENZINGER BERICHTE

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Herstellung von Regeneratcellulosefasern aus nichtwäßrigen Celluloselösungen Prof. Dr. A.S. Tschegolja, F.N. Kaputskii, D.D. Grinshpan, E.Z. Burd, V.V. Kvasha; Kalinin, UdSSR	5
Der Einfluß der Begleitsubstanzen des Zellstoffs auf Verarbeitbarkeit und Fasereigenschaften im Viskoseprozeß Dr. Jürgen Lenz, Dr. Ferdinand Fuhrmann, Dr. Walter Peter und Dr. Klaus Geppert, Chemiefaser Lenzing AG, A-4860 Lenzing	10
Statistische Methoden als Entscheidungshilfe Dipl.Ing. Kurt Hofstätter, Chemiefaser Lenzing AG, A-4860 Lenzing	15
Neuer Laugenverbrennungskessel in Lenzing — aus der Sicht des Energiebetriebes Dipl.Ing. Horst Weisser, Dipl.Ing. Wolfgang Apel; Chemiefaser Lenzing AG, A-4860 Lenzing	21
Kostentrends bei Viskosefasern F. Kogler, Chemiefaser Lenzing AG, A-4860 Lenzing	32
Neuartige, hochsaugfähige Viskosefasern im Spiegel der Anwendungstechnik Dr. Ingo Marini, Chemiefaser Lenzing AG, A-4860 Lenzing	34

Herstellung von Regeneratcellulosefasern aus nichtwäßrigen Celluloselösungen

Prof. Dr. A.S. Tschegolja, F.N. Kaputskii, D.D. Grinshpan, E.Z. Burd, V.B. Kvasha, Kalinin, UdSSR

Untersucht wurde die Eignung des Lösungsmittelsystems DMF-N₂O₄ für die Herstellung von verspinnbaren Celluloselösungen. Die Löslichkeit der Cellulose und die Viskosität der erhaltenen Lösungen können durch das Verhältnis N₂O₄ : DMF gesteuert werden. Die oxidierende Wirkung des N₂O₄ ist weitestgehend unterdrückt, die Lösungen sind sehr stabil, jedoch feuchtigkeitsempfindlich.

Die auf einer Pilot-Anlage hergestellten Fasern hatten Festigkeiten von 15 — 25 p/tex und Dehnungen von 12 — 22 %. Sie besitzen einen eigenartigen Glanz, sind besser anfärbbar und haben einen elastischeren Griff als die Viskosefasern.

Es lassen sich nach diesem Verfahren auch modifizierte Regeneratcellulosefasern aus Mischungen von Cellulose mit synthetischen Polymeren, aber ebenso modifizierte Synthesefasern, z.B. PAN-Fasern, durch Zusatz von Cellulose zum synthetischen Polymeren herstellen.

The suitability of the solvent system DMF-N₂O₄ for the production of spinnable cellulose solutions was examined. The solubility of cellulose and the viscosity of the solutions obtained can be controlled by the relation N₂O₄ : DMF. The oxidizing effect of N₂O₄ is largely suppressed, the solutions are highly stable but sensitive to humidity.

The fibres produced on a pilot plant had tenacities of 15 — 25 p/tex and elongations of 12 — 22 per cent. They possess an unusual lustre, lend themselves better to dyeing and have a more elastic touch than viscose fibres.

Modified regenerated cellulose fibres of blends between cellulose and synthetic polymers, but also modified synthetic fibres, e.g. PAN fibres, by addition of cellulose to the synthetic polymer can be produced according to this process.

Einleitung

Verfahren zur Herstellung von Regeneratcellulosefasern, die auf der Verwendung wäßriger Celluloselösungsmittel basieren, entsprechen nicht mehr den heutigen strengen Anforderungen hinsichtlich des Umweltschutzes und des rationellen Rohstoff- und Energieverbrauches. Hinzu kommt noch, daß die Regeneratcellulosefasern im Vergleich zu den Synthesefasern niedrigere Modul- und Naßfestigkeitswerte, schlechtere Lichtstabilität und Flammfestigkeit, geringere Mikroorganismenbeständigkeit und schlechtere Ermüdungseigenschaften aufweisen. Eine merkliche Verbesserung dieser Eigenschaften wird dadurch erschwert, daß die Möglichkeiten der Modifizierung der nach dem Viskoseverfahren erhaltenen Regeneratcellulosefasern begrenzt sind.

Diese Umstände waren die wichtigsten Ursachen dafür, daß in den letzten zehn Jahren die Produktion von Viskosefasern in einigen Ländern um 20 bis 30 % zurückgegangen ist. Unter diesen ließe sich die Cellulose, dieser in der Natur am weitesten verbreitete, einzigartige organische Rohstoff auf den für die Landwirtschaft ungeeigneten Flächen relativ rasch in nahezu unbegrenzten Mengen produzieren. Zu den unbestrittenen Vorzügen der Regeneratcellulosefasern zählen ihre guten Hygieneigenschaften, die besser als die aller anderen Chemiefasern sind. Dank dieser beiden Besonderheiten haben die

Regeneratcellulosefasern, trotzdem das Tempo und der Stand der Entwicklung der Synthesefaserproduktion sehr hoch sind, noch immer gute Zukunftschancen. Um die Vorzüge der Regeneratcellulosefasern zu nützen, würde es heute genügen, die Cellulose in einem in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehenden Lösungsmittel, das billig und nicht toxisch ist, zu lösen und die erhaltene Lösung zu Fasern zu verspinnen, ohne dabei die Umwelt zu belasten. Diese Aufgabe ist natürlich leichter formuliert als gelöst.

Celluloselösungsmittel

Man kennt bereits eine große Anzahl wäßriger und nichtwäßriger Celluloselösungsmittel. Die Wahl des einen oder des anderen Lösungsmittels setzt vor allem voraus, daß es in ausreichenden Mengen zur Verfügung steht, daß es stabil ist und mit Cellulose chemisch nicht reagiert. Sie ist aber auch an eine ganze Reihe zusammenhängender Probleme geknüpft, wie die einfache und rasche Bereitung und die Verspinnung der Lösungen, die erhaltene Faserqualität, die Rückgewinnung des Lösungsmittels, der Verbrauch an benötigten Roh- und Hilfsstoffen, das Entgiften der Abwässer und der Abluft, die erzielte Betriebs- und Personalsicherheit u.a.

Das Ziel, das wir bei unseren Untersuchungen der Löslichkeit der Cellulose in Gemischen aus Dimethylformamid (DMF) und Stickstofftetroxid vor Augen hatten, war die Ausarbeitung eines neuen Verfahrens zur Herstellung von Regeneratcellulosefasern, bei dem kein Schwefelkohlenstoff benötigt wird; einige Ergebnisse dieser Untersuchungen bilden den Gegenstand der vorliegenden Mitteilung.

Die meisten der in letzter Zeit gefundenen Celluloselösungsmittel sind wasserfreie Substanzen. Heute sind bereits mehr als 20 nichtwäßrige Lösungsmittelsysteme, die homogene Celluloselösungen ergeben, bekannt¹⁻⁴. Die Tabelle 1 gibt einen Vergleich der Eigenschaften von Regeneratcellulosefasern, die einerseits aus nichtwäßrigen Celluloselösungen, andererseits nach dem konventionellen Viskoseverfahren unter Verwendung von Schwefelkohlenstoff erhalten wurden.

In der Tabelle sind die uns aus der Literatur bekannten oder aufgrund eigener Untersuchungen ermittelten Kennwerte der mechanischen Eigenschaften von aus Celluloselösungen erhaltenen Fasern zusammengefaßt. Obwohl über die angeführten nichtwäßrigen Celluloselösungen und die Bedingungen, unter denen sie zu Fasern versponnen werden können, noch wenig bekannt ist, reichen die bereits vorliegenden Erkenntnisse aus, um die Perspektiven ihrer praktischen Verwendung abzuschätzen. Die Analyse der angeführten Werte zeigt, daß die besten mechanischen Eigenschaften, die denen der Viskosefasern nahekommen, jene Fasern besitzen, die aus Lösungen der Cellulose in Gemischen von DMSO und Paraformaldehyd (PF), DMSO und N₂O₄ sowie von DMF und N₂O₄ erhalten werden. Aus diesen Lösungen hergestellte Fasern stehen den Viskosefasern hinsichtlich der Festigkeit nicht nach, sie besitzen einen höheren Trockenmodul, manche von ihnen zeigen auch bessere Alkalibeständigkeit⁵⁻⁶. Der Cellulosegehalt der nichtwäßrigen Lösungen ist in der Regel niedriger als der der Viskoselösungen, die daraus hergestellten Fasern haben oft eine niedrige Dehnung, was zu einer höheren Steifigkeit führen kann⁷. Nach Hergert⁸ wirkt sich die höhere Steifigkeit der aus DMSO/PF-Lösungen erhaltenen Fasern nachteilig auf ihre textile Verarbeitbarkeit aus.

Die meisten der in der Tabelle 1 angeführten nichtwäßrigen Lösungsmittel kommen aus den bereits vorhin angeführten Gründen für den industriellen Einsatz nicht in Frage. Von den übrigen Lösungsmittelsystemen, mit denen sich konzentrierte Celluloselösungen herstellen lassen, wollen wir noch die Acetonitril/N₂O₄, Methylacetat/N₂O₄, Dimethylacetamid/N₂O₄-Gemische sowie die Oxide tertiärer Amine nennen⁹⁻¹¹. Leider fehlen in der uns bekannten Literatur Angaben, die Aufschluß über die Qualität von aus diesen Lösungen gewonnenen Fasern geben.

Ein Vergleich des Verhaltens von DMSO und DMF in ihren

Tabelle 1: Mechanische Eigenschaften konventioneller Viskosefasern und der aus nichtwäßrigen Celluloselösungen ersponnenen Regeneratcellulosefasern

Lösungsmittel	Cellulose- konz. d. Spinn- lös. (%)	Spinnbad	Festigkeit cN/tex		Dehnung %		Modul kg/mm ²		Löslichkeit in 6,5%ig. NaOH (%)	Literatur
			kond.	naß.	kond.	naß.	kond.	naß.		
1) CS ₂ + NaOH	7—10	Wasser- H ₂ SO ₄ - Salze	18—27	9—14	18—25	25—30	240—380	60—70	20—35	16
2) DMSO-Methylamin	5	Wasser	6,1	—	2,5	—	—	—	—	17
3) DMSO-Äthanolamin- NaBr-NH ₃	5,5	Wasser	7,1	1,9	4,1	8,1	—	—	—	17
4) DMSO-SO ₂ -Diäthyl- amin	5—7	Wasser	9—13	3—4	3—4	5—9	—	—	—	17
	6	Wasser- DMSO	19—23	11—12	13—15	14—17	—	—	—	18
5) DMSO-PF	4—6	Alkohol- DMSO	11—26	5—19	5—28	6—26	420—1800	70—300	3—15	7
	2—14	Wasser- Nucleophile	9—25	3—14	13—18	10—18	230—1350	40—225	3—15	19
6) N-Äthylpyridinium- chlorid	5	Wasser	12	—	10	—	—	—	—	20
7) Äthanolamin-N ₂ O ₄	4	Wasser- Alkohol	14,5	—	5,6	—	—	—	—	21
8) DMSO-N ₂ O ₄	8	Wasser- Alkohol	16—18	7—8	4,6	6—11	—	190—280	—	12
9) DMF-N ₂ O ₄	5	Wasser- Alkohol	16	—	4	—	—	—	—	21
	8	Wasser- Alkohol	14—26	9—15	13—18	10—18	950—9200	300—700	20—80	13, 14, 15, 22
	4—9	Wasser- DMF	16—29	6—15	6—24	8—29	300—430	50—70	15—35	Autoren- angaben

Mischungen mit N₂O₄ zeigt, daß das DMF — bei sonst gleichen Eigenschaften — weniger hygroskopisch ist. Diesem Umstand kommt bei der Bereitung nichtwäßriger Celluloselösungen eine ganz besondere Bedeutung zu, weshalb das DMF als Lösungsmittelkomponente vorzuziehen ist.

DMF/N₂O₄ — Celluloselösungsmittel

Das System DMF/N₂O₄ besitzt ein ausreichendes Lösevermögen. Es lassen sich damit, je nach Polymerisationsgrad (PG) der Ausgangscellulose, in ein bis drei Stunden 6- bis 12%ige Spinnlösungen bereiten. Für die Bereitung der Spinnlösungen können verschiedene Cellulosearten, darunter auch Holzzellstoffe, verwendet werden. Der von uns aufgenommenen Löslichkeitskurve für den Sulfatzellstoff mit dem PG 560 (Abb. 1) ist zu entnehmen, daß die Bildung von 0,2- bis 10%igen Celluloselösungen in einem relativ breiten Konzentrationsbereich von N₂O₄ in DMF erfolgt.

Die Untersuchung der Auflösung des Zellstoffes in einem solchen System hat gezeigt, daß die Reihenfolge, in der die einzelnen Komponenten zusammengebracht werden, ganz verschie-

den sein kann: Man kann dem Zellstoff zunächst die erforderliche Menge DMF und anschließend das flüssige N₂O₄ zusetzen; es kann auch die Zellstoffsuspension in DMF mit gasförmigen Stickstoffoxiden gesättigt werden; der Zellstoff kann einem vorbereiteten DMF/N₂O₄-Gemisch zugesetzt oder aber in DMF gleichmäßig suspendiert werden, wo nach der Suspension das N₂O₄ zugesetzt wird. Es resultieren in allen Fällen klare, einheitliche, gleichmäßig fließende Lösungen, die bedeutend reiner als Celluloseesterlösungen sind. Der Grund für diese wichtige Lösungseigenschaft ist darin zu sehen, daß in dem von uns vorgeschlagenen Schema der »direkten« Auflösung die Veresterungsstufe und die mit ihr im Zusammenhang stehende, bei der Viskoseherstellung oft beobachtete unvollständige Auflösung des Zellstoffes fehlt. Das hat zur Folge, daß die Anzahl der erforderlichen Spinnlösungsfiltrationen im Vergleich zum Viskoseverfahren reduziert wird, und zwar auf eine einzige.

Das Oxidationsvermögen von N₂O₄ ist nach unseren eigenen Erfahrungen, aber ebenso nach Angaben anderer Autoren praktisch vollständig unterdrückt. So fehlen z.B. in der aus einer 15 Tage alten Lösung ausgefallenen Cellulose die Carboxylgruppen gänzlich, der Carbonylgruppengehalt dieser Cellulose betrug höchstens 0,5 %.

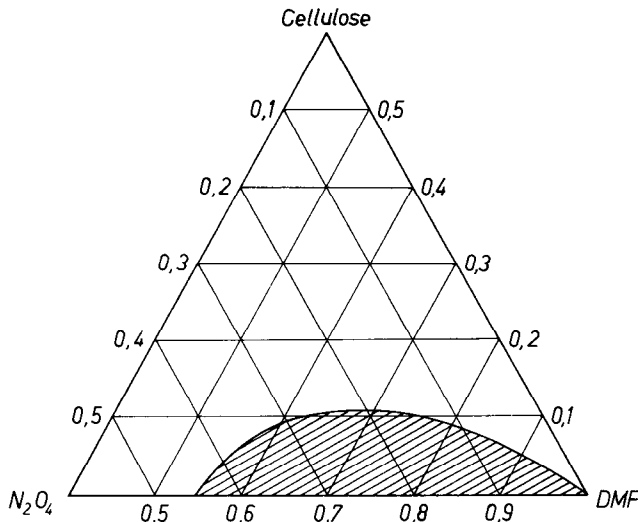


Abb. 1: Löslichkeit der Cellulose in DMF-N₂O₄-Gemischen in Abhängigkeit vom Verhältnis DMF : N₂O₄

Für den praktischen Einsatz des Lösungsmittelsystems DMF/N₂O₄ ist, abgesehen von seinem hohen Lösevermögen, dank dem es möglich ist, konzentrierte Celluloselösungen herzustellen, auch die Viskosität der erhaltenen Lösungen bzw. ihre zeitliche Veränderung von überaus großer Wichtigkeit.

Die Abbildungen 2 bis 5 sowie die Tabellen 2 und 3 zeigen die Abhängigkeit der Viskosität der Lösungen von der Cellulosekonzentration, dem PG der Cellulose, der Zusammensetzung des Lösungsmittels, der Temperatur sowie von der Menge des im System vorhandenen Wassers.

Es ist deutlich zu sehen, daß mit steigender Konzentration und zunehmendem PG der Cellulose die Viskosität der Lösung merklich höher wird (Abb. 2). Dadurch wird der mögliche Cellulosekonzentrationsbereich der Lösung für Zellstoffe mit einem PG

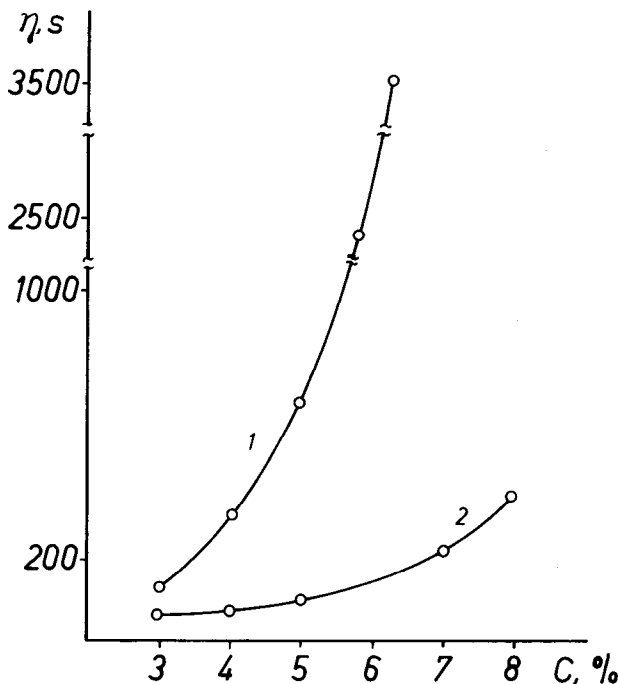


Abb. 2: Viskosität von Lösungen eines Sulfitzellstoffes mit PG = 810 (1) sowie eines Sulfatzellstoffes mit PG = 560 (2) in DMF-N₂O₄-Gemischen bei 20°C in Abhängigkeit von der Cellulosekonzentration

von 810 auf 4 bis 5 % und für Zellstoffe mit PG 560 auf 7 bis 9 % limitiert. Hier sei noch darauf hingewiesen, daß die Viskosität solcher Lösungen wesentlich über jener von Viskoselösungen liegt. Zum Unterschied von Viskoselösungen bleibt jedoch die Viskosität von Celluloselösungen in DMF/N₂O₄, die sofort nach dem Auflösen 250 bis 300 s beträgt, 8 bis 10 Tage lang unverändert, danach nimmt sie allmählich ab. Daraus sieht man, daß diese Lösungen wesentlich stabiler als die Viskose sind.

Natürlich wäre es möglich, um die Viskosität der Lösungen herabzusetzen und die Auflösung zu beschleunigen, die Lösetemperatur zu erhöhen (Tab. 2). Doch kommt es bei längerem Erhitzen bzw. beim Abkühlen erhitzter Lösungen auf die Zimmertemperatur leider zu einem Viskositätsanstieg, der infolge der stattfindenden Strukturierung der Lösung eintritt.

Tabelle 2: Lösegeschwindigkeit eines Sulfatzellstoffes und Viskosität seiner 7%igen Lösung in Abhängigkeit von der Lösetemperatur und Lösedauer

Lösetemperatur °C	Lösedauer min	Viskosität der Lösung bei der Lösetemperatur s	Viskosität der Lösung bei 20°C s
20	120	240	240
30	105	220	245
40	85	170	260
50	40	115	315
60	20	70	320
70	15	60	320

Die Viskosität der Spinnlösungen wird auch mit zunehmender Zellstofffeuchtigkeit sowie mit steigendem Wassergehalt des DMF höher (Tab. 3 u. Abb. 3). Dabei nimmt der PG der gelösten Cellulose ab. Immer, wenn ein direkter Kontakt zwischen den nichtwäßrigen Celluloselösungen und der Luftfeuchtigkeit zustandekommt, nimmt die Viskosität der Lösungen stark zu, und zwar umso stärker, je höher die Molekularmasse und die Konzentration der Cellulose ist. Mit der Zeit kommt es zum Erstarren der Lösungen und zur Gelbildung. Alle Anlagenteile, die der Bereitung der Lösungen, ihrem Weitertransport, der Filtration und der Entlüftung dienen, müssen deshalb sorgfältig gegen den Zutritt der Luftfeuchtigkeit geschützt sein.

Eine sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus praktischer Sicht sehr interessante Besonderheit der Lösungen der Cellulose in Zweikomponenten-Lösungsmitteln ist die Extremwerte durchlaufende Abhängigkeit ihrer Viskosität vom N₂O₄/DMF-

Tabelle 3: Viskosität einer 7%igen Celluloselösung und des PG der regenerierten Cellulose in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit des Ausgangszellstoffes

Vorbehandlung des Zellstoffes	Zellstofffeuchtigkeit %	Viskosität der Lösung s	PG der regenerierten Proben
Trocknung bei 105°C	0,3	194	463
DMF-Inklusion	1,2	218	393
Lufttrocknung	5,5	240	376
Aufbewahren über Ca(NO ₃) ₂ -Lösung	20,4	354	301

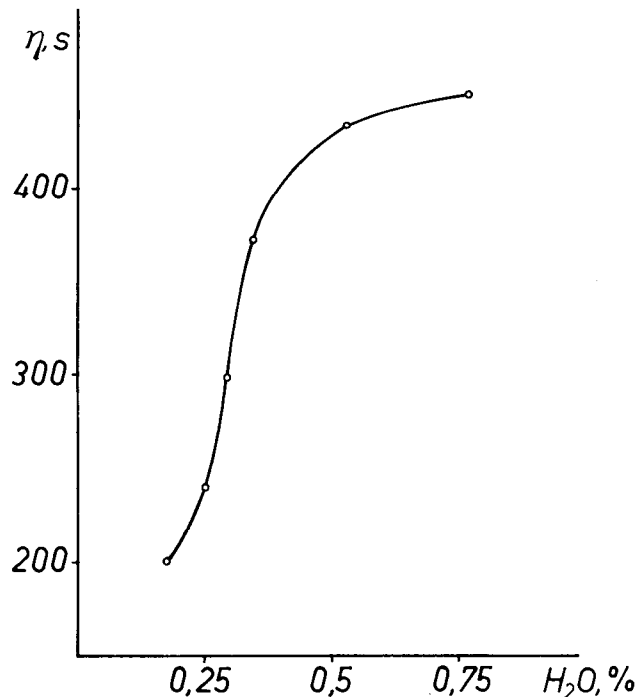


Abb. 3: Abhängigkeit der Viskosität einer 7%igen Sulfatzellstofflösung vom Wassergehalt des DMF

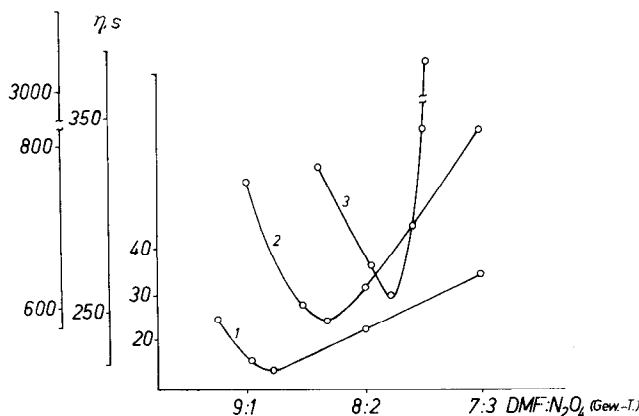


Abb. 4: Viskosität von 4- (1), 7- (2) und 8%igen (3) Sulfatzellstofflösungen in Abhängigkeit vom Verhältnis DMF : N₂O₄

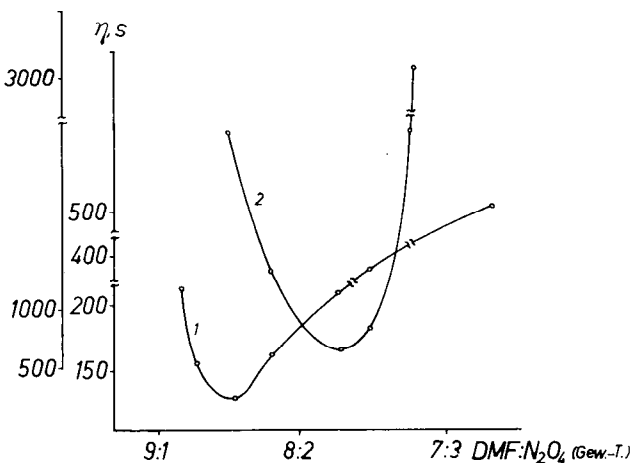


Abb. 5: Viskosität der 4- und 6%igen Sulfatzellstofflösungen in Abhängigkeit vom Verhältnis DMF : N₂O₄

Verhältnis. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen für gleichkonzentrierte Lösungen deutlich sichtbare Viskositätsminima; diese werden bei zunehmender Cellulosekonzentration bzw. bei zunehmendem PG der Cellulose in Richtung höherer N₂O₄/DMF-Verhältnisse verschoben. Der Bereich, in dem konzentrierte Lösungen erhalten werden können, ist einerseits durch die zum Auflösen der Cellulose erforderliche minimale N₂O₄-Konzentration, andererseits durch die sehr hohe Viskosität der Lösungen, die ihre Verarbeitung unmöglich macht, limitiert. Somit hat man es in der Hand, durch Verändern des N₂O₄/DMF-Verhältnisses die Löslichkeit der Cellulose und die Viskosität gleichkonzentrierter Celluloselösungen zu variieren.

