

Im Auftrage der  
**Deutschen Glastechnischen Gesellschaft e. V.**  
 Arbeitskreis im NS-Bund Deutscher Technik  
 herausgegeben von Dr.-Ing. H. Maurach.

\*  
 Nachdruck oder Vervielfältigung im ganzen oder in Teilen ausdrücklich untersagt.  
 Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen vorbehalten. — Copyright 1943 by DGG in Frankfurt a. M.

21. Jahrg.

April / Mai 1943

Heft 4 / 5

DK 531.717 : 666.189.2 : 677.06 (045)

## Glasfäden-Untersuchungen\*).

### II. Nummerschwankungen und Nummerbestimmungen von Glasseiden und Glasfasergeräten.

Von Paul-August KOCH und Günther SATLOW.

(Mitteilung des LEHRSTUHLES FÜR FASERSTOFFKUNDE an der Technischen Hochschule Dresden.)

(Eingegangen am 24. 5. 1943.)

Bei der Betrachtung von Nummerschwankungen an Glasgarnen müssen die Unterschiede ihres Aufbaues (Glasseide gegenüber Glasfasergeräten) sowie bei letzterem die verschiedenartigen Möglichkeiten der Verarbeitung von Glasfasern zu Gespinnsten (Direkt-Verfahren bzw. Verspinn-Verfahren) Berücksichtigung finden. Während bei Glasseide lediglich herstellungstechnische Faktoren die Garnnummer beeinflussen können, kommen bei Glasfasergeräten, insbesondere aus geschnittenen Glasfasern, Einwirkungen des Verspinnvorganges an sich hinzu. — Die im ersten Beitrag<sup>1)</sup> erörterten Feinheitsschwankungen und Unterschiede in der Ungleichmäßigkeit der Feinheit sind, wie im folgenden gezeigt wird, für die Nummerschwankung nur zum Teil und unabhängig voneinander von Wichtigkeit.

#### 1. Nummerschwankungen an Glasseiden.

Da bei den aus praktisch endlosen Einzelfäden bestehenden Glasseidengarnen die Anzahl der Einzelfäden je Garnquerschnitt normalerweise gleichbleibt, können Nummerschwankungen nur auf Schwankungen der mittleren Einzelfaden-Feinheit oder auch des Bindemittelgehalts zurückgeführt werden. Die mittlere Feinheit bzw. die Gesamtheit aller Einzelfäden auf der Primärspule (Papphülse, s. u.) wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- a) Aenderung in der Zähflüssigkeit der Schmelze,
- β) Aenderung in der Abzugsgeschwindigkeit,
- γ) Aenderung der Düsenlochweiten,
- δ) Veränderung der Gesamtfadenzahl.

Die beiden erstgenannten Faktoren wirken direkt auf die Vielzahl der Einzelfäden ein: Viskositäts-Aenderungen bzw. unkonstanter Abzug verursachen Schwankungen in der mittleren Feinheit aller Einzelfäden und übertragen sich damit auf die Garnnummer. Andererseits wird der Ausfall einiger Einzelfäden eine Aenderung der Garnnummer ohne Aenderung der mittleren Feinheit hervorrufen. Unberücksichtigt können bei Betrachtung der Garnnummerschwankungen an Glasseiden die Ungleichmäßigkeit und ihre Schwankungen bleiben (siehe Bild 3 in „Glasfäden-Untersuchungen“ I.<sup>1)</sup>), da die Nummer nur von den Mittelwerten der Feinheit (aller Fäden), nicht aber von der Größe der Ungleichmäßigkeit der Feinheit abhängig ist (Bild 1). Trotzdem hat diese Ungleichmäßigkeit eine Bedeu-

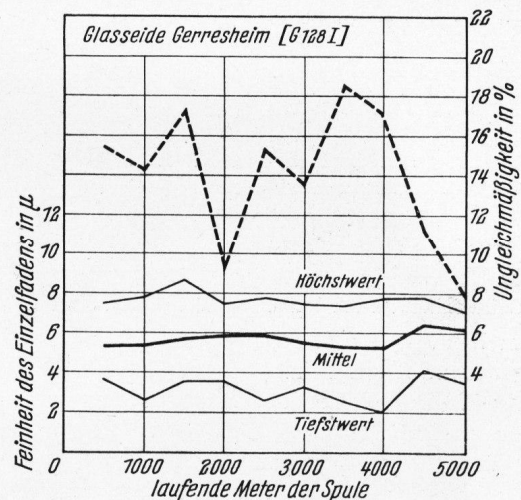


Bild 1. Fast gleichbleibender Feinheits-Mittelwert trotz erheblicher Schwankungen in der Ungleichmäßigkeit der Einzelfaden-Feinheit über 5000 m einer Glasseide.

tung für die Eigenschaften der Glasseidengarne, weil mit Veränderung der Feinheit ihrer Einzelfäden erhebliche Veränderungen der Substanzfestigkeit einhergehen.

