

# **MONATSBERICHTE**

**BEILAGE 87**

---

## **Die Ausbreitung neuer Technologien**

**Eine Studie über zehn Verfahren in neun Industrien**

---

**September 1969**

**ÖSTERREICHISCHES  
INSTITUT FÜR  
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG**

# **Die Ausbreitung neuer Technologien**

## **Eine Studie über zehn Verfahren in neun Industrien**

### **Gliederung**

	<b>Seite</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>3</b>
<b>Die neuen Verfahren</b> .....	<b>4</b>
Oxygenblasstahlverfahren .....	4
Stranggießen von Stahl .....	9
Spezialpressen in der Papiermaschine .....	11
Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen .....	15
Schützenlose Webmaschinen in der Baumwollweberei .....	22
Floatglas .....	27
Tunnelöfen in der Ziegelerzeugung .....	30
Neue Verfahren des Anzeichnens und Schneidens von Stahlblech im Schiffbau ..	34
Automatische Transferstraßen im Motorenbau für Personenkraftwagen .....	37
Die Verwendung von Gibberellinsäure in der Mälzerei .....	39
<b>Zusammenfassung und Schlußfolgerungen</b> .....	<b>41</b>

# Die Ausbreitung neuer Technologien

## Eine Studie über zehn Verfahren in neun Industrien

*Die vorliegende Untersuchung ist das Zwischenergebnis eines gemeinsamen Forschungsprojektes europäischer Wirtschaftsforschungsinstitute über die „Diffusion neuer Technologien“. Die Arbeit wurde von Herrn G. F. Ray vom National Institute, London, abgefaßt. In den mitarbeitenden Instituten wurden die Untersuchungen von H. Aujac (BIPE, Paris), R. Ehrlich (ÖfW, Wien), S. Hakanson (IUI, Stockholm), L. Lacci (ISCC, Rom) und K. H. Oppenländer (IFO, München) durchgeführt. Die englische Originalfassung der Arbeit erschien im National Institute Economic Review, 48, Mai 1969.*

*Das Projekt wird von der Ford Foundation, New York, finanziell großzügig unterstützt. Mit dem Erscheinen der zusammenfassenden Hauptstudie ist Ende 1970 zu rechnen.*

### Einführung

#### Allgemeines

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden in der industriellen Technik gewaltige Fortschritte erzielt. Die ständige Zunahme der Zahl der Konsumenten und ihres Lebensstandards hatte eine starke Steigerung der Nachfrage zur Folge. Da die Produktionsfaktoren Boden und Arbeit nur langsam, wenn überhaupt, vermehrt werden können, läßt sich die erhöhte Nachfrage nur durch den Fortschritt in den Produktionsverfahren befriedigen. Der Wettbewerb unter den Produzenten wirkte in der gleichen Richtung. Das Ergebnis war, daß menschliche Schaffenskraft in einem in der Geschichte bisher nicht gekannten Ausmaß in „Forschung und Entwicklung“ geleitet wurde. Viele Experten glauben, daß die zunehmende wirtschaftliche Nutzung wissenschaftlicher Fortschritte mit allen sozialen und sonstigen Folgen gleichbedeutend mit einer zweiten industriellen Revolution ist.

Erster Schritt zu einem neuen Produkt oder Produktionsverfahren ist die Erfindung. Sie ist entweder individueller Initiative oder gezielter Bemühungen von Regierungen oder Industrien zu danken. Zwischen der Erfindung und ihrer Verwertung besteht jedoch ein großer Unterschied. *J. Schumpeter* meinte, daß die Erfindung *als solche* eine verhältnismäßig kleine Rolle im technologischen Wandel spielt; entscheidend wäre die „Innovation“ — die Möglichkeit,

die Erfindungen kommerziell anzuwenden — und die „Imitation“ — der Prozeß, durch den die Innovation in der Industrie oder der Wirtschaft verbreitet wird<sup>1)</sup>. Die „time lags“ zwischen diesen drei Stufen können entscheiden, ob die Produktionstechnik eines Unternehmens oder der Industrie eines Landes als moderner angesehen werden könnte als die anderer. Im Gefolge der Arbeiten von *R. Solow* in der zweiten Hälfte der fünfziger Jahre<sup>2)</sup> schenkt man der Frage des technischen Fortschrittes immer mehr Aufmerksamkeit. *Schumpeters* time lag wurde in „technologische Lücke<sup>3)</sup>“ umbenannt; ihr wurde nun von Ökonomen, Soziologen und Politikern mehr Interesse zugewandt. Wenn auch ziemlich viel theoretische und weniger empirische Arbeit auf diesem Gebiet geleistet wurde, bleibt noch ein großes „unbearbeitetes Feld“. Im besonderen wurde sehr wenig getan, um die Ausbreitung neuer Technologien auf internationaler Ebene zu vergleichen. Die in diesem Artikel dargestellte Untersuchung will wenigstens einen Teil dieser Lücke füllen.

<sup>1)</sup> *J. Schumpeter*, „Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie“, München 1950.

<sup>2)</sup> *R. Solow*, „Technical Change and the Aggregate Production Function“ in „Review of Economics and Statistics“, August 1957, und „Investment and Technical Progress Mathematical Methods in the Social Sciences“, Stanford 1959.

<sup>3)</sup> Dieser Ausdruck ist nicht ganz befriedigend, weil keine Lücke im Wissen gemeint ist, sondern in der Anwendung vorhandenen Wissens. Einige Experten glauben, daß der Ausdruck „technische Lücke“ besser wäre. Er würde sich dann auch vom Ausdruck der echten technologischen Lücke unterscheiden, die in einigen Entwicklungsländern besteht, wo offensichtlich ein Mangel an technischem Wissen herrscht.

### Ursprung und Art der Untersuchung

Die Anregung für diese Untersuchung kam vom „National Institute, London“, das Anfang 1967 eine Anzahl anderer Konjunkturforschungsinstitute in Europa einlud, an einer gemeinsamen Studie mitzuarbeiten. Das Österreichische Institut für Wirtschaftsforschung in Wien (ÖIWF), das Bureau d'Information et de Prévisions Economiques in Paris (BIPE), das IFO-Institut für Wirtschaftsforschung in München (IFO), das Istituto Nazionale per lo Studio della Congiuntura in Rom (ISCO) und das Industriens Utredningsinstitut in Stockholm (IUI) haben diese Einladung angenommen.

Die Ausbreitung neuer Technologien ist ein sehr umfangreiches Gebiet. Daher mußte das Untersuchungsfeld scharf abgegrenzt werden. Von Anfang an war man bestrebt, den technischen Fortschritt direkt zu messen und zu vergleichen: mit anderen Worten, man wollte auf direkte Weise einen Faktor quantifizieren, von dem man glaubt, daß er im wirtschaftlichen Wachstum eines Landes eine wichtige Rolle spielt — wenn auch möglicherweise in jedem Land eine verschieden große —, einen Faktor, der bisher im allgemeinen nur mit vielen anderen Faktoren, die übrigbleiben, wenn man mengenmäßige Änderungen im Arbeits- und Kapitaleinsatz berücksichtigt hat, zusammen erfaßt wurde. Es wurden neue Produktionsverfahren und nicht neue Produkte für die Untersuchung gewählt, weil erstere auf lange Sicht am meisten zur Produktivität und zum wirtschaftlichen Wachstum beitragen. Sie sind verhältnismäßig leicht definierbar, und das Gebiet ist weniger erforscht.

Die Institute vereinbarten, daß in jedem Land parallele Untersuchungen über die Ausbreitung einiger neuer Technologien durchzuführen wären. Das Hauptinteresse bestand an der „Innovation“ und der „Imitation“, doch war eine gewisse Untersuchung der Erfindung selbst unvermeidlich und einige Aufmerksamkeit mußte der Produktion gewidmet werden, um den Diffusionsprozeß darstellen zu können. Es war klar, daß nur ein kleiner Teil der neuen Verfahren, die in den letzten 15 bis 20 Jahren eingeführt wurden, erfaßt werden konnte. Es wurden zehn (in neun verschiedenen Industrien) für eine erste Untersuchung ausgewählt: Oxygenblasstahlverfahren, Stranggießen (Stahlerzeugung), Spezialpressen (Papiererzeugung), numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen (Metallbearbeitung), Schützenlose Webmaschinen (Weben von Baumwolle und Chemiefasern), Floatglas (Glaserzeugung), Tunnelöfen (Ziegelherstellung), moderne Verfahren des Anzeichnens und Schneidens von Stahlblech (Schiffbau), automatische Transferstraßen (Automobilbau) und Gibberellinsäure (Brauereien und Mälzereien). Zehn Verfah-

ren sind zuwenig, um für die ganze Industrie repräsentativ zu sein, aber die Stichprobe ist zumindest in drei wichtigen Hinsichten recht gut ausgewogen: Anzahl der Firmen der betreffenden Industrien, Exportanteil an der Produktion und Kapitalbedarf. Die Verfahren sind in ihren jeweiligen Bereichen von bedeutendem Einfluß.

Die Untersuchung wurde in mehreren Stufen konzipiert, die erste, um Daten zu sammeln und den Weg für weitere Stufen zu ebnen, in denen die Bestimmungsgründe der Diffusionsraten in den einzelnen Ländern zu untersuchen wären.

In der ersten Stufe (die Gegenstand dieser Studie ist) verpflichtete sich jedes teilnehmende Institut für sein Land ein detailliertes Fragenprogramm über die zehn Verfahren zu beantworten. In der Regel wurden an Firmen Fragebogen versandt; zum Teil wurden die Antworten durch Interviews bei den Firmen erhalten oder von einer zentralen Stelle, wie Handelskammern. Obwohl man sich im Nachhinein bemühte, eine Anzahl von Punkten zu klären, ist die Qualität des erhaltenen Materials ungleich, besonders hinsichtlich der Repräsentation der Industrien. Die Firmen reagierten je nach Land und Industrie verschieden und selbst die sorgfältigst ausgewählte Stichprobe hängt von der Antwortquote ab.

Die Ergebnisse, die zuerst national und dann international zusammengestellt wurden, bilden den Hauptteil der Studie. Sie weisen den Weg, der in den weiteren Stufen der Untersuchung beschritten werden muß. Die im abschließenden Teil zusammengefaßten Zwischenergebnisse beruhen in vielen Fällen noch auf Vermutungen und sind nicht als definitiv anzusehen. Nicht immer können konkrete Beweise geliefert werden. Aber die verfügbaren Statistiken waren mit Ausnahme der Oxygenstahlerzeugung bisher so unzulänglich, daß auch vorläufige Ergebnisse von Wert sein dürften.

## Die neuen Verfahren

### Oxygenblasstahlverfahren

Die hauptsächlich angewandten konventionellen Methoden des Stahlfrischens sind das *Thomas-* und das *Bessemer-Verfahren*, bei denen Luft von unten in das Metallbad eines Konverters geblasen wird, und das *Siemens-Martin-Verfahren*, wo im Stahlofen Roheisen gefrischt und Schrott geschmolzen wird, wobei die Oxydierung durch Verbrennung von Luft

und zusätzlichen Einsatz von Eisenerz herbeigeführt wird. Für die Herstellung von Edelstahl sowie auch von Kommerzstahl in Werken, wo das Rohmaterial hauptsächlich oder ausschließlich aus Schrott besteht (und flüssiges Roheisen nicht erzeugt wird), findet zunehmend der *Elektroofen* Verwendung.

Das Prinzip des *Oxygenblasstahlverfahrens* beruht auf der Verwendung von reinem Sauerstoff (statt Luft), der durch eine wassergekühlte Düse von oben auf die Oberfläche des Metallbades im Konverter (Tiegel) geblasen wird. Es können bessere Stahlqualitäten erzielt werden (die weniger Stickstoff und Phosphor enthalten) als mit dem Bessemer- und Thomasverfahren. Im Vergleich mit dem Siemens-Martin-Verfahren ist die Chargenfolgezeit viel kürzer, die Kapital- sowie die Umwandlungskosten sind niedriger, aber die Qualität des Stahles ist im allgemeinen die gleiche. Beim Oxygenverfahren besteht die Charge zu einem großen Teil aus Roheisen und zu einem viel geringeren Teil aus Schrott. Die Herstellung von Oxygenstahl hängt daher sehr davon ab, ob flüssiges Roheisen zur Verfügung steht.

Das am häufigsten verwendete Sauerstoffblasstahlverfahren ist das LD-Verfahren, das in Österreich entwickelt wurde und dort 1952 zum erstenmal

angewandt wurde<sup>1)</sup>. Andere Verfahren, die reinen Sauerstoff verwenden, sind das in Belgien entwickelte LD-AC<sup>2)</sup>, das Rotor- (Deutschland<sup>3)</sup>) und das Kaldo-Verfahren (Schweden). Sie sind Varianten desselben Prinzips, und auf sie entfallen nur 3% bis 4% der gesamten Oxygenstahlerzeugung der Welt. Einige weitere Methoden wurden entwickelt, die die Verwendung von reinem Sauerstoff in konventionellen Stahlwerken gestatten, wie das PL-Verfahren in Deutschland (Umwandlung eines traditionellen Thomas-Konverters) und das Ajax-Verfahren in Großbritannien (Umwandlung eines SM-Ofens).

### Ausbreitung des Verfahrens

Das Sauerstoffblasstahlverfahren hatte einen langsamen Start. Der Innovation in Österreich im Jahre 1952 folgte die Anwendung in Kanada und in den Vereinigten Staaten 1954 sowie in Frankreich 1956 und die Einführung des Kaldo-Verfahrens in Schweden ebenfalls 1956. Erst 1957 begann eine größere

<sup>1)</sup> Daher der Name: LD = Linz-Donawitz.

<sup>2)</sup> Für Roheisen mit mehr als 0,5% Phosphorgehalt.

<sup>3)</sup> Mit Deutschland wird in der Folge stets die Bundesrepublik Deutschland bezeichnet.