Verfahren zur Herstellung von Regeneratcellulosefasern

Wir haben, ausgehend von den durchgeführten Untersuchungen, ein Verfahren zur Herstellung von Regeneratcellulosefasern aus Lösungen der Cellulose in DMF/N₂O₄-Gemischen ausgearbeitet, das die Bezeichnung ZPR-12 erhielt, und sodann eine Pilot-Anlage in Betrieb genommen. Nach diesem Verfahren wird der Zellstoff in einem mit einem Rührwerk ausgestatteten Kessel in einem DMF/N₂O₄-Gemisch gelöst. Die erhaltene Lösung wird entlüftet und anschließend filtriert. Danach wird sie in ein Wasser/DMF-Spinnbad versponnen. Die koagulierten Fäden werden verstreckt, gewaschen, avierviert, getrocknet, gekräuselt und dann geschnitten. Die nach diesem Verfahren hergestellten Fasern hatten Festigkeiten zwischen 15 und 25 p/tex, ihre Dehnung lag zwischen 12 und 22 %. Die ZPR-12-Fasern besitzen einen charakteristischen Glanz und eine bessere Farbstoffaffinität als die Viskosefasern. Von den Viskosefasern unterscheiden sie sich durch die nahezu regelmäßig runde Querschnittsform, und sie erscheinen auch in bezug auf ihre Eigenschaften einheitlicher. Erzeugnisse aus den ZPR-12-Fasern haben ein angenehmeres Aussehen und einen elastischeren Griff als Viskosefasern.

Stellt man das ZPR-12- und das Viskoseverfahren einander gegenüber, so sieht man, daß das neue Verfahren, trotzdem es eine etwas kompliziertere Lösungsmittelrückgewinnung erfordert, bedeutend einfacher ist. Es entfallen bei der Herstellung von Fasern nach dem ZPR-12-Verfahren einige Prozeßstufen des Viskoseverfahrens sowohl bei der Bereitung der Spinnlösung, wie beispielsweise die Alkalisierung, Xanthogenierung und die Reife als auch bei der Fasernachbehandlung, wo das Austreiben von Schwefelkohlenstoff, das Entschwefeln, das Bleichen und das Säuern nicht nötig sind. Außerdem erfolgt die Bereitung der Spinnlösung 2- bis 3mal schneller als nach dem konventionellen Viskoseverfahren, und die erhaltenen Lösungen sind wesentlich stabiler.

Der zweite wichtige Vorteil der Faserherstellung nach dem ZPR-12-Verfahren ist der, daß es den toxischen und feuer- und explosionsgefährlichen Schwefelkohlenstoff nicht benötigt und in wesentlich geringerem Maße die Atmosphäre und die Gewässer belastet. Zu den weiteren Vorzügen des neuen Verfahrens zählt auch, daß es keine mangelnden Rohstoffe, wie Ätznatron und Zinksalze, benötigt und bedeutend kleinere Produktionsflächen beansprucht.

Schließlich bietet das neue Verfahren auch die Möglichkeit, die Cellulose mit vielen synthetischen Polymeren gemeinsam aufzulösen. Dadurch eröffnen sich sehr interessante Möglichkeiten die Regeneratcellulosefasern mit synthetischen Polymeren und umgekehrt synthetische Polymere mit Cellulose zu modifizieren. Wie die Versuche zeigten, eignet sich das in kleinen Mengen N₂O₄ enthaltende DMF für die Bereitung von 6- bis 20%igen Lösungen, die Cellulose in Mischungen mit Polyacrylnitril, Polymethylmethacrylat, Polybutylmethacrylat, Polyvinylacetat, Polyvinylchlorid, nachchloriertem Polyvinylchlorid, Polyvinylalkohol, Polyvinylpyrrolidon, Polyacrylsäure sowie mit einer ganzen Reihe anderer synthetischer Polymerer enthalten.

Der verfahrenstechnische Einsatz von Lösungen der Polymergemische scheidet in der Hauptsache an der Unverträglichkeit der einzelnen Polymeren, weshalb wir uns in erster Linie der Untersuchung der Stabilität der erhaltenen Lösungen zuwendeten.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben gezeigt, daß man Polymere in bezug auf ihre Verträglichkeit mit der Cellulose folgendermaßen reihen kann: Polyacrylsäure < Polybutylmethacrylat < Polyacrylnitril < nachchloriertes Polyvinylchlorid < Polyvinylchlorid < Polymethylmethacrylat < Polyvinylacetat. Die angeführte Reihe gilt für 7%ige Lösungen, die die Cellulose und das jeweilige Polymere in einem Verhältnis 1 : 1 enthalten.

Die Polyacrylsäure und das Polybutylmethacrylat wurden 30 bis 60 min nach dem Vermischen als getrennte Phasen abgeschieden. Die Lösungen der Cellulose mit Polyacrylnitril, chloriertem Polyvinylchlorid und Polyvinylchlorid blieben 10 Stunden bis 35 Tage lang stabil. Die höchste Stabilität hatten Lösungen von Gemischen aus Cellulose mit Polymethylmethacrylat bzw. Polyvinylacetat, bei denen die ersten Anzeichen einer Entmischung erst nach 40 bzw. 60 Stunden zu beobachten waren. Beim Polyvinylpyrrolidon und Polyvinylalkohol konnten wir keine Entmischungserscheinungen feststellen, was für eine sehr hohe Stabilität dieser Lösungen spricht.

Es ist aber möglich, auch für offensichtlich unverträgliche Systeme, Bedingungen für die Bereitung und Aufbewahrung von Spinnlösungen zu finden, unter denen die kinetische Stabilität der Lösungen über die gesamte Dauer ihrer Verarbeitung zu Fasern ausreichend bleibt. Die Erhöhung der Stabilität von Lösungen unverträglicher Polymerer ließ sich durch folgende Maßnahmen erzielen: durch Änderung der Temperatur, der Polymerkonzentration der Lösungen, des Cellulose/Polymer-Verhältnisses und der Lösungsmittelzusammensetzung sowie durch Zusatz eines Cellulosepfropfcopolymeren. Die Stabilität einer Cellulose/Polyacrylnitril-Lösung, in der beide Polymere in gleichen Mengen enthalten waren, konnte z.B. durch den Zusatz von 40 % eines Cellulosepfropfcopolymeren auf das 3fache erhöht werden. Bei einem Verhältnis Cellulose : Polyacrylnitril : Cellulosepfropfcopolymeres von 10 : 4 : 1 war in der erhaltenen Lösung keine Entmischung zu beobachten.

Lösungen, die Cellulose in Mischungen mit Polyacrylnitril, chloriertem Polyvinylchlorid, Polymethylmethacrylat, Polyvinylchlorid, Polyvinylacetat, Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylalkohol und anderen hochmolekularen Verbindungen enthielten, sind auf Labor- und Versuchsanlagen zu Cellulose regeneratfasern und -fäden verarbeitet worden, die das synthetische Polymere in Mengen von 30 bis 40 % enthielten. Die mechanischen Eigenschaften solcher Fasern kommen jenen der Regeneratcellulosefasern nahe, in einigen Fällen waren sie sogar besser. Beispielsweise bewirkte der Zusatz von 10 bis 20 % Polyvinylacetat eine Erhöhung der Dauerbiegefestigkeit der Fasern auf das 3,5fache.

Die erhaltenen Fasern weisen aber auch eine Reihe anderer interessanter Eigenschaften auf. Ihre Farbstoffaffinität ist z.B. besser als die der ZPR-12-Fasern und vor allem als jene der Viskosefasern. Aus ZPR-12-Fasern, die Polyacrylnitril enthalten, können Gewebe mit verbesserter Lichtstabilität und erhöhter Schimmelpilzbeständigkeit hergestellt werden. Der Masseverlust solcher Fasern betrug 35 % nach 10tägiger Lagerung in einem Nährmedium, in dem der Trihoderma-Pilz, der Cellulose rasch zerstört, gezüchtet wurde; die Erzeugnisse aus Regeneratcellulosefasern wurden in der gleichen Zeit praktisch vollständig zerstört. Der Masseverlust eines gefärbten Gewebes aus ZPR-12-Fasern mit einem Polyacrylnitrilgehalt von nur 10 % betrug lediglich 14 %, jener eines Gewebes aus Regeneratcellulosefasern aber 70 %.

Durch das Modifizieren der Cellulose in Lösungen haben wir Fasern mit verbesserter Alkalibeständigkeit, γ -Strahlenbeständigkeit und Flammfestigkeit erhalten. Aus Fasern mit verbesserter Flammfestigkeit sind selbsterlöschende Gewebe hergestellt worden.

Es ist uns aber auch andererseits gelungen, durch Zusatz geringer Cellulosemengen zu synthetischen Polymeren Fasern mit verbesserten Hygieneigenschaften herzustellen. So konnten wir z.B. aus Polyacrylnitrillösungen, denen 5 bis 20 % Cellulose zugesetzt worden war, Fasern erhalten, die eine höhere Quellfähigkeit als die Viskosefasern hatten.

Bestimmte Erfolge, die bei der Ausarbeitung des neuen, auf der Anwendung nichtwäßriger Lösungsmittel basierenden Verfahrens zur Herstellung von Regeneratcellulosefasern erzielt wurden sind eine Antwort auf die heutigen Forderungen nach abfallarmen Herstellungstechnologien für Chemiefasern, und es ist nicht auszuschließen, daß in Kürze ein neues Produktionssystem, der Prototyp des künftigen idealen Verfahrens, bekannt werden wird.

Literatur:

- 1) JP 45-2114 (1970)
- 2) Nakao Osakazu: *Fiber Sci. a. Ind. Jap.*, **4** (3), 128 — 134 (1971)
- 3) GB 1.147.759 (1967)
- 4) B. Philipp, H. Schleicher, W. Wagenknecht: *Cell. Chem. Technol.*, **12** (5), 529 — 552 (1978)
- 5) US 4.022631 (1977)
- 6) US 4.056.675 (1977)
- 7) R.B. Hammer u.a.; *J. Appl. Pol. Sci.*, **23** (2), 485 — 494 (1979)
- 8) H. Hegert; *Das Papier (BRD)*, **33** (12), 562 — 568 (1979)
- 9) JP 47-37500 (1972)
- 10) US 4.142.913 (1979)
- 11) US 4.145.532 (1979)
- 12) US 4.076.933 (1978)
- 13) US 4.086.418 (1978)
- 14) US 4.082.617 (1978)
- 15) US 4.044.090 (1977)
- 16) *Viskosespinnfasern*; Herausgeber: A.B. Pakshver, Verlag Chimija, Moskau 1973
- 17) B. Philipp u.a.: 2. Nationale Tagung »Chimitschni Vlakna, Proizvodstvo i Pererabotka«, Varna, 471 — 485 (1976)
- 18) FR 2.385.477 (1978)
- 19) FR. 2.311.783 (1976)
- 20) O. Aaltonen u.a.; *Paperi ja Puu-Papper och Trä*, **59** (11), 739 — 742 (1977)
- 21) D.D. Grinshpan, F.N. Kaputskii u.a.; *Khim. Volokna*, (4), S. 48 (1975)
- 22) H.L. Hergert, R.R. Hammer, A.F. Turbak; *TAPPI*, **61** (2), 63 — 67 (1978)

Der Einfluß der Begleitsubstanzen des Zellstoffs auf Verarbeitbarkeit und Fasereigenschaften im Viskoseprozeß

Dr. Jürgen Lenz, Dr. Ferdinand Fuhrmann, Dr. Walter Peter und Dr. Klaus Geppert, Chemiefaser Lenzing AG

Chemiezellstoff enthält eine Reihe von Begleitsubstanzen, welche die Eigenschaften der daraus erzeugten Viskosefasern beeinflussen können. Unter ihnen verdienen Hemicellulosen, Restlignin, Wachse und Mineralstoffe besondere Beachtung. Anhand von Beispielen wird gezeigt, welche Fasereigenschaften durch diese Substanzen beeinflusst werden können. Unter anderem werden Faserfestigkeit, Weißgehalt, Fluoreszenz und Titergleichmäßigkeit beeinträchtigt, wenn der Gehalt des Chemiezellstoffes an nichtcellulosischen Anteilen gewisse Konzentrationen überschreitet. Es wird die Ansicht vertreten, daß sich die Begleitsubstanzen bei dem heutigen Qualitätsstandard der angebotenen Zellstoffe nur dann negativ auf den Viskoseprozeß und die Fasereigenschaften auswirken, wenn ihr Gehalt über längere Produktionszeiträume schwankt.

Chemical pulp contains a number of impurities which may influence the properties of the viscose fibres produced from it. Amongst them, hemi-celluloses, residual lignin, waxes and mineral substances deserve special attention. Examples show which fibre properties may be affected by these substances. Thus, fibre tenacity, brightness, fluorescence and uniformity of titre are altered, if the content of non-cellulosic substances in the chemical pulp exceeds certain concentrations. The opinion is supported that with the present high quality standard of the pulp supplied, these impurities do not have adverse effects on the viscose process and on fibre properties, unless their content varies over longer production periods.

Die Produzenten von Viskosefasern sehen sich seit mehreren Jahren mit ständig steigenden Qualitätsansprüchen der Kunden konfrontiert. Eine Hauptforderung der Abnehmer ist dabei die Gleichmäßigkeit der Fasereigenschaften über lange Produktionszeiträume. Eine wesentliche Voraussetzung für eine konstante Faserqualität ist ein störungsfreier Produktionsprozeß. Die Produktionsparameter können jedoch nur dann innerhalb der Toleranzen gehalten werden, wenn Reinheit und Zusammensetzung der Rohstoffe unverändert bleiben. Diese Forderung ist im Fall des Zellstoffs schwieriger zu erfüllen als bei anderen Rohstoffen, weil es sich um ein veredeltes Naturprodukt handelt, dessen Eigenschaften saisonalen Einflüssen unterworfen sind.

Bei der Chemiefaser Lenzing AG sind die Voraussetzungen zur Anpassung der Zellstoffqualität an die Bedürfnisse der Viskosefaserzeugung besonders günstig, weil sie im Rahmen einer Verbundwirtschaft ihren Zellstoff selbst erzeugt. Die Produktionskapazität liegt derzeit bei nahezu 300 t/d. Dadurch, daß wir seit vielen Jahren sehr genau die Zusammenhänge zwischen Zellstoff- und Faserqualität untersuchten, ist es uns gelungen, ein gleichmäßig hohes Niveau unserer Viskosefaserqualität zu erreichen.

In den folgenden Ausführungen möchten wir einige Untersuchungsergebnisse über den Einfluß nichtcellulosischer Begleitsubstanzen eines Buchensulfizellstoffs mit einem Alphagehalt

von ca. 91 % auf den Viskoseprozeß und die Eigenschaften einer mittelfesten Baumwolltype mit einer konditionierten Faserfestigkeit von 27 — 28 cN/tex mitteilen. Dabei sollen folgende Begleitsubstanzen erörtert werden:

- Hemicellulose,
- Chromophore, bestehend aus karamellisierten Polyosen,
- Lignin bzw. Sulfolignin,
- Dichlormethan-Extrakt, bestehend aus Harzen, Wachsen und Fetten,
- Asche bzw. alle Arten mineralischer Begleitsubstanzen.

Selbstverständlich ist zu berücksichtigen, daß bei anderen Zellstoffsorten und anderen Fasertypen andersartige Korrelationen gefunden werden, sodaß die folgenden Ergebnisse nicht kritiklos verallgemeinert werden dürfen.

Über den Einfluß der Hemicellulose auf den Viskoseprozeß besteht eine umfangreiche Literatur. Es ist bekannt, daß die Vorreife durch den Gehalt der Maischlaugung an Hemicellulose verzögert wird, da diese einen Teil des Sauerstoffs verbraucht¹. In der Sulfidierung reagiert Pentosan schneller mit Schwefelkohlenstoff als Cellulose, wodurch ein Teil des eingesetzten Schwefelkohlenstoffs der Xanthogenierung verloren geht². Dies kann zu verschlechterten Filterwerten führen. Schließlich reifen hemicellulosehaltige Viskosen schneller als hemifreie, weil sie den während der Reife frei werdenden Schwefelkohlenstoff binden und so dem Gleichgewicht entziehen³. Hier soll lediglich über den Einfluß der Hemicellulose auf die Faserfestigkeit berichtet werden⁴.

- Hemicellulose in Faser bei 37 g/l in Maischlaugung
- Hemicellulose in Faser bei 17 g/l in Maischlaugung
- Hemicellulose aus Maischlaugung

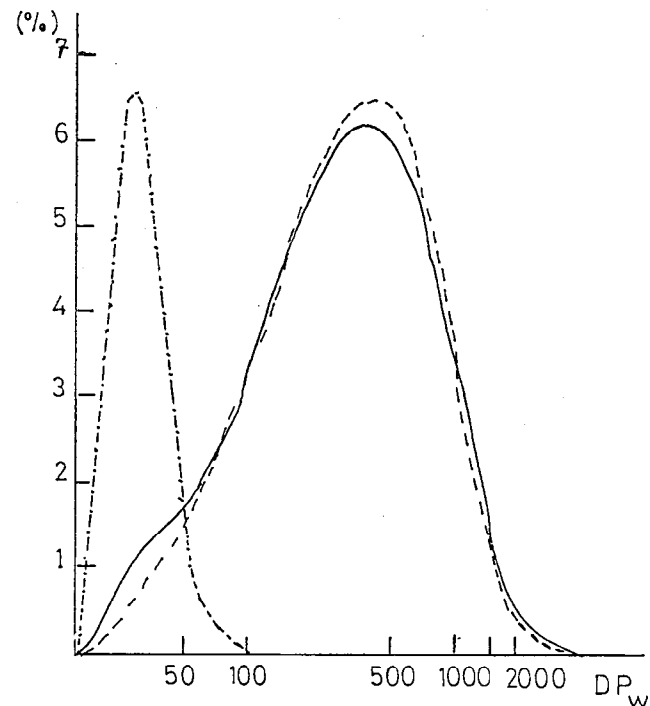


Abb. 1: Hemicellulosegehalt der Faser in Abhängigkeit vom Hemicellulosegehalt der Maischlaugung

Während der Zusammenhang der Faserfestigkeit mit dem Alphagehalt des Zellstoffs vollkommen aufgeklärt wurde, ist über die Bedeutung des Hemicellulosegehalts der Alkalisierlaugung für die Faserfestigkeit weniger bekannt. Die Hemicellulose reichert sich bekanntlich in der Alkalisierlaugung bis zu einer bestimmten Gleichgewichtskonzentration an. Das mit Alkohol gefällte Produkt hat in unserem Fall folgende Zusammensetzung:

- 62,5 % Xylan,
- 37,5 % β - und γ -Cellulose
- der DP liegt bei 37,
- Carboxylgruppengehalt: 1,2 %.

Ein Teil dieser Hemicellulose gelangt nun über die an der Alkali-cellulose haftende Lauge und der Löselauge bis an die Spinn-düse. Es ist unbestimmt, welche Menge sich hiervon im Spinnbad löst und welcher Teil in die Fasern eingebaut wird. Die Abbildung 1 zeigt einen Vergleich der Molekulargewichtsverteilung zweier Fasern, welche mit unterschiedlichem Gehalt der Alkalisierlauge

Tabelle 1: Einfluß des Hemicellulosegehaltes der Maischlaug auf die Faserfestigkeit

α -Gehalt des Zellstoffs (%)	Hemicellulosegehalt der Maischlaug (g/l)	Faser-DP \bar{P}_n	Faserfestigkeit (kond.) (cN/tex)	Faserdehnung (kond.) (%)
90,5	17,3	254,3	27,5	15,3
90,5	20,5	253,2	26,6	15,5
90,5	37,0	261,4	26,0	15,0
91,3	17,6	254,1	28,6	16,8
91,3	35,4	254,7	28,0	16,2
93,5	14,8	253,1	26,9	16,1
93,5	17,4	253,1	26,9	16,4
93,5	37,1	247,2	25,9	15,9

an Hemicellulose erzeugt wurde, mit der Molekulargewichtsverteilung einer Hemicellulose, welche mit Alkohol aus der verwendeten Lauge ausgefällt wurde. Die Kurven zeigen, daß offensichtlich ein Teil der Hemicellulose in die Faser inkorporiert wird. Wie man aus der Tabelle 1 erkennt, erniedrigt ein erhöhter Gehalt der Alkalisierlauge an Hemicellulose die Faserfestigkeit. Dieser Einfluß ist überraschenderweise unabhängig vom Alphagehalt der verwendeten Zellstoffe. Zum Verständnis dieser Tatsache muß daran erinnert werden, daß das Spinnverfahren nicht auf die Erzeugung einer hochfesten Faser abgestellt ist. Aus der Tabelle 2 geht hervor, daß der Hemicellulosegehalt der Löselauge die Faserfestigkeit ebenfalls in der selben Größenordnung um 0,5 — 1,0 cN/tex absenkt.

Tabelle 2: Einfluß des Hemicellulosegehaltes der Löselauge auf die Faserfestigkeit

α -Gehalt des Zellstoffs (%)	Hemicellulosegehalt der Löselauge (g/l)	Faser-DP \bar{P}_n	Faserfestigkeit (kond.) (cN/tex)	Faserdehnung (kond.) (%)
90,8	0	265,2	27,1	17,9
90,8	10	263,0	26,3	17,2
90,8	20	259,1	26,1	17,2
90,8	43	262,0	26,2	17,1

Man kann aus diesen Tatsachen unseres Erachtens schließen, daß die Festigkeiterniedrigung höchstwahrscheinlich eine Folge des Einbaus der Hemicellulose in die Faser ist und weder mit einer schlechteren Xanthogenierung der Cellulose noch mit einer geringeren Extraktionswirkung der Maischlaug zusammenhängt. Für diese Schlußfolgerung spricht auch die Tatsache, daß wir den erwarteten Einfluß auf den Filterwert in dem untersuchten Bereich nicht registrieren konnten.

Die niedermolekulare Hemicellulose ist nun aber auch noch für

einen ganz anderen Qualitätsaspekt von Bedeutung. Sie kommt nämlich als Träger chromophorer Gruppen, wie Carboxyle und Carbonyle, in Betracht und vermindert in dieser Form den Weißgehalt des Zellstoffs. Diese gefärbten Produkte entstehen unter anderem bei der alkalischen Veredelung des Rohstoffs durch Karamellisierung von Polyosen. Wenn diese Bräunungsprodukte bei der Zellstoffbleiche nicht vollständig zerstört werden, gelangen sie zum Teil in die Fasern und müssen im Verlauf der Nachbehandlung durch Bleichung mit Natriumhypochlorit entfernt werden. So wurde an einer Faser aus hochveredeltem, d.h. intensiv alkalisch extrahiertem Sulfitzellstoff ein Weißgehalt von 79,0 % gemessen, während eine Faser aus normal veredeltem Zellstoff unter den selben Nachbehandlungsbedingungen einen Weißgehalt von 80,1 % aufwies.

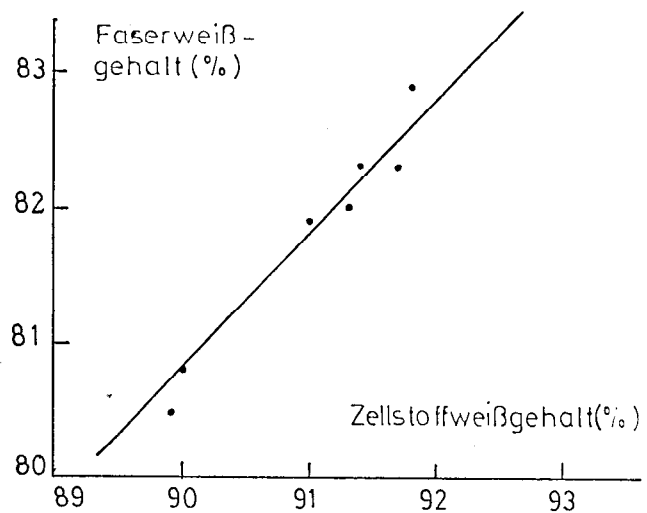


Abb. 2: Einfluß des Zellstoffweißgehaltes auf den Faserweißgehalt

Die Abbildung 2 zeigt, daß bei gleichem Bleichmitteleinsatz in der Nachbehandlung eine direkte Proportionalität zwischen dem Weißgehalt des Zellstoffs und dem Weißgehalt der Faser besteht. Es muß hier jedoch erwähnt werden, daß die chromophoren Gruppen durch eine ungünstige Kombination der Zellstoff-Bleichschritte teilweise nicht zerstört, sondern nur umgebildet werden. In diesem Fall kann trotz eines hohen Weißgehaltes des Zellstoffs durch die reduzierende Wirkung der Xanthogenierung eine schlechte Faserweiße entstehen.