Im folgenden werden Primärspulen und Sekundärspulen von Glasseide unterschieden. Das Aufwinden des aus der Düse gezogenen Glasseidengarnes (mit 102 Einzelfäden) erfolgt auf einer Papphülse (Primärspule). Von dieser wird die Glasseide auf Scheibenspulen oder Kreuzspulen (Sekundärspulen) umgespult und ihr hierbei meist eine Drehung erteilt. Bei Untersuchung von Sekundärspulen ist also in Betracht zu ziehen, daß auf ihnen Material von zwei oder mehr verschiedenen Primärspulen — möglicherweise auch von zwei verschiedenen Ziehmaschinen stammend — vorliegen kann.

Untersucht man nun solche einfachen Glasseidengarne (Sekundärspulen) auf größere Längen hinsichtlich der auftretenden Nummerschwankungen, so zeigt sich, daß zwar die mittlere Ist-Nummer einer Spule erheblich von der Sollnummer (üblicherweise Nm = 180) abweichen kann, daß jedoch der Bereich der Einzelschwankungen um die mittlere Ist-Nummer der Spule meist klein ist (wenige Prozent). In Bild 2 und 3 wurde die Ist-Nummer von je 50 m-Strängchen für eine Spulenlänge von 5000 m fortlaufend aufgetragen, neben der gleichzeitig geprüften

\* ) Veröffentlichungsreihe der DEUTSCHEN GLASTECHNISCHEM GESELLSCHAFT E. V. Siehe Glastechn. Ber., 21 (1943), H. 1, 2, S. 7—13, 36—42.

<sup>1)</sup> KOCH, P.-A. und G. SATLOW: Glasfäden-Untersuchungen. I. Grundsätzliches zur Feinheitsmessung von Glasfäden. Glastechn. Ber., 21 (1943), H. 2, S. 36—42.

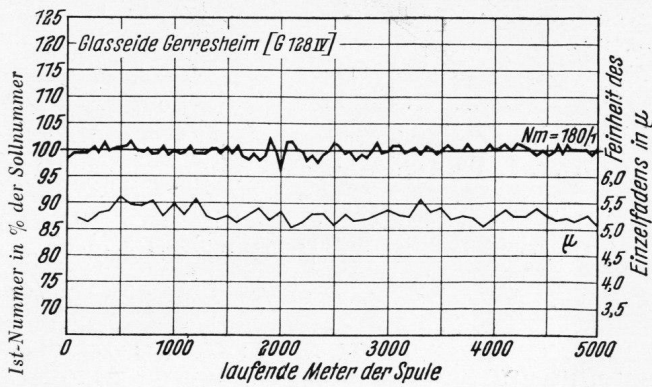


Bild 2. Schwankungen der Nummer und Feinheit einer Glasseide. mittleren Feinheit der einzelnen Proben. Bild 2 gibt die normalerweise vorhandene hohe Gleichmäßigkeit eines Glasseidengarnes wieder, während die Sekundärspule von Bild 3 einen plötzlichen starken Abfall der Garnnummer aufweist, der — wie man aus der Feinheitskurve eindeutig

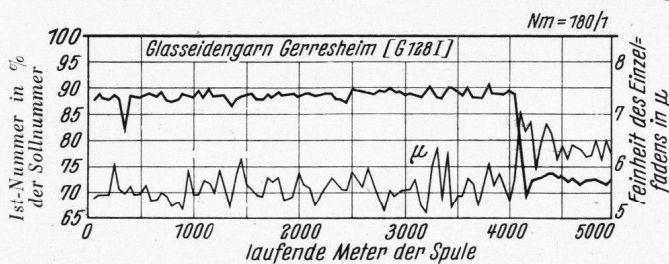


Bild 3. Schwankungen der Nummer und Feinheit einer Glasseide. erkennen kann — durch einen ebenso plötzlich erfolgten Anstieg der mittleren Feinheit verursacht ist. Diese Veränderung in der Nummer kann einmal bedingt sein durch die unter  $\alpha$  und  $\beta$  genannten Einflüsse (unter der Voraussetzung, daß auf die Sekundärspule nur Material der gleichen Primärspule aufgespult wurde), zum anderen dadurch, daß beim Umspulen zwei Papphülsen mit unterschiedlicher mittlerer Feinheit bzw. Garnnummer aneinandergelagt worden sind. — In einem anderen Falle ließ sich die plötzliche Nummerschwankung eines Glasseidengarnes, und zwar von  $Nm = 183,5$  auf  $197,9$ , bei gleichgebliebener mittlerer Feinheit auf die Verminderung der Einzelfadenzahl zurückführen (statt 102 E-F nur 93). Diese konnte auf einer Länge von über 200 m nachgewiesen werden, nach welcher sich die normale Fadenzahl wieder einstellte. Es handelt sich also hier um eine Fehlererscheinung nach Punkt  $\delta$ , die allerdings wegen ihrer im Rahmen des Normalen liegenden Schwankungshöhe auf der kurzen Länge, in der sie in Erscheinung tritt, kein praktisches Interesse beansprucht.