Tabelle 1

### Gesamt-Rohstahlerzeugung und Erzeugung von Oxygenstahl

	1952	1954	1956	1958	1960	1962	1964	1966	1967
	Mill. t								
<b>Gesamt-Rohstahlerzeugung</b>									
Welt .....	211,5	223,8	283,5	276,2	340,7	359,2	436,8	475,3	496,0
OECD-Europa .....	—	66,9	83,1	84,9	107,2	104,0	121,9	124,3	129,0
BR Deutschland .....	18,6	20,2	26,6	26,2	34,1	32,6	37,3	35,3	36,7
Frankreich .....	10,9	10,6	13,4	14,6	17,3	17,2	19,8	19,6	19,7
Großbritannien .....	16,7	18,8	21,0	19,9	24,7	20,8	26,7	24,7	24,3
Italien .....	3,5	4,2	5,9	6,3	8,2	9,8	9,8	13,6	15,9
Österreich .....	1,1	1,7	2,1	2,4	3,2	3,0	3,2	3,2	3,0
Schweden .....	1,7	1,9	2,4	2,4	3,2	3,6	4,4	4,8	4,8
<b>Oxygen-Stahlerzeugung<sup>1)</sup></b>									
Welt .....	0,1	1,0	2,1	5,9	13,8	26,3	57,8	106,5	—
OECD-Europa .....	—	—	—	—	3,6	6,6	16,9	31,2	37,3
BR Deutschland .....	—	—	—	0,3	0,9	1,7	5,2	8,7	11,6
Frankreich .....	—	—	—	—	0,1	0,7	2,2	2,9	3,3
Großbritannien <sup>2)</sup> .....	—	—	—	—	—	0,4	3,0	6,5	6,7
Italien .....	—	—	—	—	—	—	0,2	3,7	4,3
Österreich .....	0,1	0,6	0,9	1,2	1,8	1,8	2,0	2,0	2,0
Schweden .....	—	—	0,1	0,1	0,1	0,4	0,7	1,4	1,6
<b>Anteil der Oxygenstahl- an der Gesamtrohstahl-Erzeugung</b>					in %				
Welt <sup>3)</sup> .....	—	0,4	0,7	2,1	4,0	7,3	13,2	22,4	—
OECD-Europa .....	—	—	—	—	3,4	6,3	13,9	25,1	28,8
BR Deutschland .....	—	—	—	1,3	2,5	5,2	14,0	24,5	31,5
Frankreich .....	—	—	—	—	0,5	3,8	11,2	14,7	16,7
Großbritannien <sup>2)</sup> .....	—	—	—	—	—	2,1	11,4	26,1	27,6
Italien .....	—	—	—	—	—	—	2,4	27,2	26,9
Österreich .....	0,6	35,9	40,9	48,7	56,1	61,6	61,5	61,3	67,0
Schweden .....	—	—	0,9	3,1	3,9	12,0	16,2	29,2	32,8

Q: UN, Quarterly Bulletin of Steel Statistics for Europe; OECD, The Iron and Steel Industry; Statistisches Bundesamt Düsseldorf Eisen und Stahl. — <sup>1)</sup> LD, Kaldo und Rotor — <sup>2)</sup> Ohne Ajax — <sup>3)</sup> Die Anteile einiger nicht gesondert angeführter Länder betragen: Kanada: 1966: 33%; USA: 1966: 25, und 1967: 33; Japan: 63 und 67; Niederlande: 67 und 64. Die kommerzielle Oxygenstahlproduktion begann in Japan 1957 und in den Niederlanden 1958.

Anzahl von Ländern das Oxygenstahlverfahren einzuführen<sup>1)</sup>. Aber ab 1960 verdoppelte sich die Weltproduktion von Oxygenstahl ungefähr alle zwei Jahre (Tabelle 1). Zwischen 1960 und 1966 entfielen 69% der gesamten Produktionssteigerung von Stahl auf Oxygenstahl, in den europäischen OECD-Ländern nahm die Erzeugung mit anderen Verfahren sogar ab. Der Anteil des Oxygenstahles ist in Japan, den Niederlanden und im Land der Ersteinführung, Österreich, am höchsten. Auch in England, Schweden, Deutschland und Italien stieg er schnell (Tabelle 2 und Abbildung 1).

Tabelle 2

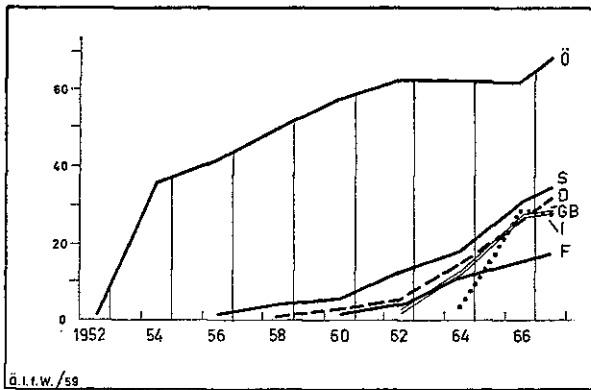
Anteile der Verfahren an der gesamten Stahlerzeugung, 1961 und 1967

	Thomas Bessemer		SM		Elektro		Oxygen <sup>1)</sup>	
	1961	1967	1961	1967	1961	1967	1961	1967
BR Deutschland	42,9	23,0	46,2	37,0	7,1	8,5	3,6	31,5
Frankreich	59,2	51,5	28,8	21,8	8,9	9,7	2,4	16,7
Großbritannien	7,4	—	83,2	57,1	7,5	14,3	0,3	27,6
Italien	6,9	—	54,6	35,4	38,4	37,7	—	26,9
Österreich	—	—	29,2	20,0	12,2	13,0	58,6	67,0
Schweden	13,7	2,0	34,3	28,5	45,5	36,7	5,7	32,8

Q: Siehe Tabelle 1. — <sup>1)</sup> 1956 bestanden die einzigen Oxygenstahlkapazitäten in Österreich (40,9 %) und Schweden (0,9 %)

Abbildung 1

Der Anteil von Oxygenstahl an der gesamten Rohstahlproduktion



Für alle Abbildungen:

D = BR. Deutschland    GB = Großbritannien    Ö = Österreich  
 F = Frankreich        I = Italien                    S = Schweden

Das Anwendungsgebiet des Oxygenblasstahlverfahrens findet sowohl hinsichtlich der Einsatzmaterialien als auch der herzustellenden Produkte gewisse Grenzen. Wie bereits erwähnt, ist die Verfügbarkeit von flüssigem Roheisen wichtig; nicht-integrierte Stahlwerke (d. h. Werke, die kein Eisen erzeugen), die hauptsächlich Schrott zur Stahlerzeugung einsetzen, ziehen natürlich andere, vielfach Elektroverfahren vor. Der Elektroofen herrscht bei der Erzeugung

<sup>1)</sup> J. K. Stone, "Worldwide Distribution of Oxygen Steel-making Plant", Iron and Steel Engineer, November 1966

von Edelstählen vor, wenn auch in einigen Ländern im Elektroofen oft flüssiger Massenstahl, der nach einem anderen Verfahren (einschließlich des Oxygenverfahrens) hergestellt wurde, eingesetzt wird, um Stahl von besonderer Qualität zu erzeugen. Es ist schwierig zu schätzen, wieviel Edelstahl auf diese sekundäre Art erzeugt wurde und wieviel unmittelbar im Sauerstoffverfahren. (Nach unseren Umfragen gibt es Edeltahlerzeuger in Schweden und Frankreich, die mit Oxygenkonvertern ausgestattet sind; auch in Italien bestehen Pläne für die Erzeugung von Edelstahl in LD-Konvertern.)

Diese Frage hat für die Verbreitung des Oxygenverfahrens in Ländern mit großer Edeltahlerzeugung, wie Österreich und Schweden, eine gewisse Bedeutung. (14% der österreichischen und 21% der schwedischen Stahlproduktion im Jahre 1967 entfielen auf Edelstähle, in den vier anderen untersuchten Ländern betrug der Anteil nur 6% bis 8%.) In einigen Ländern (besonders Deutschland) ist das Oxygenverfahren für einfachere Qualitäten von Baustahl wahrscheinlich nicht wirtschaftlich.

**Die Umfrage**

Da über den Verbreitungsprozeß selbst Zahlen aus Veröffentlichungen bekannt sind, wurde im bisherigen Untersuchungsverlauf danach getrachtet, sowohl über die Firmen, die das Oxygenverfahren anwenden, als auch über die, die es nicht anwenden, nähere Einzelheiten zu erfahren. Die ersten Firmen, die das Oxygenverfahren übernahmen — Kanada (1954), USA (1954) und Frankreich (1956) —, waren nach internationalem Standard klein oder mittelgroß<sup>2)</sup>. Die erste schwedische Firma, die das Oxygen-

Tabelle 3

Repräsentation der Erhebung in der Stahlindustrie<sup>1)</sup>

	Zahl der verwertbaren Antworten (Unternehmen)	Anteil der antwortenden Firmen 1966 in %	
		Oxygenstahlerzeugung	Rohstahlerzeugung
BR Deutschland	6	55	40
Großbritannien <sup>2)</sup>	38	95	58
Italien	2	100	54
Österreich	2	100	85
Schweden	23	100	100

Q: Erhebungen — <sup>1)</sup> In Frankreich stammen die Informationen nicht von den Firmen, sondern von der Chambre Syndicale de la Sidérurgie Française. —

<sup>2)</sup> Die Anteilzahlen beziehen sich 1964 auf Oxygenstahl (einschließlich Ajax) und 1965 auf die gesamte Rohstahlerzeugung

verfahren (Kaldo) verwendete, hatte eine jährliche Rohstahlerzeugung von 0,55 Mill. t und die erste deutsche Firma (1957) 1964 eine Erzeugung von

<sup>2)</sup> Die erste schwedische Firma war allerdings für schwedische Verhältnisse sehr groß

0 43 Mill. t. Ende der fünfziger Jahre begannen auch große Firmen das Oxygenverfahren anzuwenden. Jenes Unternehmen, das das Ajax-Verfahren<sup>1)</sup> in England einführte (1958), hatte eine Jahresproduktion von 1,3 Mill. t Rohstahl, die erste Firma, die das LD-Verfahren anwandte, erzeugte 1960 1,9 Mill. t. Die gegenwärtige Größenverteilung ist sehr unterschiedlich. Oxygenstahlproduzenten mit einer Rohstahlerzeugungskapazität von weniger als 500.000 t sind jedoch verhältnismäßig selten und mit Ausnahme von Frankreich, wo es einige sehr kleine Erzeuger von Edelstahl mit kleinen LD-Tiegeln gibt, sind die Kapazitäten nirgends geringer als 100.000 t.

In *Österreich* entfallen ungefähr 85% der Erzeugung auf die zwei größeren Unternehmungen mit einer Jahreserzeugung von je 1 bis 2 Mill. t Rohstahl. Beide verwenden hauptsächlich das LD-Verfahren. Die übrigen zehn Betriebe sind größtenteils Erzeuger von Sonderstählen.

In *Schweden* haben nur drei von 32 Werken eine jährliche Rohstahlerzeugung von mehr als 500.000 t, sie verwenden alle das Kaldo-Verfahren. Eine vierte, mittelgroße Firma wendet das LD-Verfahren an. Die vier Firmen erzeugen knapp über 50% des gesamten schwedischen Rohstahles (1966).

In *Deutschland* haben zehn von 72 Stahlwerken eine Rohstahlkapazität von mehr als 1,5 Mill. t; sechs davon beteiligten sich an der Umfrage und vier haben Oxygen-Konverter. Ein fünftes führte das Oxygen-Verfahren 1968 ein. Diese fünf Firmen erzeugten 1966 insgesamt 14,3 Mill. t Rohstahl (oder 40% der gesamten deutschen Rohstahlerzeugung).

Tabelle 4

Zahl der in Betrieb befindlichen Oxygen-Konverter<sup>1)</sup>

	1952	1954	1956	1958	1960	1962	1964	1966	1968
BR. Deutschland	—	—	—	1	3	9	13	18	.
Frankreich	—	—	—	.	2	5	10	10	12
Großbritannien <sup>2)</sup>	—	—	—	1	5	14	27	29	.
Italien	—	—	—	—	—	—	2	5	7
Österreich	2	4	5	5	7	7	7	7	8
Schweden	—	—	1	1	2	5	6	8	8

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Die Kapazitäten sind sehr verschieden; Konverter, die in späteren Jahren installiert wurden, sind im allgemeinen viel größer als die älteren. — <sup>2)</sup> Einschließlich Ajax-Öfen

Von den zehn *britischen* Eisen- und Stahlherzeugern mit einer Jahreskapazität von mehr als 1 Mill. t Rohstahl verwenden sechs das Oxygenverfahren. Auch drei kleinere Firmen erzeugen Oxygenstahl. Unter den 38 verwertbaren Antworten der ausgewählten

<sup>1)</sup> Das Ajaxverfahren wird bisher nur von einer einzigen größeren Firma, die es auch entwickelt hat, mit umgewandelten Martinöfen verwendet. Da es reinen Sauerstoff zum Frischen von Stahl verwendet, ist Ajax ein Oxygenverfahren, mit einem Ofen statt eines Konverters.

Firmen befinden sich acht Oxygenstahlerzeuger (das sind alle Oxygenstahlerzeuger mit Ausnahme eines großen Unternehmens). Die neun britischen Oxygenstahlerzeuger vereinen 53% (1965) der gesamten inländischen Rohstahlerzeugung auf sich, die acht befragten Firmen haben einen Anteil von 46%. Gegenwärtig werden in Großbritannien folgende Oxygen-Konverter (einschließlich der Ajax-Öfen) verwendet: 15 LD, 7 Ajax, 5 Kaldo, 1 Rotor, 1 VLN (Very Low Nitrogen).

In *Italien* hat eine große verstaatlichte Gesellschaft das LD-Verfahren in zwei Werken eingeführt, die ab 1965 mit LD-Konvertern ausgestattet worden sind. Eine andere kleine verstaatlichte Gesellschaft begann 1968 mit der LD-Produktion. Diese Unternehmen vereinen 54% der gesamten italienischen Rohstahlerzeugung auf sich.

In *Frankreich* verwenden sieben Firmen das Oxygenverfahren oder wollen es in nächster Zeit einführen. Ungefähr 55% der Oxygenstahlkapazität sind in großen Firmen installiert, der Rest in kleineren Firmen, die hauptsächlich Edelstähle erzeugen<sup>2)</sup>.

Ein weiterer Beweis, daß sich die Ausbreitung des Sauerstoffblasstahlverfahrens beschleunigt hat, ergibt sich aus der Zahl der in Betrieb stehenden Oxygen-Konverter, die sich seit 1960 ständig erhöht hat (Tabelle 4), und aus den Plänen der Unternehmen, die bereits einige Erfahrung mit der neuen Technik haben. Alle Firmen, die Oxygenstahlkapazitäten haben oder einzuführen planen, wollen den Anteil des Oxygenstahles an ihrer gesamten Rohstahlerzeugung auf mehr als 50%, häufig sogar auf 70% bis 90% erhöhen. Für Großbritannien und Schweden erwartet man, daß der Anteil 1970 rund 80% betragen wird (Tabelle 5). Aber nur vier britische und eine schwedische Firma erzeugen oder planen 100% ihres Rohstahles mit dem Sauerstoff-

Tabelle 5

## Erzeugung der Firmen, die das Oxygenstahlverfahren anwenden

	Erzeugung 1966		Anteil von Oxygenstahl an der Gesamterzeugung in %		
	Rohstahl	Oxygenstahl	1966	1968 <sup>1)</sup>	1970 <sup>2)</sup>
	Mill. t				
BR. Deutschland <sup>3)</sup>	.	4,7	.	46	55
Großbritannien <sup>3)</sup>	12,4	7,0	56	62	81
Italien	7,4	3,7	50	52	58
Österreich	2,7	2,0	73	75	75
Schweden	2,3	1,3	57	62	76

Q: Erhebungen — <sup>1)</sup> Schätzung — <sup>2)</sup> Prognose. — <sup>3)</sup> Nur antwortende Firmen.