Die Tabelle 3 gibt den deutlichen Einfluß der Lagerzeit der Hackschnitzel in pile-Form sowie des Aktivchlorgehaltes der Zellstoffbleiche auf den Weißgehalt des Zellstoffs und der Faser wieder. Der Aufschlußgrad des Rohstoffes sowie der Restligningehalt des Zellstoffs haben dagegen überraschenderweise keine Auswirkung auf den Weißgehalt unserer Fasern. Eine gewisse Bedeutung besitzt der Restligningehalt des Zellstoffs dagegen für die Faserfluoreszenz.

Tabelle 3: Einfluß der Lagerzeit der Hackschnitzel und des Aktivchlorgehaltes der Bleichlaug auf den Weißgehalt

Lagerzeit der Hackschnitzel (d)	Aktivchlorgehalt der Bleichlaug (%)	Weißgehalt Zellstoff (%)	Weißgehalt Faser (%)
12	0,4	90,0	80,8
12	>0,5	91,3	82,0
05	>0,5	92,6	82,4

Zellstoff enthält Restlignin in einer Größenordnung von weniger als 0,1 %. Ein Maß hierfür sind der Kaliumpermanganatverbrauch, der Ligningehalt nach Klasson und der Gehalt an Cellulosefasern, die mit Malachitgrün anfärbbar sind. Wir haben festgestellt, daß oxidativ delignifizierte Zellstoffe Fasern mit höherem Restligningehalt und höherer Fluoreszenz ergeben als chlorierte Zellstoffe. Aus der Abbildung 3 geht der Zusammenhang zwischen der Faserfluoreszenz und der sogenannten Kappa-Zahl, d.h. dem Verbrauch von n/10 KMn₄-Lösung/g Zellstoff atro nach einer Einwirkungszeit von 10 Minuten bei 20^o C, als Maß für den Restligningehalt des Zellstoffs hervor. Diese Korrelation ist unabhängig von den Bleichbedingungen des Zellstoffs.

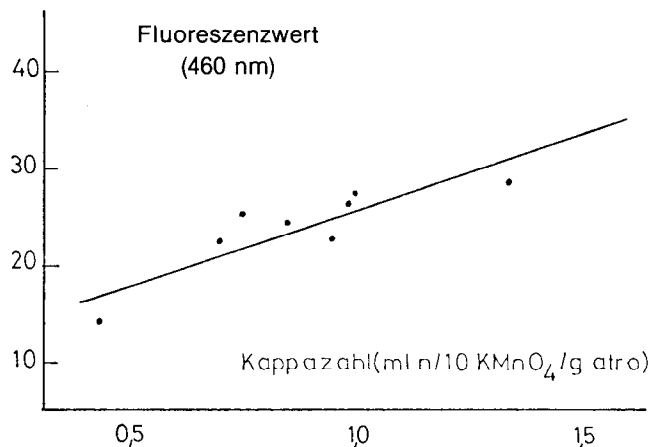


Abb. 3: Einfluß des Ligningehaltes des Zellstoffs auf die Faserfluoreszenz

Die Faserfluoreszenz an sich ist unseres Erachtens kein echtes Qualitätsmerkmal, sondern lediglich ein Schönheitsfehler. Während bei der Baumwolle eindeutig ein Zusammenhang zwischen der Faserfluoreszenz und der Anfärbtiefe besteht, ist nach unseren langjährigen Erfahrungen im Fall der Viskosefaser eine ähnliche Beziehung nicht vorhanden. Man kann jedoch nicht verhindern, daß viele Garnspinner auch Viskosefasern einer Kontrolle unter dem UV-Licht unterziehen und mißtrauisch werden, wenn sie Fluoreszenzunterschiede bemerken.

Von größerer Bedeutung als der Restligningehalt ist zweifellos der Gehalt des Zellstoffs an extrahierbaren Substanzen. Jeder Chemiezellstoff enthält noch eine gewisse Menge an Harz-, Wachs- und Fettbestandteilen, welche sogar erwünscht sind, da sie unter anderem durch interimistische Aufnahme des Schwefelkohlenstoffes die Viskosierbarkeit verbessern. Da die Harzsäuren und Steroide während der alkalischen Veredelung größtenteils aus dem Rohstoff herausgelöst werden, bestehen die Restharze im Zellstoff überwiegend aus Fetten und Wachsen, d.h. aus Estern von Glycerin und einwertigen Alkoholen mit Fettsäuren. Bei diesen handelt es sich zum Teil um gesättigte Fettsäuren, wie Palmitinsäure und Stearinsäure, zum Teil um ungesättigte Fettsäuren, wie Ölsäure und Linolsäure. Je nach der verwendeten Delignifizierungsmethode sind die ungesättigten Fettsäuren entweder teilweise chloriert oder teilweise oxidiert, teilweise liegen sie in Form von Kalkseifen vor.

Die Tabelle 4 zeigt den Verbleib des Harzes im Viskoseprozeß.

In der fertigen Viskose macht sich das Harz durch eine gewisse Trübung und eine Erhöhung der Partikelzahl bemerkbar, welche durch bestimmte Modifikatoren vermindert werden kann⁵. Wir haben festgestellt, daß oxidiertes Harz in der Viskose besser emulgiert wird, als chloriertes Harz. Im Spinnbad fällt das Harz jedoch aus und verstopft dabei die Düsenlöcher. Düsenlochverstopfungen verschlechtern bekanntlich die Titergleichmäßigkeit und führen zu Faserverklebungen. Die Tabelle 5 gibt den Zusammenhang zwischen dem Harzgehalt der Viskose, bezogen auf den eingesetzten Zellstoff einerseits und der Partikelzahl und Trübung der Viskose sowie der Verstopfung der Düsenlöcher andererseits wieder.

Tabelle 5: Einfluß des Harzgehaltes der Viskose auf die Düsenlochverstopfung

Harzgehalt bezogen auf Cellulose (%)	Partikelzahl (ml ⁻¹)	Extinktion bei 619	Verstopfte Düsenlöcher (%)	Spinnndauer (h)
0,15	304	0,46	8	12
0,51	612	0,57	23	12
1,11	619	0,63	41	3

Durch Analysen von Spinnbadabscheidungen sowie Modellversuchen im Labor konnten wir feststellen, daß das im Spinnbad ausfallende Harz eine Zusammenballung des elementaren Schwefels bewirkt. Wenn man Harz, Schwefel und gelöste Reste von Modifikatoren bei 50^o C im Spinnbad behandelt, entsteht eine dunkelbraune, klebrige Masse, die schwierig zu filtrieren ist. Ohne Harzzugabe wurde die Bildung solcher Produkte nicht beobachtet. Analytisch konnten wir ermitteln, daß weiche Spinnbadabscheidungen bis zu 15 % Harz enthalten, harte Abscheidungen dagegen nur 1 — 2 %. Eine direkte Auswirkung des Harzgehaltes des Spinnbades auf die Faserqualität in Gestalt von Faserverklebungen oder Änderungen im Haft-Gleit-Verhalten konnten wir bisher nicht nachweisen, wird aber immer wieder vermutet. Ein Zusammenhang zwischen Faserrohton und dem Extraktgehalt des Zellstoffs wird dagegen in der Literatur erwähnt⁶.

Als letzte Einflußgröße auf die Faserqualität soll nunmehr der Gehalt des Zellstoffs an Mineralstoffen behandelt werden. Der Aschegehalt des Zellstoffs liegt normalerweise unter 0,05 %. Er besteht aus Kalk und Silikaten, welche über das Betriebswasser in den Zellstoff gelangen⁷. Er kann auch Schwermetalle ent-

Tabelle 4: Verbleib des Harzes im Viskoseprozeß

	Dichlormethan—Extrakt
Zellstoff	0,3 — 0,4 %
Alkalicellulose	0,1 — 0,2 %
Maischlauge	0,01 — 0,02 %
Stapelfaser	0,03 %
Spinnbadabscheidungen	1 — 15 %

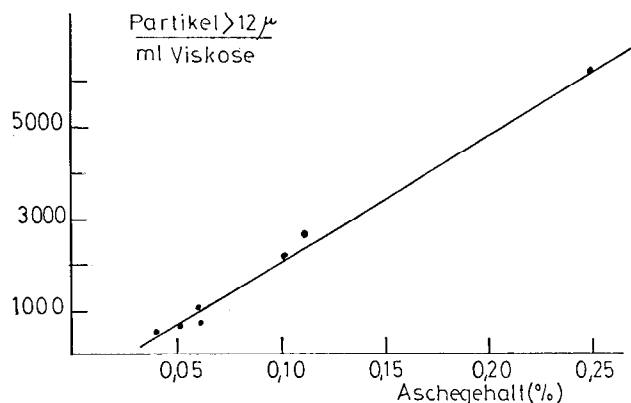


Abb. 4: Einfluß des Aschegehaltes des Zellstoffs auf die Viskosequalität

halten. Der Kalkgehalt wird normalerweise durch Absäuern mit schwefeliger Säure nach der Bleiche des Zellstoffs erniedrigt. Der Gehalt des Zellstoffs an mineralischen Substanzen macht sich im Viskoseprozeß durch Erhöhung der Konzentration der Viskose an unlöslichen Partikeln bemerkbar. Bei diesen Teilchen handelt es sich bekanntlich hauptsächlich um Quellkörper und Faserbruchstücke. Die Abbildung 4 zeigt jedoch, daß auch der Aschegehalt die Konzentration der Viskose an Fremdkörpern sehr stark erhöht. Hierbei ist vollkommen offen, ob die Mineralstoffe als solche in Erscheinung treten oder über eine Bindung an carboxylhaltige Kohlenhydrate oder verseifte Harze.

Die Erhöhung der Partikelkonzentration erstreckt sich über das gesamte Partikelgrößenspektrum von kleiner als 12μ bis 20μ . In der Abbildung 4 ist die Teilchensumme über 12μ eingetragen, da die Fremdkörper mit diesem Durchmesser einen sehr markanten Einfluß auf die Faserfestigkeit ausüben. Wie Tabelle 6 deutlich macht, führt eine Erhöhung der Fremdkörperzahl zwischen 12μ und 15μ zu einer Verschlechterung der Faserfestigkeit um 1–2 cN/tex. Damit ist natürlich nicht gesagt, daß die Sollbruchstellen, welche die Festigkeiten erniedrigen, nur unter Beteiligung anorganischer Substanzen entstehen. Sicherlich sind alle Arten von Quellkörpern, Faserbruchstücken, Harzpartikeln und mineralischen Substanzen an der Faserschädigung beteiligt. Es bedarf eines außerordentlich dichten Filtermate-

rials, um Partikeln zwischen 12μ und 15μ in einem ausreichend hohen Prozentsatz aus der Viskose herauszufiltrieren. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß Silikatverunreinigungen zu störenden Ablagerungen an den Düsenlöchern führen, wodurch die Titergleichmäßigkeit beeinträchtigt wird.

Mit Faserfestigkeit, Weißgehalt, Fluoreszenz und Titergleichmäßigkeit wurde nur ein kleiner Teil der Qualitätsmerkmale von Viskosefasern berührt. So wichtige Eigenschaften, wie Anfärbetiefe, Haft-Gleit-Verhalten, Spinnfehler und Stapeldiagramm, konnten nicht behandelt werden (z.B. die Beeinflussung der Anfärbetiefe durch Verunreinigung mit Schwermetallionen, welche durch ihre katalytische Wirksamkeit in der Vorreife den Faser-DP verändern). Über die Bedeutung der im Zellstoffblatt sichtbaren Verunreinigungen für die Filtrierbarkeit der Viskose besteht eine Fülle von Erkenntnissen. Auch Wasser muß als wichtige Begleitsubstanz des Zellstoffs erwähnt werden.

Alle diese Begleitstoffe des Zellstoffs wirken sich bei dem heutigen Qualitätsstandard der angebotenen Zellstoffe im allgemeinen nur dann negativ auf den Viskoseprozeß und die Fasereigenschaften aus, wenn ihr Gehalt über längere Produktionszeiträume schwankt.

Eine diesbezügliche Konstanz der Chemiezellstoffe scheint uns ähnlich wichtig zu sein wie die Konstanz des α -Gehaltes und des Durchschnittspolymerisationsgrades.

Tabelle 6: Einfluß der Partikelzahl in der Viskose auf die Faserfestigkeit

Partikel- durch- messer (μ)	Partikelzahl		Faserfestigkeit (kond.)	
	Viskose A (ml^{-1})	Viskose B (ml^{-1})	Viskose A (cN/tex)	Viskose B (cN/tex)
12	9.103	8.211	24,4	25,8
12–13	241	80	—	—
13–14	70	18	—	—
14–15	37	11	—	—
15–16	18	0	—	—

Literatur:

- 1) K. Götze: Chemiefasern nach dem Viskoseverfahren; 3. Auflage, Seite 388
- 2) G. Jayme u. N. Nikoliew: *Angew. Chemie*, **60**, S. 15 (1948)
- 3) K. Götze: Chemiefasern nach dem Viskoseverfahren; 3. Auflage, Seite 474
- 4) I. Hedlund, S. Dunbrand, K. Wilson: The Influence of Pulp Impurities on Yarn Strength; *Svensk Papperstidning*, **71**, S. 241 (1968)
- 5) F. Kolos, E. Treiber: *Svensk Papperstidning*, **64**, S. 533 (1961)
- 6) K. Götze: Chemiefasern nach dem Viskoseverfahren; 3. Auflage, Seite 215
- 7) M. Golben: *Tappi*, **38**, S. 507 (1955)

**Original HUTH Packungen
und Dichtungen unter Einsatz von
Lenzinger PTFE-Garnen sowie
antihafter Beschichtungen auf
PTFE-Basis mit hoher Lebensdauer**

W.E. HUTH GmbH
Beschichtungs- und Dichtungsfabrik
Percha, Schiffbauerweg 5, Postfach 1329
D—8130 STARNBERG
Telefon 08151/3321 Telex 05-26414

Statistische Methoden als Entscheidungshilfe

Dipl. Ing. Kurt Hofstätter, Chemiefaser Lenzing AG, Lenzing

Es wird eine Reihe von Problemen angesprochen, die vor einer formalen statistischen Auswertung von Meßergebnissen abzuklären sind. Die Probennahme wird diskutiert, wobei die Frage nach der repräsentativen Probe gestellt wird, deren Reproduzierbarkeit sichergestellt sein muß. Die Versuchsplanung wird als Voraussetzung für optimale Entscheidungen erkannt.

A number of problems are brought up which must be solved prior to any formal statistical evaluations of measuring results. Sampling is discussed and the question of the typical sample, the reproducibility of which must be ensured. Test planning is recognized as a prerequisite for optimum decision-making.

Einleitung

Bei der Überprüfung der Qualität von textilen Produkten, wie Fasern, Garne, Gewebe, aber auch Bänder, Vorgarne und Vliesen, erhalten wir immer Meßergebnisse, die sich bei einer *Wiederholung* der Messungen nur *schlecht* reproduzieren. Wir haben es mit *Streuungen* der Meßergebnisse zu tun, die hauptsächlich von der *Ungleichartigkeit* der Objekte, an welchen die Messungen vorgenommen werden, stammen.

Hier Beispiele dafür, wie groß die Ungleichartigkeit der Objekte sein kann: Wir haben aus einem Ballen Viskosefasern 18 Proben entnommen und aus jeder Probe 20 Fasern gezogen und an diesen die Festigkeit bestimmt. Der Mittelwert der $18 \times 20 = 360$ Meßwerte liegt bei 26 cN/tex. Die Festigkeiten der einzelnen Fasern streuen von 12 bis 33 cN/tex. So ungleich sind die Objekte! Wir dürfen aber auch das Kollektiv von 20 Fasern als Meßobjekt deklarieren. Es gibt ja eine Meßmethode, mit der die sogenannte Bündelfestigkeit bestimmt wird. Die Mittelwerte der an 20 Fasern bestimmten Festigkeiten streuen von 23 bis 28 cN/tex. Das ist nicht wenig.

Wir haben an denselben 18 Proben aus einem Ballen den Weißgrad bestimmt. Wir haben aus einer Probe 5 g Flocke entnommen und an dieser Teilprobe an drei verschiedenen Stellen den Weißgrad gemessen. Der Mittelwert der $18 \times 3 = 54$ Meßwerte liegt bei 65,5 BE. Betrachten wir die Fasermenge, an der die Messung tatsächlich durchgeführt worden ist, als Meßobjekt, so streuen die Meßwerte von 63,5 bis 69 BE. Betrachten wir aber die 5 g Flocke als Meßobjekt, so streuen die Mittelwerte aus je drei Messungen von 64 bis 67 BE.

Grundsätze der Probennahme

Es ist also nicht immer eindeutig, was das Meßobjekt eigentlich ist, außer wir sagen etwas dazu. Wenn wir von der Ungleichartigkeit von Meßobjekten sprechen, so ist dies *vorerst* als ein *gradueller* Unterschied zwischen den Meßobjekten zu verstehen, nicht als ein *wesentlicher* Unterschied, wenn auch dieser Unterschied oft sehr groß sein kann. Wir setzen dabei voraus, daß die Messungen selbst *fast* fehlerfrei seien. Dies trifft auch in der Regel zu.

Da es, insbesondere in der Textilindustrie, nicht möglich ist, *alle* Objekte eines Produktionsstromes zu untersuchen, werden Proben gezogen. Das gleiche gilt natürlich auch für eine Lieferung. Die verschiedenen Meßmethoden, die in der Textilindustrie angewendet werden, sind meist besser bekannt als die Grundsätze für eine Probennahme, die auch nicht mit der gleichen

Sorgfalt beachtet werden wie die exakte Ausführung der Meßmethoden.

Eine Probe soll *niemals willkürlich* genommen werden. Eine Probe muß *immer bezeichnet* sein mit

- dem Entnahmeort aus dem Produktionsstrom oder einer Lieferung,
- dem Datum und, falls es notwendig ist, auch mit der Uhrzeit der Entnahme.

Weiters sollen *alle Angaben* festgehalten werden, die es ermöglichen, auch später *alle Umstände*, unter welchen die Probenahme erfolgt ist, zu rekonstruieren.

Die Probennahme hat nach dem *Zufallsprinzip* zu erfolgen. *Alle Teile* eines Produktionsstromes müssen die *gleiche Chance* haben, als Probe gezogen zu werden. Das gleiche gilt auch für eine Lieferung. Liegt beispielsweise eine Lieferung von Kreuzspulen vor, die in Kisten verpackt sind, und sollen nun Proben gezogen werden, so sind die Kisten, so wie sie vor uns liegen, durchzunummerieren. Nach einer Zufallszahlentafel ist nun eine vorher bestimmte Anzahl von Kisten auszuwählen. Die Garnkopse einer Kiste werden nun ebenfalls durchnummeriert, so wie sie in der Kiste liegen. Nun werden wieder nach einer Zufallszahlentafel jene Kopse ausgewählt, die einer Garnprüfung unterworfen werden. Dieser Vorgang ist für jede Kiste neu durchzuführen.

Ist eine derartige Entnahme von Proben nach dem Zufallsprinzip aus sachlichen Gründen nicht möglich oder nicht erwünscht, dann hat eine *systematische* Probennahme zu erfolgen. Es ist eine Vielzahl *sachlicher* Gründe für eine systematische Probenahme denkbar, z.B., wenn es darum geht, den Einfluß der Randlage in einem Produktionsstrom festzustellen, oder wenn die Streifigkeit in einem Gewebe untersucht werden soll. Eines ist aber sicherlich verboten: Die *bessere Zugänglichkeit* eines Entnahmeortes darf kein sachlicher Grund für eine systematische Probennahme sein.

Als nächstes haben wir die Frage zu beantworten, *wie viele Proben* zu ziehen sind. Es müßte einleuchten, daß eine nach einem noch so gutem Zufallsprinzip gezogene Probe eben nur eine Zufallsprobe sein kann und daß das Ergebnis einer Untersuchung dieser Probe absolut nicht für das zu untersuchende Gut repräsentativ sein muß. Andererseits ist bei einer systematischen Probennahme die gezogene Probe nur für den Ort oder für den Zeitpunkt der Probennahme repräsentativ. Die nächste gezogene Probe muß nicht unbedingt mit der ersten Probe vergleichbar sein.

Was ist eine *»repräsentative Probe«*? Wir meinen, daß eine Probe dann repräsentativ ist, wenn wir annehmen dürfen, daß an irgendeiner anderen Probe aus der gleichen Produktion oder Lieferung mit gleichen Meßmethoden gleichartige Meßergebnisse erhalten werden. Daß also zwischen den *zahlenmäßig unterschiedlichen* Meßergebnissen beider Proben nur zufällige, aber *keine wesentlichen* Unterschiede bestehen. Wenn man sich die Arbeit macht, dies zu prüfen, wird man erkennen, daß es gar nicht so leicht ist, diese Bedingungen zu erfüllen.

Wir müssen uns darüber einigen, was als Probe bezeichnet werden soll. Sicherlich ist eine Probe ein Teil einer Materialmenge, die zumindestens in einer Eigenschaft als *einheitlich* angesehen wird. Diese Materialmenge kann eine Produktion unter gleichartigen Bedingungen oder eine Lieferung eines einheitlichen Produktes sein.

Aus einer solchen Materialmenge wird nach statistischen Grundsätzen eine Probe gezogen, z.B. nach dem Zufallsprinzip. Diese Probe enthält in der Regel sehr viele Objekte, die nicht alle zur Messung herangezogen werden können. Nach bestehenden Vorschriften werden nun aus der Probe eine bestimmte Anzahl von Objekten zur tatsächlichen Untersuchung ausgesondert. Meist wird wieder das Zufallsprinzip angewendet werden.

Ist es nun zulässig, das so erhaltene Meßergebnis als für die Probe zutreffend zu deklarieren? Oder darf gar behauptet werden, die untersuchte Eigenschaft der Materialmenge, aus der die Probe entnommen worden ist, sei hinreichend bestimmt? Mir

kommen da Zweifel. Insbesondere deswegen, weil uns die Praxis bei einer derartigen Vorgangsweise oft das Gegenteil beweist.

Ich glaube, wir machen oft den Fehler, aus der Exaktheit bzw. Reproduzierbarkeit der angewendeten Meßmethode direkt auf die Reproduzierbarkeit des Meßergebnisses zu schließen, und zwar so, als ob die Objekte, an welchen wir die Meßmethode angewendet haben, nur sehr wenig unterschiedlich gewesen wären und alle anderen Objekte aus der zu untersuchenden Materialmenge genau so geartet seien, wie die untersuchten Objekte. Über die tatsächlich bestehende Ungleichartigkeit der Meßobjekte brauche ich nach den beiden Beispielen zu Beginn nichts mehr sagen.

Wir müssen uns die Mühe einer *mehrstufigen* Schlußfolgerung machen. Aus der durch Messung festgestellten Ungleichartigkeit der Objekte können und müssen wir auf eine Unterschiedlichkeit von Meßergebnissen aus gleichartigen Objektgruppen schließen. Aber auch die Objektgruppen sind unterschiedlich; wenn auch nicht wesentlich, so doch immerhin zufällig. Um dies zu erfassen, müssen wir mehrere Objektgruppen vorliegen haben, also mehrere Proben untersuchen. Wenn wir nun die Ungleichartigkeit der Objektgruppen kennen, so können wir diese mit der Ungleichartigkeit der einzelnen Objekte aus den einzelnen Gruppen vergleichen. Dieser Vergleich liefert uns eine Information darüber, ob die Proben sich nur in dem Rahmen unterscheiden, welcher durch die Streuung der einzelnen Meßergebnisse vorgegeben ist, oder ob eine zusätzliche wesentliche Streuung von Probe zu Probe vorliegt.

Wie dieser Gedankengang formal, also rechnerisch, durchzuführen ist, gibt uns die *Varianzanalyse* an. Diese ist in der einschlägigen Literatur nachlesbar, und meine Absicht ist es hier, Sie dazu zu motivieren. Es existiert auch eine deutsche Normschrift¹, in der die Varianzanalyse und ihre Anwendung in der Textilindustrie dargelegt ist.