Wie sehr die mittleren Ist-Nummern verschiedener (Sekundär-)Spulen der gleichen Lieferung von der Sollnummer ( $Nm = 180$ ) und untereinander abweichen\*), zeigen nachstehende Werte (Tafel 1):

Bei den Glasseidenzwirnen treten die plötzlich abgesetzten Nummerschwankungen in viel stärkerem Maße

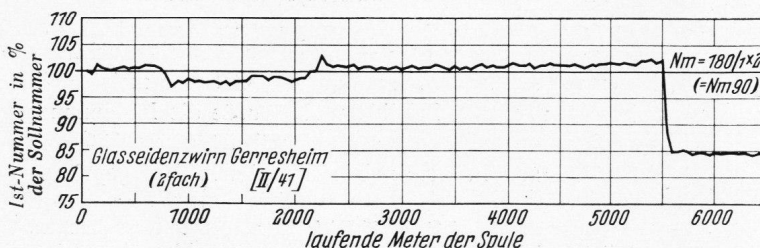


Bild 4. Schwankungen der Nummer eines 2fachen Glasseidenzwirnes.

Spule	Ist-Nummer†)	in % der Soll-Nummer
I	160,4	91,1
II	136,2	75,7
III	184,9	102,8
IV	179,7	99,7
V	171,7	95,3
VI	144,5	80,3
VII	149,4	83,0
VIII	149,6	83,1
IX	179,2	99,5
X	192,5	106,9

†) Mittel von je 3 Bestimmungen auf 500 m Länge mit jeweils 1000 m Abstand.

auf als bei den einfachen Glasseidengarnen. Bild 4 gibt einen zweifachen, Bild 5 einen zweimal zweifachen Glasseidenzwirn wieder. Wenn man die in Tafel 1 veranschaulichten Nummerunterschiede einzelner Glasseidengarn-Spulen berücksichtigt, wird es verständlich, daß Glasseidenzwirne beträchtliche abgesetzte Nummerschwankungen aufweisen, da mit zeitlich verschiedenem Ablauf der einzelnen Garnspulen im gleichen Zwirn einmal Garne niedriger, ein anderes Mal Garne höherer Nummer zusammengezwirnt werden können.

Im Gegensatz zur derzeitigen\*) Erzeugung von Glasfäden läßt sich bei der Kunstseiden-Herstellung die Sollnummer genau einhalten, so daß in der Prüfvorschrift des B.I.S.F.A.\*\*\*) die erlaubten Abweichungen des Ist-Titers vom Solltiter für unbehandelte bzw. ungegeschichtete Kunstseide nach oben und unten je nach Feinheit auf 7—4% begrenzt sind. Die geringe Abweichung der Ist-Nummer von der Sollnummer wie auch die geringen Schwankungen der Nummer an sich bei Kunstseide veranschaulicht Bild 6 für eine Kupfer-Kunstseide, und zwar über ebenfalls 5000 m.

## 2. Nummerschwankungen an Glasfasergarnen.

Bei Untersuchungen an Glasfasergarnen ist zu berücksichtigen, daß diese auf zwei ganz verschiedenen Wegen erzeugt werden können. Beim Direkt-Verfahren, wie es in Gerresheim angewendet wird, werden die auf einer umlaufenden Trommel aufgefangenen Glasfasern in Form eines Vlieses abgenommen, zu einem Band zusammengefaßt (beim Abziehen des Bandes aus dem Vlies findet eine Verstreckung 1:2 statt) und im allgemeinen ohne weitere Verstreckung durch Drallgeben zum Gespinnst (Glasfasergarn) geformt. Im Gegensatz hierzu werden die mittels des Stabverfahrens erzeugten Glasfäden (Schuller; Riedel) nach dem Schneiden auf gleiche Längen (Glasfasern) einem Verspinn-Verfahren unterworfen.

\*) Die z. T. starke Ungleichmäßigkeit der Garnnummer von Glasfäden liegt nicht in einem technischen Mangel des Herstellungsverfahrens begründet, sondern ist durch die gegenwärtigen Verhältnisse bedingt, die infolge des Mangels ausgesuchter Arbeitskräfte die Vermeidung der Schwankungen erschweren. (Untersuchungen über die Nummerabweichungen an einer Großzahl von Spulen von Beginn dieses Krieges zeigten seinerzeit erheblich geringere Abweichungen!) Die Möglichkeiten zur selbsttätigen Vermeidung der noch vorkommenden Nummerschwankungen sind bereits erkannt und bedürfen nur einer Durchentwicklung. — Die Tatsache der derzeit auftretenden stärkeren Nummerabweichungen erfordert aber im folgenden ihre Berücksichtigung bei der Festlegung spezifischer Prüfvorschriften für Glasgarne.