<sup>2)</sup> Der verhältnismäßig geringe Prozentsatz von Oxygenstahl in der französischen Erzeugung (siehe Tabelle 1) ist teilweise auf Verzögerungen in den Verhandlungen über den „Plan Professionel de la Sidérurgie“ 1965/66 zurückzuführen.

blasstahlverfahren zu erzeugen. Einer der Gründe, weshalb viele Firmen nicht ganz umstellen wollen, dürfte sein, daß Schrott im Oxygenverfahren nur in beschränktem Maß eingesetzt werden kann. In allen Ländern gibt es sowohl Firmen, die das Oxygenstahlverfahren als zusätzliche Kapazität einführten, als auch solche, die durch die neue Technik konventionelle Verfahren ersetzen.

**Wirtschaftliche Vorteile<sup>1)</sup>**

Die Kapitalkosten für eine Oxygenstahlanlage sind viel niedriger als für SM-Anlagen. Bei einer Anlage mit einer Kapazität von 1 bis 2 Mill. t pro Jahr beträgt die Ersparnis beim LD-Verfahren 25% bis 30%. Ein wichtiger Faktor ist die Chargenfolgezeit, die für die Effizienz eines Oxygen-Konverters entscheidend ist. Für einen 30-t-LD-Konverter beträgt die Chargenfolge 30 bis 35 Minuten, für einen 80-t-Konverter 40 bis 45 Minuten. Das bedeutet, daß ein 30-t-Konverter 55 bis 60 t pro Stunde erzeugt, ein 80-t-Konverter 105 bis 120 t. Ein 200-t-SM-Ofen erzeugt ungefähr 20 bis 25 t pro Stunde und ein 400-t-SM-Ofen 35 bis 40 t. Um den gleichen Ausstoß wie eine LD-Anlage mit drei 50-t-Konvertern zu erreichen, benötigt man sieben oder acht SM-Öfen. Das LD-Verfahren bringt auch Ersparnisse in den Verarbeitungskosten, die verhältnismäßig noch größer sind (Tabelle 6).

Tabelle 6

**Umwandlungskosten von SM- und LD-Stahl<sup>1)</sup>**

	Prozent der gesamten Umwandlungskosten von Martinistahl	
	Martinofen	LD
Löhne und Gehälter	10.4	6.7
Brennstoffe und Energie	23.4	10.4
Werkzeuge, Kokillen, Bodenplatten	10.8	10.8
Feuerfestes Material, Zustellungskosten, sonstige Hilfsmaterialien	26.7	8.3
General- und Sonderkosten	5.0	4.2
<b>Gesamte Verarbeitungskosten</b>	<b>76.3</b>	<b>40.4</b>
Kapitalverdienst (ungefähr 12%)	23.7	16.0
<b>Gesamtumwandlungskosten</b>	<b>100.0</b>	<b>56.4</b>

Q: H. Trenkler, a. a. O. —<sup>1)</sup> Bei einer Jahresproduktion von 1 Mill. t und einem Phosphorgehalt des Erzes von 0.2% im SM-Ofen und unter 0.5% für LD-Stahl. Bei gleichen Annahmen für den Phosphorgehalt steigen die Gesamtumwandlungskosten von LD-Stahl bei einer Jahreserzeugung von 0.5 Mill. t auf 57.7%, bei einer Erzeugung von 1.5 Mill. t fallen sie auf 55.5% des SM-Ofens. Bei einem höheren Phosphorgehalt kann sich der Prozentsatz bei der Erzeugung von 1 Mill. t auf 61.4% erhöhen.

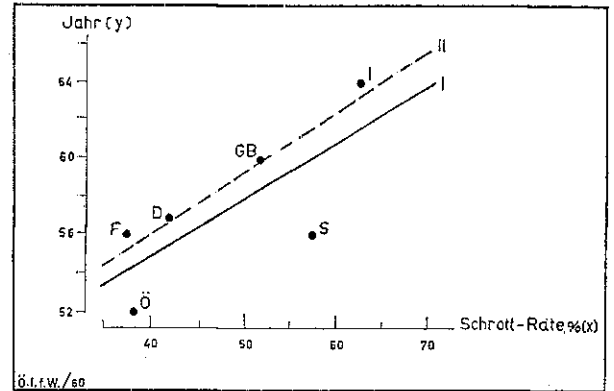
Der Vergleich der Einsatzkosten ist kompliziert, da die zwei Hauptfaktoren, das Verhältnis Roheisen zu

<sup>1)</sup> Die Ausführungen in diesem Abschnitt stützen sich vorwiegend auf: H. Trenkler, „10 Jahre LD-Verfahren“, Wien 1960. Es wurden zahlreiche ähnliche Berechnungen veröffentlicht (z. B. W. Adams und J. B. Dirlam, „Big Steel, Invention and Innovation“, The Quarterly Journal of Economics, May 1966).

Schrott<sup>2)</sup> und die Preise dieser zwei Materialien (die gewöhnlich sehr stark schwanken) von Land zu Land sehr verschieden sind. Diese Unterschiede dürften teilweise erklären, wieso die Zeitpunkte der Einführung des Oxygenverfahrens verschieden sind (Abbildung 2) — besonders wenn man die zwei Erfindeländer, Österreich (LD) und Schweden (Kaldo), ausschließt (siehe Regressionslinie und Gleichung ii).

Abbildung 2

**Das Verhältnis zwischen Schrott-Rate und Einführungsjahr des Oxygenverfahrens**



i = Alle Länder:  $y = 43\,987 + 0.280x$ ;  $R^2 = 0.559$ ;  $s = \pm 0.124$   
 ii = Ohne Österreich und Schweden:  $y = 44\,162 + 0.311x$ ;  $R^2 = 0.991$ ;  $s = \pm 0.020$

**Zusammenfassung**

Die Rentabilität der neuen Technik ist erwiesen. Für Zusatzkapazitäten in bestehenden Werken kommt angesichts der niedrigeren Investitionskosten praktisch nur noch dieses Verfahren in Frage. Der Bestand an umfangreicher, verhältnismäßig neuer und sehr dauerhafter Produktionsausrüstung hat allerdings das Vordringen des Oxygenverfahrens verzögert<sup>3)</sup>. Andere hemmende Faktoren sind das Pro-

<sup>2)</sup> Anteil von Schrott an der Rohstahlerzeugung 1966:

Land	%	Verfahren	%
(Alle Verfahren)		(Ø in den 6 Ländern)	
Deutschland	42	Elektro	96
Frankreich	37	Siemens-Martin	63
Großbritannien	52	Oxygen	22
Italien	63		
Österreich	38		
Schweden	58		

<sup>3)</sup> In den Industrieländern wurden Ende der vierziger Jahre und in den fünfziger Jahren große SM-Kapazitäten installiert, auch noch nach der Einführung des LD-Verfahrens in Österreich. Sie werden nur nach und nach ersetzt werden. Eine typische Ansicht wurde von einem Sprecher der US Steel Corporation ausgesprochen und im Forbes, August 1964, zitiert: „Niemand, der leistungsfähige SM-Öfen hat, wird sie weggeben, um Oxygenanlagen zu kaufen. Wir warteten bis wir alte Kapazitäten ersetzen mußten.“ Da der überwiegende Teil der Nachkriegs-SM-Kapazität von großen Unternehmen errichtet wurde, hinken viele große Unternehmen in der Einführung der neuen Technik nach.



blem des Edeltahles und die Abhängigkeit der Oxygenstahltechnik von flüssigem Roheisen und — bis zur Änderung des Verfahrens Ende der fünfziger Jahre auf LD-AC — von Eisenerz mit hohem Phosphorgehalt.

In fast allen Ländern scheinen Unternehmen, die nach internationalem Standard mittelgroß oder klein waren, diese Technik als erste übernommen zu haben (obwohl einige von ihnen zu den größten der betreffenden Länder zählten). Die größeren Unternehmen hinken meist nach<sup>1)</sup>, aber in letzter Zeit stieg deren Interesse und infolgedessen hat sich das LD-Verfahren zuletzt viel rascher ausgebreitet.

### Stranggießen von Stahl

Die Grundidee des Stranggußes<sup>2)</sup> besteht in der Umwandlung eines diskontinuierlichen Verfahrens in ein kontinuierliches. Dadurch soll das Ausbringen von fertigem Stahl aus gegebenem Einsatz erhöht und die Größe der erforderlichen Walzwerke durch direkte Erzeugung von Knüppeln, Blöcken oder Brammen aus dem flüssigen Metall<sup>3)</sup> verringert werden. Beim Stranggießen wird geschmolzener Stahl durch eine oszillierende, wassergekühlte Kokille gegossen, kommt mit fester Oberfläche heraus und wird über Walzen weiterbefördert; das fertige Erzeugnis (Knüppel, Blöcke oder Brammen) wird in einem kontinuierlichen Verfahren hergestellt, das den Tiefofen und die Blockstraße des konventionellen Blockgusses ersetzt. Da die Installation eines Blockwalzwerkes eine ziemlich hohe Rohstahlkapazität erfordert, verringert die Einführung einer CC-Maschine die wirtschaftliche Mindestgröße eines Stahlwerkes. (Ein kleiner Betrieb kann sich kein Blockwalzwerk, wohl aber eine Stranggußanlage leisten.)

Versuche, Stahl kontinuierlich zu gießen, wurden seit 1830 unternommen, aber erst hundert Jahre später, nach dem Zweiten Weltkrieg, wurde das CC-Verfahren zu kommerzieller Reife entwickelt,

<sup>1)</sup> In diesem Punkt bestätigt die Untersuchung ähnliche Ergebnisse in den Vereinigten Staaten. (E. Mansfield, "The Economics of Technical Change", New York 1968, S. 109. — W. Adams und J. B. Dirlam, a. a. O.)

<sup>2)</sup> Im englischen: Continuous Casting, daher wird das Stahlstrangguß-Verfahren im folgenden kurz CC genannt.

<sup>3)</sup> Eine sehr detaillierte und bis in die jüngste Zeit reichende Beschreibung von Stahlstrangguß, seiner Geschichte und Entwicklung sowie eine ausführliche Besprechung seiner Wirtschaftlichkeit ist in "Economic Aspects of Continuous Casting of Steel" zu finden, veröffentlicht von der ECE, 1968.

obwohl das Stranggießen von Nichteisen-Metallen, das hauptsächlich in Deutschland und in den Vereinigten Staaten entwickelt wurde, bereits Ende der dreißiger Jahre erfolgreich angewandt worden war. Ein weiterer Schritt nach dem Zweiten Weltkrieg war die Verwendung einer oszillierenden Kokille. In den sechziger Jahren ermöglichte eine weitere metallurgische Entwicklung das Stranggießen von Brammen mit größerem Durchmesser. Die neueste Entwicklung besteht in unmittelbar anschließendem Walzen des stranggegossenen Stahles in einem einzigen Vorgang.

Sofort nach dem Zweiten Weltkrieg wurde in verschiedenen Ländern mehr oder minder unabhängig voneinander versucht, Stahl im Strangguß auf kommerzieller Basis zu erzeugen.

### Die Umfrage

In allen Ländern mit Ausnahme von Frankreich wurden Fragebogen ausgesendet. In Frankreich wurde nur die Chambre Syndicale de la Sidérurgie Française befragt. Die Stichproben waren in den meisten Ländern ziemlich repräsentativ (Tabelle 7), nur in Deutschland fehlten einige wichtige Unternehmen mit Stranggußanlagen.

Tabelle 7  
Repräsentation der Erhebung in der Stahlindustrie<sup>1)</sup>

	Zahl der verwertbaren Antworten	Anteil der antwortenden Firmen in %	
		Stranggußstahl	Rohstahl
BR. Deutschland	14	.	70
Großbritannien	39	88	58 <sup>2)</sup>
Italien	38	100	10
Österreich	6	100	95
Schweden	23	100	100

Q: Erhebungen; OECD, The Iron and Steel Industry; nationale Statistiken. — <sup>1)</sup> In Frankreich wurde keine Erhebung durchgeführt; die Daten beziehen sich auf 1966. — <sup>2)</sup> 1965.

### Ausbreitung des Verfahrens

Außer in Deutschland (wo eine große Firma versuchsweise 1949 in ganz kleinem Umfang begann) waren alle Unternehmen, die zuerst den Strangguß einführten, klein — ungefähr 200.000 t (Jahresproduktion) in Italien, 100.000 t in Österreich, etwas weniger in Frankreich und in Großbritannien sowie etwa 60.000 t in Schweden. In den letzten fünf Jahren haben große Stahlerzeuger begonnen, CC-Maschinen von weit größerer Kapazität als die früheren zu installieren, aber nach wie vor verwenden vorwiegend kleine Betriebe Stranggußanlagen. Die Zahl der Firmen, die das Verfahren anwenden, ist gering, manche haben es nach einigen Jahren aufgegeben.

In Österreich, wo die versuchsweise Anwendung 1947 und die kommerzielle 1952 begann, hatten 1968

sechs Firmen CC-Maschinen installiert, aber in einer (von drei) kleinen Firmen und einer (von zwei) mittelgroßen Firmen sind sie außer Betrieb. Das größte österreichische Unternehmen begann mit dem Strangguß erst 1968. In *Deutschland*, wo die kommerzielle Anwendung etwa 1954 begann, folgten erst 1967 drei größere Unternehmen der Pionierfirma und installierten CC-Maschinen, nachdem ihnen vier kleinere Firmen vorangegangen waren. Als nächstes Land begann *Italien* mit der kommerziellen Anwendung (um 1958). Italien hat eine ziemlich große Zahl von kleinen Stahlproduzenten mit CC-Maschinen. Obwohl viele von ihnen den Betrieb aufgegeben haben, gab es 1968 etwa zwölf Gesellschaften (und 1969 17), die das CC-Verfahren anwenden. *Frankreich* und *Großbritannien* begannen mit der kommerziellen Anwendung um 1960 (ungefähr acht Jahre nach dem ersten experimentellen Einsatz). In Frankreich haben vier Edelstahlproduzenten den Strangguß eingeführt — drei sehr kleine, die ihre gesamte Erzeugung im Stranggußverfahren herstellen und eine mittelgroße, mit einem CC-Anteil von rund 70% der Produktion. In Großbritannien wenden sieben Firmen das Verfahren an, sechs davon sind sehr klein und vier setzen ihre Anlagen nur versuchsweise ein. Eine der sieben Firmen hat einige Bedeutung, sie ist ganz auf Strangguß übergegangen und betreibt vier Stränge. In *Schweden* verwenden drei Firmen mit Jahreskapazitäten von 60.000 t bis 900.000 t Rohstahl das CC-Verfahren. Die erste Firma, die das CC-Verfahren kommerziell anwandte (seit 1963), stellte den Betrieb der Anlage Anfang 1967 wieder ein.

Tabelle 8

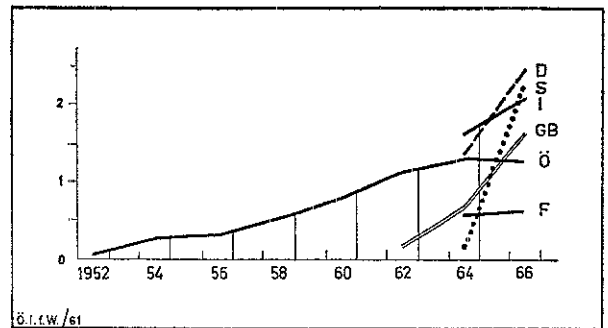
Zahl der installierten Stranggußanlagen

	1952	1954	1956	1958	1960	1962	1964	1966	1968 <sup>1)</sup>
BR Deutschland	—	1	1	2	2	5	7	8	13
Frankreich	—	2	3	3	4	5	5	5	5
Großbritannien	2	2	2	2	2	5	9	11	11
Italien	—	—	—	1	1	1	2	5	12
Österreich	1	2	2	3	3	5	5	5	7
Schweden	—	—	—	—	—	—	1	3	4

Q: Erhebungen; ECE, op cit. — <sup>1)</sup> Schätzung.