Probe und repräsentative Probe

Die Erklärung, was eine Probe und was eine repräsentative Probe ist, will ich an Hand der Überprüfung einer Lieferung von Stapelfasern im Umfang von beispielsweise 40 Ballen geben:

Die BISFA² schreibt vor, daß aus den 40 Ballen einer Lieferung nach dem Zufallsprinzip 10 Ballen auszuwählen sind. Aus jedem Ballen werden nach der BISFA-Vorschrift 18 Proben durch systematische Zugriffe gezogen. Wir wollen nun aus jeder der $10 \times 18 = 180$ Proben an 20 Fasern die Festigkeit prüfen. Insgesamt liegen dann $10 \times 18 \times 20 = 3600$ Meßergebnisse vor. Als Probe kann auch das einzelne Objekt, an dem eine Meßmethode angewendet wird, angesehen werden. Dies ist in unserem Fall eine einzelne Faser. Als Probe kann aber auch eine Objektgruppe angesehen werden, also das Kollektiv der 20 Fasern, an welchen Messungen durchgeführt werden. Als Probe kann aber auch die Materialmenge bezeichnet werden, aus der die Objektgruppe entnommen worden ist, also eine der 18 Proben aus einem Ballen. Als Probe kann weiters auch ein Ballen bzw. eine Gruppe von Ballen bezeichnet werden.

Eine »repräsentative Probe« ist in unserem Fall *nur* die Gruppe der 10 Ballen, die aus der Lieferung entnommen worden ist, um ein Qualitätsmerkmal dieser Lieferung zu bestimmen. Wir setzen nämlich voraus, daß das Meßergebnis an 10 *anderen* Ballen aus der *gleichen* Lieferung nur zufällig, aber nicht wesentlich von dem ersten Meßergebnis abweichen wird. Dies müßte durch früher durchgeführte Untersuchungen bewiesen sein.

Probenauswahl

Wir haben in unserem Beispiel eine *dreistufige* Probenauswahl vorgenommen. Die *erste* Stufe ist die Zufallsauswahl von 10 Ballen aus der Lieferung von 40 Ballen. Die *zweite* Stufe ist die systematische Auswahl der 18 Proben aus jedem der 10 Ballen. Die *dritte* Stufe ist die Zufallsauswahl von 20 Fasern aus jeder der 18 Proben eines Ballens. Die »repräsentative Probe« ist immer die Probe der *ersten* Auswahlstufe. Die weiteren Auswahlstufen garantieren die Reproduzierbarkeit der »repräsentativen Probe«. Es ist also die *Anzahl* und die *Art* der Auswahl-

stufen kennzeichnend für die »repräsentative Probe«. Setze ich eine bestimmte Reproduzierbarkeit der »repräsentativen Probe« voraus, so muß ich sowohl ihre Auswahl (Auswahl erster Stufe) als auch ihre weitere Unterteilung bis zu den Objekten, an welchen tatsächlich gemessen wird, *eindeutig* beschreiben. Und nur für dieses Ritual der Probenauswahl gilt die einmal festgestellte Reproduzierbarkeit der »repräsentativen Probe«.

Der Prüfumfang von 3600 Messungen bei unserem Beispiel ist sehr groß. Man könnte ihn verkleinern, z.B. dadurch, daß die 18 Proben aus einem Ballen gemischt werden. Dazu gibt es wieder eine Vorschrift der BISFA³. Aus dieser *Mischprobe* könnte man 100 Fasern durch eine Zufallsauswahl ziehen und an ihnen die Festigkeit bestimmen. Dadurch würde der Gesamtprüfumfang von 3600 auf 1000 Messungen reduziert werden. Es spricht aber manches *gegen* diese Vorgangsweise. Wir wissen, daß eine *echte* Mischung Faser zu Faser gar *nicht* möglich ist. Es ist schon bei körnigen Produkten sehr schwer, eine derartige Mischung herzustellen. Es könnte also möglich sein, daß der größere Teil der 100 Fasern der Mischprobe aus einer Ecke des Ballens stammt. Es könnte möglich sein, daß aus einer der 18 Proben keine einzige Faser unter den 100 Fasern der Mischprobe zu finden wäre. Im Durchschnitt müßten aus jeder der 18 Proben je fünf bis sechs Fasern in der Mischprobe vertreten sein. Wir können also nicht angeben, aus welcher der 18 Proben aus einem Ballen diejenige Faser stammt, an der gerade die Festigkeit gemessen wird. Es liegt also, streng genommen, nur eine zweistufige Probenauswahl vor.

Bei einer *Verringerung* der Zahl der Auswahlstufen und gleichzeitiger Verringerung des Gesamtprüfumfanges besteht die Gefahr, daß die Reproduzierbarkeit der »repräsentativen Probe« *gemindert* wird. Es ist einleuchtend, daß bei einer nur einstufigen Probenauswahl und einem kleinen Prüfumfang die Reproduzierbarkeit der »repräsentativen Probe« am geringsten ist. Wir haben schon darüber gesprochen, daß *eine Probe allein* ein sehr unsicheres Ergebnis der Untersuchung liefert.

Wenn man den Gesamtprüfumfang einer Produktion oder Lieferung reduzieren will oder muß, so ist es zielführend, den Prüfungsumfang auf der *letzten* Auswahlstufe zu reduzieren und/oder die Probenanzahl auf der *vorletzten* Auswahlstufe zu reduzieren. Keinesfalls soll die Probenanzahl auf der *ersten* Auswahlstufe reduziert werden. Wie auch immer, es muß jedes Objekt, an dem eine Messung vorgenommen wird, bezüglich seiner Herkunft eindeutig identifizierbar sein.

Wir würden also etwa so vorgehen: Die zweite Auswahlstufe ist die systematische Auswahl der 18 Proben aus jedem der 10 Ballen der ersten Auswahlstufe. Als dritte Auswahlstufe entnehme ich aus den je 18 Proben der zweiten Auswahlstufe nach dem Zufall nur vier Proben. Die vierte Auswahlstufe ist dann die Zufallsauswahl von 20 Fasern aus jeder der vier Proben der dritten Auswahlstufe. Der Gesamtprüfumfang ist dann $10 \times 4 \times 20 = 800$. Das wäre ein tragbarer Prüfungsumfang.

Das Streuverhalten der Meßergebnisse

Warum bestehen wir so sehr auf der Möglichkeit, jedes Prüfobjekt bezüglich seiner Herkunft genau identifizieren zu können? Wir haben schon gesagt, daß das Ritual der Probenauswahl die *Güte der Reproduzierbarkeit* der »repräsentativen Probe« bestimmt. Durch die Probenauswahl wird das Streuverhalten in jeder Auswahlstufe in einer bestimmten Weise erfaßt. Wir setzen voraus — weil wir es nicht sicher ausschließen können —, daß auf jeder Auswahlstufe eine Streuungskomponente wirksam sein kann, die durch das Streuverhalten der nächsthöheren Auswahlstufe *nicht* erklärbar ist. Innerhalb einer Probe streuen die festgestellten Meßwerte in einem bestimmten Grad. Die Mittelwerte dieser festgestellten Meßwerte streuen oft in einem Grad, der durch die Streuung der Einzelwerte nicht mehr erklärbar ist. Dies gilt auch für die Mittelwerte der nächstniedrigeren Auswahlstufe, also der Mittelwerte von den Mittelwerten.

Es ist auch nicht sinnvoll, aus dem Streuverhalten *aller* Meßwerte der *höchsten* Auswahlstufe *direkt* auf die Güte der

Reproduzierbarkeit des Gesamtmittelwertes aus allen Meßwerten zu schließen. In der Regel werden auf diese Weise unrealistisch schmale Bereiche der Reproduzierbarkeit erhalten. Es ist viel besser, das Streuverhalten auf der *niedrigsten* Auswahlstufe zur Bestimmung des Bereiches der Reproduzierbarkeit des Gesamtmittelwertes zu verwenden. In unserem Beispiel wäre dies das Streuverhalten der zehn Ballenmittelwerte aus je 360 Meßwerten unserer ersten Version bzw. aus je 80 Meßwerten unserer letzten Version.

Die Reproduzierbarkeit

Die Differenz zwischen zwei oder mehreren Meßergebnissen (z.B. Mittelwerte), die nach der gleichen bestimmten Vorschrift (Meßmethode) an gleichartigem Material erhalten wurde, wird als Reproduzierbarkeit bezeichnet. Dabei können für jedes einzelne Meßergebnis die sonstigen Bedingungen durchaus verschieden sein, z. B. verschiedene Labors, gegenständlich verschiedene Meßgeräte, verschiedenes Personal, verschiedener Zeitpunkt der Durchführung der Messungen. Die Reproduzierbarkeit wird umso besser sein, je weniger sich diese sonstigen Bedingungen unterscheiden. Sind alle Bedingungen wirklich gleich, dann ist die Reproduzierbarkeit von Meßergebnissen am besten. Sie ist dann nur durch das Streuverhalten innerhalb der repräsentativen Probe bestimmt.

Bei einem *Laborvergleich* wird aus einer Materialmenge in einer ersten Auswahlstufe eine bestimmte Anzahl von Proben durch eine Zufallsauswahl abgesondert und jede so erhaltene Probe einem Labor zugeteilt und dort nach weiteren Auswahlvorschriften mit einer bestimmten Meßmethode untersucht. Ein solcher Laborvergleich wird durchgeführt, um die Brauchbarkeit bestehender Meßmethoden zu überprüfen bzw. diese zu verbessern. Oft wird die Beschreibung des Auswahlverfahrens in die Beschreibung der Meßmethode einbezogen. Oft wird dies aber auch unterlassen. Dies ist eine Lücke in unserem Prüfwesen. Wir sollten uns bemühen, diese Lücke zu schließen.

Zur Bestimmung der Reproduzierbarkeit bzw. zur Durchführung von Laborvergleichen gibt es eine sehr eingehende ISO-Norm⁴.

Probleme der Praxis

Nun möchte ich das behandelte Problem noch von einer anderen Seite her beleuchten: Nicht immer ist es uns möglich, beliebig viele Proben zu erhalten und beliebig viele Messungen durchzuführen. Nicht immer ist es uns möglich, die Probenahmen in allen Stufen so durchzuführen, wie ich es vorher beschrieben habe. Oft erhalten wir im Labor Proben, die irgendwer, irgendwo, irgendwie gezogen hat. Die Proben sind nur mit a, b, c, ... bezeichnet. Der Auftraggeber sagt uns, wir sollen ihm die Mittelwerte aus den Messungen, die wir im Labor durchgeführt haben, bekanntgeben. Sonst sagt er nichts.

Diese Vorgangsweise ist zwar sicherlich nicht gutzuheißen, sie wird aber in der Praxis oft vorkommen. Der Auftraggeber (Versuchsleiter, Produktionsleiter, Reklamationsbearbeiter) behauptet zu wissen, wie die Proben erhalten worden sind und wie er die Meßergebnisse zu interpretieren hat. Er hat eine Vorstellung darüber, welche Meßergebnisse gut und welche schlecht sind oder welche Meßergebnisse erwünscht und welche nicht erwünscht sind. Er hat darüber eine Hypothese, oft eine Lieblingshypothese, oft ein Vorurteil. Auf diese Weise kommt es zu Entscheidungen, die mit großer Wahrscheinlichkeit nicht optimal sind. Eine so erhaltene Entscheidung kann oft falsch sein.

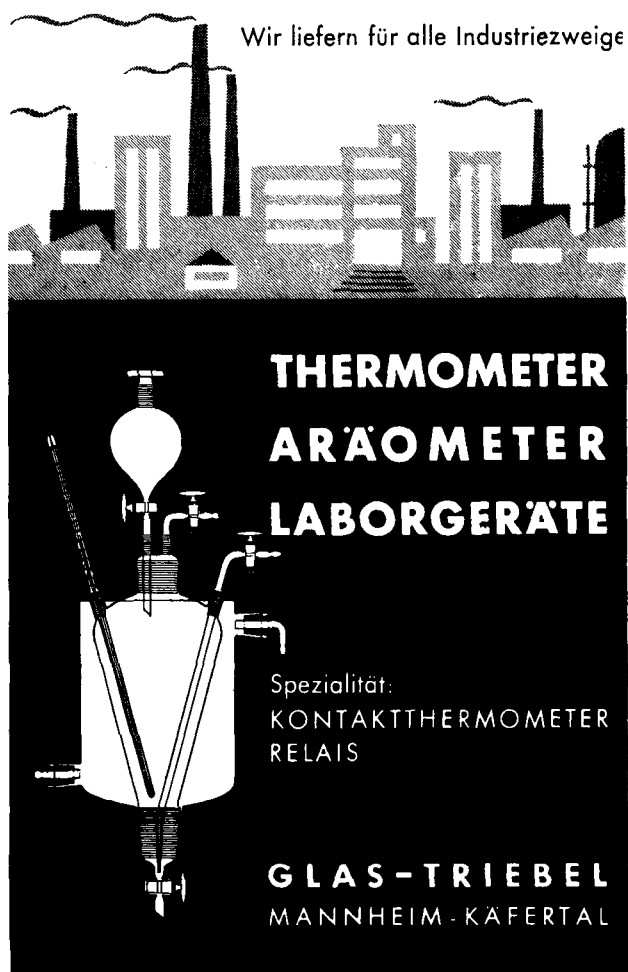
Informationsaustausch und Versuchsplanung

Wie schützen Sie sich gegen eine derartige Fehlentscheidung, falls Sie Entscheidungen zu fällen haben? Wie schützen Sie sich gegen den Vorwurf, für eine optimale Entscheidung untaugliche Meßergebnisse geliefert zu haben, falls Sie für die Durchführung der Messungen verantwortlich sind? Sie müssen sich bemühen mit dem Partner einen Konsens herzustellen. Der eine muß von dem anderen gut informiert sein. Es müssen

Informationen ausgetauscht werden. Es müssen alle Stufen, von der konkreten Problemstellung für eine Aktion angefangen, über die Durchführung der Aktion bis zur Entnahme von repräsentativen Proben sowie deren Unterteilung und die angewandten Meßmethoden genau deklariert und aufeinander abgestimmt sein. Das ist nicht nur ein statistisches Problem, das ist im wesentlichen ein organisatorisches Problem. Oft ist es ein menschliches Problem. Es sind nicht immer nur zwei Menschen, die hier zusammenarbeiten müssen, es ist oft ein ganzes Team. Jeder aus dem Team weiß einiges mit Gewißheit und ist in der Regel auch bereit, dies den anderen Teammitgliedern mitzuteilen. Aber es weiß nicht jeder immer alles ganz genau oder hat etwa nur Vermutungen über einen bestimmten Sachverhalt. Auch diese Kenntnisse sollten die Teamglieder untereinander austauschen. Werden Ungewißheiten nicht erkannt oder gar verschwiegen, so kann dies zu einer Verfälschung von Untersuchungsergebnissen führen. So werden nichtoptimale Entscheidungen herbeigeführt. Aber auch was als sicher angenommen wird, muß überprüft werden. Unter Umständen müssen sicher erscheinende Annahmen verworfen werden.

Dieser Vorgang des Informationsaustausches, der Überprüfung der Informationen vom Beginn einer Aktion bis zur Diskussion der Untersuchungsergebnisse und der Entscheidung über das Ergebnis der Aktion bestimmt die *Qualität der Entscheidung*. Das Konzept für diesen Vorgang heißt »Versuchsplanung«. Über den Formalismus der »Versuchsplanung« gibt es genügend Literatur⁵. Die Effektivität Ihrer Arbeit wird gehoben werden, wenn Sie sich zumindestens mit den grundsätzlichen Gesichtspunkten der Versuchsplanung vertraut gemacht haben und wenn Sie zu deren Anwendung bereit sind bzw. die Voraussetzungen zu deren Anwendung fördern.

Wir liefern für alle Industriezweige



**THERMOMETER
ARÆOMETER
LABORGERÄTE**

Spezialität:
KONTAKTHERMOMETER
RELAIS

**GLAS-TRIEBEL
MANNHEIM-KÄFERTAL**

Schlußwort

Wir leben in einem Feld der Ungewißheiten. Wir haben uns damit nicht abgefunden. Oft protestieren wir dagegen. Auf dem schmalen Gebiet des durch Messung Erfassbaren gibt uns die Anwendung statistischer Methoden und die Versuchsplanung nach statistischen Grundsätzen die Möglichkeit, optimale Entscheidungen im Falle von Ungewißheiten zu treffen.

Es wurde hier kein neuer oder besonderer statistischer Formalismus präsentiert, dafür gibt es eine umfangreiche Literatur. Ich hoffe aber, die Bedeutung der Anwendung statistischer Methoden als eine wesentliche Entscheidungshilfe deutlich gemacht zu haben.

Literatur:

- 1) DIN 53803, Teil 1 (einfache Varianzanalyse), Teil 3 und Teil 4 (zweifache Varianzanalyse) werden noch 1981 im Gelbdruck (Entwurf) erscheinen, siehe aber auch DIN 53803, Teil 2 (Probennahme)
- 2) BISFA: The International Bureau for the Standardisation of the Man-made Fibres
- 3) BISFA: Internationally Agreed Methods for Testing Vegenerated Cellulose, Neufassung 1981
- 4) ISO: International Organisation for Standardisation, DIN-ISO 5725 (Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit)
- 5) Sachs: Angewandte Statistik, Springer Verlag

**TREV**

AUSTRIA FASERWERKE Gesellschaft m.b.H.
A-4860 Lenzing

Herstellung und Vertrieb von Polyester-Stapelfasern sowie -Konverterkabeln und -Konverterzügen

Neuer Laugenverbrennungskessel in Lenzing — aus der Sicht des Energiebetriebes

Dipl. Ing. Horst Weisser, Dipl. Ing. Wolfgang Apel, Chemiefaser Lenzing AG (Vortrag gehalten anlässlich einer VGB-Sondertagung in Wien)

Neben einem allgemeinen Überblick über die Chemiefaser Lenzing AG und das Lenzinger Magnesium-Bisulfitverfahren wird die Funktion der Laugeverbrennungskessel im System des Chemikalienkreislaufes bei der Zellstoffherzeugung näher dargelegt. Des Weiteren wird auf die Notwendigkeit eines neuen Laugeverbrennungskessels, dessen konstruktive Gestaltung und auf die Problematik der Kesselverschmutzung bei der Laugeverbrennung näher eingegangen. Für den neuen Laugeverbrennungskessel wird eine Reizezeit von einem Jahr veranschlagt.

Beside a general description of Chemiefaser Lenzing AG and of the Lenzing magnesium bisulfite process, the function of the liquor combustion boiler within the chemical recycling system is explained in detail. Moreover, the necessity of a new liquor combustion boiler, its constructive design and the problem of boiler contamination are discussed. A service life of one year is estimated for the new liquor combustion boiler.

Einleitung

Neben der Primärenergieversorgung scheint der Umweltschutz in der Kraftwerkstechnik derzeit der zweitwichtigste Problemkreis zu sein.

Aus der Sicht der Zellstoff- und Papierindustrie, der unser Unternehmen angehört, insbesondere aber aus der derzeitigen Situation in Österreich, wird man sicherlich die Rangordnung umkehren.

Überblick über die Chemiefaser Lenzing AG

Bei einem derzeit durchschnittlichen Energiebedarf von 345 t/h Dampf (mit einem Maximalverbrauch bis zu 415 t/h im Winter) und 37 MW, wobei eine durchschnittliche Stromlieferung von 3,5 MW durch das öffentliche Netz der Oberösterreichischen Kraftwerke AG (OKA) möglich ist, beträgt der Anteil der Energieerzeugung aus Magnesiumbisulfit-Dicklauge und aus Holzscharten von der Entrindung ca. 30 % für das gesamte Werk. Bezogen auf den Energiebedarf der Zellstoffherzeugung, kann dies durch den Selbstversorgungsgrad folgendermaßen ausgedrückt werden:

- für Dampf ca. 89 %
- für Strom ca. 107 %

Durch gezielte Energieeinsparungsmaßnahmen konnte der Selbstversorgungsgrad wesentlich erhöht werden und betrug für 1980:

- für Dampf 106 %
- für Strom 108 %

Dieser hohe Anteil verlangt einen unbedingt sicheren Betrieb der Laugenverbrennung, denn es ist wirtschaftlich untragbar, Laugenkesselausfälle durch Überkapazitäten an Erdgas- und Ölfeuerung abzusichern.

Die Einführung der Laugenverbrennung wurde für das Unternehmen schon zu einer Zeit notwendig, als der Umweltschutz allgemein noch keine Bedeutung erlangt hatte.

Die beengte Lage des Werkes am Abfluß der Ager aus dem Attersee im Salzkammergut, mit einer mittleren Wasserführung von 17 m³/s, machte es bereits in den fünfziger Jahren notwendig, die Ablauge zu erfassen, einzudicken und zu verbrennen. Da das ursprüngliche Kalziumbisulfitverfahren eine Chemikalienrückgewinnung nicht zuließ, mußte aufgrund der Schwefeldioxidemission ein Basenwechsel zu Magnesium vorgenommen werden, wodurch ein Verfahren mit Chemikalienrückgewinnung möglich geworden ist, ein Verfahren, das seit dem Jahre 1963 unter dem Namen *Lenzinger Magnesiumbisulfitverfahren* bekannt ist (Abb. 1).

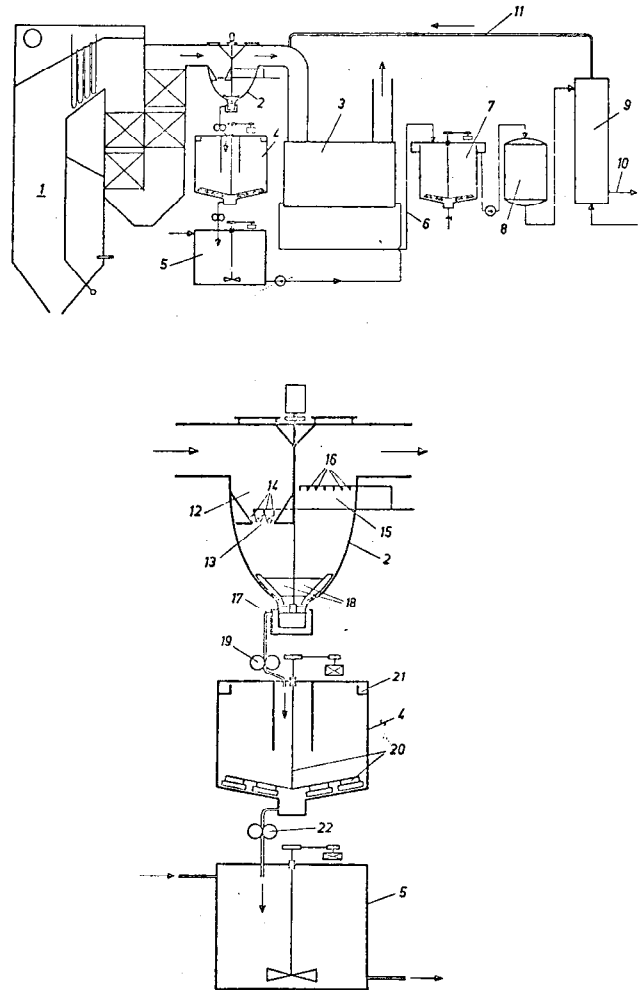


Abb. 1: Lenzinger Magnesiumbisulfitverfahren

Für die Dampferzeugung (Abb. 2) stehen nach Fertigstellung des Energieausbauprojektes insgesamt elf Kessel mit einer Gesamtkapazität von 582 t/h und für die Stromerzeugung acht Turboaggregate mit einer Gesamtkapazität von 91,6 MW zur Verfügung (Tab. 1).

Die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung kann am Beispiel der Stromerzeugung deutlich gemacht werden, und zwar damit, daß es möglich ist, Überschubstrom ins öffentliche Netz zu liefern.

Als Brennstoffe werden in Lenzing eingesetzt:

- Erdgas,
- Heizöl schwer,
- Braunkohle,
- Klärteichschlämme,
- Rinden, Holzabfälle und
- Magnesiumbisulfitdicklauge (ca. 345 000 t) mit einem Brennstoffäquivalent von ca. 63 000 t Heizöl/Jahr.