\*\*) Bureau International par la Standardisation des Fibres Artificielles.

Dieses kann sowohl ein Streichgarnverfahren als auch ein abgewandeltes Kammgarnverfahren sein. Die Unterschiede in der Herstellung des Glasfasergarnes rufen entsprechende Unterschiede in der Gleichmäßigkeit der Nummer hervor.

Für die folgenden Betrachtungen ist von Glasfasergarnen der Nummer 1,6 und 5,0 beider Herstellungsverfahren die Ist-Nummer von je 10 m-Strängchen in Prozent der Sollnummer über mehrere hundert Meter der Spule fortlaufend aufgetragen (Bild 7—11), wobei an den 5er Garnen (Bild 9 und 10) auch die mittlere Feinheit der Glasfasern bestimmt wurde. Es läßt sich zunächst feststellen, daß die Nummern der nach dem Direkt-Verfahren erzeugten

Garne ganz allgemein geringere Schwankungen aufweisen als die nach dem normalen Verspinn-Verfahren. Die direkt gewonnenen Garne zeigen in der groben Nummer 1,6 Abweichungen zwischen 4 und 20% (Bild 7), in der feineren Nummer zwischen 3 und 21% gegenüber der Sollnummer (Bild 9), die nach dem letztgenannten Verfahren gesponnenen Garne hingegen in der groben Nummer Abweichungen zwischen -58 und +60% (Bild 8),

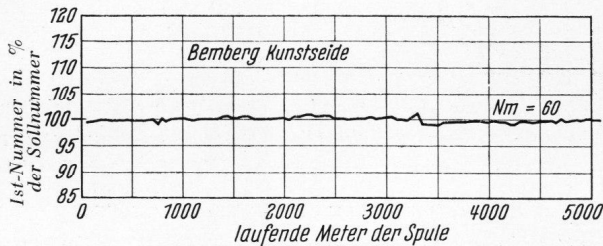


Bild 6. Nummerschwankungen einer Kunstseide.

in der feineren Nummer 5,0 solche zwischen 14 und 48% (Bild 10). Bei Garnen nach dem normalen Verspinn-Verfahren werden also trotz der geringen Schwankungen in der mittleren Feinheit der Fasern und ihrer niedrigen

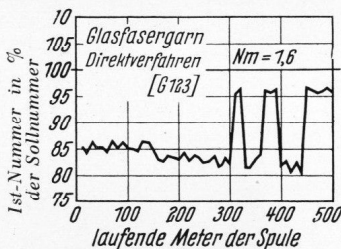


Bild 7. Schwankungen der Nummer eines Glasfasergarnes nach dem Direkt-Verfahren.

Einfluß (Bild 10). Der Charakter dieser Garne wird somit grundsätzlich durch ihre spezifische Herstellung, nämlich durch die verschiedenen spinnereitechnischen Verarbeitungsgänge, bedingt.

Vollkommen anders liegen die Verhältnisse bei den Glasfasergarnen nach dem Direkt-Verfahren. Hier spielen sowohl die Gleichmäßigkeit der mittleren Feinheit, als auch der eigentliche maschinelle Prozeß, d. h. die gleich-

mäßige Abnahme bzw. Zusammenfassung der Glasfasern zum Band in Abhängigkeit vom gleichmäßigen Lauf der Abnehmertrommel, eine Rolle. Selbst wenn also durch präziseste Arbeitsweise alle durch den maschinellen Prozeß bedingten Schwankungen in der Nummer des Bandes bzw. des Garnes ausgeschaltet werden könnten (die allerdings, wie man sieht, schon an sich nur gering sind), würden die Schwankungen der Faserfeinheitswerte, die bei diesem Verfahren zwischen 17 und 20%<sup>1)</sup> liegen, auf die Nummergleichheit einen gewissen Einfluß haben. Dies

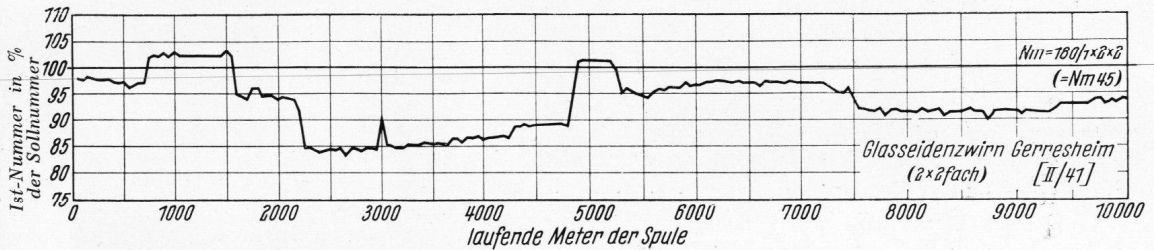


Bild 5. Schwankungen der Nummer eines 2x2fachen Glasseidenzwirnes.

geht auch aus Bild 9 hervor, in dem entsprechend einem Ansteigen der Faserdicke die Garnnummer abfällt, wobei beide Diagrammlinien in sich wieder gewisse Schwankungen aufweisen. Die Nummer dieser Garne schwankt jedoch, wie schon gezeigt, in wesentlich kleineren Bereichen als bei Garnen nach dem normalen Verspinn-Verfahren.