Abbildung 3

Der Anteil von Stranggußstahl an der gesamten Rohstahlerzeugung



lagen haben, die Unsicherheit über dieses Verfahren. Zumindes zum Teil geht dies auf die rasche technische Weiterentwicklung von CC zurück. Dennoch scheint sich seine Ausbreitung zu beschleunigen. Pläne für die Einführung des Verfahrens (meist mit unbestimmten Terminen) wurden von einigen schwedischen Firmen gemeldet, wovon jede weniger als

Anteil der Strangguß-Stahlerzeugung an der gesamten Rohstahlerzeugung in den sechs Ländern

Tabelle 9

	1952	1954	1956	1958	1960	1962	1964	1966 <sup>1)</sup>	1968 <sup>2)</sup>
	in %								
BR Deutschland	—	—	—	—	—	—	1,33	2,38	—
Frankreich	—	—	—	—	—	—	0,54	0,55	—
Großbritannien	—	—	—	—	—	0,15	0,62	1,59	—
Italien	—	—	—	—	—	—	1,63	2,05	4,1
Österreich	0,05	0,25	0,27	0,51	0,79	1,10	1,27	1,24	2,8
Schweden	—	—	—	—	—	—	0,14	2,20	9,7

Q: Erhebungen; OECD, The Iron and Steel Industry — <sup>1)</sup> Durchschnitt von OECD-Europa 1,29% — <sup>2)</sup> Schätzung

Zwar ist die Zahl der CC-Maschinen merklich gestiegen (Tabelle 8), doch werden viele noch versuchsweise eingesetzt. Als Folge der langen Experimentierperiode und der ständigen Weiterentwicklung des Verfahrens fiel in den ersten 15 Jahren seit dessen kommerzieller Anwendung in Österreich (Tabelle 9 und Abbildung 3) auf CC ein nahezu bedeutungsloser Teil der gesamten Rohstahlerzeugung.

Hinsichtlich der weiteren Umstellungspläne zeigen die Antworten von Firmen, die keine Stranggußan-

200.000 t Rohstahl pro Jahr erzeugt, weiters von mehreren kleinen und einer mittelgroßen italienischen Firma (um 1970), einer größeren Firma in Großbritannien (1970) und einer Anzahl großer Firmen in Deutschland (in den nächsten fünf Jahren). Viele kleinere Gesellschaften wollen bis zu 100% umstellen, die größeren geben eher einen kleineren Prozentsatz an.

Stranggußanlagen können zur Herstellung der meisten Arten von Produkten angewandt werden, bei

warm- und kaltgewalzter Flachware, bei Profilen oder Rohren. Das bedeutet nicht, daß eine bestimmte CC-Maschine für alle Zwecke verwendet werden kann, da im allgemeinen eine bestimmte Maschine für eine beschränkte Zahl von spezifischen Erzeugnissen installiert ist. Ferner verringert eine häufige Änderung des Produktionsprogramms die Produktivität der Maschine. Viele kleine Firmen, die Stranggußanlagen verwenden, sind Edelstahlproduzenten. In Schweden jedoch, wo ein relativ großer Teil der Produktion auf Edelstahl entfällt, erzeugen alle vier Firmen mit Stranggußanlagen Massenstahl. Es scheint daher, daß nicht so sehr das Problem des Edelstahles, als viel mehr die Unternehmensgröße von Einfluß auf die Ausbreitung des Stranggießens war.

### **Wirtschaftliche Vorteile**

Die Ersparnis an Kosten beim Stranggußverfahren im Verhältnis zum konventionellen Blockguß hängt von so vielen Faktoren ab, daß eine allgemeine Quantifizierung unmöglich ist. Der wichtigste Vorteil ist das erhöhte Ausbringen.

Im Durchschnitt kann der Strangguß ein Ausbringen erreichen, das um 10% bis 12% höher ist als bei konventionellen Verfahren<sup>1)</sup>. Abgesehen von einigen technischen Faktoren über die Art der installierten Stranggußanlage wird die Produktivität stark von der tatsächlichen Betriebszeit der Maschine beeinflusst, die zu einem großen Teil von der Organisation des ganzen Stahlwerkes abhängt; der gegenwärtige Stand der Entwicklung der Gießtechnik gestattet noch keinen wirklich kontinuierlichen Produktionsablauf. Meist wird das Metall vom Ofen in einzelnen Schmelzen entnommen. Die günstigsten Bedingungen sind in Oxygenstahlwerken vorhanden, wo bei konstanten Gußzeiten die Gußkapazität der Schmelzzeit des Konverters angepaßt werden kann. Eine Stranggußmaschine muß von mindestens drei SM-Öfen oder zwei Elektroöfen bedient werden; andererseits werden mindestens drei Stranggußmaschinen beim Betrieb eines Oxygen-Konverters benötigt. Eine verhältnismäßig kurze Schmelzzeit mit zeitlich genau abgestimmtem Abstich beim Sauerstoffblasstahlverfahren bieten die günstigsten Bedingungen für eine Koordinierung des Konverter-Schmelzzyklus mit dem Zyklus der Stranggußmaschine.

Die Meinungen der wenigen Firmen, die sich über Vorteile des CC-Verfahrens äußerten, gingen auseinander (wahrscheinlich, weil in jeder Anlage verschiedene spezifische Bedingungen vorliegen), die meisten betonten aber, abgesehen vom höheren

Ausbringen, Verbesserungen der Qualität<sup>2)</sup> und Ersparnisse an Material und Arbeitskosten.

### **Zusammenfassung**

Nach einer ziemlich begrenzten Anwendungsmöglichkeit in den fünfziger Jahren, wurde dieses Verfahren nach und nach technisch verbessert, befindet sich aber noch immer in einer Phase fortschreitender technischer Entwicklung. Lange Zeit war es fast ausschließlich auf kleine Betriebe beschränkt, da die Anfertigung von CC-Anlagen, die genügend große Brammen für große Stahlwerke erzeugen konnten, technisch nicht möglich war. Aber in der ersten Hälfte der sechziger Jahre wurden die meisten Probleme gelöst. Das CC-Verfahren scheint jetzt besonders für die Bedürfnisse von großen Werken geeignet zu sein, die vor allem Massenstahl erzeugen, weil infolge der beträchtlichen Investitionskosten eine hohe Auslastungsrate erforderlich ist. Abgesehen von diesen Kosten werden die Firmen hauptsächlich dadurch von der Installation von Stranggußanlagen abgehalten, daß häufig eine Reorganisation des Betriebes notwendig ist, um die bestehenden Schmelz-, Guß- und Walzkapazitäten richtig zu koordinieren. Daher werden CC-Maschinen vorwiegend in neuen Stahlwerken oder zur Erhöhung der Kapazität bestehender Werke installiert.

### **Spezialpressen in der Papiermaschine**

Die Spezialpressen (SP) dienen dazu, die Entfernung von Wasser aus dem Papierstoff zu beschleunigen (die Substanz, aus der Papier gemacht wird, besteht aus Fasern und Wasser). Die SP pressen das Wasser aus dem Papierstoff und entfernen es mittels Vertiefungen in den Walzen der Presse oder mittels besonderer Filze. Im Vergleich zu anderen Systemen (Plan- und Saugpressen) ist die Wasserreduktion durch SP größer, wodurch eine Erhöhung der Kapazität der Papiermaschinen möglich ist. Die Betriebskosten sind bei SP meist niedriger, und die Qualität des Papiers wird verbessert. Es gibt vier verschiedene Arten von SP. Die Farbic-Presse (FP) ist in erster Linie eine schwedische Erfindung<sup>3)</sup>. Sie wurde 1957 in Schweden patentiert, 1958 in einer Anzahl von an-

<sup>2)</sup> Dies wird von der ECE-Studie, a. a. O., bestätigt.

<sup>3)</sup> Erfinder waren C. Brauns und L. Jordanson im Central Laboratory der Papierindustrie in Schweden; eine weitere Entwicklung wurde von der Moad Corporation in den Vereinigten Staaten durchgeführt.

<sup>1)</sup> ECE, a. a. O.

deren Ländern Die Presse wurde erstmals 1961 in den Vereinigten Staaten kommerziell verwendet. Die zweite Presse wurde im Oktober 1962 ebenfalls in den Vereinigten Staaten installiert, die erste europäische Presse im Jänner 1963 in Schweden. Man merkte bald, daß es besser wäre, den Filz auf eine Plan- oder eine Saugpresse „aufzuschumpfen“. Die erste Shrink-Fabric-Presse (SF), die gleichfalls in Schweden erfunden wurde, nahm Anfang 1965 den Betrieb auf (eine britische Firma begann allerdings schon 1962 mit einer ähnlichen Maschine zu arbeiten).

Sowohl die FP als auch die SF verwenden einen synthetischen Filz für die Entfernung von Wasser, bald nach der Entwicklung der FP konstruierten die Beloit Company in den Vereinigten Staaten die Venta-Nip Presse (VN), die keinen Filz, sondern Vertiefungen in der Pressenwalze hat. Sie wurde in Europa zum erstenmal Anfang 1964 (in Großbritannien) verwendet. Später wurde die High-Intensity-Presse (HI), die eine viel kleinere Walze hat, in den Vereinigten Staaten entwickelt und in Europa erstmals 1966 verwendet.

### Die Industrie

1966 betrug die gesamte Weltproduktion von Papier und Pappe rund 106 Mill. t (um ca 70% mehr als zehn Jahre vorher). Davon produzierten die sechs erfaßten Länder fast 19 Mill. t (73% mehr als 1956), sie verbrauchten über 20½ Mill. t. Innerhalb der zehn Jahre verdreifachte sich die Produktion in Italien, verdoppelte sie sich in Schweden und stieg in den vier anderen Ländern zwischen 40% und 80%. Die Leistung des größten Produzenten unter den sechs Ländern — Großbritannien — stieg am schwächsten. Papier ist in Schweden und Österreich ein wichtiger Exportartikel, 1966 exportierten sie 61% und 48% ihrer Erzeugung. Die vier anderen Länder sind Importeure von Papier. 1966 importierten Großbritannien und Deutschland etwa 30% ihres Bedarfes; in Frankreich und Italien war der Anteil der Importe viel geringer. Die Struktur der Industrie hat sich in den letzten Jahren beträchtlich verändert (besonders in Großbritannien, wo von 1958 bis 1968 die Zahl der Firmen trotz Steigerung der Erzeugung und des Beschäftigtenstandes beträchtlich zurückging); auch von Land zu Land bestehen bedeutende Unterschiede.

1965/67 betrug die jährliche Erzeugung in Schweden je Firma 71.000 t, in Großbritannien 41.500 t, in Frankreich und Österreich 13.000 bis 14.000 t und in Italien nur 4.500 t. In der Zahl der Beschäftigten gibt es ähnliche Unterschiede. In Schweden arbeiten über 70% und in Großbritannien über 60% aller Ar-

beitnehmer in Unternehmen mit 1.000 oder mehr Beschäftigten. In Deutschland und Italien hingegen liegt ihr Anteil unter 35%. Die Produktivität scheint in Schweden bedeutend höher zu sein als in allen anderen Ländern.

### Die Umfrage

Die Erhebung war bestrebt, in die Stichprobe alle Arten von Papier- und Pappeerzeugern einzubeziehen, nicht aber Papiermaschinen mit einer Jahresleistung von weniger als 10 000 t (1966). In der Praxis waren jedoch verschiedene Vorgangsweisen notwendig. In Österreich und Italien wurden Firmen befragt, von denen man annahm, daß sie potentiell SP verwenden könnten, in Schweden alle Firmen mit Ausnahme von drei hochspezialisierten Pappeerzeugern, die sie nicht verwenden können. In Deutschland ist man an alle großen Firmen herangetreten; in Großbritannien auch an alle mittelgroßen sowie an eine Auswahl von kleinen Firmen. In Frankreich wurden Daten von Handelsorganisationen und Erzeugern von Spezialpressen gesammelt. Diese Unterschiede und das Übergewicht größerer Firmen in der Auswahl (Tabelle 10) erschweren es, Schlüsse zu ziehen.

Tabelle 10  
Repräsentation der Erhebung in der Papier- und Pappeindustrie<sup>1)</sup>

Industrie	Stich- insgesamt	Stich- probe	Zahl der Firmen			Anteil der antwortenden Firmen an der Stich-Gesamt- erzeugung-Beschäftigung in %			
			Antwortende Firmen Groß <sup>2)</sup> Mittel Klein <sup>2)</sup>	Insgesamt	probe	erzeugung	Beschäftigung		
BR. Deutschland	341	19	5	4	3	12	63	22	22
Großbritannien	108	74	12	25	10	47	64	63	64
Italien	586	28	4	8	6	18	64	44	31
Österreich	56	16	.	.	.	10	63	50	.
Schweden	45	42	13	14	14	41	98	99	98

Q: Erhebungen — <sup>1)</sup> Basis 1966, ausgenommen die Zahl der Firmen von Österreich und Schweden (1967). Die italienischen Zahlen enthalten 200 in der Stichprobenerhebung nicht enthaltene Firmen mit 10 oder weniger Beschäftigten. In Frankreich wurde keine Erhebung durchgeführt — <sup>2)</sup> „Groß“ heißt über 1.000 Beschäftigte, „Klein“ unter 300 Beschäftigte.

### Ausbreitung des Verfahrens

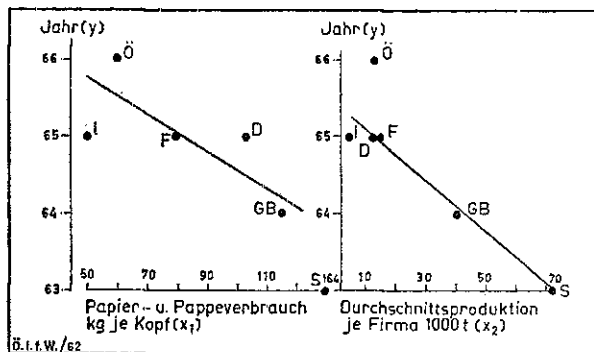
Die Einführung des neuen Verfahrens muß von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängig gewesen sein. Zwei davon, die Größe des heimischen Marktes und die Durchschnittsgröße der papiererzeugenden Firmen des betreffenden Landes zeigen eine recht gute Korrelation mit dem Zeitpunkt der Einführung. Damit soll nicht gesagt sein, daß einer dieser Faktoren direkt bestimmt, ob eine neue Technik in dieser (oder irgend einer anderen) Industrie in einem Lande früher als in dem anderen angewandt wird; indirekt haben sie wahrscheinlich einen gewissen Einfluß auf die Überlegungen der Unternehmer: Je

größer der leichter zugängliche heimische Markt ist, desto größer könnte die Konkurrenz sein, die sie zu kostensparenden neuen Anlagen zwingt.