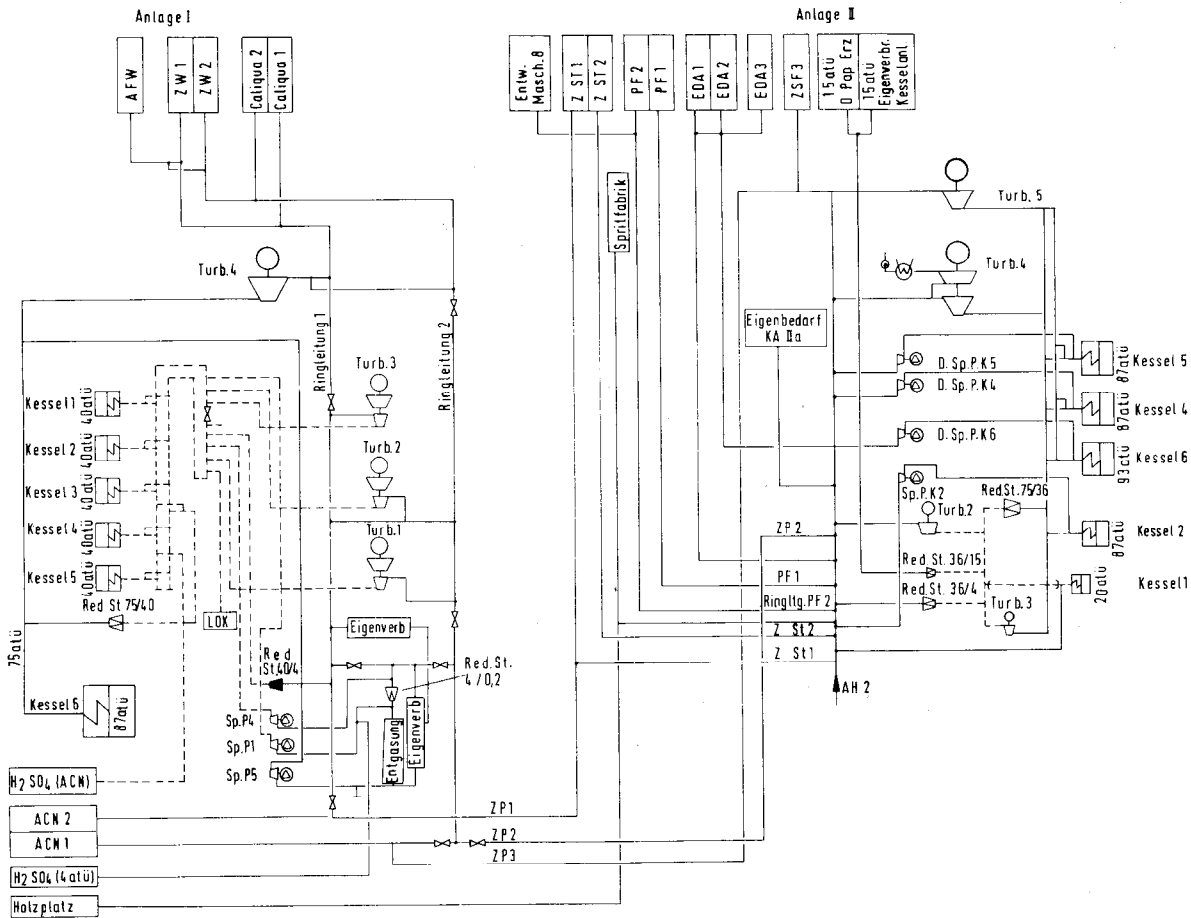


Abb. 2: Dampfschema vereinfacht

Der Chemikalienkreislauf bei der Zellstoffherzeugung

Im Magnesiumbisulfitkreislauf - dem Aufschlußchemikalienkreislauf der Zellstoffherzeugung - nimmt der Laugenkessel die Position des thermischen Reaktors ein, der die Verbindungen des Magnesiums mit dem Schwefel in der Dicklauge thermisch zu reakti-

ktivem Magnesiumoxid und Schwefeldioxid spaltet, sodaß eine Chemikalienrückgewinnung zum Magnesiumbisulfit möglich wird (Abb.3).

Diese Funktion verlangt, daß sich der Laugenkessel den Erfordernissen des Zellstoffbetriebes nicht nur anzupassen, sondern

Tabelle 1: Kessel- und Turbinendaten

Kesseldaten						Turbinen-/Generatordaten									
Energieanlage I															
Nr.	Leistung t/h	Konz. druck atü	FD-Temp. °C	Hersteller	Bau-jahr	Nr.	Leistung t/h MW	FD Temp. °C	Druck atü	Bau- art	GD atü	Dreh- zahl U/min	Span- nung V	Hersteller	Bau- jahr
1	40	42	425	SGP	1939	1	80 11,6	420	40	EK	4	3000	6000	Siemens	1956
2	40	42	425	SGP	1939	2	85 10,0	420	40	EK	4	3000	6000	AEG	1940
3	40	42	425	SGP	1942	3	85 10,0	420	40	EK	4	3000	6000	AEG	1942
4	40	42	425	SGP	1942	4	140 21,0	490	75	G	4	3000	6000	Siemens	1973
5	40	42	425	SGP	1943										
6	140	93	500	Wa.Bi.	1973										
Energieanlage II															
1	12	20	400	Steinmüller	1927	2	50 4,8	400	36	G	4	3000	3000	BBC	1953
2	40	87	500	Steinmüller	1957	3	40 1,6	490	70	G	36	6000/1500	3000	Siemens	1957
4	60(40)	85	500	Wa.Bi.	1961	4	100 16,6	490	70	EK	4	7950/1500	6000	AEG	1965
5	60(52)	87	500	Wa.Bi.	1966	5	110 16,0	490	70	G	4	7950/1500	6000	AEG	1977
6	70	93	500	Wa.Bi.	1977										

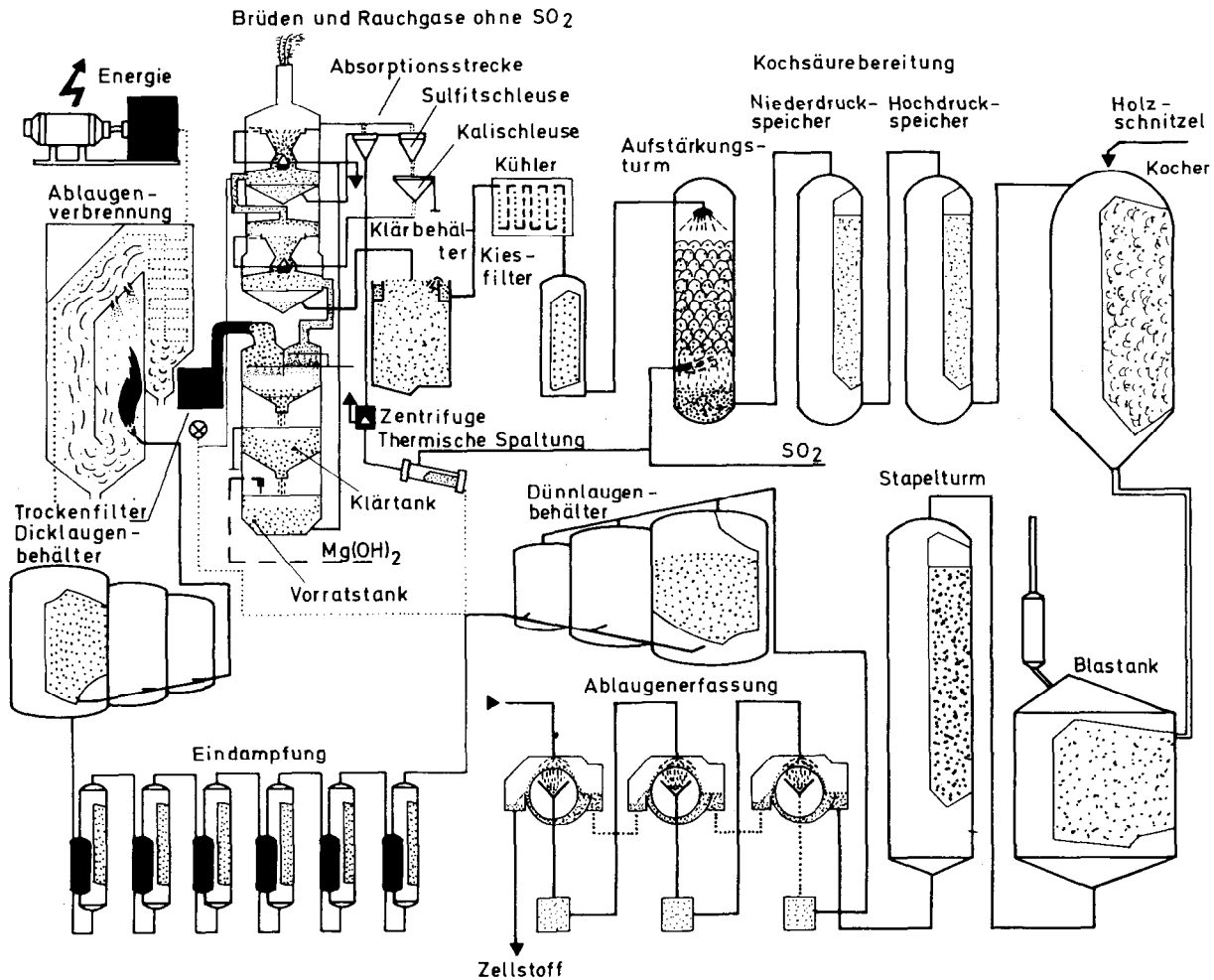


Abb. 3: Ablaugenwirtschaft

sogar unterzuordnen hat, wodurch die zweite wesentliche Funktion des Kessels als Hochdruckdampferzeuger zurücktritt, das heißt, der Laugenverbrennungskessel ist mit konstanter Last zu betreiben, die kochereibedingten, kurzfristigen Dampfbedarfsschwankungen müssen mit anderen Kesseln ausgeglichen werden.

Die primäre Reaktorfunktion des Laugenkessels veranlaßt uns, nach einem Verbrennungssystem zu suchen, das einen

gleichmäßigen, schonenden und effektiven Verbrennungsvorgang ermöglichte (Abb. 4). Mit der Einführung des sogenannten Gegenstromprinzips haben wir einen Weg gewählt, der allen Anforderungen gerecht wird (Abb. 5).

Wesentliches Merkmal ist, daß, nicht wie üblich, Brennstoff und Luft gemeinsam über die Brenner geführt werden. Beim Gegenstromprinzip wird die Lauge über dampfbetriebene Zerstäuber von unten in die Brennkammer gegen die Brennkammerdecke eingedüst, während die Verbrennungsluft über die Brennkammerdecke nach unten strömt. Dabei wird die aufströmende Lauge getrocknet und erreicht im Bereich des Lufteintrittes die besten Verbrennungsbedingungen. Die Entwicklung der Laugenbrennerdüse ist in der Abbildung 6 dargestellt.

Die qualitativen Anforderungen an diese Funktion werden vom Betriebsmann in einem Wort zusammengefaßt:

Er will einen »guten Ausbrand« haben!

Analytisch betrachtet heißt dies etwa:

- Der Weißgrad der Asche (im wesentlichen Magnesiumoxid) soll mindestens 55 % betragen.
- Der Sulfatgehalt im Rauchgas und in der Asche darf nur so hoch sein, daß der Sulfatgehalt in der daraus gebildeten Magnesiumbisulfithochsäure nicht mehr als 0,7 % beträgt (auf MgO bezogen ca. 0,3 %).
- Grundsätzlich ist jede Rußbildung zu vermeiden.
- Die Reaktivität des MgO der Asche soll nahe 100 % liegen.

Die zweite wesentliche Forderung besteht in einer Reisezeit des Kessels von einem Jahr und bedingt eine Beherrschung des Verschmutzungsproblems.

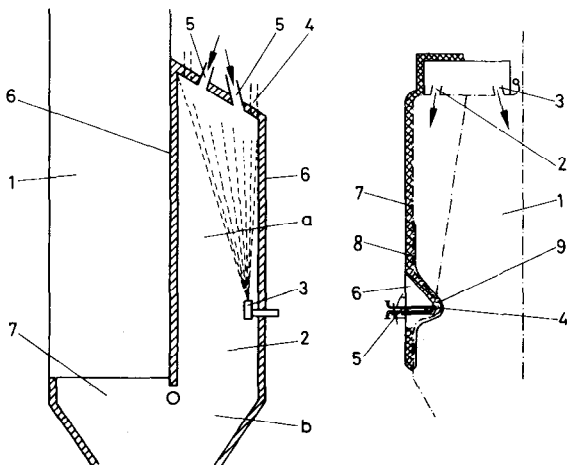


Abb. 4: Laugenbrennkammer

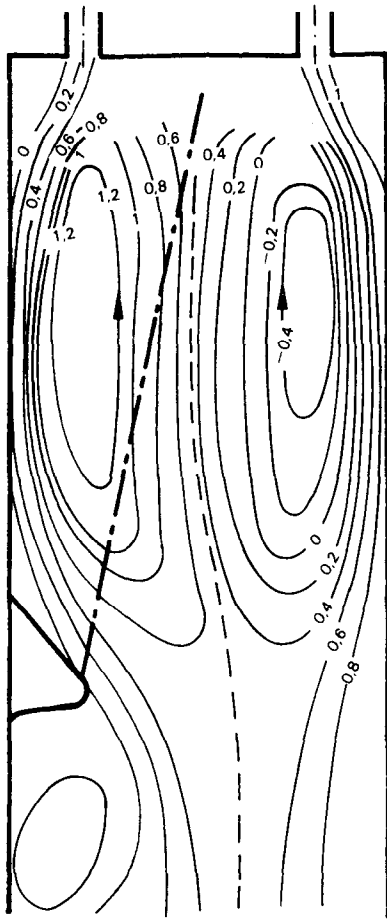


Abb. 5: Strömung in der Laugenbrennkammer

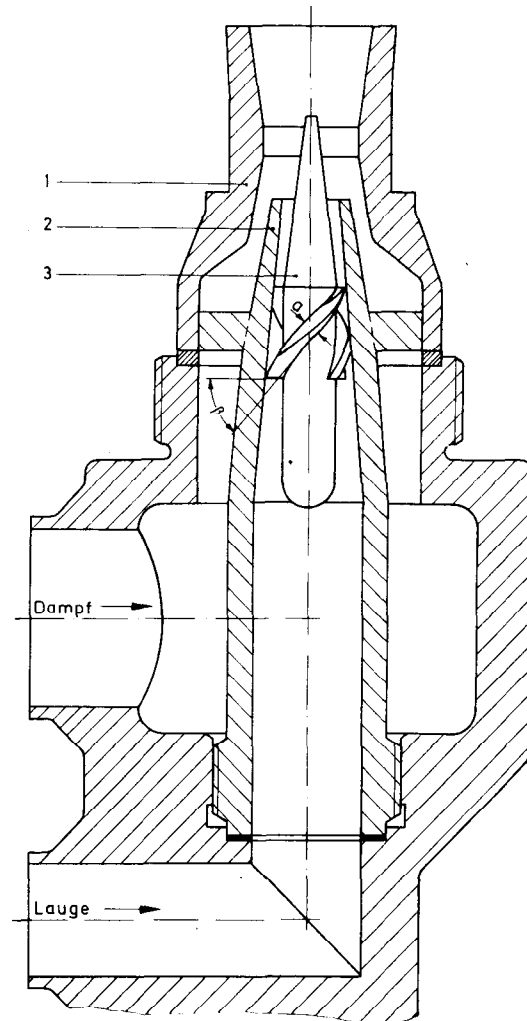


Abb. 6: Brennerdüse

Diese Forderungen bedingen die Einhaltung folgender Parameter:

- Um einen effektiven Ausbrand zu erreichen, muß die Brennkammertemperatur, gemessen in der Brennebene, ca. 1250°C — 1300°C betragen.
- Die Verbrennungslufttemperatur soll bei Eintritt in die Brennkammer mindestens 350°C betragen.
- Der Sauerstoffgehalt des Rauchgases in der Brennkammer soll zwischen 0,5 — 1,0 % betragen und am Ende des Kessels nicht 1,5 % übersteigen.
- Für die Heizflächenverschmutzung ist im wesentlichen nur der Alkaligehalt (im wesentlichen Kalium) der Dicklauge in Zusammenhang mit den Temperaturdifferenzen zwischen Rauchgas und Rohrwand im Bereich der ersten Konvektionsheizflächen (Überhitzer) verantwortlich.

Bis auf den Alkaligehalt der Dicklauge sind alle anderen Merkmale durch die Kesselkonstruktion beeinflussbar.

Zur Einstellung des verträglichen Alkaligehaltes muß im System der Mg-bisulfitrückgewinnung eine entsprechende Schleuse aufgebaut werden, die mit dem Klarwasserüberlauf im Klärbehälter des Lenzinger Magnesiumbisulfitrückgewinnungssystems gegeben ist.

Im folgenden wollen wir die Gründe für die Errichtung eines neuen Laugenkessels 6 sowie die an den bestehenden Kesseln 4 und 5 gewonnenen Erkenntnisse darlegen und deren Einfluß auf die Gestaltung von Kessel 6 zeigen.

Neuer Laugenverbrennungskessel

Notwendigkeit der Errichtung

Die Umweltschutzforderung verlangt, daß die infolge der höhe-

ren Ablaugenerfassung und bei der vorgesehenen Zellstoffproduktion von 113 000 t/a sich ergebende Dicklaugenmenge unter allen Umständen nur mit Rückgewinnung verbrannt werde, also auch bei Revisionsfällen. Dies kann mit den bestehenden Einrichtungen nicht erfüllt werden. Gleichzeitig wird mit dem Neubau auch ein wirtschaftlicher Effekt erreicht.

Die Festlegung der Kapazität wurde so getroffen, daß die maximal anfallende Dicklaugenmenge im Parallelbetrieb mit Kessel 5 und Kessel 6 bewältigt werden kann.

Dies führt zu folgenden Auslegungsdaten für den neuen Kessel 6:

Brennstoff:

25 t/h Dicklauge mit einem Hu von 1855 kcal/kg mit einem ATS-Gehalt von 55 — 59 %, zusätzlich 500 kg/h Heizöl als Impfpöl in der Lauge und zusätzlich 2 x 200 kg/h Heizöl in den Ölzündern.

Dampfparameter:

Leistung 70 t/h, Frischdampfdruck 75 atü, Frischdampf Temperatur 500°C. — Abgastemperatur in gereinigtem Kesselzustand 180°C.

Erfahrungen mit den zwei bestehenden Laugenverbrennungskesseln und Berücksichtigung dieser Erfahrungen bei der konstruktiven Gestaltung des neuen Kessels 6

Die Kessel sind in ein Stahlgerüst eingehängt: Kessel 4 in 2-Zug-Bauweise, Kessel 5 in 3-Zug-Bauweise in gemauerter Ausführung mit dicht an dicht liegenden Steigrohren in der Laugenbrennkammer und dem nachgeschalteten Strahlungsraum.

Die Laugenbrennkammer ist, um die Verbrennungstemperatur von 1250°C zu halten, entsprechend ausgestampft. Die Kessel sind, um genügende Gasdichtheit zu erzielen, mit einer Blechverkleidung abgeschlossen. Die Überhitzerheizflächen sind im Querzug und im Abwärtszug angeordnet, anschließend sind die Luvo- und die Eco-Heizflächen untergebracht. Die Kessel werden mit Unterdruck betrieben.

Die Reinigung der Heizflächen erfolgt im Strahlungsraum mittels Wandwasserbläser, im Querzug mittels Längsschraubwasserbläser und in den weiteren Kesselzügen mittels Kugelregen.

Konstruktive Gestaltung der Kessel

Infolge Hinterfüllung der Steigrohre mit Schlacke und Asche kommt es zu Dehnungsbehinderungen und als Folge davon hin und wieder zu Schäden an den Steigrohren durch das Ausreißen von Halterungsglaschen bzw. zum Heraustreten von einzelnen Rohren aus dem Wandverband.

Bei der Laugenbrennkammer treten bis auf den Verschleiß der Ausstämpfung selbst eigentlich keine Schäden auf.

Die Aufhängung des hängenden Überhitzers im Querzug ist ungekühlt, und es treten vor allem unter dem Einfluß des Wasserrußblasens Schäden an diesen Aufhängungen auf.

Die erste mit dem Kugelregen beaufschlagte Heizfläche (liegender Überhitzer) wird bei den ersten zwei Rohrreihen mittels aufgeschweißter Schutzwinkel gegen »Aufkugeln« geschützt. Diese Schutzwinkel unterliegen infolge der schlechten Kühlung einem starken Verschleiß, und es kommt hier auch zu Rohrschäden infolge »Aufkugeln«.

Bei dem Austrittsluvopakete (luftseitig) kommt es infolge der relativ hohen Rauchgastemperatur von 480° C bei Kessel 4 zum Verziehen der einzelnen Luvotaschen und auch zu relativ hohem Verschleiß der Schutzwinkel bei den Eintrittskanten (rauchgasseitig).

Wärmetechnische Auslegung und erreichbare Verbrennungskapazität

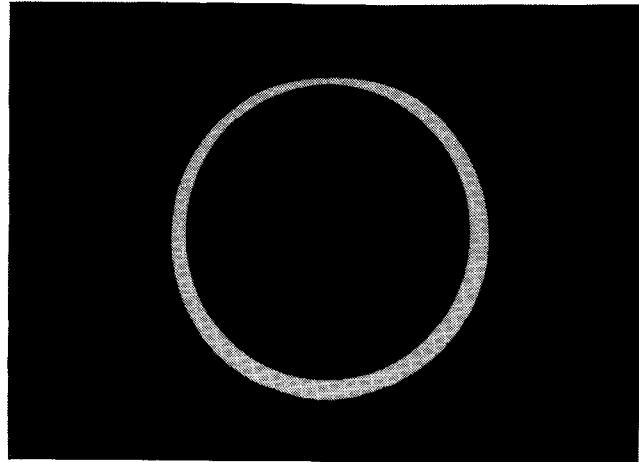
Grundsätzlich kann gesagt werden, daß die Rauchgastemperatur vor Eintritt in die ersten Überhitzerheizflächen zu groß ist, da sehr große Einspritzwassermengen zur Beherrschung der Frischdampftemperatur erforderlich sind, und andererseits die Abgastemperatur gegenüber den Auslegungswerten zu hoch ist.

Die Auslegungsverbrennungsleistung (Kessel 4 mit 20 t/h Kalziumbisulfitleuge, Kessel 5 mit 25 t/h Magnesiumbisulfitleuge) wird nur zu etwa 85 — 90 % im Dauerbetrieb erreicht. Der Grund dafür ist keineswegs eine unrichtige Dimensionierung der Laugenbrennkammer, denn es wird sogar ein einwandfreier Ausbrand noch bei voller Laugenmenge erreicht, sondern weil die Verschmutzung der Heizfläche bei höheren Belastungen innerhalb kurzer Zeit so stark ansteigt, daß sie mit den vorhandenen Reinigungseinrichtungen nicht mehr beherrscht werden kann (Bereich Kugelregen). Es kommt daher dem folgenden Punkt die größte Bedeutung zu.

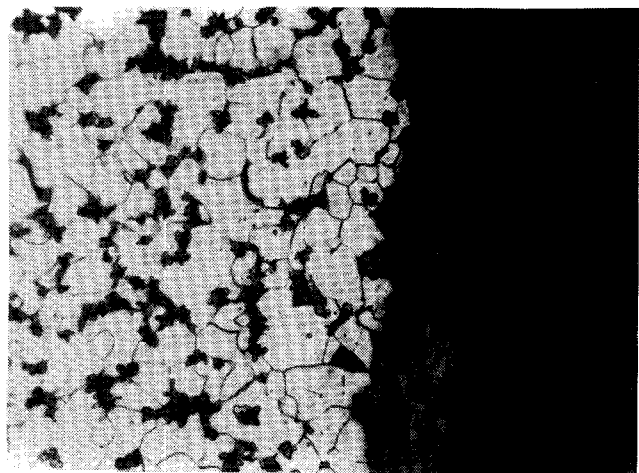
Reinigungseinrichtungen und Verschlackungsproblem

Für einen einwandfreien Kesselbetrieb ist die Beherrschung der Verschmutzung das gravierendste Merkmal.