Diese Erkenntnisse beziehen sich auf Nummerbestimmungen über größere Garnlängen; hier werden Schwankungen weiter Abschnitte erfaßt, die die mittlere Feinheit und ihre Ungleichmäßigkeit nicht ausschlaggebend beeinflussen werden können. Dagegen treten diese Feinheits-Ungleichmäßigkeiten der Fasern beider Herstellungsverfahren bei meterweiser laufender Prüfung des Garnes am BERTHOLDSchen Gleifo-

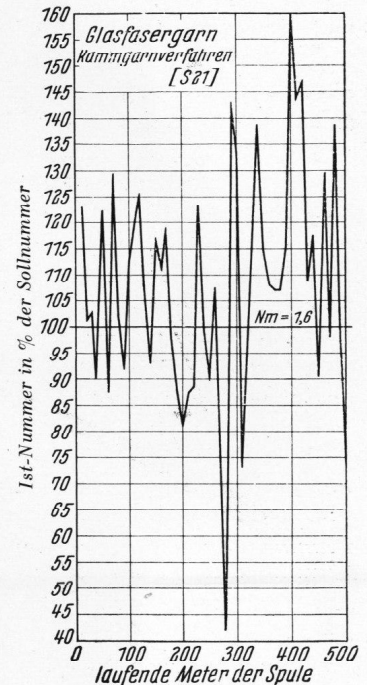


Bild 8. Schwankungen der Nummer eines Glasfasergarnes nach dem Kammgarnverfahren.

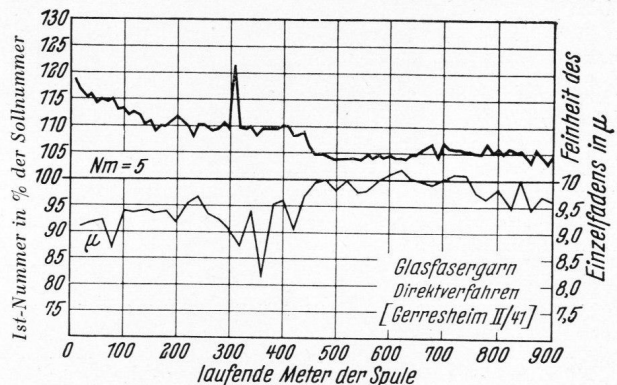


Bild 9. Schwankungen der Nummer und Feinheit eines Glasfasergarnes nach dem Direkt-Verfahren.

meter, d. h. also bei allseitiger Abtastung des Garnquerschnittes, in Erscheinung: jetzt wird bei Glasfasergarnen nach dem normalen Verspinn-Verfahren ein wesentlich

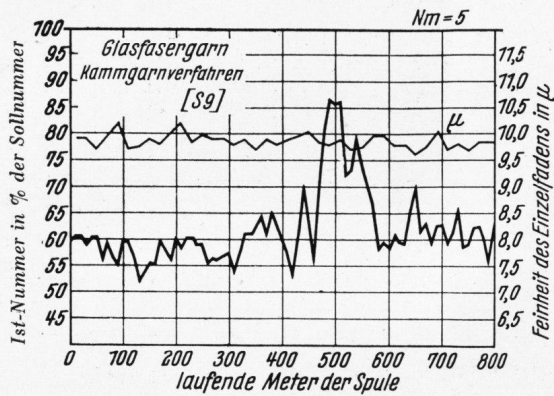


Bild 10. Schwankungen der Nummer und Feinheit eines Glasfasergarnes nach dem Kammgarnverfahren.

gleichmäßigeres Diagramm aufgezeichnet (Bild 13 und 15) als von den Garnen nach dem Direkt-Verfahren (Bild 12 und 14), da die Ungleichmäßigkeit der Faserfeinheit nach dem letztgenannten Verfahren mit ungefähr 18% höher liegt als nach dem normalen Verspinn-Verfahren mit ungefähr 8% Ungleichmäßigkeit.

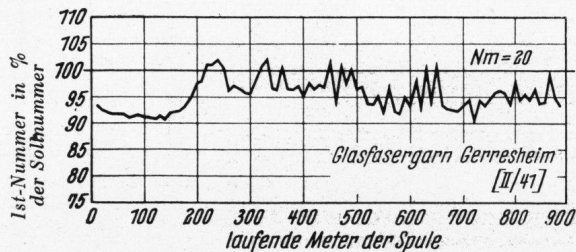


Bild 11. Schwankungen der Nummer eines Glasfasergarnes nach dem Direkt-Verfahren.