Der Zusammenhang mit der durchschnittlichen Größe der Unternehmen (gemessen an der durchschnittlich erzeugten Tonnage) ist zweifelhafter (Abbildung 4) — obwohl die statistische Korrelation sehr gut ist ( $R^2 = 0,81$ ) —, weil die Firmenerhebung keine überzeugenden Beweise der Pionierrolle der großen Gesellschaften erbrachte. In Schweden, und weniger ausgeprägt in Großbritannien, gingen wohl die größten Firmen voran, in Deutschland und Italien aber scheinen die mittelgroßen und kleinen Firmen die neuen Verfahren schneller übernommen zu haben. (Der Grund dafür könnte darin liegen, daß es in Schweden mehr große Unternehmen gibt als in den anderen Ländern.) Wenn man jedoch die Größe der Unternehmen anders interpretiert — z. B. je entwickelter die Industrie ist, um so größer werden meist die Unternehmen —, so kann man die Korrelation (Abbildung 4) mehr als einen bloßen Zufall werten.

Abbildung 4

Das Verhältnis zwischen Einführungsjahr der Spezialpressen und Papierverbrauch pro Kopf sowie durchschnittlicher Firmengröße



$$y = 66,774 - 0,022 x_1; R^2 = 0,797; s = \pm 0,006$$

$$y = 65,629 - 0,037 x_2; R^2 = 0,812; s = \pm 0,009$$

Deutschland, Italien und Großbritannien hatten 1966 ungefähr den gleichen Anteil von Papiermaschinen mit Spezialpressen (Tabelle 11). Die Diffusionsrate in Schweden war größer. 1968 scheinen die meisten Länder aufgeholt zu haben, nur Großbritannien hinkt nach Wäre aber die Repräsentation in den anderen Ländern so groß gewesen wie in Schweden, dann blieben die Diffusionsraten wahrscheinlich weiter zurück und der Vorsprung Schwedens käme stärker zum Vorschein. Das beste Maß für die Diffusion ist der Prozentsatz der Papiererzeugung mit Maschinen mit Spezialpressen an der Gesamterzeugung (Tabelle 12 und Abbildung 5).

Tabelle 11

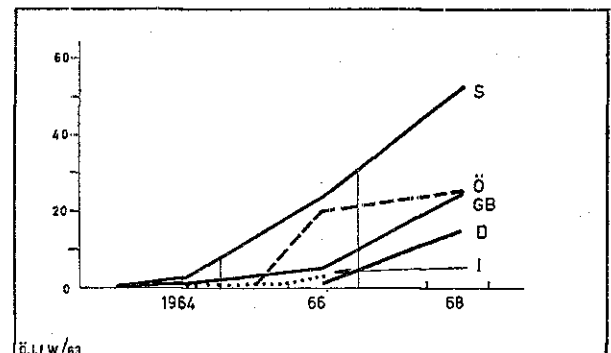
Einsatz von Spezialpressen bei den antwortenden Firmen<sup>1)</sup>

	Jahr	Zahl der Firmen mit Spezialpressen				Zahl der verwendeten Pressen				
		Groß	Mittel	Klein	Insgesamt	FP	SF	VN	HI	Insgesamt
BR. Deutschland	1966	1	1	2	4	4	—	—	1	5
	1968	4	2	3	9	9	4	2	5	20
Frankreich <sup>2)</sup>	1966	—	—	—	28	—	7	21	—	28
	1968	—	—	—	—	5	21	38	5	69
Großbritannien	1964	2	1	—	2	—	1	2	—	3
	1966	5	4	1	10	—	4	11	1	16
	1968 <sup>3)</sup>	8	14	8	30	—	12	17	7	49
Italien	1966	—	3	1	4	1	1	2	—	4
	1968	2	5	3	10	1	4	8	—	13
Österreich	1966	—	—	—	6	1	2	1	2	6
	1968	—	—	—	—	7	2	1	4	14
Schweden	1964	3	—	—	3	6	—	—	—	6
	1966	12	6	—	18	21	12	7	—	40
	1968	13	7	1	21	27	16	16	4	63

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> 1964 wurden von diesen Firmen SP nur in Großbritannien und Schweden verwendet. — <sup>2)</sup> Bis vier FP und weitere elf SF waren wahrscheinlich 1966 in Betrieb. VN umfassen Rainuflot-Pressen (1966: 16 und 1968: 6) — <sup>3)</sup> Einschließlich 13 Pressen unbekannter Typen.

Abbildung 5

Der Anteil des mit Maschinen mit Spezialpressen erzeugten Papiers an der gesamten Papierproduktion



Der Anteil der Firmen, die Spezialpressen verwenden, weicht vom Anteil der Erzeugung mit Spezialpressen oft stark ab. Die letztgenannte Bezugsgröße ist in einigen Fällen beträchtlich niedriger. Z. B. verwendeten 1968 in Deutschland 75% der antwortenden Firmen Spezialpressen, aber nur 23% ihrer Papiererzeugung entfiel auf Maschinen mit Spezialpressen. Dies war hauptsächlich der anfänglichen Neigung der Firmen zuzuschreiben, die Spezialpressen nur für einen verhältnismäßig kleinen Teil ihrer Erzeugung zu verwenden. Man kann daher annehmen, daß die Disparität in den ersten Stufen der Verbreitung steigt, wenn viele Unternehmungen die neue Technik zwar einführen, doch nur in kleinem Umfang. Später wird die Zahl der anwendenden Firmen langsamer steigen, die Diffusion wird mehr auf einer internen Ausbreitung innerhalb der Fir-

Tabelle 12

**Maschinen der antwortenden Firmen mit wenigstens einer SP und deren Anteil an der gesamten Papier- und Pappproduktion**

	Jahr	Maschinen mit SP bei den antwortenden Firmen		Erzeugung von Papier und Papp			Anteil der Erzeugung mit Maschinen mit SP der antwortenden Firmen in %	
		Zahl	Anteil an allen Maschinen in %	Industrie insgesamt Mill. t	Antwortende Firmen insgesamt Mill. t	Maschinen mit SP 1 000 t	Gesamt industrie	Antwortende Firmen
BR. Deutschland <sup>1)</sup>	1964	1	1	4,3	0,9	.	.	.
	1966	5	6	4,5	1,0	38	1	4
	1968	20	22	4,8	1,1	249	5	23
Großbritannien	1964	.	.	4,3	2,8	59	1	2
	1966	16	6	4,5	2,8	293	7	10
	1968	44	18	4,5	2,9	900	20	31
Italien	1964	—	—	2,0	0,9	—	—	—
	1966	4	7	2,5	1,1	71	3	6
	1968	13	21	.	.	.	.	.
Österreich <sup>1)</sup>	1966	.	.	0,7	0,4	156	21	42
	1968	11	26	0,8	0,4	196	26	52
Schweden	1964	5	2	2,9	2,8	52	2	2
	1966	34	16	3,2	3,2	745	23	24
	1968	52	24	3,6	3,6	1 856	52	52

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Von den antwortenden Firmen (siehe Tabelle 10) gaben in Österreich vier und in Deutschland eine keine Angaben über die Zahl der Maschinen mit SP. Für Österreich waren 1964 keine Zahlen zur Verfügung

men beruhen, und die Disparitätskurve (Abbildung 6) sollte dadurch sinken. Theoretisch würde sie schließlich Null erreichen, wenn die Umstellung in jeder anwendenden Firma abgeschlossen ist. Diese Tendenz läßt sich in der Kurve für Schweden erkennen, wo die Anwendung dieses Verfahrens am weitesten fortgeschritten ist. Die Kurven für Deutschland und Großbritannien sind bisher nur gestiegen. Es ist wahrscheinlich, daß die interne Diffusion zunehmen wird (d. h., die anwendenden Gesellschaften werden mehr ihrer Maschinen mit SP ausrüsten); man kann daher annehmen, daß sich die Kurven der beiden Länder ziemlich bald abwärts neigen werden. Die Umstellungs-

pläne der Firmen bekräftigen diese Ansicht. Ein sehr großer Teil der Firmen, die diese Frage beantworteten, hat die Absicht, SP für mehr als 50% ihrer Erzeugung zu verwenden (Tabelle 13). Ungefähr drei Viertel der Firmen, die definitive Pläne für die Installation von SP hatten, erwarten, daß diese innerhalb von vier Jahren laufen werden.

Tabelle 13

**Zahl der Firmen, die mit dem Einsatz von SP ...% der Gesamtproduktion herzustellen beabsichtigen**

	Bis 50%	50—90%	100%
BR. Deutschland	—	5	1
Großbritannien	4	12	5
Italien	1	3	4
Schweden	1	9	19
Insgesamt	6	29	29

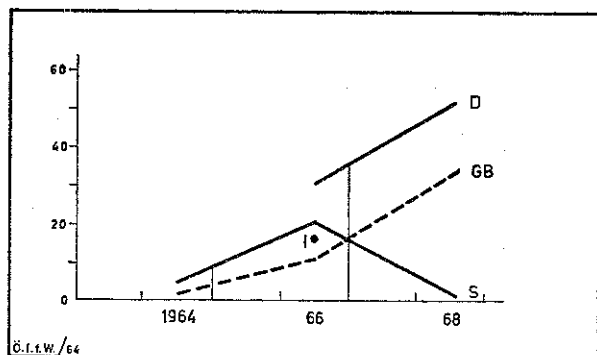
Q: Erhebungen

In Schweden scheinen rascher expandierende Firmen das neue Verfahren früher übernommen zu haben und besser auszunutzen als andere (Tabelle 14). Für Großbritannien gilt das Gegenteil. (Die Zahl der Beobachtungen in Deutschland und Italien ist zu gering, als daß daraus Schlüsse gezogen werden könnten.)

Die Maschinen für die verschiedenen Arten von Papier und Papp sind zwar sehr unterschiedlich, doch können SP zur Herstellung aller wichtigen Papiersorten verwendet werden, außer für sehr starke Pappqualitäten, die mit Spezialmaschinen erzeugt werden, und sehr dünne Papierqualitäten, wie z. B. Hygienepapier. In Schweden werden sie hauptsäch-

Abbildung 6

**Disparität<sup>1)</sup> zwischen Diffusion nach Firmen und nach Produktion**



<sup>1)</sup> Die Disparität kann mit  $D = C - O$  bezeichnet werden. (C ist der Anteil der Firmen mit Spezialpressen an der Gesamtzahl der antwortenden Firmen; O ist der Anteil der Spezialpressen an der Gesamtproduktion der antwortenden Firmen.)

Tabelle 14

**Ausbreitung von SP in Großbritannien und Schweden**

Zeitpunkt der Installation von SP	Produktionsindex 1966 (1962=100)						Durchschnittl. Indexstand
	76 bis 100	101 bis 125	126 bis 150	151 bis 175	176 bis 200	über 200	
Zahl der Firmen							
<b>Großbritannien</b>							
Bis 1966	6	4	1	—	—	—	104
Ab 1967	1	10	3	1	—	—	121
Keine Pläne	—	2	1	—	—	—	—
<b>Schweden</b>							
Bis 1966	—	9	4	2	1	2	140
Ab 1967	3	7	3	—	—	—	115
Keine Pläne	5	3	1	1	—	—	—

**Anteil der Produktion mit SP an der Gesamtproduktion**

Großbritannien	51—100 %	2	1	—	—	—	98
	21—50 %	3	4	—	—	—	104
	1—20 %	2	3	2	—	—	115
Schweden	51—100 %	—	1	1	1	—	167
	21—50 %	—	4	2	1	1	135
	1—20 %	—	4	1	—	—	120

lich für Kraftpapier und Kraftliners verwendet, in Großbritannien für Druck- und Schreibpapier (Tabelle 15). Die unterschiedliche Anwendung beruht aber zum Teil nur darauf, daß diese Sorten in der Papiererzeugung der beiden Länder verschiedene Bedeutung haben.

Tabelle 15

**Zahl der installierten SP für verschiedene Papierqualitäten**

	Zeitungsdruk- papier	Druck- und Schreib- papier	Kraft- und Pack- papiere	Sonst. Pack- papier	Andere Papier- sorten	Pappe	Insgesamt
BR. Deutschland	1	3	2	3	2	—	11
Großbritannien	3	13	4	7	3	3	33
Italien	—	2	1	2	—	1	6
Schweden	4	7	16	2	1	4	34
Insgesamt	8	25	23	14	6	8	84

Q: Erhebungen.

**Wirtschaftliche Vorteile**

Die befragten Firmen sahen in der Steigerung der Kapazität den wichtigsten Vorteil der SP. Von vielen Firmen wurden auch Verbesserungen der Qualität und Ersparnisse in den Energiekosten angeführt. Einige gaben Zahlen über den Kapitalertrag an, der in Schweden viel größer zu sein scheint als in Großbritannien. Eine Erklärung dafür könnte sein, daß die britischen Werke wegen der Marktverhältnisse von der Kapazitätserhöhung, die die SP bieten, wenig Gebrauch machen konnten; eine andere Möglichkeit wäre, daß eine integrierte Produktion (wie in Schweden) für das SP-Verfahren besser geeignet ist.

**Allgemeine Beurteilung**

Diese Pressen sind verhältnismäßig neu; die erste wurde in Europa 1963 eingeführt (in den USA 1961). Ihr Anwendungsbereich ist weit; nur für besonders dünne sowie dicke Papier- und Pappesorten können sie nicht verwendet werden, wenngleich auch andere technische Faktoren ihre Vorteile begrenzen könnten.

**Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen**

Numerisch gesteuerte Maschinen (NC) sind Maschinen, deren Produktionsprozeß durch die Eingabe numerischer Informationen bewirkt und gesteuert wird. Der übliche Informationsträger ist eine Lochkarte oder ein Magnetband, das die nötigen Daten speichert. Die Haupteigenschaft dieser neuen Technik besteht in der Automation ständig wechselnder Prozesse an der Maschine, während bisher hochautomatisierte Maschinen nur einen einzigen Prozeß wiederholen konnten und daher nur bei der Bearbeitung großer Serien verwendet werden konnten. NC öffnete den Weg für die automatische Produktion von kürzeren Serien oder sogar von Einzelstücken.

Bisher wurde die numerische Steuerung hauptsächlich im Werkzeugmaschinenektor angewandt. Es gibt auch Fälle anderer Anwendungsgebiete, wie medizinische Bestrahlungseinrichtungen, Kabelmaschinen, automatische Prüfeinrichtungen, Steuerung von chemischen Verfahren, Stahlerzeugung, Holzbearbeitung u. a. Bei der Metallbearbeitung wurde bisher die numerische Steuerung hauptsächlich zum Drillen, Bohren und Fräsen angewandt, in geringerem Maße für das Drehen und in einzelnen Fällen auch zum Lochstanzen. Die NC-Technik hat sich jedoch sehr schnell entwickelt und auf andere Gebiete verbreitet.