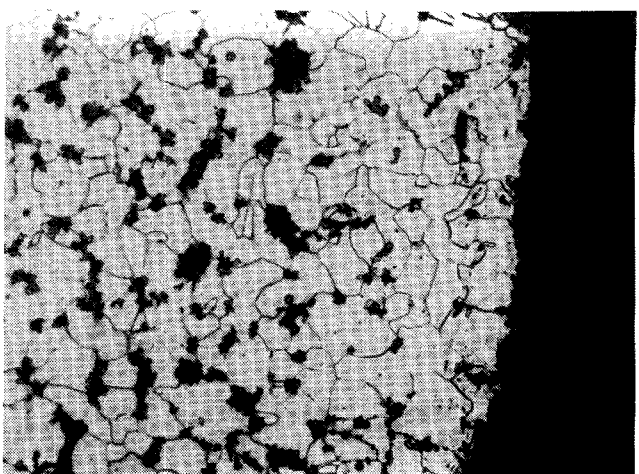
Im Strahlungsraum sind auf Wasser umgebaute Wanddampfbläser eingesetzt, deren Reinigungseffekt sehr gut ist. Die ursprünglich eingesetzten Dampfbläser waren in ihrer Wirkung unzureichend. Es entstanden harte, teilweise durch chemische Reinigung nicht entfernbare Beläge. An den Steigrohren wurden im Bereich der Rußbläser Rohrabzehrungen festgestellt, vor allem an den Rohren, die sich aus dem Wandverband infolge behinderter Dehnungen herausgeschoben haben, also mehr dem Wasserstrahl des Bläfers ausgesetzt sind. Die ersten Rohrschäden traten nach fünf Jahren auf (Abb. 7). Als Ursache wurde festgestellt, daß sich die rauchgasseitig bildende Oberflächenkorrosionsschicht bei entsprechender Dicke durch Abschrek-



a) Lichtabdruck des Schnittes



b) Außenrand im Bereich der Verschwächung »500 : 1«

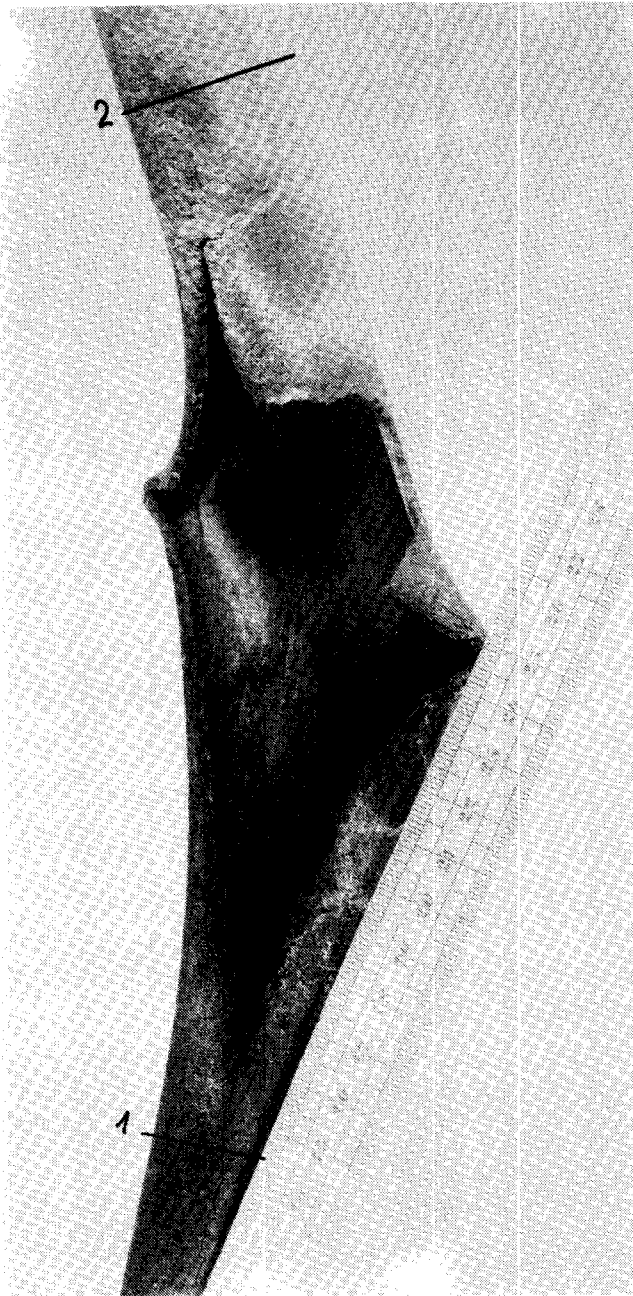


c) Innenrand im Bereich der Verschwächung »500 : 1«
Ätzung: Nitrat

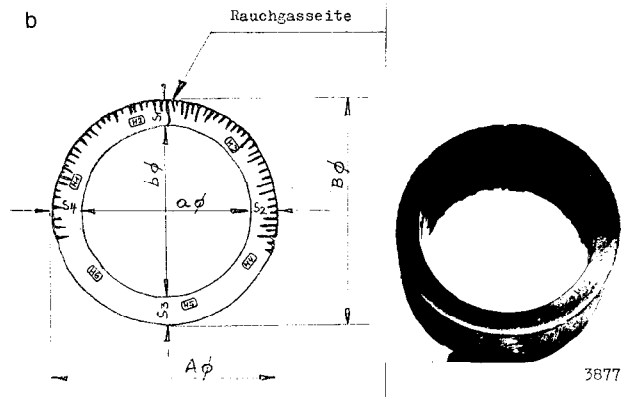
Abb. 7: Rohrabzehrung des Verdampferrohres

ken infolge der auftreffenden Wassertröpfchen vom Rohrgrundmaterial absprengt. Als Abhilfemaßnahmen werden Schutzschalen aus SAS4-Blech an die Rohre angeheftet, was natürlich im Hinblick auf die Wärmeübergangsverhältnisse etwas problematisch ist. Mit dieser Maßnahme wird dieses Problem aber im wesentlichen beherrscht

Beim Endüberhitzer aus 13 Cr Mo 44 (im Querzug) sind ebenfalls auf Wasser umgebaute Dampfbläser eingesetzt,



a) Schadenstelle auf der Außenseite



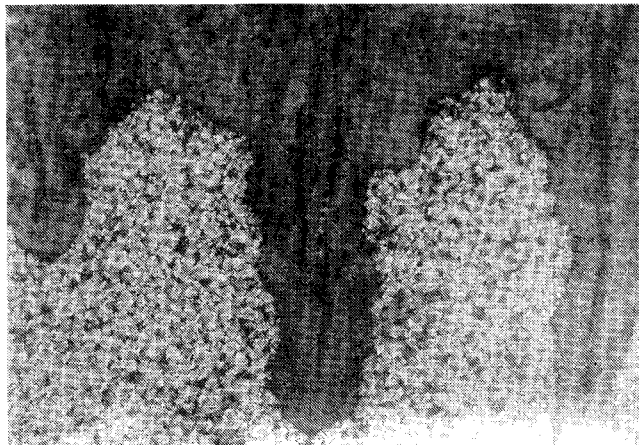
Ergebnisse der Wanddicken- und Durchmesser-Messungen

Probe:	$a\phi$	$A\phi$	$b\phi$	$B\phi$	s_1	s_2	s_3	s_4
1	25,3	31,8	26,2	33,4	2,8	3,6	3,6	3,6
2	25,3	32,6	25,6	32,6	3,1	3,4	3,7	3,8

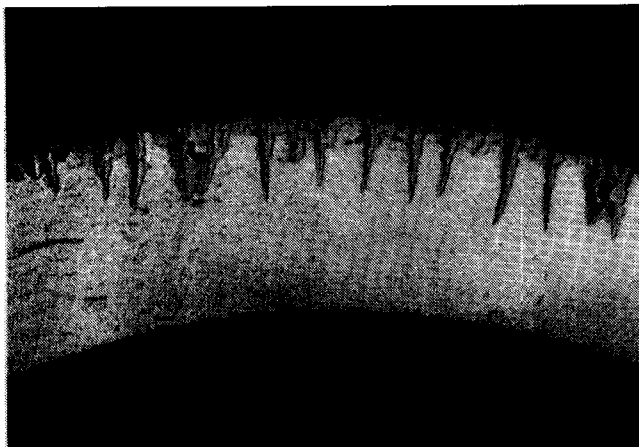
Ergebnisse der Härtemessungen (Vickers $H_v,10$)

Probe:	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6
1	156	156	160	156	156	151
2	156	156	156	156	151	156

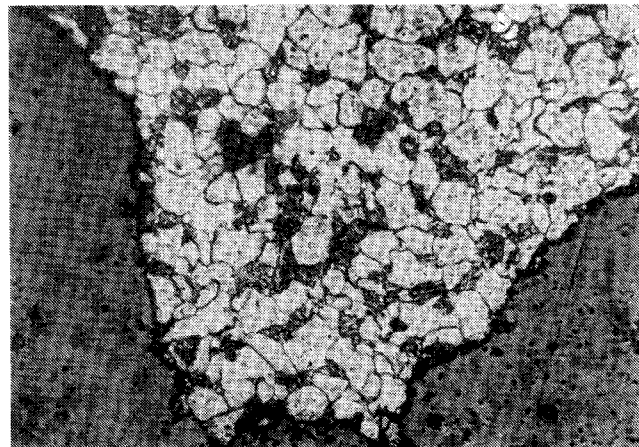
Sollwerte: 130 bis 170 $H_v,10$ (Werkstoff: 13 Cr Mo 4 4)



d) Außenrand auf der Rauchgasseite »100 : 1«



c) Rohrwand auf der Rauchgasseite »12 : 1«



e) Außenrand auf der Rauchgasseite »500 : 1«

Abb. 8: Thermoschockschäden beim Endüberhitzer

deren Reinigungswirkung ebenfalls sehr gut ist. Untersuchungen von Rohrschäden, die nach siebenjähriger Betriebszeit auftraten zeigten, daß diese durch Thermoschockrisse entstanden waren (Abb. 8). Daß Rohrschäden durch Aufkugeln bei den mit Kugelregen gereinigten Heizflächen auftreten können, wurde schon erwähnt.

Der kritischste Punkt bezüglich Verschmutzung liegt im Bereich des liegenden Überhitzers (1. Paket im Abwärtszug) und im Bereich des Luvos. Durch die enge, versetzte Teilung ergeben sich aus sich aufbauenden Schlacken, Flugasche und Kugeln hin und wieder Verstopfungen, die sich im Laufe der Zeit natürlich vergrößern und letztlich ein Abstellen des Kessels erzwingen. Ein Verriegeln der engen Luvotaschen ist bedingt durch die vom darüberliegenden Überhitzer herabfallenden Krustenbrocken und Kugeln.

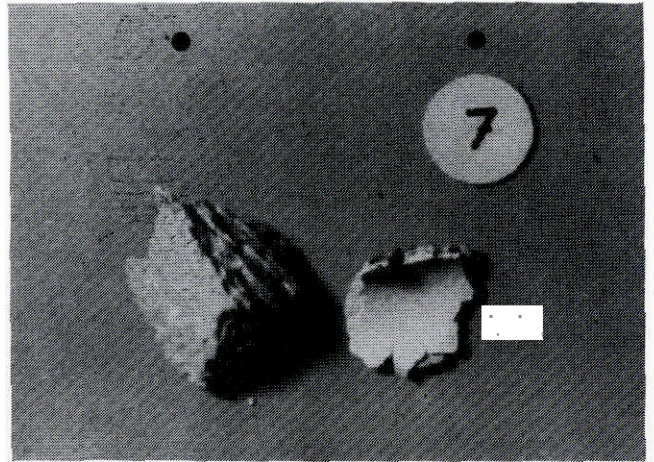
Das Verschmutzungsproblem tritt vor allem dann gravierend zu Tage, wenn der Kessel aus betrieblichen Gründen im Leistungsbereich und darüber hinaus gefahren werden muß. Weiters wurde beobachtet, daß sich bei gleicher Kessellast und gleichem Reinigungszyklus die Abgastemperatur in gewissen Perioden ändert.

Diese Tatsachen haben es notwendig gemacht, mehr Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Brennstoffzusammensetzung und Verschmutzungsproblem in Abhängigkeit von der Kessellast, den Rauchgastemperaturen in den einzelnen Heizflächen und den Wandtemperaturen zu erlangen.

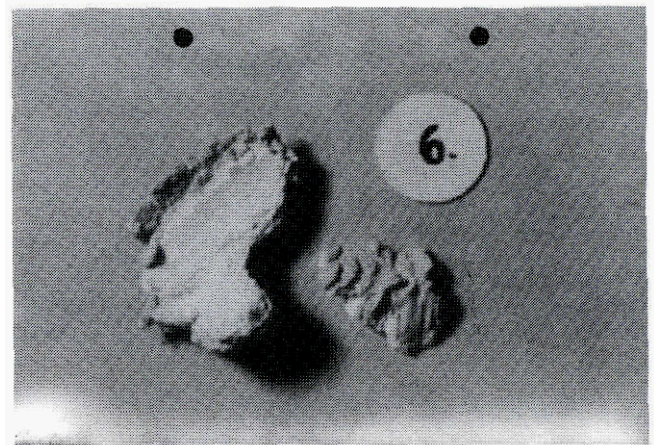
Die mit den Firmen Wagner-Biro und Steinmüller durchgeführten Untersuchungen an Belägen zeigten etwa folgendes Bild Die in der Strahlungskammer (Steigrohre) und im Querzug (Endüberhitzer) vorgefundenen Beläge sitzen verhältnismäßig locker auf den Rohren und können mit den eingebauten Wasserbläsern leicht entfernt werden (Abb. 8). Der Belag weist eine lockere, weiße Unterschicht und eine dunklere, härtere Oberschicht auf. Hier liegen Oberflächentemperaturen von ca. 300°C bzw. 520°C vor (Endüberhitzer).

Die an den Schutzwinkeln des liegenden Überhitzers sich bildenden Beläge (Abb. 9) haben einen sinterartigen Aufbau mit einer dünnen weißen Unterschicht und sitzen sehr fest. Die Oberflächentemperatur beträgt hier etwa 650°C.

Sämtliche Beläge weisen Kaliumgehalte zwischen 15 und 30 %, bezogen auf K₂O, auf, wobei der Kaliumgehalt in den weichen, kdrnigen Unterschichten deutlich höhere K₂O-Werte ergibt als in den sinterartigen Ablagerungen (Tab. 2). Die Art der Belagsbildung wurde von Kirsch und Pömann beschrieben'



a



b

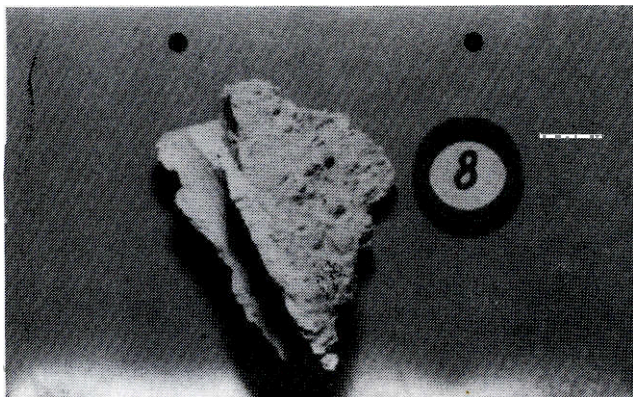
Abb. 9 Beläge am Verdampferrohr

K₂O und MgO liegen in den Belägen mit hohem K₂O-Gehalt fast ausschließlich schwefelgebunden vor, während in den harten Außenschichten auch freies MgO vorhanden ist. Die in den Schlacken vorhandenen Magnesium-, Kalium-, Natrium- und Kalziumionen können in den Sulfaten Mischkristalle bilden,

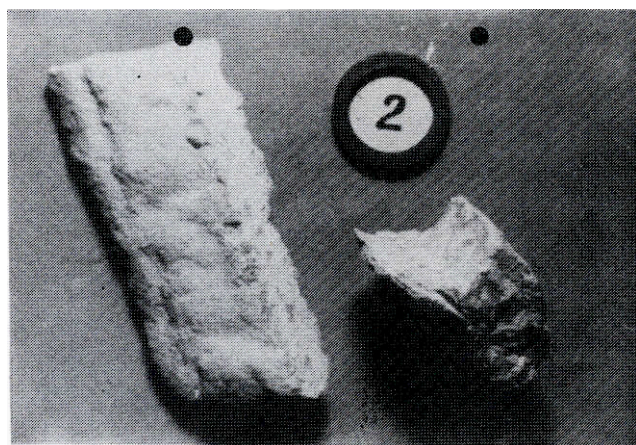
Tabelle 2 Schlackenanalyse und Dicklaugenanalyse

Dicklauge		Flugasche		Verdampferrohr vor liegendem Überhitzer		Endüberhitzer	liegender Überhitzer Schutzwinkel	
7325 - 7535 kJ/kg				T _{RG} ~ 950°C T _W ~ 310°C		T _{RG} ~ 900°C T _W ~ 520°C	T _{RG} ~ 800°C T _W ~ 650°C	
				weiße Schicht*	Rest**		weiße Schicht	Rest***
				%	%	%	%	%
ATS	54 %							
C	42.6 %	MgO	72.0%	16.08	21.22	22.66	23.43	25.65
H	5.0 %	CaO	4.0%	1.23	1.29	1.85	2.07	1.95
S	7.5 %	K ₂ O	5.0%	28.02	18.77	15.31	17.66	16.82
N	0.1 %	SO ₃	13.0%	53.6	54.34	57.01	54.97	55.01
		Na ₂ O	0.2%	0.51	0.20	0.21	0.21	0.12
O	38.2 %	Me ₂ O ₃	1.3%	0.35	0.45	0.29	0.43	0.37
Asche	6.6 %	davon Fe ₂ O ₃	0.6%	0.14	0.27	0.18	0.17	0.18
davon	4.8 % MgO	HCl unl.	0.1%	0.06	0.9	0.1	0.10	0.09
	0.33% K ₂ O	Glühverlust	4.6%	0.9	2.83	2.57	1.07	0.99

* Probe 6.1 in Bild 10
 ** Probe 6.2 in Bild 10
 *** Probe 8.12 in Bild 10



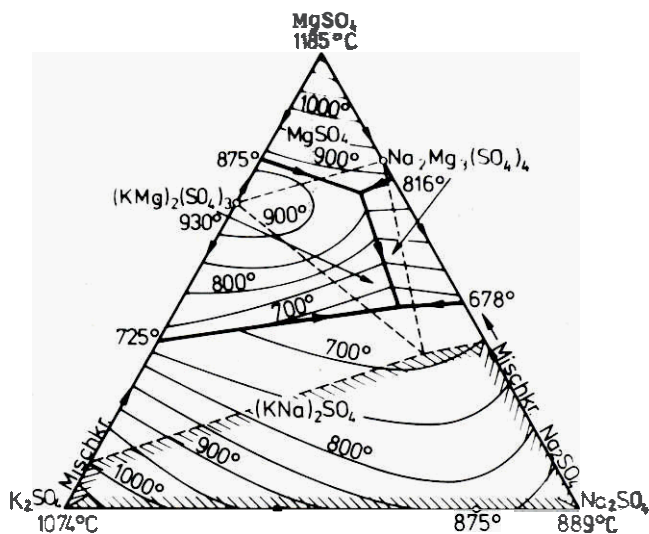
a



b

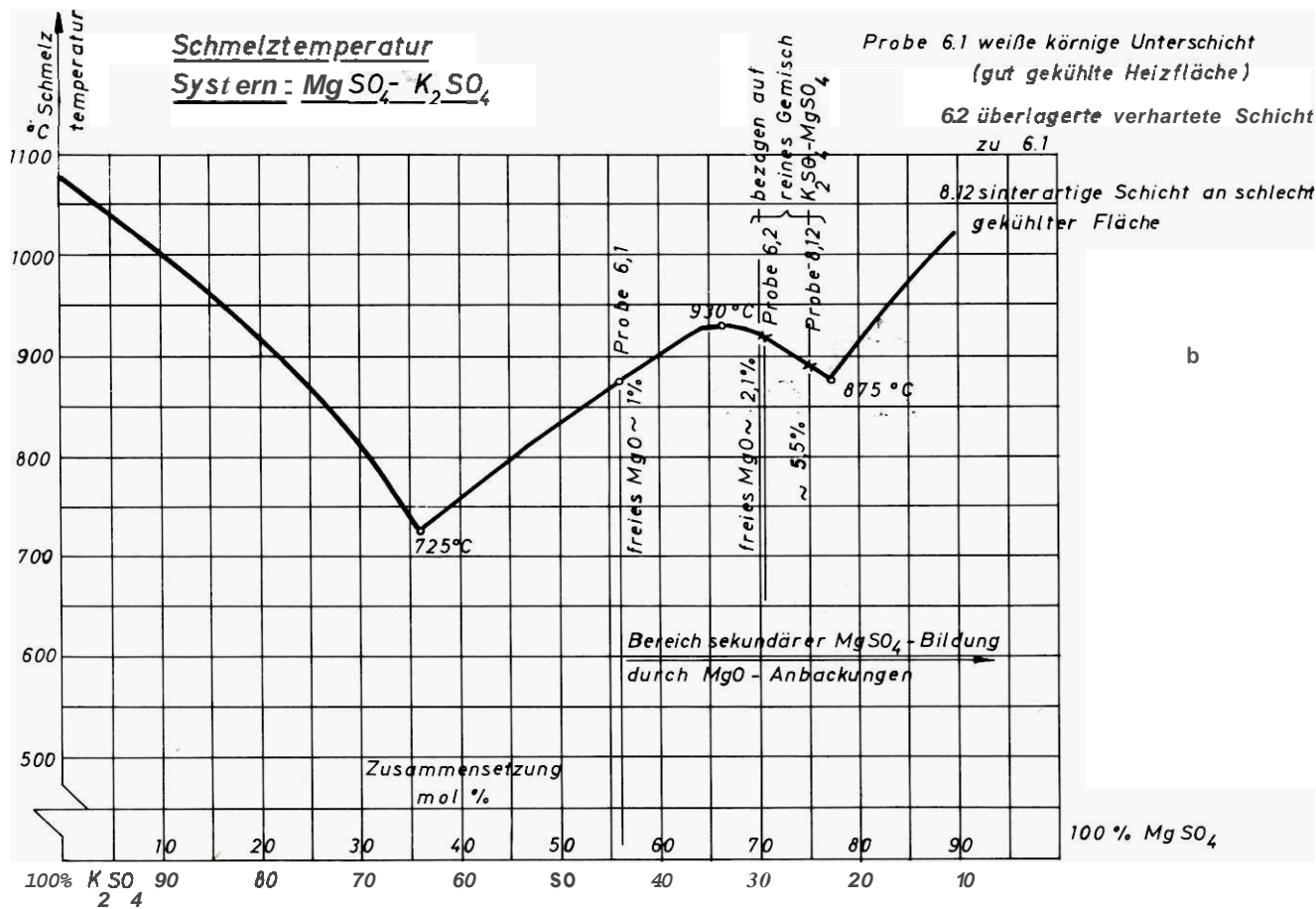
Abb. 10: Beläge am liegenden Überhitzer

die Eutektika bilden, die wesentlich tiefere Schlackenschmelzpunkte aufweisen als die Einzelbestandteile, z.B. bis unter 750°C (Abb. 10 u. 11).



Das System $MgSO_4 - K_2SO_4 - Na_2SO_4$ nach E. Janeček: Über das Schmelz- und Erstarrungsbild des doppelternären Systems $(K_2Na_2Mg)(Cl_2SO_4)$. Z. anorg. allg. Chem. 261 (1950), S. 213.

Abb. 11: Schmelzdiagramm: System $MgSO_4 - K_2SO_4$



b

Je tiefer die Temperatur der Oberfläche ist, auf welcher das klebrige Aschenteilchen (hoher K_2SO_4 -Anteil) auftritt, um so schneller wird es abgekühlt, und es bildet sich auf der Oberfläche ein relativ lockerer Belag.

Je höher die Oberflächentemperatur ist, um so länger bleibt das Aschenteilchen im klebrigen Zustand, und es kann freies MgO an sich binden und schneller einen stärkeren Belag aufbauen, als dies bei kühleren Oberflächentemperaturen der Fall ist. Dieser Belag wird durch die herabfallenden Kugeln des Kugelregens noch mehr an die Oberfläche gepreßt. Es baut sich hier ein sinterartiger Belag auf, der nur eine sehr dünne, feinkörnige Unterschicht aufweist.

Heizflächen, die in einem tieferen Rauchgastemperaturgebiet liegen, können mit dem Kugelregen einwandfrei gereinigt werden.

Als wesentlichster Einflußfaktor für den Grad der Verschmutzung zeigt sich also der Kaliumgehalt in der Dicklauge. Diesbezügliche Versuche: Verminderung des Kaliumgehaltes in der Dicklauge (Möglichkeit der Schleusen im Chemikalienkreislauf), ergaben eine Absenkung der Rauchgastemperatur bei gleichbleibendem Zyklus der Reinigung und gleichbleibender Last (Erhöhung des Aschenschmelzpunktes durch verringerten Kaliumgehalt). Der Eintrag des Kaliums erfolgt durch das Holz (Abb. 12). Eine Möglichkeit diesen zu beeinflussen, ist durch den Klarwasserüberlauf gegeben.