### 3. Folgerungen für die Nummerbestimmung von Glasgarnen.

Da die Nummerschwankungen innerhalb einer Glasseidengarn-Spule (Sekundärspule) allgemein als gering anzusehen sind, genügen zur Nummerbestimmung zwei Wägungen zu je 250 m Länge.

Hierbei muß man sich darüber im klaren sein, daß einmal mit dieser Nummerbestimmung nicht ohne weiteres die Nummer der gesamten Spule von normalerweise 10 — 13000 m festgelegt ist (weil — wie unter 1 gezeigt — vereinzelt auch plötzlich stärkere Nummeränderungen an einer Sekundärspule auftreten können als Folge des Aneinanderlegens zweier Primärspulen von unterschiedlicher Nummer). Zum anderen kann vorläufig noch nicht\*) von der Nummer einer Spule auf diejenige anderer bzw. einer ganzen Sendung geschlossen werden, wie dies sonst bei Textilien möglich ist. (Aus diesem Grunde ist auch bezüglich der Probenentnahme eine Anlehnung an die Norm DIN DVM 3801 nicht gegeben.) — Besondere Berücksichtigung müssen diese möglichen Nummerschwankungen bei Festigkeitsuntersuchungen finden. Um nicht durch Verwendung unrichtiger Nummern ein falsches Bild von der Reißkilometerzahl zu erhalten, wird es für erforderlich erachtet, vor und nach je 25 Festigkeitsversuchen die Nummer an je 50 m Länge zu bestimmen und aus den jeweiligen Mittelwerten die Reißkilometer zu berechnen. Weichen die einzelnen Nummern um mehr als 10% voneinander ab, so ist die betreffende Teilversuchsreihe zu wiederholen. (Näheres hierüber sowie über die Einwirkung der Nummerschwankungen auf die Festigkeit als solche wird in einem folgenden Beitrag innerhalb dieser Veröffentlichungsreihe dargelegt.)

Für Glasseidenzwirne gelten die gleichen Festlegungen hinsichtlich allgemeiner Bestimmung der Nummer und Nummerermittlung in Verbindung mit Festigkeitsuntersuchungen. Allerdings kann man hier noch

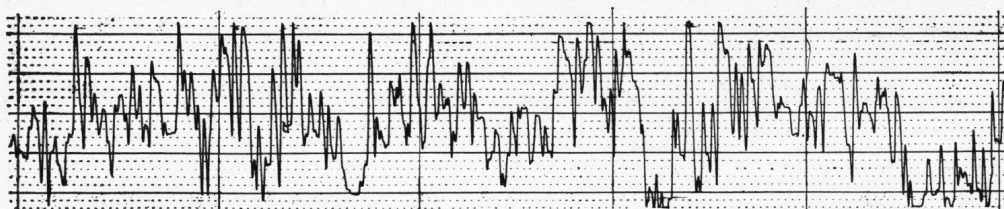


Bild 12. Glasfasergarn Nm = 1,6 [G 123] Direkt-Verfahren. Ueberhöhung 50 : 1.

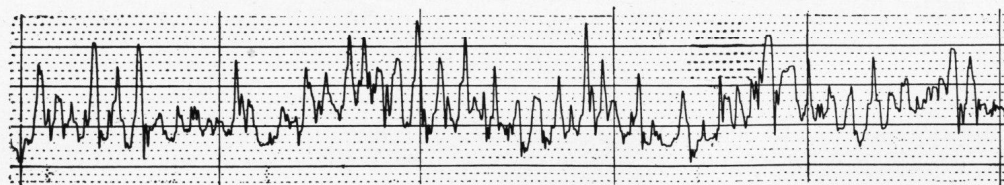


Bild 13. Glasfasergarn Nm = 1,6 [S 21] Kammgarnverfahren. Ueberhöhung 50 : 1.

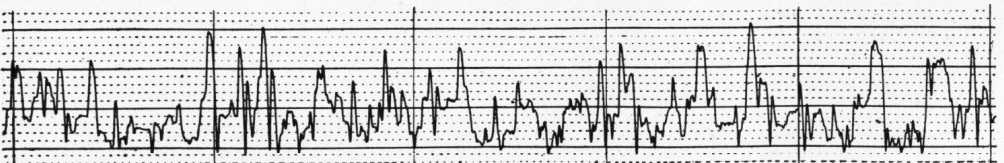


Bild 14. Glasfasergarn Nm = 5 [G II/41] Direkt-Verfahren. Ueberhöhung 100 : 1.