Bei NC-Werkzeugmaschinen werden drei Steuerungsarten unterschieden: Punkt-, Strecken- und Bahnsteuerung (die drei Formen lassen sich allerdings nicht immer scharf trennen). Bei der *Punktsteuerung* wird ein bestimmter Koordinatenpunkt eingestellt; erst dann beginnt die Maschine zu arbeiten. Während der nächste Koordinatenpunkt eingestellt wird, bleibt die Maschine in Ruhestellung. Diese Art der Steuerung wird hauptsächlich beim Bohren und Lochstanzen angewandt. Bei der *Streckensteuerung* wird das Werkstück geradlinig von einem Koordinatenpunkt zu einem anderen gesteuert. Sie ist daher in erster Linie für einfache Fräs- und Dreh-

arbeiten geeignet. Die *Bahnsteuerung* arbeitet nach dem gleichen Prinzip; der Unterschied besteht darin, daß die Stücke in jeder Richtung bearbeitet werden können. Werkzeugmaschinen mit Bahnsteuerung können daher jede Form erzeugen. Sie ersetzen hauptsächlich die herkömmlichen Kopierfräsmaschinen.

Von der Punktsteuerung zur Bahnsteuerung werden Steuerung und Maschinen immer komplizierter und teurer. Die Bahnsteuerung ist besonders teuer, weil sie einen eigenen Computer für die Steuerung komplizierter Abläufe benötigt

### Die Entwicklung der NC-Werkzeugmaschinen

NC ist ein Nebenprodukt der amerikanischen Verteidigungs- und Raumforschung. Ihre Entwicklung begann etwa 1947, als die amerikanische Flugzeugindustrie nach einem billigeren, schnelleren und genaueren Verfahren für die Erzeugung sehr komplizierter Flugzeugteile suchte.

In Europa begannen die Versuche 1950 in Großbritannien, es folgten Deutschland und Frankreich um 1955. Im Herbst 1952 hörte man in Amerika erstmals in der Öffentlichkeit von einer Fräsmaschine mit Bahnsteuerung. 1955 kamen die ersten Werkzeugmaschinen von US-Industriebetrieben auf den Markt, 1956 die von britischen Produzenten<sup>1)</sup>. In Frankreich wurde die erste NC-Werkzeugmaschine (mit Punktsteuerung) 1957 erzeugt; in Deutschland fanden 1958 die ersten praktischen Versuche statt.

In den einzelnen Ländern waren die ersten Schritte sehr unterschiedlich. Die Vereinigten Staaten begannen wegen der vielen schwierigen Formungsarbeiten in der Raumfahrtindustrie beim Kompliziertesten (Bahnsteuerung). Sie starteten mit großen Subventionen. Die britischen Produzenten fingen fast auf dem gleichen Gebiet an, doch ohne Subventionen, weil sie meinten, daß die kommerziellen Voraussetzungen günstiger seien. Man argumentierte, je komplizierter die Steuerung ist, desto größer ist die Ersparnis. Die Erzeuger auf dem europäischen Kontinent begannen am anderen, weniger komplizierten Ende, wahrscheinlich weil es ihnen leichter erschien, einfachere Geräte zu verkaufen, und weil die Raumfahrtindustrie in ihren Ländern im allgemeinen nicht so bedeutend war.

### Die Umfrage

Es muß vermerkt werden, daß die Umfrage die Anwendung und nicht die Erzeugung von NC-Werk-

<sup>1)</sup> Die erste britische NC-Maschine hatte Bahnsteuerung. Sie wurde im September 1956 an einen Industriebetrieb verkauft.

zeugmaschinen betraf. Sie zielte, nicht mit vollem Erfolg, darauf ab, alle Verwender von NC-Werkzeugmaschinen zu erfassen. Die Ergebnisse der Befragung wurden, soweit verfügbar, durch Statistiken der einzelnen Länder und durch Informationen aus Sonderberichten ergänzt<sup>2)</sup>.

Die Frage, ob die Ergebnisse der Umfrage repräsentativ sind, läßt sich aus verschiedenen Gründen schwer beantworten. Es ist weder bekannt, wie viele Unternehmen NC verwenden, noch, wie groß der NC-Bestand ist. Die Maschinenindustrie ist in jedem der erfaßten Länder sehr groß: diese Sparte befaßt sich mit der Erzeugung von verschiedenen Formen von Metallerzeugnissen; die Vielfalt ist noch größer, wenn man verwandte Industrien einbezieht, die ebenso NC verwenden können (wie die Raumfahrtindustrie). Es ist anzunehmen, daß der Bericht dank der Zahl der antwortenden Firmen, der Zahl der erfaßten NC-Maschinen (Tabelle 16), und der vielen

Tabelle 16

### Repräsentation der Werkzeugmaschinenerhebung

	Zahl der angesprochenen Firmen	anzwortenden Firmen	%-Anteil des NC-Bestandes der antwortenden Firmen am geschätzten gesamten Maschinenbestand <sup>1)</sup> 1966
BR Deutschland	16	12	16
Großbritannien	104	61	35
Frankreich	.	32	44
Italien	235	106	65
Österreich	4	3	.
Schweden	55	55	65

<sup>1)</sup> Die Schätzungen erfolgten wie in Tabelle 5; sie sind daher mit Vorsicht zu interpretieren. Das gleiche gilt für die daraus abgeleiteten Werte.

ergänzenden Informationen die Ansichten und Trends der schwedischen, britischen, italienischen und französischen Industrien ziemlich verläßlich wiedergibt; die geringere Anzahl antwortender Gesellschaften vermindert einigermaßen den Wert der deutschen und besonders der österreichischen Information. Die kleinen Firmen werden zu schwach repräsentiert. Das ist jedoch ein geringer Mangel, weil es auf diesem Gebiet wahrscheinlich wichtiger ist, die größeren Firmen zu beobachten.

### Die Ausbreitung des Verfahrens

Über die Einführung von NC-Werkzeugmaschinen gibt es in den sechs behandelten Ländern keine

<sup>2)</sup> Für Deutschland wurde der Bericht über „Forschung und wirtschaftliches Wachstum“ vom IOF-Institut für die EGKS herangezogen. Die Information aus Frankreich beruht ausschließlich auf dem Bericht „Etude de Certains Aspects de la Diffusion et des Répercussions des Innovations“, ebenfalls für die EGKS verfaßt, und zwar von SODIC, Société pour la Conversion et le Développement Industriel, Paris.



amtlichen Daten. Nur die Berichte der an dieser Umfrage teilnehmenden Firmen geben einen Hinweis auf die erste kommerzielle Anwendung. Sie zeigen, daß große Firmen in Großbritannien (1955), Schweden (eine Flugzeugfirma im Jahre 1958) und in Deutschland (1962) Pionierarbeit leisteten. Mittelgroße und kleine Firmen folgten 1960 in Großbritannien und 1965 in Schweden und eine mittelgroße Firma in Deutschland 1963. In Italien jedoch war die erste Firma eine kleine (1960), die großen und mittelgroßen Firmen folgten zwei Jahre später, in Österreich folgte die erste große Firma 1967 einer mittelgroßen Firma, die 1963 begann. Frankreich begann früh (1957), die Größe der betreffenden Firma ist aber nicht bekannt.

Tabelle 17

**Verwendung von Werkzeugmaschinen bei den antwortenden Firmen**

	Zahl der Firmen, die NC-Maschinen verwenden <sup>1)</sup>					Zahl der in Verwendung stehenden NC-Maschinen <sup>2)</sup>				
	1960	1962	1964	1966	1968	1960	1962	1964	1966	1968
BR Deutschland	—	2	9	12	12	—	6	28	74	113
Frankreich	3	8	20	32	—	4	15	60	178	—
Großbritannien	13	23	40	58	59	26	62	170	338	613
Italien	1	4	13	19	35	1	6	17	72	169
Österreich	—	—	1	2	3	—	—	1	3	14
Schweden	1	3	8	30	55	1	6	21	109	269

Q: Erhebungen —<sup>1)</sup> Die Zahlen für Frankreich in den Jahren 1960, 1962 und 1964 sind Schätzungen. —<sup>2)</sup> Für den Vergleich mit dem Gesamtbestand an Werkzeugmaschinen siehe Tabelle 16

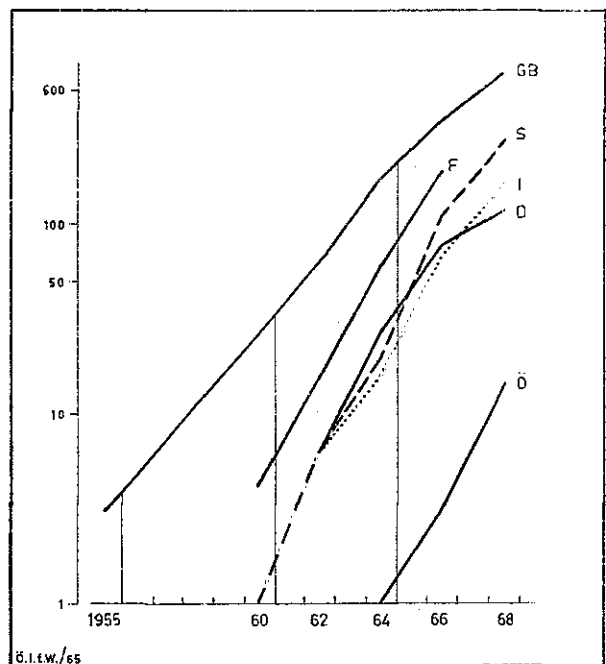
Die Verwendung von NC-Werkzeugmaschinen wuchs ziemlich schnell (Tabelle 17). Alle französischen Firmen, die darüber Auskunft gaben, verwendeten Ende 1966 NC-Werkzeugmaschinen. In Österreich, Deutschland und Schweden wurde zwei Jahre später fast der Hundertprozentsatz erreicht. Zu der Zeit wurden in Großbritannien nur zwei Firmen gemeldet, die NC nicht verwendeten, in Italien waren es noch 71 (von 106). Es ist sehr schwierig, die Gesamtzahl der Werkzeugmaschinen zu erfassen, und obwohl Schätzungen reichlich vorhanden sind, sollte man sie mit Vorsicht behandeln<sup>1)</sup>. Für die vorliegende Arbeit wurde geschätzt, daß Ende 1966 in Frankreich 400, in Deutschland 450, in Italien 110, in

<sup>1)</sup> Ein Bericht „The State of NC in Europe“, American Machinist, Oktober 1967, Bd. III, Nr. 2870, S. 55, stellte fest, daß es 1967 in England ungefähr 1.400 NC-Maschinen gab, in Deutschland 700, in Schweden 220, in Italien 120, in der Schweiz 100 und in Frankreich 60. Die Gesamtzahl für Westeuropa wird mit 2.700 und für die Vereinigten Staaten mit 12.500 angegeben. Die französische Zahl läßt die Richtigkeit dieser Schätzung sehr bezweifeln; die Umfrage ergab bereits für 1966 178 NC-Maschinen in Frankreich (dreimal soviel wie die Schätzung des American Machinist), obwohl sicher nur ein Teil des ganzen Bestandes erfaßt wurde. Die Schätzung für England scheint andererseits etwas hoch zu sein

Schweden 109 und in Großbritannien 983 NC-Metallbearbeitungsmaschinen verwendet wurden<sup>2)</sup>. Diese Zahlen sind keineswegs exakt, sondern vermögen nur die Größenordnung anzuzeigen<sup>3)</sup>. Es können keine — auch nicht halbwegs verlässliche — Schätzungen über die Entwicklung des Bestandes gemacht werden. Aus den Erfahrungen der an der Umfrage beteiligten Firmen ergeben sich aber einige Hinweise. Daraus läßt sich erkennen, daß das Wachstum des Bestandes rasch war und im allgemeinen dem Verlauf einer Exponentialfunktion folgte (Abbildung 7)<sup>4)</sup>. Zur Zeit der Umfrage — in der zweiten Hälfte 1967 — erwarteten die Firmen für 1968 ein weiteres Wachsen des NC-Bestandes und sagten in einigen Fällen voraus, daß die Zahl der konventionellen Werkzeugmaschinen im gleichen Maß zurück-

Abbildung 7

**In Betrieb stehende NC-Werkzeugmaschinen<sup>1)</sup>**



<sup>1)</sup> Bei den antwortenden Firmen.

<sup>2)</sup> Die Zahlen für Frankreich, Deutschland und Italien wurden von SODIC, IFO und ISCO/IFO geschätzt. Die Zahlen für Schweden und Großbritannien, die wahrscheinlich verlässlicher sind, beruhen auf der Umfrage und auf Statistiken des britischen Industrieministeriums

<sup>3)</sup> Da die deutsche metallverarbeitende Industrie doppelt so groß ist wie die französische, überrascht es, daß die Zahl der NC-Werkzeugmaschinen in beiden Ländern fast gleich groß ist (1966). Das könnte sich daraus erklären, daß Frankreich eine ansehnliche Flugzeugindustrie hat, Deutschland aber nicht. Auf Grund verlässlicher Information verwendet die Raumfahrtindustrie in Frankreich einschließlich der Erst- und Zweitlieferanten an die 70% bis 80% aller NC-Werkzeugmaschinen

<sup>4)</sup> Eine Exponentialfunktion wird in einem semi-logarithmischen Maßstab durch eine gerade Linie graphisch dargestellt.

Tabelle 18

Indikatoren für den zunehmenden Einsatz von NC-Werkzeugmaschinen

	Werkzeugmaschinen je 1 000 Beschäftigte		NC-Werkzeugmaschinen je 1 000 Werkzeugmaschinen				NC-Werkzeugmaschinen je 1 000 Beschäftigte		
	ins- gesamt 1966 <sup>1)</sup>	bei den antwort- enden Firmen	insgesamt 1966 <sup>1)</sup>		bei den antwort- enden Firmen <sup>2)</sup>		ins- gesamt 1966 <sup>1)</sup>	bei den antwort- enden Firmen <sup>2)</sup>	
			ohne Flug- zeugind. 1966 <sup>1)</sup>	1966	1966	1968		1966	1968
BR Deutschland .....	358	250	0 35	.	6 8	10 4	0 14	1 7	2 6
Frankreich .....	256	.	0 81	0 62	.	.	0 30	0 9	.
Großbritannien .....	288	180	0 88	0 70	6 3	11 4	0 25	1 1	2 1
Italien .....	197	.	0 40	0 20	10 7	25 0	0 08	.	.
Österreich .....	.	.	.	.	.	.	.	1 0	4 7
Schweden .....	.	89	.	.	7 8	19 0	0 34	0 7	1 7

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Schätzung (Gesamtzahl der Werkzeugmaschinen: Für Italien einschließlich Flugzeugindustrie durch ISCO; sonst durch NIESR, gestützt auf Metalworking Production, 27 Juli 1966 und 29. Dezember 1961). — <sup>2)</sup> Wie in Tabelle 16, nur die Zahl der italienischen Firmen ist verschieden.

gehen würde. Das trifft besonders für die deutschen und britischen Firmen zu<sup>1)</sup>.