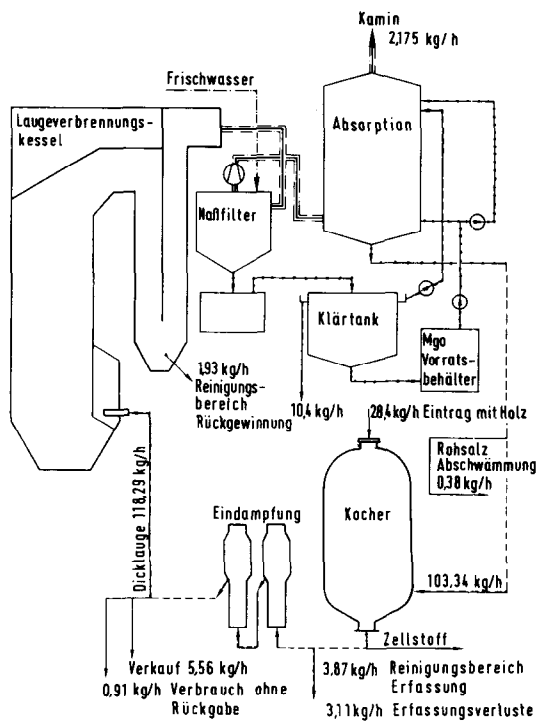


Abb. 12: Kaliumbilanz

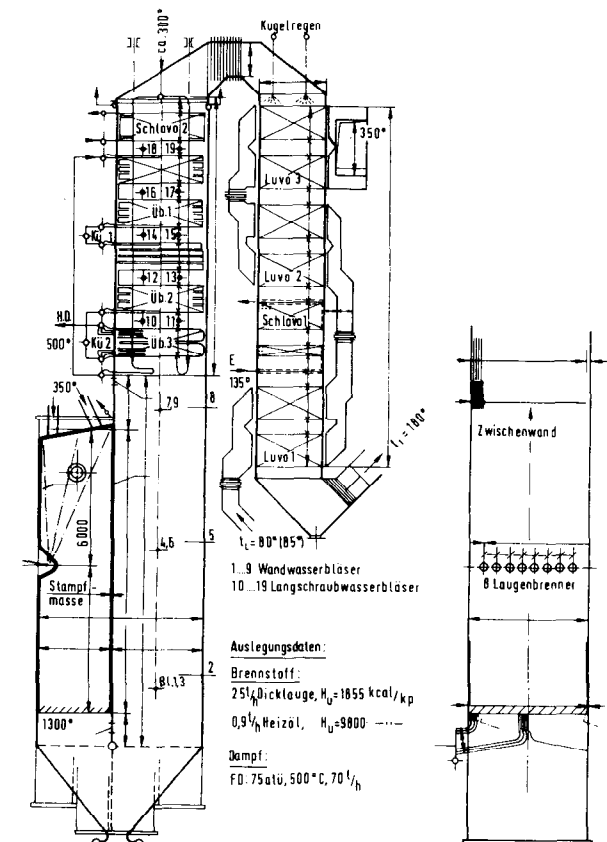
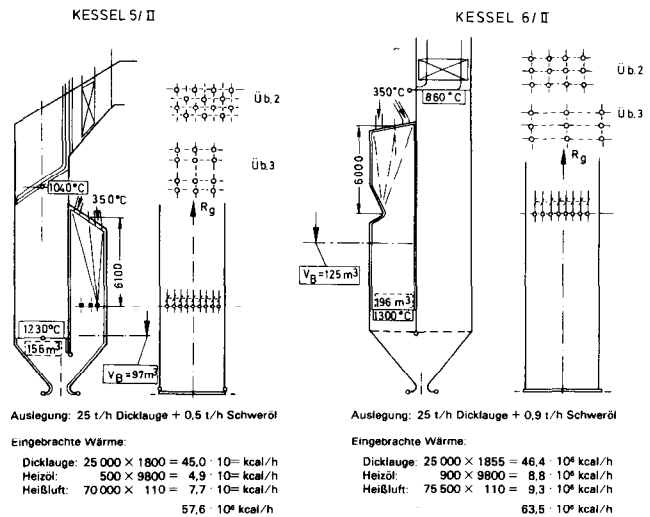


Abb. 13: Vergleich zwischen Kessel 5 und 6

Die hier angeführten Erkenntnisse wurden nun bei der konstruktiven Gestaltung des neuen Kessels entsprechend berücksichtigt (Abb. 13 u. Tabelle 3):

- Der Kessel wurde in hängender Bauweise, jedoch in Membranwandkonstruktion ausgeführt, wodurch die Schwierigkeiten mit den Dehnungsbehinderungen unterbunden werden. Weiters können die Feuerraumrohre nicht mehr aus dem Verband heraustreten, und es ist eine einwandfreie Gasdichtheit gegeben; gleichzeitig entfällt die schwere Ausmauerung.
- Die Zuordnung zwischen Rußbläseereinrichtung und Wandebene ist fix gegeben.

Um für die wärmetechnische Auslegung des neuen Kessels einwandfreie Unterlagen zu haben, wurde der Kessel 5 genau durchgemessen, um damit Rückschlüsse auf einzusetzende Verschmutzungsbeiwerte zu erhalten (vor allem im Bereich der Strahlungskammer).

Zur Beherrschung des Verschmutzungsproblems wurden folgende Maßnahmen getroffen:

- Rauchgastemperatur vor Eintritt in die ersten Nachschaltheizflächen nur noch max. ca. 850°C (entsprechend großer Strahlungsraum),
- Heizflächenausführung in fluchtender Anordnung und mit breiteren Gassen,

Tabelle 3: Vergleich zwischen Kessel 5 und 6

	Kessel 5	Kessel 6	Änderung
1. Auslegung: Brennstoffe	25 t/h Dilg. Hu = 1800 0,5 t/h Öl Hu = 9800	25 t/h Dilg. Hu = 1855 0,9 t/h Öl Hu = 9800	
Dampf	60 t/h, 75 atü 500 °C	70 t/h, 75 atü 500 °C (480 °C)	
2. Eingebrachte Wärmemenge in Brennkammer	57,6 Gcal	63,5 Gcal	+10,2%
3. Volumen der ausgest. Brennkammer bis Ende Verbrennung = gedachte Linie 2 m unterhalb der Brennebene	97 m ³	125 m ³	+28,8%
4. Brennkammerquerschnitt (Ausstüpfung berücksichtigt)	12,0 m ²	15,6 m ²	+30%
5. Volumenbelastung zu Punkt 3	593 800 kcal/m ³ h	508 000 kcal/m ³ h	-14,4%
6. Querschnittsbelastung	4,8 Gcal/m ² h	4,7 Gcal/m ² h	-15,2%
7. Volumen der gesamten ausgestüpfen Brennkammer	156 m ³	196 m ³	+25,6%
8. Volumenbelastung zu Punkt 2	369 000 kcal/m ³ h	324 000 kcal/m ³ h	-12%
9. Oberfläche der gesamten gestüpfen Brennkammer	203 m ²	226 m ²	+11,3%
10. Brennkammerausstüpfung			
Stampfmasse	Radex Percromit Feuerbeton	Koppers Pyrax CE15H (52% Al ₂ O ₃)	
Stärke	50 mm	16 mm	
λ bei 1200 °C	1 kcal/mh °C	1 kcal/mh °C	
Bestiftung	Sicromal 10	Sicromal 10	
d x l	10 Ø x 50 mm	10 Ø x 16 mm	
λ	20 kcal/mh °C	20 kcal/mh °C	
Anzahl		~ 800-1000 , ³	
λ (Stampfmasse + Stifte)		2,1 bis 2,5 kcal/mh °C	
Schlacken-Aschenschicht	MgO	MgO	
Stärke	~ 10 mm	~ 10 mm	
λ	0,5 kcal/mh °C	0,5 kcal/mh °C	
11. Brennkammerendtemperatur	1230 °C	1300 °C	
12. Rg. Temperatur Ende Strahlungsraum	1040 °C	860 °C	
13. Abgastemperatur	180 °C	180 °C	
14. SpW. Temperatur	105 °C (135 °C)	105 °C (135 °C)	
15. FD-Temperatur	500 °C, 75 atü	500 °C, 75 atü	
16. Luftaufwärmung	80 °C → 350 °C	80 °C → 350 °C	
17. Laugebrenner			
Anzahl	13 (9 + 4)	8	
max. Leistung/Brenner	2 t/h	3,6 t/h	
Laugedruck	4 atü	15 atü	
Dampfdruck	4 atü	6 atü	
Dampfbedarf	250 kg/h u. Brenner	300 kg/h u. Brenner	
18. Zündölbrenner			
Dampfzerstäuber	Dampfzerstäuber	Dampfzerstäuber	
Anzahl	2	2	
Leistung	750 kg/h Heizöl	800 kg/h Heizöl	
Oldruck	18 atü	15 atü	
Dampfdruck	10 atü	15 atü	
Dampfbedarf	150 kg/h	50 kg/h	

- Luvoheizflächen im zweiten Zug ohne darüberliegende Heizflächen, damit durch herabfallende Krusten die Luvo-taschen nicht mehr verlegt werden können,
- Rauchgaseintrittstemperatur in jedem Luvo nur noch ca. 425°C und eine bessere Aussteifung der Luvotaschen, damit sich diese nicht mehr verziehen können,
- wesentlich erhöhte Anzahl von Rußbläsern (19 Stück) mit einem die Heizflächen schonenderen Rußblasevorgang, der jedoch eine einwandfreie Reinigung gewährleistet,
- der sich im zweiten Zug befindliche erste Ecoteil, welcher mit Kugelregen gereinigt wird, besitzt keine aufgeschweißten Schmutzwinkel mehr, jedoch ist die oberste Rohrreihe verstärkt ausgeführt.

Zur Ausführung des Kessels 6 muß auch noch bemerkt werden, daß der Kessel im Hinblick auf die durchzuführende Laugenneutralisation großzügig ausgelegt worden ist, da bei der Inbetriebnahme der Laugenneutralisation ein etwa doppelt so großer Ascheanfall in der Dicklauge sich ergeben wird, wie es derzeit der Fall ist, und daher auch mit größeren Verschmutzungen zu rechnen ist. Der Kessel besitzt aus diesem Grund ein dem Rückgewinnungssystem vorgeschaltetes Multizyklon-Trockenfilter.

Alle diese getroffenen Maßnahmen machen den Laugenkessel 6 zu einem betriebssicheren und effektvolleren Aggregat.

Die Reisezeit ist mit rund 8000 h veranschlagt, und die Dauerleistung wird über der garantierten erwartet.

Der Kessel 6 im Verband des Magnesiumbisulfidkreislaufes trägt dazu bei, die bis zu über 99 % erfaßte Ablauge zu verarbeiten und Rückgewinnungsgrade bei MgO von über 90 % und bei Schwefel bis zu 90 % zu erreichen.

Literatur:

- 1) Phasenanalytische Untersuchungen von Ablagerungen aus Magnesiumbisulfid-Ablaugenkesseln der Zellstoffproduktion bei der internationalen Tagung: »Korrosion in Müll- und Abfallverbrennungskesseln«, 7.u.8. April 1970, Düsseldorf

KORROSIONSSCHUTZ W. HÖHNEL KG.



**Wertarbeit
für Wertobjekte**

A—4021 LINZ/DONAU, BISCHOFSTRASSE 5
Tel. 0732/72606 Serie, FS 02 1469
Postfach 202, Telegrammadresse: Höhnel KG.
Korrosionsschutzwerk: Linz, Zamenhofstr. 41

Kostentrends bei Viskosefasern

F. Kogler, Chemiefaser Lenzing AG, Lenzing

Die wahrscheinliche Entwicklung der Kosten für Viskosefasern ist ein sehr interessantes Thema und stellt für die Nonwoven-Industrie, in der Viskosefasern in großen Mengen eingesetzt werden, in der Kalkulation einen bedeutenden Faktor dar. Viskosefasern haben in der Nonwoven-Industrie einen großen Marktanteil dank der Eigenschaften dieser Fasern, aber es könnte zu Veränderungen des Marktanteils kommen — im positiven oder negativen Sinn, abhängig von der Preisentwicklung in Relation zu anderen Fasern.

Eine Prognose über die Entwicklung der Kosten ist jedoch sehr schwierig zu erstellen in einer Zeit, da die Energie- und Rohstoffpreise von so vielen Faktoren, einschließlich der politischen Lage, abhängig sind. Trotzdem haben wir versucht die wichtigsten Kostenfaktoren zu analysieren mit einigen Bemerkungen darüber, wie wir selbst die künftige Entwicklung sehen.

Zunächst jedoch einige Bemerkungen über den Verbrauch an Viskosefasern, um die Bedeutung der Nonwoven-Produktion für die Viskosefaserindustrie zu demonstrieren.

Weltweit schätzen wir, daß ca. 8 % des gesamten Viskosefaser-Verbrauchs auf den Nonwoven-Sektor entfallen. In Westeuropa sind es 18 % des gesamten Verbrauchs.

In den USA beträgt der Anteil 35 %, wenn wir den gesamten Viskosefaserverbrauch nehmen, jedoch mehr als 50 %, wenn wir nur die normale Viskosefaser ohne Hochmodulfasern in Betracht ziehen.

Das Engagement der Chemiefaser-Lenzing am Nonwoven-Sektor liegt über den Durchschnittswerten: 18 % der gesamten Produktion an Normalfasern gehen in die Nonwoven-Industrie, in Westeuropa liegt der Anteil über 30 %. In Lenzing werden jährlich 105 000 t Viskosefasern erzeugt, das bedeutet etwa 5 % der Weltproduktion und 20 % der Produktion in Westeuropa.

Kostenstruktur

Wir haben Annahmen über die Kostenstruktur bei einigen wichtigen Fasertypen ausgearbeitet (Tab. 1). Diese Werte sind natürlich Annahmen, und es kann von Firma zu Firma und von Region zu Region (z.B. zwischen USA und Europa) große Unterschiede geben.

Die Zahlen für Viskosefasern basieren auf Zellstoff als Rohmaterial, was derzeit bei den meisten Viskosefaserherstellern der Fall ist. Lenzing hat eine eigene integrierte Zellstoffproduktion, daher ist Holz unser Hauptrohstoff, und unsere Kostenstruktur weist einen geringeren Prozentsatz für Rohstoffe, jedoch einen höheren Prozentsatz für Personalkosten auf.

Die in der Tabelle 1 enthaltenen Zahlen für Energie könnten irreführend sein, da sie nur den Energieaufwand für die Produktion der Faser ausweisen, jedoch nicht die für das Rohmaterial auf-

Tabelle 1: Kostenstruktur in der Faserherstellung

	Rohstoffe	Personal-aufwand	Energie	andere	gesamt*)
Viskosefasern	57 %	25 %	10 %	08 %	100 %
Polyester	78 %	12 %	08%	02 %	100 %
Acryl	70 %	14 %	12 %	04 %	100 %
Baumwolle	30 %	35 %	25 %	10 %	100 %

*) ausgenommen Kapitalkosten (Abschreibung)

gewendete Energie, was speziell bei Synthesefasern einen bedeutenden Faktor darstellt.

In dem nachstehenden Kommentar zu den wichtigsten Kostenarten bei Viskosefasern werden teilweise auch Vergleiche mit anderen Fasern gezogen:

Energie

Man kann mit Sicherheit davon ausgehen, daß die Energiekosten in Zukunft eine höhere Steigerungsrate aufweisen werden als andere Kostenfaktoren. Das ist der Grund, warum wir den Investition für die Reduzierung von Energiekosten den Vorrang einräumen.

Wie in der Tabelle angeführt, betragen die Energiekosten rund 10 % der gesamten Produktionskosten bei Viskosefasern, was mehr oder weniger mit den Werten von PES- und PAC-Fasern übereinstimmt. Der Prozentsatz bei Baumwolle ist wesentlich höher.

Es wurden jedoch Untersuchungen gemacht, um festzustellen, wieviel Energie insgesamt aufzuwenden ist, um 1 t Faser herzustellen. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist sehr interessant. Die Ziffern zeigen, wieviele Tonnen Heizöl verwendet werden für Rohstoffe und Energie, um 1 Tonne Fasern zu produzieren:

Polyester	3,75
Acryl	3,75
Polypropylen	2,33
Viskose	1,69

Viskosefasern weisen die niedrigste Ziffer auf, obwohl darin die Energie für die Zellstoffproduktion enthalten ist. Die Zellstoffherstellung in Lenzing jedoch ist in bezug auf Energie autark, was die Ziffer um 24 % auf 1,28 t Heizöl reduziert.

Die Eigenversorgung mit Energie in unserer Zellstoffproduktion ist möglich durch ein besonderes patentiertes Verfahren, das die Verbrennung von Dicklaug ermöglicht. Eine vor Jahren gemachte Investition für Umweltschutz hatte diese positive Nebenwirkung.

Rohstoff

Zwei Fragen sind im Zusammenhang mit Rohstoff interessant: Verfügbarkeit und Kostentrends.

Viskosefasern haben für den Hauptrohstoff eine zuverlässige Quelle, nämlich den Wald. Man muß sicherlich mit Preiserhöhungen für Holz rechnen, aber es ist nicht zu befürchten, daß langfristig nicht genügend Holz zur Verfügung stehen wird. Man kann schnellwachsende Hölzer verwenden, die innerhalb von 10 Jahren ihre volle Höhe erreichen. Darüber hinaus muß man erwähnen, daß die Viskosefaserindustrie nur einen kleinen Anteil, nämlich ca. 3 %, am gesamten Weltbedarf an Zellstoff hat.

Bezüglich der Chemikalien, die in der Viskosefaserproduktion verwendet werden, sei erwähnt, daß eines der vorrangigen Ziele der Forschung die Entwicklung von neuen Verfahren für das Recycling von Lösungsmitteln ist. Schwefel und Ätznatron sind in ausreichenden Mengen verfügbar. Diese Anstrengungen gehen daher in Richtung Umweltschutz und Kostensenkung.

Synthesefasern basieren auf Rohstoff aus Öl. Die Preisentwicklung bei Derivaten muß nicht unbedingt linear zur Rohölpreisentwicklung erfolgen, aber natürlich besteht eine gewisse Beziehung. Der Anteil der Textilien am gesamten Rohölverbrauch beträgt nur 0,5 %. Es ist ziemlich schwierig, langfristige Prognosen bezüglich Preis und Verfügbarkeit zu machen.

Was die Baumwolle betrifft, so ist anzunehmen, daß nicht genügend Anbaufläche vorhanden sein wird, den derzeitigen Marktanteil im Jahre 2000 noch halten zu können.

Personalkosten

Relativ sind die Personalkosten bei der Viskosefaserproduktion höher im Vergleich zu synthetischen Fasern. Das ist auf den komplizierten Produktionsprozeß und auf die teuren Instandhaltungskosten zurückzuführen.

Die Kosten für Löhne könnten jedoch in Zukunft eine geringere Steigerungsrate aufweisen als andere Kostenfaktoren.

Kapitalkosten

Der Viskoseprozeß erfordert hohe Kapitalkosten infolge umfangreicher Anlagen und kostspieliger Instandhaltung.

Umweltschutz

Dies ist ein sehr wichtiger Faktor in der Zellstoff- und Faserproduktion, da es von seiten der Behörden sehr strenge Auflagen gibt. Viele Betriebsschließungen in den letzten Jahren sind darauf zurückzuführen, daß Firmen nicht das nötige Kapital aufbringen konnten für die Investitionen, um diese Auflagen zu erfüllen.

Was Lenzing betrifft, wurde auf diesem Gebiet seit vielen Jahren so viel getan, daß wir für die Zukunft keinerlei Schwierigkeiten sehen. Viele Investitionen für den Umweltschutz brachten positive Nebenwirkungen, wie z.B. die Einsparung von Energie und Chemikalien.

Das sind nur Gedanken über Entwicklungen, soweit wir sie heute vorhersehen können. Es ist unmöglich, eine echte Prognose zu machen in einer Zeit, in der so viele unerwartete Dinge geschehen. Alles in allem jedoch räumen wir der Viskosefaser echte Zukunftschancen ein, nicht nur in bezug auf die Kostenentwicklung, sondern auch, weil das Anwendungsgebiet immer größer wird durch die Entwicklung von Fasern für spezielle Einsatzzwecke.

Weit über 1000 Rotorspinnmaschinen aus Ingolstadt

RU 11 · RU 80 · RL10

wurden zum Begriff für

Qualität, Universalität, Wirtschaftlichkeit

Qualität

20 Jahre Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet des Rotorspinnens führten zu einer ausgereiften Technologie. Ingolstadt-Rotorgarne zeichnen sich durch außergewöhnlich gute Festigkeit und Gleichmäßigkeit aus. Sie ersetzen heute konventionelle Ringgarne in einer Vielzahl hochwertiger Endprodukte. In eigenen Versuchslabors und in enger Zusammenarbeit mit Spinnereien und Forschungsinstituten arbeiten wir zielstrebig an der Weiterentwicklung des Rotorspinnens.

Universalität

Der universelle Anwendungsbereich umfaßt

- die Verarbeitung von Natur- und Chemiefasern bis 80 mm Länge
- die Herstellung von Qualitätsgarnen von Nm 0,5 (ktex 2) bis Nm 60 (tex 17)

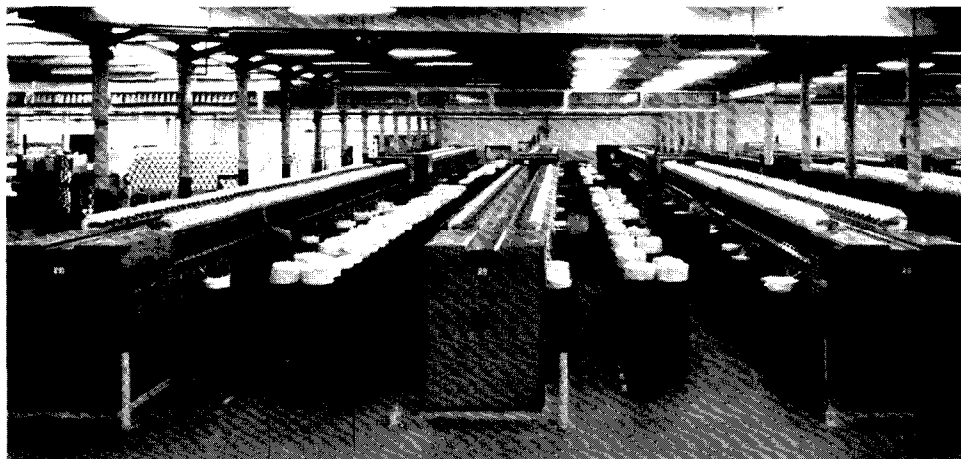
Je nach Struktur und Verwendungszweck der Rotorgarne können verschiedene Rotoren, Auflösewalzen, Abzugsdüsen und Speisemulden eingesetzt werden.

Wirtschaftlichkeit

Der Ingolstadt-Rotorspinner RU11 ermöglicht auch im feinen Nummernbereich das Umsteigen vom herkömmlichen Ringspinnen auf das kostengünstigere Rotorspinnen, z. B.

- durch hohe Rotordrehzahlen bis 70000 U/min
- durch das Ingolstadt-System »SPINCOMAT«*

* eingetragenes Warenzeichen



Ingolstadt - RU11, RL10 Anlage-Spinnerei Deutschland/Gronau, BRD - ca. 2000 Spinnstellen



Neuartige, hochsaugfähige Viskosefasern im Spiegel der Anwendungstechnik

Dr. Ingo Marini, Chemiefaser Lenzing AG, A-4860 Lenzing
(Ausstellung und Kongreß, INDEX 81, 5. — 8. Mai 81, Amsterdam)

Die Präsentation der hochsaugfähigen Viskosefaser Lenzing VISCOSORB erfolgt in enger Bindung an ausgewählte Einsatzbereiche im Nonwovens-Gebiet. Zunächst wird auf die Produktvorteile eingegangen, die mit dieser Spezialfaser im klassischen Wickeltampon erzielt werden. Andere Anwendungsbereiche, wie saugfähige Einlagen, Wischtücher, Flächengebilde mit erhöhter Wasserdampfaufnahme und Kabelbeflockung werden jeweils im Vergleich zu Normalviskosefasern kurz skizziert. Aufgrund der guten mechanischen Faserdaten wird ein textiler Einsatz von Lenzing VISCOSORB nicht ausgeschlossen. Zum Abschluß erfolgt eine klare Einstufung dieser Spezialfasern zwischen Zellstoff, Normalviskose und Baumwolle einerseits und den höchstsaugfähigen Materialien (Superabsorbents) andererseits, und zwar hinsichtlich Preis und Saugeigenschaften.

The presentation of the highly-absorbent viscose fibre Lenzing VISCOSORB is made in close connection with selected applications in the field of non-wovens. To start with, the product advantages gained with this specialty fibre in the wound tampon are described. Other applications, such as for highly-absorbent padding, cleaning cloths, materials of increased steam absorption and cable yarns, are briefly discussed in comparison with normal viscose fibres. Owing to its good mechanical fibre properties, textile application of Lenzing VISCOSORB is possible. Finally, this specialty fibre is clearly classified among pulp, normal viscose and cotton on the one hand and the super-absorbents on the other hand, both as far as price and absorbency are concerned.

1. Einleitung

Der Wunsch nach verbesserter Saugfähigkeit von Artikeln in den Bereichen: Hygiene, Medizin, Haushalt, Kleidung und Technik ist für den Hersteller von Viskosefasern eine Herausforderung, diese ohnehin schon sehr saugfähige Cellulosefaser so zu modifizieren, daß nicht nur deren hydrophile Eigenschaften deutlich verbessert werden, sondern auch deren Verarbeitung auf den üblichen Maschinen und Einrichtungen gewährleistet ist. Darüber hinaus ist es notwendig, den Produktvorteil einer hochsaugfähigen Viskosefaser nicht nur an der Faser selbst zu demonstrieren, sondern am Endprodukt nachzuweisen. Dabei sind meist zusätzliche Anforderungen zu berücksichtigen, die neben der erhöhten Saugfähigkeit für den Gebrauchswert des Endproduktes garantieren.

Im ersten Teil werden deshalb die einschlägigen Eigenschaften dieser hochsaugfähigen Viskosefaser im Vergleich zu Normalviskose vorgestellt. Im zweiten Teil werden anwendungstechnische Beispiele für die Bereiche: Tampon, saugfähige Flächengebilde, Wischtücher, Wasserdampfaufnahme und Beflockung gegeben. Zum Abschluß erfolgt eine Abgrenzung gegenüber anderen Saugstoffen hinsichtlich Preis und Einsatzmöglichkeiten.