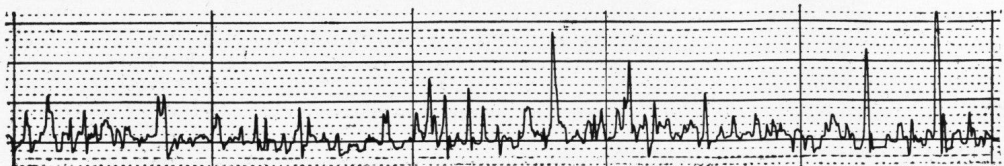


Bild 15. Glasfasergarn Nm = 5 [S 9] Kammgarnverfahren. Ueberhöhung 100 : 1.

Bild 12 bis 15. Gleifometer-Diagramme in 50- bzw. 100facher Ueberhöhung (1/2 der Originalgröße).

weniger von der zu Anfang einer Spule festgestellten Nummer auf die Nummergleichheit der ganzen Spule schließen, da bei Glasseidenzwirnen die Nummerschwankungen in noch erheblich verstärkter Form auftreten. —

Bei Glasfasergarnen vergrößern sich, wie Bild 7—11 zeigen, die Nummerschwankungen mit Größerwerden des Garnes; die Abweichungen von der mittleren Ist-Nummer nach oben und unten sind vor allem bei den üblicherweise verarbeiteten Garnen  $N_m = 1,6$  ganz besonders unterschiedlich groß. Es wird hieraus klar, daß einzelne Nummerbestimmungen namentlich an groben Glasfasergarnen keinen Rückschluß auf die tatsächliche Nummer der gesamten Spule ermöglichen. Mit dieser Einschränkung wird man im Hinblick auf den Materialbedarf mit

zwei Wägungen zu je 100 m Länge (bei feineren Garnen entsprechend mehr) auszukommen versuchen. — Den vorerwähnten Verhältnissen muß besonders bei Festigkeitsuntersuchungen an Glasfasergarnen Rechnung getragen werden. Um hier zu einwandfreien Reißkilometerwerten zu kommen, ist es nötig, bereits vor und nach je 10 Festigkeitsversuchen die Nummer an 10 m Länge zu bestimmen. Gegebenenfalls kann man auch die Nummerbestimmung direkt an den zerrissenen, genau an den Einspannklemmen abgeschnittenen Stücken des Glasfasergarnes mittels Torsionswaage durchführen. Auch hierzu werden in einem folgenden Beitrag über Festigkeitsuntersuchungen weitere Ausführungen gebracht.

(16 080)

DK 581.1 : 620.193.8 : 666.17 (045)

## Bedeutung des Glases in der Pflanzenphysiologie und Biologie. Wert und Gefahr des Glases bei biologischer Arbeit.

Von O. RICHTER, Brünn/Mähren.

(118. Mitteilung aus dem INSTITUT FÜR BOTANIK, WARENKUNDE UND TECHNISCHE MIKROSKOPIE der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn.)

Da es für den Fernerstehenden nicht ohne weiteres klar sein kann, welche große Bedeutung dem Glase für die Lösung pflanzenphysiologischer, besonders ernährungsphysiologischer Fragen der Pflanzenphysiologie und der Biologie, vornehmlich der niederen Organismen überhaupt zukommt, bin ich als Schüler des bekannten, 1937 verstorbenen Wiener Pflanzenphysiologen Hans MOLISCH gerne der Anregung des Herrn Dr.-Ing. Hans FREYTAG gefolgt, über das im Titel gestellte Thema einen möglichst umfassenden Ueberblick zu geben. Hat doch gerade mein unvergeßlicher Lehrer (s. MOLISCH I, S. 29 f.) 1892 als Erster die Methoden beschrieben, die den Forscher in den Stand setzen, die Gefahren, die das Glas für die biologische Forschung birgt, zu meistern, und so auf die Bedeutung des Glases für pflanzenphysiologische Experimente in derart überzeugender Weise hingewiesen, daß seither das Kulturgefäß und seine Zusammensetzung bei den Erwägungen des Experimentators, besonders der ernährungsphysiologischen Richtung, bei Inangriffnahme jeder Arbeit eine allererste Rolle spielt.

Um dies zu begreifen, muß man die Fragestellung kennen, die MOLISCH (I./III. und IV./V., 1892/94, 1895/96) zu seinen weittragenden Schlußfolgerungen über die Bedeutung des Glases für die Pflanzenkultur zwangsläufig führten.

Bis dahin waren schon sehr schöne und lehrreiche Versuche über die Ernährung höherer Pflanzen in sogenannten Wasserkulturen durchgeführt worden. „Die Wasserkultur wurde methodisch erstmals von WOODWARD 1691 angewendet“, wie ich den interessanten Literaturnachweisen PFEFFERS (Bd. I) und W. SCHROPPS (I. S. 13) entnehme, von denen der zweite sich wieder auf TOTTINGHAMS Literaturstudien beruft und auf dessen zur Prüfung landwirtschaftlicher Fragen bestimmte mustergültige moderne Wasserkulturen (II. 1933) verwiesen sei.