Vorsichtige Vergleiche können (Tabelle 18) für NC-Werkzeugmaschinen je Beschäftigten gemacht werden (auf Grund grober Schätzungen des gesamten Bestandes an NC-Maschinen und Beschäftigten), das gleiche für die antwortenden Gesellschaften (auf Grund genauerer Daten), den Anteil von NC-Werkzeugmaschinen am Gesamtbestand an NC-Maschinen (auf Grund von Schätzungen) und schließlich das gleiche für die antwortenden Gesellschaften (wieder auf Grund genauerer Daten). Es muß jedoch erinnert werden, daß sich die geschätzten Zahlen auf eine sehr große Gesamtheit beziehen: auf fast alle metallverwendenden Industrien, die sich von Land zu Land nach Produktionsprogramm, Struktur usw. unterscheiden. So spiegelt das unterschiedliche Verhältnis von Werkzeugmaschinen zur Beschäftigung nicht nur strukturelle Unterschiede wider, sondern auch Unterschiede im Grad der Mechanisierung ähnlicher Erzeugungsverfahren und in der Arbeitsproduktivität. Die Zahlen können auch durch die Unterschiede der antwortenden Firmen in den sechs Ländern beeinflusst sein; es scheint, daß in allen Ländern die Antwortenden ein Verhältnis von Werkzeugmaschinen zur Beschäftigung hatten, das unter dem heimischen Durchschnitt lag. Wahrscheinlich deshalb, weil die Umfrage hauptsächlich an die Verwender von NC-Werkzeugmaschinen gerichtet war, die ein verhältnismäßig hochentwickeltes, aber auch verhältnismäßig arbeitsintensives Produktionsprogramm haben, deren Einrichtung wohl aus überdurchschnittlich entwickelten Maschinen bestehen kann.

Die Bedeutung der Luftfahrtindustrie beeinflusst erwartungsgemäß die Indikatoren und die Verbreitung

<sup>1)</sup> Infolge der wirtschaftlichen Erholung, die inzwischen in beiden Ländern eintrat, müssen diese Voraussagen modifiziert werden: das Wachstum des NC-Bestandes kann schneller sein und die wachsende Nachfrage kann das Verschrotten alter Jahrgänge verzögern.

von NC eines Landes. Nochmals muß auf den unterschiedlichen Umfang der Stichprobe hingewiesen werden. Die geringe Zahl der erfaßten deutschen und österreichischen Firmen erschwert den Vergleich dieser Länder mit anderen Ländern. Die Zahlen der Tabelle dürften dennoch einen recht guten Hinweis auf die Ausbreitung von NC von 1966 bis 1968 geben. Welchen Indikator man immer annimmt, planten die in der Umfrage erfaßten schwedischen und italienischen Firmen ihren NC-Bestand zu verdreifachen und die britischen und deutschen ungefähr zu verdoppeln. Die große Mehrheit der numerisch gesteuerten Maschinen war 1966/68 mit Punkt- oder Streckensteuerungen ausgerüstet (Tabelle 19). Bahnsteuerung, die viel höhere Anschaffungskosten erfordert, spielte nur in Schweden und vor allem in Großbritannien eine führende Rolle.

Tabelle 19

NC-Werkzeugmaschinen der antwortenden Firmen nach Art der Steuerung

			Art der Steuerung <sup>1)</sup>		
			P	S	B
			in %		
BR Deutschland .....	1962	83	17	—	
	1964	50	50	—	
	1966	27	68	5	
	1968	19	65	16	
Großbritannien .....	1960	58	4	38	
	1962	53	6	41	
	1964	47	16	36	
	1966	51	17	32	
Italien .....	1962	43	—	57	
	1964	72	4	24	
	1966	75	14	11	
	1968	64	23	13	
Schweden .....	1962	33	67	—	
	1964	19	81	—	
	1966	20	61	19	
	1968	19	49	32	

<sup>1)</sup> P = Punktsteuerung, S = Streckensteuerung B = Bahnsteuerung  
1960 waren in Deutschland keine NC-Werkzeugmaschinen, in Italien nur Maschinen mit Punktsteuerung und in Schweden nur mit Streckensteuerung Die Zahlen für 1968 sind teilweise geschätzt.

Wegen des großen Umfanges der metallverarbeitenden Industrie ist es unmöglich, umfassende Informationen über Pläne für die weitere Anwendung von NC zu sammeln. Bestellungen, die 1968 bei britischen Herstellern eingingen (ihre Lieferungen haben sich von 1966 auf 1967 und von 1967 auf 1968 nahezu verdoppelt), deuten jedoch auf eine weitere Steigerung hin. Obzwar in anderen Ländern keine amtlichen Statistiken veröffentlicht wurden, lassen die Firmenbefragungen vermuten, daß die Bezieher von NC-Maschinen zufrieden sind und ihren Bestand zu vergrößern beabsichtigen. Die Unternehmer wurden auch gefragt, in welchem Ausmaß ihre Produktion auf NC umgestellt werden könnte. Die meisten der antwortenden Firmen sind noch sehr weit von dem projektierten Höchstausmaß entfernt (Tabelle 20). Viele von ihnen haben keine definitiven Investitionspläne, eine ganze Reihe will aber die restliche Um-

großen Unternehmen zu konzentrieren (Tabellen 21 und 22)<sup>1)</sup>.

Tabelle 22

**Größenverteilung der antwortenden Firmen mit Werkzeugmaschinen<sup>1)</sup>**

	Groß	Mittel	Klein
	Zahl der Firmen		
BR. Deutschland	9	3	—
Frankreich <sup>2)</sup>	—	27	5
Großbritannien	46	9	6
Italien <sup>3)</sup>	16	28	35
Österreich	1	2	—
Schweden	25	10	20

Q: Erhebungen — <sup>1)</sup> Groß: Betriebe mit mehr als 1.500 Beschäftigten (über 2 000 in Italien). Klein: Weniger als 500 Beschäftigte (gilt für den ganzen Abschnitt, falls nicht anders angegeben). Die Zahl der Firmen im Maschinenbau und verwandten Industriezweigen mit 500 und mehr Beschäftigten betrug in Frankreich 333 (1966), in Deutschland 1.366 (1966), in Italien 211 (1961), in Schweden 92 (1966) und in Großbritannien 878 (1958). Davon hatten in Deutschland 610 mehr als 1 000 Beschäftigte, in Italien 39 mehr als 2.000 und Großbritannien 314 mehr als 1.500. — <sup>2)</sup> Einige große könnten als mittlere Firmen klassifiziert sein. — <sup>3)</sup> 27 der antwortenden Firmen gaben keine Beschäftigtenzahlen an

Tabelle 20

**Anwendbarkeit von NC-Werkzeugmaschinen**

	Zahl der Firmen, deren Produktion bis zu % auf NC umgestellt werden könnte				
	Bis 10%	11—20%	21—40%	41—60%	61% und mehr
BR. Deutschland	5	1	3	3	—
Großbritannien	20	14	7	7	9
Italien	22	6	10	3	2
Schweden	23	11	8	4	1

Q: Erhebungen.

stellung in absehbarer Zeit (innerhalb von vier bis sechs Jahren) verwirklichen. Es ist nicht möglich, diese Angaben genau in Zahlen auszudrücken, die Pläne sind aber vermutlich von großer Bedeutung. Sie weisen darauf hin, daß die Firmen, die bereits Erfahrungen damit haben, die entschiedene Absicht haben, weitere NC-Maschinen zu installieren. Dafür ein typisches Beispiel: Wenn ein Unternehmen mit 1.000 Werkzeugmaschinen beabsichtigt, 25% seiner Erzeugung in fünf Jahren auf NC umzustellen und wenn der gegenwärtige Bestand nicht mehr als zehn Maschinen beträgt, ist der Spielraum für die Expansion sicher sehr groß. Ferner scheint sich der Bestand an NC-Maschinen auf eine kleine Zahl von

Da der Anwendungsbereich von NC-Werkzeugmaschinen sehr groß ist, kann man annehmen, daß die bisherige Konzentration wahrscheinlich nach und nach aufhört, weil immer mehr NC-Maschinen in anderen Produktionszweigen installiert werden.

Die größeren Firmen können eher die Risiken einer neuen Technik auf sich nehmen, besonders wenn, wie in diesem Falle, die Kapitalkosten hoch sind. Ferner ist für NC-Maschinen Programmierarbeit unvermeidlich, die für den Kleinbetrieb vor allem zu Beginn zusätzliche Schwierigkeiten mit sich bringen kann. Nun wurde bereits viel Erfahrung in der Verwendung von NC gesammelt, die den kleinen Firmen zugute kommen kann. Auch die Schwierigkeiten, die

<sup>1)</sup> Die in Deutschland erzeugten NC-Maschinen wurden bisher hauptsächlich von Firmen mit mehr als 500 Beschäftigten verwendet. Von 32 französischen Firmen mit NC-Maschinen hatten 24 mehr als 1.000 Beschäftigte. Jede der drei österreichischen Firmen beschäftigt mehr als 500. Mehr als 90% des schwedischen NC-Bestandes (1966) befanden sich in Firmen mit mehr als 500 Beschäftigten. In Großbritannien entfielen 85% des durch die Umfrage erfaßten Bestandes auf Firmen mit mehr als 1.500 Beschäftigten.

Tabelle 21

**Größe des NC-Maschinenbestandes der antwortenden Firmen**

	BR. Deutschland			Großbritannien					Italien			Schweden		
	1—4	5—9	10 und mehr	1—4	5—9	10—19	20—49	50 und mehr	1—4	5—9	10 und mehr	1—4	5—9	10 und mehr
	Zahl der Firmen													
1960	—	—	—	12	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—
1962	3	—	—	19	4	—	—	—	4	—	—	2	—	—
1964	8	—	1	32	4	3	1	—	12	1	—	6	1	—
1966	7	3	2	35	14	6	2	1	15	2	2	26	2	2
1968	4	3	4	20	22	12	4	2	27	3	5	46	5	4

Q: Erhebungen

durch das Programmieren entstehen, können überwunden werden: die Erzeuger von NC haben kürzlich begonnen, ein Service-System für die Versorgung mit „software“ anzubieten. Es ist daher wahrscheinlich, daß sich mehr kleinere Gesellschaften den NC-Maschinen zuwenden werden.

Die Verwendung von NC konzentriert sich noch stark auf einige Industriezweige. In Frankreich gehörten rund 40% der 66 Firmen, die 1966 NC-Maschinen hatten, der Flugzeug- und Raumfahrtindustrie an<sup>1)</sup>, weiters verwendet die Autoindustrie in bedeutendem Maße NC-Maschinen. Ansonsten herrscht der Maschinenbau vor. Das gilt auch für Großbritannien. 1966 entfielen auf die Flugzeug- und Raumfahrtindustrie 22% und auf die Maschinenbauindustrie 56% (von 61 Firmen der Stichprobe). Statistiken über die Inlandsverkäufe, zusammengestellt vom VDMA<sup>2)</sup>, lassen für den deutschen Maschinenbau einen ähnlichen Anteil vermuten — 58%, wovon mehr als die Hälfte auf die Werkzeugmaschinenindustrie (einschließlich ihres Eigenbedarfes) entfällt. Die Elektroindustrie (10%) ist im Begriff, ein weiterer wichtiger Kunde für die deutschen Erzeuger zu werden, die Fahrzeugindustrie beginnt ebenfalls mehr NC-Maschinen (rund 5%) einzusetzen. In Italien ist die Verwendung von NC-Maschinen noch stärker auf den Maschinenbau konzentriert.

**Wirtschaftliche Vorteile**

Die Kostenvorteile der NC-Maschinen (Abbildung 8) sind in der Punktsteuerung am geringsten und in der Bahnsteuerung am größten. Auch die Frage der Losgröße bietet einige Schwierigkeiten; die Einteilung in kleine, mittlere und große Serien ist bereits überholt und die weitere Entwicklung von NC wird sie deutlich beeinflussen<sup>3)</sup>.

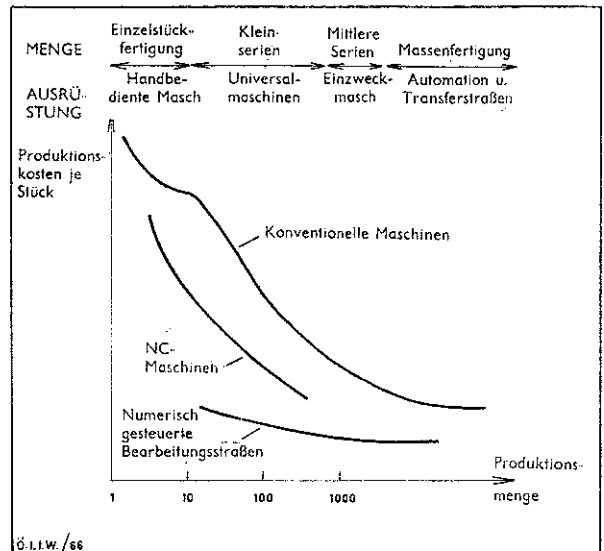
Das entscheidende Kriterium für die Rentabilität von NC-Maschinen ist die sehr kurze Rüstzeit der Maschinen und die aus diesem Grund stark verbesserte Auslastung des investierten Kapitals. Bei der traditionellen Maschine muß eine detaillierte Zeich-

<sup>1)</sup> Die Raumfahrtindustrie mit ihren Primär- und Sekundärlieferanten in den verschiedenen Gebieten der Maschinenindustrie vereinigte ungefähr drei Viertel des französischen NC-Bestandes auf sich (und ungefähr die Hälfte des britischen). NC sind für die komplizierte Art der Metallbearbeitung und für die in dieser Industrie verwendeten Materialien (besonders Legierungen) geeignet

<sup>2)</sup> Verein deutscher Maschinenbauanstalten.

<sup>3)</sup> Wenn eine automatische Transferstraße oder Maschine, die jetzt große Serien eines einzigen Arbeitsganges starr erledigt, durch NC flexibler gemacht wird, kann man wirklich nicht sagen, daß NC auf automatische Maschinen nicht anwendbar ist. Einige Lieferanten bieten bereits NC-Systeme von verketteten Maschinen an, die 24 Stunden arbeiten, alle Seriengrößen mit NC gleich bearbeiten, flexibel und rentabel sind.

**Produktionskostenvergleich<sup>1)</sup>**



<sup>1)</sup> Die Abbildung zeigt näherungsweise die Stückkosten auf konventionellen und auf NC-Maschinen unter Berücksichtigung verschieden großer Produktionsmengen. Den Schätzungen liegen die Verhältnisse des Jahres 1967 in Großbritannien zugrunde.

nung gemacht, die Maschine abgeschaltet, das Stück abgemessen und das Verfahren mit Hand eingestellt werden. Bei der neuen Technik jedoch läuft das Verfahren vollautomatisch ab, wenn einmal das neue Stück auf die Maschine gelegt und das Band eingelegt ist. Es kann so oft wie nötig ohne Zeitverlust wiederholt werden, möglicherweise auch nach einer Unterbrechung.

Außer dem Ausschalten von Zeitverlust beim Umrüsten erwähnten die Firmen die Zeitersparnis im allgemeinen. Bei vielen Firmen in allen Ländern verringerte sich die Maschinenzeit beträchtlich. Die häufigste Schätzung der Firmen in Deutschland, Italien und Großbritannien war mehr als 20%, drei britische Firmen erreichten 65% und einige französische Firmen 80%.