2. Fasereigenschaften

2.1. Hydrophile Fasereigenschaften

Zur Beurteilung der Hydrophilie einer Viskosefaser können die in Tabelle 1 angegebenen Meßgrößen herangezogen werden:

Tabelle 1: Hydrophile Fasereigenschaften

- Wasserrückhaltevermögen nach DIN 53 814 (WRV)
- Sinkzeit nach DAB 7 (SZ)
- Wasserhaltevermögen nach DAB 7 (WHV)
- Sauggeschwindigkeit gemäß Demand-Wettability-Test (SG)
- Saugkapazität gemäß Demand-Wettability-Test (SK)
- Dickenquellung (DQ)
- Wasserdampfaufnahme (WDA)

Das Wasserrückhaltevermögen nach DIN 53 814 ist ein Maß für das in den Einzelfasern nach ausgiebiger Immersion in Wasser und anschließendem definiertem Abschleudern festgehaltene Wasser.

Die Sinkzeit nach DAB 7 ist ein Maß für die Benetzbarkeit der Fasern, wobei eine gute Benetzung durch eine kurze Sinkzeit angezeigt wird. — Das Wasserhaltevermögen nach DAB 7 wird vor allem durch das zwischen den Fasern in den Kapillarräumen festgehaltene Wasser bestimmt.

Beim Demand-Wettability-Test handelt es sich bereits um einen sehr anwendungsbezogenen Test, der die mittlere Sauggeschwindigkeit und die Saugkapazität eines Saugstoffes auch unter einem bestimmten Auflagedruck ausweist, wobei die Meßflüssigkeit selbst keinen Druck auf die Probe ausübt.

Die Dickenquellung ist eine einfache mikroskopische Methode, die primär von akademischem Interesse ist. — Die Wasserdampfaufnahme gibt die Menge Wasser an, die die Einzelfaser im Gleichgewicht mit einer bestimmten Temperatur und einer bestimmten Feuchte aufnimmt.

2.2. Hydrophile Eigenschaften von VISCOSORB

Wie nun diese Fasereigenschaften durch den Grad der hydrophilen Modifikation beeinflusst werden, zeigt die Tabelle 2. Um dem umfangreichen Anforderungskatalog gerecht zu werden, der aus den verschiedenen Einsatzbereichen resultiert, hat es sich als günstig erwiesen, faserherstellungsseitig zwei gegenüber abgestufte hydrophile Modifikationen vorzugeben, wobei die Type 1 N den geringeren Modifizierungsgrad und die Type 1 S den höheren Modifizierungsgrad aufweist. Dementsprechend steigen das Wasserrückhaltevermögen (WRV), die Saugkapazität (SK), die Dickenquellung (DQ) sowie die Wasserdampfaufnahme (WDA) von der Normalviskose über die Type 1 N bis zur Type 1 S deutlich an. Die weiteren Beobachtungen, daß die Sinkzeit (SZ) mit dem Grad der hydrophilen Modifikation zu- und die Sauggeschwindigkeit abnimmt, sind im vorliegenden Fall ohne praktische Bedeutung. Bei übertriebener hydrophiler Modifikation kann allerdings die unerwünschte Gelblockbildung eintreten. Das Wasserhaltevermögen (WHV) nimmt schließlich bis zu einem bestimmten Grad der hydrophilen Modifikation zu,

Tabelle 2: Hydrophile Fasereigenschaften von VISCOSORB

	VISCOSORB 1 N	VISCOSORB 1 S	Normalviskose
WRV (%)	140 - 150	200 - 210	80 - 90
SZ (sec)	2,5	3,0	2,2
WHV (g/g)	22	22	19
SG (cm ³ /g·√sec)	1,115	1,008	1,234
SK (cm ³ /g)	11,3	11,7	10,3
DQ (%)	67	87	31
WDA (%) [●]	25,6	27,7	17,6

●25°C, 90% rel. Feuchte

steigt aber dann nicht weiter an, ein Hinweis, daß die zwischen den Fasern liegenden Kapillarräume keine wesentliche Änderung mehr erfahren.

Insgesamt gesehen, sind das Wasserrückhaltevermögen, die Saugkapazität und die Wasserdampfaufnahme für den Anwendungstechniker die entscheidenden Größen. Es ist allerdings darauf zu achten, daß die Sinkzeit nicht über drei Sekunden ansteigt und die Sauggeschwindigkeit nicht unter eins absinkt.

2.3. Chemische Eigenschaften von VISCOSORB

Die immer schärferen physiologischen Anforderungen vor allem in den Bereichen Hygiene und Medizin verlangen eine äußerst gewissenhafte Auswahl der hydrophilen Fasermodifikation (Tab. 3). Dabei müssen die für die Erhöhung der Hydrophilie notwendigen Carboxylgruppen derart an die faserbildende Cellulose fixiert sein, daß die löslichen Anteile auf ein Minimum reduziert werden. Außerdem sollen der Carboxylgruppen- und der Natriumgehalt so gewählt werden, daß der Faser-pH-Wert niemals in den alkalischen Bereich zu liegen kommt.

Tabelle 3: Chemische Eigenschaften von VISCOSORB

	VISCOSORB 1 N	VISCOSORB 1 S	Normal- viskose
Carboxyl-Gruppen (%)	1,9	2,7	-
Faser-pH-Wert (1:10)	6,5	7,0	6,0
Mattierung (% TiO ₂)	1,2	1,2	1,2
Weißgehalt Tappi (%)	>80	>80	>80
Aschegehalt (%)	3,0	4,0	1,2
Wasserlösliches nach DAB 7 (%)	0,7	1,8	0,2
Ätherlösliches nach DAB 7 (%)	0,1	0,1	0,1
Heißwasserlösliches nach CFL (%)	0,9	1,4	0,4
Heißalkalilösliches nach CFL (%)	1,3	1,7	0,9
Avivageauflage (%)	0,05	0,05	0,05

Die Type 1 N stellt somit eine hochsaugfähige Viskosefaser dar, welche den Anforderungen des DAB und des EAB voll und ganz entspricht. Lediglich die Werte für den Aschegehalt sind erhöht, da die Natriumcarboxylatgruppen bei der Veraschung zwangsläufig eine gewisse Menge an Natriumcarbonat liefern. Darüber hinaus werden der Type 1 N in den physiologischen Disziplinen: Ciliatentest, Augenreiztest und Hautreiztest am Kaninchen, Mutagenitätstest nach Ames, Prüfung auf sensibilisierende Eigenschaften und akute orale Toxizität an Ratten hervorragende Atteste bescheinigt. Ihr Anwendungsbereich wird daher vorrangig überall dort sein, wo zur Lösung des Absorptionsproblems unmittelbarer Faserkontakt zu offenen Wunden oder empfindlichen Schleimhäuten notwendig ist, also in Tampons, Wundtupfern, Absorptionsverbänden, Kanülenabdeckungen usw.

Die zusätzlich erhöhte Hydrophilie der Type 1 S wurde so gesteuert, daß der Faser-pH-Wert unter 7 und die wasserlöslichen Anteile unter 2 % liegen. Es sind somit prinzipiell alle Anwendungsbereiche angesprochen, wo erhöhte Hydrophilie gewünscht wird, aber die strengen Anforderungen der Arzneivorschriften nicht bestehen, also das weite Gebiet von der Damenbinde über Windeln, Wischtücher, Dunstfilter bis zu neuartigen Telefonkabelisolierungen.

2.4. Textilmechanische Eigenschaften von VISCOSORB

Wie bereits eingangs angedeutet, steht und fällt der Erfolg einer Viskosespezialfaser mit der Verarbeitbarkeit auf den üblichen Maschinen und Produktionsvorrichtungen. Für den Non-Wovens-Bereich ist die Situation insofern entschärft, als die hohen Faserfestigkeiten, wie sie im textilen Bereich unerlässlich sind, nicht gefordert werden. Auf der anderen Seite sind jedoch gewisse Mindestwerte, vor allem für die Faserdehnung und die Schlingenfestigkeit, notwendig, damit ein problemloses Kardieren ohne allzu großen Kardenabfall möglich ist. Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, verfügt die Type 1 N, die für den Einsatz im Vaginaltampon vorwiegend in einem Titer von 3,6 dtex und einer Schnittlänge von 30 mm angeboten wird, über sehr gute textilmechanische Eigenschaften, die sogar eine problemlose Garnherstellung garantieren. Die höhere Hydrophilie der Type 1 S geht zu Lasten der Faserfestigkeiten, welche jedoch für die Nonwovens-Technologien immer noch mehr als zufriedenstellend sind. Je nach Einsatzbereich sind alle Titer zwischen 1,7 und 28 dtex sowie alle Schnitte zwischen 20 und 150 mm verfügbar.

Tabelle 4: Textilmechanische Eigenschaften von VISCOSORB

	VISCOSORB 1 N	VISCOSORB 1 S	Normalviskose
Titer (dtex)	3,6	1,7-28,0	1,7-54,0
Schnittlänge (mm)	30	6-150	20-200
Faserfestigkeit kond. (cN/tex)	20	12-16	15-21
Faserdehnung kond. (%)	17	16-19	15-20
Faserfestigkeit naß (cN/tex)	9	7	8-11
Faserdehnung naß (%)	19	20	16-20
Schlingenfestigkeit kond. (cN/tex)	6	6	6

3. Anwendungstechnik

Ausgangspunkt für die anwendungstechnische Optimierung der Fasereigenschaften war der Vaginaltampon, da dieses Endprodukt zu einem Großteil aus Viskosefasern besteht und durch den Einsatz einer hochsaugfähigen Type deutliche Verbesserungen erwartet wurden.

3.1. Tampon

Die wesentlichen Anforderungen, die an einen Vaginaltampon gestellt werden, sind gute mechanische Stabilität, geringer Faserverlust, geringe Spiralisierung und nicht zuletzt eine gute Saugfähigkeit. Übersetzt in eine anschauliche Sprache bedeutet dies:

1. Die Fasern müssen in verpreßtem Zustand gut aneinander haften, damit der Tampon beim Gebrauch nicht einknickt.
2. Der verpreßte Faserkörper darf während und nach dem Kontakt mit physiologischen Flüssigkeiten keine Einzelfasern und Faserbruchstücke verlieren.
3. Die Haftung zwischen den Fasern muß auch im nassen Zustand so gut sein, daß die einzelnen Schichten des Wickeltampons nicht aneinander abgleiten, d.h. spiralisieren.
4. Der für Vaginaltampons relevante Saugtest, der Synginastest, wo die Expansion des Tampons nach 1, 3 und 15 Minuten sowie dessen Gesamtaufnahme gegen einen äußeren Druck gemessen werden, soll möglichst hohe Werte hervorbringen.

In der Tabelle 5 wird ein entsprechender Vergleich dieser Daten zwischen der Type 1 N und Normalviskose gezogen. Dabei fällt neben der deutlichen Verbesserung der Gesamtaufnahme auch die geringe Sensibilität gegenüber verschiedenen physiologischen Flüssigkeiten und Druckschwankungen auf. Was die Stabilität und den Faserverlust betrifft, steht die Type 1 N der üblicherweise eingesetzten Normalviskose in keiner Weise nach.

Tabelle 5: Tampon-spezifische Eigenschaften

VISCOSORB 1 N		Normalviskose
<u>Synginatest mit Blutersatzlösung (17 mbar)</u>		
<u>Expansion (ml/2,8g)</u>		
nach 1 min	5	4
nach 3 min	11	7
nach 15 min	15	11
<u>Gesamtaufnahme (g/2,8g)</u>		
Blutersatzlösung (17 mbar)	19,3	15,4
Blutersatzlösung (20 mbar)	18,2	14,8
Blutserum (17 mbar)	18,8	15,1
Hämaccel (17 mbar)	18,0	14,6
Dest. Wasser (17 mbar)	19,3	14,6
<u>Stabilität nach Hahn (kp)</u>	4,3	3,7
<u>Faserverlust CFL (mg/2,8g)</u>	0,06	0,05

Zur besseren Veranschaulichung der besonderen Ausgewogenheit aller Fasereigenschaften von VISCOSORB 1 N wird in der Tabelle 6 der erzielbare Produktvorteil bei vier verschiedenen Tamponherstellern demonstriert. Dabei zeigt sich, daß durch Einsatz von VISCOSORB 1 N in jedem Fall eine deutliche Verbesserung der Saugeigenschaften eingetreten ist. In zwei Fällen wurde die Tamponstabilität geringfügig erniedrigt, in zwei Fällen wurde sie deutlich verbessert. Beim Faserverlust und bei der Spiralisierung trat beim Hersteller C in beiden Fällen eine Verbesserung ein. Derartige Ergebnisse bezeugen deutlich genug, daß an diesem Punkt der Beitrag, den das Zwischenprodukt »Hochsaugfähige Viskosefasern« am Endprodukt »Tampon« leisten kann, mehr als erschöpft ist.

Tabelle 6: Produktionsmäßige Tampons aus VISCOSORB 1 N

Tampon	Fasermaterial	Gesamtaufn. (g/Tampon)	Tampon-Stab. (kp)	Faserverlust (mg/2,8g)	Spiralisierung (N)
A	VISCOSORB	17,1	16,4		
	Normalviskose	14,9	18,9		
B	VISCOSORB	21,4	19,2		
	Normalviskose	18,0	23,9		
C	VISCOSORB	14,5	36,2	0,06	36,1
	Normalviskose	11,8	26,9	0,20	26,9
D	VISCOSORB	16,9	36,3	0,57	12,0
	Normalviskose	12,8	31,1	0,22	16,0

Diese Ausführungen zum Vaginaltampon gelten sinngemäß auch für den Tampon der Dental- und Operationstechnik. Einen speziellen Grenzfall stellen die mit thermoplastischen Bindefasern verfestigten Wundtupfer dar.

Zur Erzielung spezieller werbetechnischer Effekte kann VISCOSORB auch lebensmittelecht spinngefärbt hergestellt werden. Dadurch sind auch für den Konsumenten die Bereiche erhöhter Saugfähigkeit deutlich zu erkennen.

3.2. Saugfähige Flächegebilde

Für die Verarbeitung von VISCOSORB sind vor allem die Trocken-

legeverfahren geeignet, wobei in erster Linie die aerodynamisch gelegten und genadelten Wirrlagevliese zu nennen sind. Die Verfestigung von kardierten Vliesen gelingt am besten mit thermoplastischen Bindefasern. Bei der Voll- oder Teilimprägnierung mit herkömmlichen wäßrigen Binderdispersionen ist Vorsicht geboten, da durch die starke Quellung einerseits das Kalandrieren der feuchten Vliesbahn Probleme bereiten kann und andererseits die Trocknung intensiviert werden muß.

Die Tabelle 7 zeigt die Saugkapazität von trockengelegten, genadelten Wirrlagevliesen aus VISCOSORB 1 S in Abhängigkeit vom Flächengewicht. Derartige Flächegebilde sind als saugfähige Einlagen vor allem in dünnen Binden und Windeln geeignet. Sie bieten mit einer durchschnittlichen Saugkapazität von 10,5 ml/g im Vergleich zum Zellstoff-Fluff mit Werten zwischen 6 und 9 ml/g nicht nur eine bessere Saugkapazität, sondern auch ein geringeres Volumen.

Tabelle 7: Saugfähige Flächegebilde aus VISCOSORB 1 S

1. Trockengelegtes genadeltes Vlies (3,3dtex/40mm)

Flächengewicht (g/m ²)	Saugkapazität (ml/g)
40	10,6
90	10,3
180	10,1
300	10,2

2. Naßgelegtes selbstgebundenes Vlies (1,7dtex/6mm)

Flächengewicht (g/m ²)	Saugkapazität (ml/g)
50	10,2
100	10,0
200	9,7

Die hervorragende Dispergierfähigkeit von VISCOSORB 1 S in der Form eines feintitigen Kurzschnittes, welche auch in hartem Wasser gewährleistet ist, bietet sich geradezu an, Vliese nach dem Naßlegeverfahren herzustellen. Durch Ausnutzung der Hydroplastizität und der Selbstbindefähigkeit dieser Spezialfaser ist es möglich, auch naßgelegte Vliese aus 100 % VISCOSORB 1 S herzustellen. Derartige Vliese sind rollbar, jedoch so locker gebunden, daß eine Zerfaserung ähnlich wie bei einer Zellstoffbahn mit nachgeschalteten aerodynamischen Misch- und Transportvorrichtungen durchaus realisierbar ist. Entsprechende Versuche zeigen, daß die Saugkapazität von Zellstoff-Fluff durch eine derartige Beimischung von nur 20 % VISCOSORB 1 S um 7 bis 10 % ansteigt.

3.3. Wischtücher

Wischtücher bestehen in der Regel aus einem genadelten Vlies aus Cellulosefasern, das mit einem Kautschukbinder vollimprägniert wird. In den Kautschukbinder eingearbeitete Salze führen nach der Behandlung mit Wasser zur gewünschten Porenstruktur. Inwieweit nun der Einsatz einer hochsaugfähigen Viskosefaser die hydrophilen Eigenschaften eines derartigen Haushaltstuches positiv beeinflussen kann, soll die Tabelle 8 zeigen. Es wurde der Vergleich von genadelten Vliesen aus VISCOSORB 1 S und aus Normalviskose in einem speziellen Wischtuchtest gezogen, wobei die Wasseraufnahme nach einer Vollimmersion und nach einer definierten Abtropfzeit bestimmt ist. Anschließend wird das nasse Vlies zwischen zwei Walzen mit einem vorgegebenen Liniendruck ausgequetscht und der Wert für das Restwasser aufgenommen.

Während also durch den Einsatz von VISCOSORB 1 S die Wasseraufnahme angehoben werden kann, ist der Wert für das Restwasser der Normalviskose auf keinen Fall zu unterbieten. Die Fragestellung, in welchem Ausmaß: Art, Menge und Porenstruktur

Tabelle 8: Wischtücher aus VISCOSORB 1 S

Genadeltes Vlies	"Wischtuchtest"	
	H ₂ O-Aufnahme (g/g)	Restwasser (g/g)
VISCOSORB 1 S	16,4	6,7
Normalviskose	15,3 *	5,9

tur des Kautschukbinders, falls ein solcher überhaupt vorhanden ist, den Produktvorteil bei Einsatz von VISCOSORB 1 S in diesem Anwendungsbereich beeinflussen, ist zur Zeit Gegenstand einer Untersuchung.

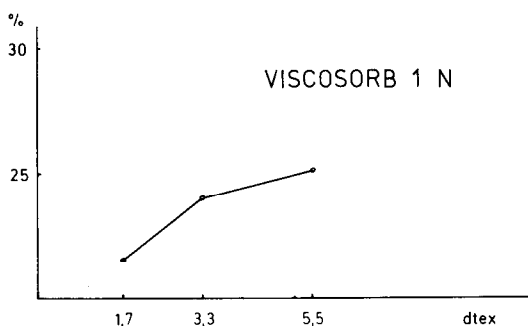
3.4. Wasserdampfaufnahme

Die erhöhte Wasserdampfaufnahme von VISCOSORB ist eine Fasereigenschaft, die auch im Endprodukt unter gewissen Voraussetzungen voll zur Geltung kommt. Wie aus der Tabelle 9 zu entnehmen ist, steigt die Wasserdampfaufnahme von VISCOSORB mit dem Titer an, während die Wasserdampfaufnahme von Normalviskose im untersuchten Bereich vom Titer weitgehend unabhängig ist. Alle diese Messungen wurden bei einer Temperatur von 25 °C und einer relativen Feuchte von 90 % durchgeführt, um bereits auf die Randbedingungen hinzuweisen, unter denen diese hochsaugfähige Spezialfaser in einem Vlies, das besonders wasserdampfaufnahmefähig sein soll, einen deutlichen Produktvorteil bieten kann. Als Einsatzbereiche sind die Bekleidung und technische Einsatzbereiche, wie etwa Dunstfilter, zu nennen.

Unter der Voraussetzung, daß die aus VISCOSORB hergestellten Flächengebilde eine gewisse Dichte nicht überschreiten, also als relativ locker anzusprechen sind, ist die verbesserte Wasserdampfaufnahme der VISCOSORB-Einzelfaser direkt auf das Endprodukt übertragbar. Dabei ist es völlig gleichgültig, ob es sich um ein genadeltes Vlies mit Faserwirrlage oder um ein textiles Gewirke handelt. Die Erhöhung der Wasserdampfaufnahme gegenüber Normalviskose beträgt ca. 40 %.

Tabelle 9: Wasserdampfaufnahme von VISCOSORB

1. Einfluß des Fasertiters



2. Einfluß der Flächenkonstruktion

Flächengebilde	Wasserdampfaufnahme® (%)
Gewirke aus VISCOSORB 1 N	23,1
Vlies aus VISCOSORB 1 S	24,2
Normalviskose	17,6

• 25°C, 90% rel. Feuchte

3.5. Beflockung

Zum Abschluß soll noch kurz auf die spezielle Technik der Beflockung hingewiesen werden. Diese im weitesten Sinn als Nonwovens-Technologie anzusprechende Arbeitsweise benötigt faserseitig einen relativ hohen Titer von 28 dtex bei gleichzeitiger extrem kurzer Schnittlänge von 1 mm, also Voraussetzungen, welche für eine hochsaugfähige Viskosefaser nicht alltäglich sind (Tab. 10).

Die thermoplastischen Materialien, die bei Schmelztemperatur im elektrischen Feld mit VISCOSORB 1 S beflockt werden, sind im wesentlichen Polyolefine, die zur elektrischen Isolierung, im speziellen zur Telefonkabelisolierung, herangezogen werden. Die erzielbaren Produktvorteile sind geringere Kapazitätsunterschiede in den Telefonleitungen mit der Konsequenz, daß Nachbargespräche nicht mehr mitgehört werden können. Darüber hinaus lassen sich Wassereinbrüche in einem derartigen Kabelstrang leichter lokalisieren, da der in Wasser stark quellende äußerste Kabelmantel aus VISCOSORB-Kurzschnittfasern weiterem Wasser den Zutritt verwehrt.

Tabelle 10: Beflockung von elektrischen Isolierungen mit VISCOSORB

Faser	VISCOSORB 1 S
Titer (dtex)	28
Schnitt (mm)	1

Produktvorteile

- Geringere Kapazitätsunterschiede in der elektrischen Isolierung
- Gezielter Wasserblock-Effekt

4. Ausblick

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß eine gezielte und ausgewogene hydrophile Modifikation von Viskosefasern unter gleichzeitiger Berücksichtigung aller endproduktbezogenen Anforderungen in zahlreichen Nonwovens-Bereichen den gewünschten Produktvorteil der verbesserten Saugfähigkeit bieten kann. Bezüglich der Verarbeitung ist der Einsatz von VISCOSORB problemlos, da es sich um eine Faser handelt, deren textilmechanische Daten für den gesamten Nonwovens-Bereich mehr als zufriedenstellend sind.

Die Grenzen einer solchen Entwicklung liegen faserherstellungsseitig bei einem maximalen Wasserrückhaltevermögen von ca. 350 %, was gerade noch von einer modernen Viskosefaserstraße bewältigt werden kann. Es muß daher in aller Deutlichkeit darauf hingewiesen werden, daß unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Aspekte die Bereiche jenseits dieser Marke von Viskosefasern bislang nicht beansprucht werden. Damit ist die hochsaugfähige Viskosefaser VISCOSORB sowohl hinsichtlich Wasserrückhaltevermögen als auch hinsichtlich Preis zwischen Zellstoff und Normalviskose einerseits und den hochsaugfähigen Pulvern andererseits angesiedelt. Dies bedeutet jedoch nicht, daß die Möglichkeiten zur hydrophilen Modifikation von Viskosefasern damit erschöpft sind. In Kürze wird der Öffentlichkeit ein neues Prinzip auf diesem Gebiet vorgestellt werden.

Die hochsaugfähige Viskosefaser VISCOSORB ist somit ein streng anwendungsbezogener Beitrag zur Lösung des Absorptionsproblems, und zwar dort, wo Baumwolle, Viskosefaser und zum Teil auch Zellstoff eingesetzt werden und wo hochsaugfähige Pulver, aus welchen Gründen immer, unerwünscht sind. Hinsichtlich des Umweltschutzes, dem bei den Einwegartikeln im Bereich der Hygiene und der Medizin eine besondere Bedeutung zukommt, bietet diese hochsaugfähige Viskosefaser die besten Voraussetzungen für einen problemlosen Bio-Abbau.

IN SERENTENVERZEICHNIS

Austria Faserwerke Ges.m.b.H., A-4860 Lenzing	18
Chemiefaser Lenzing AG, A-4860 Lenzing	
Modal	14
Verpackung	20
Wilhelm HÖHNEL KG, A-4021 Linz	31
W.E. HUTH Ges.m.b.H., D-8130 Starnberg	13
Schubert & Salzer, Maschinenfabrik AG, D-8070 Ingolstadt	33
Stockhausen & Cie., Chemische Fabrik, D-4150 Krefeld	19
Glas-Triebel, D-6800 Mannheim-Käfertal	17

*Wir laden nur jene Firmen ein, in dieser Hauszeitschrift zu inserieren,
die wir auf Grund jahrelanger Zusammenarbeit mit unserem Unternehmen unseren
Freunden und Lesern gewissenhaft weiterempfehlen können.*

DIE REDAKTION