Am bekanntesten wurden die einschlägigen Experimente KNOPs (I. und II.), der gezeigt hat, daß man die Mehrzahl der höheren Land- als Wasserpflanzen zu ziehen vermag, wenn man sie in einer in einem großen Glase gehaltenen Nährlösung (N.L.) hält und das Glas selbst in einen Metallsturz einsenkt, der selbst wieder mit einem passenden, mit einem Einschnitt für das Einschleiben der Pflanze versehenen Metall- oder Porzellandeckel geschlossen werden kann, um auf diese Art für das sich entfaltende Wurzelsystem ganz ähnliche Dunkelwuchs-Bedingungen zu schaffen, wie sie sich im finsternen Erdreich finden. Man hat die von KNOP ersonnene N.L. ihm zu Ehren die KNOPSche Nährlösung genannt. Sie enthält auf:

1000 Teile dest. Wasser

1 g  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

$\frac{1}{4}$  g  $\text{KNO}_3$

$\frac{1}{4}$  g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

$\frac{1}{4}$  g  $\text{MgSO}_4$

Spur  $\text{FeSO}_4$

oder eines anderen Eisensalzes.

Der Pflanzenphysiologe SACHS (I.—V.) hatte kurze Zeit vor KNOP durch aufeinanderfolgende Anwendung zweier unvollständiger N.L. höhere Pflanzen in Wasserkulturen erfolgreich gezogen und nach KNOP eine N.L. zusammengestellt, worin im Wesentlichen das  $\text{KNO}_3$  durch  $\text{KCl}$  ersetzt war.

Der Erste übrigens, der eine Kartoffelpflanze im Brunnenwasser mit  $\text{MgSO}_4$ -,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - und  $\text{CaCl}_2$ -Zusatz bis zur Knöllchenbildung brachte, war 1863 NOBBE<sup>1</sup>.

Außerdem hatte der Pflanzenphysiologe J. BÖHM (I u. II) mit der geschilderten Wasserkulturtechnik bereits bewiesen, daß man durch einfaches Weglassen des Ca aus der Normal-N.L. in kurzer Zeit (schon in 1 Woche) die Folgen dieses Eingriffs in die Zusammensetzung der Normal-N.L. feststellen kann. Denn die in einer solchen Ca-freien N.L. gezogenen Keimpflanzen etwa der Bohne (*Phaseolus multiflorus*) zeigen nach dieser Zeit nicht nur verkümmerte, in den Wachstumszonen glasige, schwarzbraun werdende Wurzeln, sondern sie sind auch außerstande, die nickende oder Nutationszone der Stengel auszubilden. Denn diese wird auch glasig und, wenn nicht rechtzeitig Ca der N.L. zugeführt wird, geht die Versuchskeimlingsserie der Ca-freien N.L. absolut zugrunde.

Später wurde von einem Schüler von MOLISCH, L. v. PORTHEIM, gezeigt, daß die Heilung der Ca-Mangelkrankheit nicht nur durch Zusatz des Ca in Form eines Kalziumsalzes zur N.L., sondern auch durch wiederholtes Bestreichen oder Bepinseln der kranken Stengelstellen mit sehr verdünnten Ca-Salz-Lösungen erreichbar ist<sup>2</sup>.

MOLISCH (I) selbst hatte 1892 in Graz seine exakten Untersuchungen über die Notwendigkeit des Eisens für die höhere grüne Pflanze sowie für Pilze veröffentlicht, bei denen es ihm im Anschluß an die schönen Untersuchungen von E. GRIS des Jahres 1843 glückte, zu zeigen, daß das Eisen für die Chlorophyllbildung der höheren grünen Pflanze unbedingt notwendig ist, wenn es auch im Chlorophyllfarbstoff selbst fehlt. —

WILLSTÄTTER, der Dezennien später diese Tatsache bestätigte, hat bekanntlich Mg als Bestandteil des Chlorophylls erkannt. —

Schon bei diesen Untersuchungen, speziell über das Mineral-salzbedürfnis der Pilze, wobei es ihm glückte, die Entbehrlich-

<sup>1</sup> Seither haben nun JOHNSTON (1928) für das Studium des Bor-Einflusses, JANSSEN (1929) und VAN SCHREVEN (1939) Wasserkulturen mit Kartoffelsämlingen durchgeführt, wobei die beiden Letztgenannten auch Knöllchenbildung beobachten konnten. — R. DOSTÁL (II.) und mir (O. RICHTER, XVII. und XVIII.) gelang übrigens neuestens (1942) mit wesentlich exakterer Versuchsanstellung in Wasserkulturen einwandfrei die Notwendigkeit des Bors für Kartoffelsämlinge, insbesondere dessen Bedeutung für die Knöllchenausbildung, endlich die fördernde Wirkung von Natrium und Zink auf die Kartoffelsämlinge und mit ebenso exakt durchgeführten Wasserkulturen von Zuckerrübensämlingen für diese die Notwendigkeit von Bor und Natrium nachzuweisen.