Einsparungen an Arbeitskosten wurden oft als noch wichtiger angesehen<sup>4)</sup>. Die deutschen Firmen wiesen darauf hin, daß im großteils automatischen Verfahren des Erzeugungsprogrammes von NC-Maschinen der Bedienungsmann die Geschwindigkeit des Verfahrens nicht beeinflussen kann. Dies bedeutete, daß

<sup>4)</sup> Die meisten deutschen Firmen verglichen mit automatischen Maschinen, die nachgestellt werden konnten. Die Ersparnis an Arbeitskosten aus der Verwendung von NC-Maschinen war daher gering. Auf diese Weise ergibt sich jedoch kein richtiges Bild der Einsparungen; NC-Maschinen und automatische Maschinen können nicht streng verglichen werden, da NC-Werkzeugmaschinen im allgemeinen handbediente Maschinen und nicht Automaten ersetzen, obwohl es Fälle gab, wo NC-Maschinen auch diese ersetzen

die bei vielen Firmen übliche Akkordbezahlung durch ein anderes Lohnsystem ersetzt werden mußte, ein Umstand, den einige Firmen als einen Vorteil betrachteten.

Ein anderer wichtiger Vorteil der NC-Werkzeugmaschinen besteht in der Verbesserung der Qualität des Erzeugnisses. Automatische Einstellungen ermöglichen im allgemeinen eine exaktere Produktion als mit handgesteuerten Maschinen und mechanisch gesteuerten Automaten. Weiters vermindert sich der Ausschuß (weil menschliche Fehler ausgeschaltet sind), Vorbereitungsarbeit und Modelle können wegfallen, Abnutzung, Lagerkosten und Kosten für Zubehör und Werkzeuge verringern sich (Tabelle 23).

Tabelle 23

## Wirtschaftliche Vorteile von NC-Werkzeugmaschinen

	Zahl der antwortenden Firmen	Gemeldete Vorteile in %	Zahl der Firmen, die Ersparnisse für ... meldeten				
			Arbeitskosten	Materialkosten	Anschaffungskosten	Maschinenzeit	Qualitätsverbesserung
BR Deutschland	13	Bis 10	7	8	9	3	6
		10—20	1	—	1	—	3
		20 u. m.	2	—	—	7	—
Großbritannien	56	Bis 10	19	38	18	15	24
		10—20	14	1	10	12	12
		20 u. m.	18	1	15	27	13
Italien	39	Bis 10	12	14	8	8	13
		10—20	6	3	3	3	6
		20 u. m.	13	2	7	13	8
Österreich	2	10—20	2				
		20 u. m.				2	2
Insgesamt	110	Bis 10	38	60	35	26	43
		10—20	23	4	14	15	21
		20 u. m.	33	3	22	49	23
Schweden	47 <sup>1)</sup>		47	7	23		24

Q: Erhebungen — <sup>1)</sup> Die schwedischen Firmen meldeten Ersparnisse ohne Quantifizierung.

Weitere wirtschaftliche Vorteile der NC-Werkzeugmaschinen ergeben sich auf vielen Gebieten. Insbesondere kann die numerische Steuerung der Maschinen vollkommen neue technische Möglichkeiten eröffnen, indem sie es gestattet, erstmals gewisse Bestandteile mechanisch (maschinell) zu erzeugen<sup>1)</sup>. Andere Vorteile sind eine größere Anpassungsfähigkeit an die Wünsche der Kunden, Verringerung des benötigten Raumes, vereinfachte Überwachung und auch vereinfachte Kontrolle der Qualität und der Lagerung.

<sup>1)</sup> Z. B. können NC-Bohrmaschinen für Raketensätze Teile mit 800 sehr genau gebohrten Löchern bei einer Mindestmenge von Schrott und minimaler Kontrollzeit herstellen. Die Bearbeitung dieser und ähnlicher Stücke war früher undenkbar. (D. S c h o n , Technology and Change, S. 226 f.)

Schließlich bleibt noch die Frage, ob die Verwendung von mehreren NC-Maschinen das Ausmaß der wirtschaftlichen Vorteile erhöht. Darüber können derzeit keine konkreten Aussagen gemacht werden. Die Ergebnisse der Untersuchung in Großbritannien lassen jedoch erkennen, daß man mit einer größeren Zahl von NC-Maschinen infolge der größeren Wirtschaftlichkeit bei den Wartungsarbeiten (Programmieren, Instandhaltung usw.) höhere Ersparnisse erzielen kann.

## Hindernisse bei der weiteren Verbreitung von NC

Obwohl der Kapitalertrag bei NC befriedigend ist, könnte es vielen Firmen Schwierigkeiten bereiten, besonders den kleineren, die viel höheren Beträge aufzubringen. Auch machen die hohen Kapitalkosten lange Stillstandzeiten entsprechend teuer. Daher muß den Vorbereitungsarbeiten und der Instandhaltung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, wofür qualifizierte Arbeiter schwer zu finden sind. Ähnliche Schwierigkeiten entstehen beim Programmieren. Numerische Steuerung ist nicht am wirtschaftlichsten für die Erzeugung von großen Serien und gegenwärtig ist sie in den meisten europäischen Ländern auch für die Erzeugung von Einzelstücken oder kurzen Serien weniger geeignet als etwa in den Vereinigten Staaten. Der Grund dafür liegt in den verhältnismäßig niedrigen Arbeitslöhnen in den europäischen Ländern, wodurch es oft vorteilhafter ist, für die Erzeugung eines Stückes mit konventionellen Maschinen mehr Zeit aufzuwenden, als auf ein kapitalintensiveres Verfahren überzugehen.

In einzelnen Fällen entstanden Schwierigkeiten (und unnötige Kosten), weil die Firmen nicht erkannten, daß NC-Maschinen, obwohl sie hochqualifiziertes Personal für das Programmieren, die Instandhaltung usw. benötigen, von weniger geschulten Arbeitern bedient werden können als die anderen Maschinen. Gelegentlich bestand auch eine Abneigung, Maschinen während der Pausen weiterlaufen zu lassen, obwohl sie imstande sind, ohne Hilfe zu arbeiten, wenn sie einmal aufgespannt sind. Diese Schwierigkeiten sind allerdings sehr selten aufgetreten.

Einige Firmen warten, ehe sie die neue Technik anwenden, bis verbesserte Typen von NC-Maschinen herauskommen. Einige wenige hatten falsche Erwartungen von der neuen Technik, als sie NC-Maschinen erwarben; das Ergebnis war, daß die Maschinen ihre Erwartungen nicht erfüllten. In diesen Fällen wurden die besonderen spezifischen Vorteile der NC-Maschinen nicht genützt; sie wurden für die Erzeugung von zu kleinen oder zu großen Los-

verwendet, d. h. nicht für Arbeiten, für die die numerische Steuerung in erster Linie geeignet ist.

### Fragen der Organisation

Bei einigen Firmen hat die Einführung einer NC-Werkzeugmaschine den ganzen Erzeugungsprozeß grundlegend verändert. Das trifft besonders bei französischen, österreichischen und schwedischen Firmen zu<sup>1)</sup>. In Großbritannien meldete nur ein Viertel der Firmen eine größere Reorganisation. Ebenso meldeten relativ wenige deutsche und italienische Firmen, daß die Einführung der neuen Technik eine bedeutende Reorganisation erfordere. Das kann damit zusammenhängen, daß der Übergang zu NC Teil eines größeren Rationalisierungsprozesses war.

Es kann aber auch bedeuten, daß einige Firmen einfach eine ältere durch eine NC-Maschine ersetzen, ohne zu erkennen, daß ihnen NC viel größere Möglichkeiten bietet.

Die Einführung von NC-Maschinen verlangt in jeder Hinsicht eine gewisse Reorganisation. Der volle Vorteil der numerischen Steuerung wird erst realisiert, wenn sich der Erzeugungsprozeß den Möglichkeiten der Maschinen bei der Arbeitsvorbereitung anpaßt. Die Vorteile können nicht voll genutzt werden, wenn das alte System des Arbeitsablaufes beibehalten wird. Weiters bedeutet die Anwendung der neuen Technik, daß an die Arbeiter andere Anforderungen gestellt werden. Im allgemeinen ist eine umfassende Reorganisation die einzige Lösung. Das wird in Zukunft aller Wahrscheinlichkeit nach nur mit Hilfe von elektronischen Computern möglich sein. Unter anderem wird es die Aufgabe des Computers sein, das günstigste Programm der NC-Maschinen oder die optimale Losgröße auszuarbeiten.

### Förderungsmaßnahmen

Unter den von der Umfrage erfaßten Ländern scheint Großbritannien das einzige Land zu sein, in dem die Regierung besondere Maßnahmen zur Förderung der Verbreitung von NC getroffen hat. Im Mai 1966 verkündete sie einen „Versuchszeitplan“, der im Juli 1967 anliefe. Um es den Firmen zu ermöglichen, risikolos mit NC-Maschinen zu experimentieren, schuf die National Research Development Corporation (NRDC) einen Garantiefonds, der aus Prämien erhalten wird, die den Investoren auf den ursprünglichen Kaufpreis aufgeschlagen werden. Der Käufer zahlt den vollen Kaufpreis, ist aber berechtigt, die Maschine innerhalb einer gewissen Zeit zurückzuschicken, wenn er meint, er könne sie nicht

<sup>1)</sup> Die meisten schwedischen Unternehmen sind von einer auf zwei oder drei Schichten übergegangen.

gewinnbringend verwenden. In diesem Falle erhält er eine vorher bestimmte Entschädigung von der NRDC. Auch das Ministerium für Technik kauft moderne Werkzeugmaschinen (nicht unbedingt nur numerisch gesteuerte Maschinen), um sie für die Verwendbarkeit in Fabriken zu überprüfen. Die Fabrikanten können auf diese Weise mit einer gewissen Nachfrage rechnen, wenn sie eine neue Maschine auf den Markt bringen und die Verwender dieser Maschine nehmen keine Kapitalkosten auf sich. Diese und andere kleine Maßnahmen helfen den Gesellschaften bei organisatorischen Schwierigkeiten nicht viel, erleichtern aber die Finanzlasten und das damit verbundene Risiko. Es ist nicht wahrscheinlich, daß sich die Maßnahmen schon vor 1968 ausgewirkt haben.

### Zusammenfassung

Die Anwendung von NC in der Metallbearbeitung eröffnet eine vollkommen neue Perspektive in der Entwicklung der Bearbeitungswerkstätte: numerisch gesteuerter Arbeitsablauf von der Planung über Programmierung und Kostenrechnung zur Erzeugung und Auslieferung. Die erste NC-Maschine ist ein erster Schritt zu diesem Ziel; die Mehrzahl der Verwender von NC ist tatsächlich noch nicht weit über dieses frühe Stadium hinausgekommen. Je mehr NC-Maschinen, desto größer der Vorteil — aber auch desto mehr Probleme; früher oder später folgt eine großangelegte Reorganisation des Erzeugungsablaufes. Dieser Aspekt ist wichtiger als die Vorteile von NC gegenüber konventionellen Maschinen.

Die Losgröße — d. h. die Zahl gleichartiger Werkstücke, die in einem Zug bearbeitet werden — scheint das Gebiet einer gewinnbringenden Einführung von NC-Maschinen zu begrenzen (die Höhe der Lohnkosten ist wahrscheinlich ein weiterer Faktor, der natürlich Entscheidungen über Investitionen in den einzelnen Ländern verschieden beeinflusst). Diese Grenzen werden sich wahrscheinlich zugleich mit der Entwicklung von NC verändern. Am Ende wird das Anwendungsgebiet dieser neuen Technik voraussichtlich sehr weit sein.

### Schützenlose Webmaschinen in der Baumwollweberei

Zweck dieser Webmaschinen ist, die traditionellen Schiffchen<sup>2)</sup> beim Weben auszuschalten. Die Idee

<sup>2)</sup> Das Schiffchen (Schütze) läuft quer durch den Webstuhl; der Stoff besteht aus einem horizontalen und einem vertikalen Garn — dem Schuß und der Kette; das Schiffchen trägt den Schuß

ist nicht neu. Das erste englische Patent wurde 1836 einem unbekanntem Ausländer erteilt. Es folgten viele Jahre hindurch eine Reihe von Patenten für ähnliche und verwandte Ideen; es bestehen aber kaum Zweifel, daß der entscheidende Beitrag von *R. Rossmann* in Deutschland stammt, der bis 1928 bei der Deutsche Wolle Co. in Grünberg, Schlesien, angestellt war. Nachdem er ohne Erfolg versucht hatte, verschiedene Textilmaschinenerzeuger dafür zu interessieren, wurden seine Patente von einem Finanzkonsortium in der Schweiz, *Textil-Finanz AG*, übernommen, wofür *Brüder Sulzer* in Winterthur die Entwicklung durchführten. *Rossmann* leitete die Arbeit bei *Sulzer* bis 1936. Erst 1950 rüstete *Sulzer* eine Fabrik aus und begann die kommerzielle Erzeugung des Webstuhles, obwohl die Firma bereits 1945 *Warner & Swasey* in den Vereinigten Staaten eine Lizenz zum Bau eines solchen Webstuhles erteilt hatte.

Der Ausdruck Schützenlose Webmaschine ist eine falsche Benennung, weil die gegenwärtig meist verwendete Webmaschine einen Greiferschützen verwendet. Der grundlegende Unterschied zwischen Webstühlen mit und ohne Schützen besteht darin, daß letztere ausnahmslos den Schußfaden von einer stationären Spule an der Seite der Maschine abziehen. Bei einem Webstuhl mit Schiffchen wird der Schußfaden aus einer Spule abgezogen, die vom Schiffchen getragen wird — die Spule ist nicht sehr groß, so daß sie ständig gewechselt werden muß.

Eines der alten Ziele der Webstuhlmechanik war, die Webegeschwindigkeit zu erhöhen; eines der Haupthindernisse besteht darin, daß die Kraft, die zum Antrieb des Schiffchens benötigt wird, der dritten Potenz der Webstuhlgeschwindigkeit proportional ist. Je schneller das Schiffchen läuft, desto schwieriger ist es zu kontrollieren und am Ende der Kette zum Stillstand zu bringen. Daher ist eine weitere Erhöhung der Geschwindigkeit von Schützenwebstühlen nicht sehr wahrscheinlich. Ferner würden die Arbeitsbedingungen bei Webstühlen mit Schiffchen, die schneller sind als die üblicherweise verwendeten, unerträglich sein — der Lärmpegel in einem typischen Webesaal (in Großbritannien) beträgt 105 Decibel, das liegt bereits über der Grenze, bei der nach längerer Einwirkung Taubheit eintritt.

Diese geringen Möglichkeiten größerer Fortschritte in der Entwicklung von Webstühlen mit Schiffchen erklären, wieso man so intensiv bemüht war, Schützenlose Webstühle zu entwickeln und schon daraus geht hervor, welche Vorteile eine solche Entwicklung wahrscheinlich bringt. Im wesentlichen gibt es gegenwärtig drei Typen von Schützenlosen Webstühlen — die Greiferschützen-Webmaschine, die

Greiferwebmaschine und die Jet-Webmaschine, bei der der Schußfaden mittels Luftstrom oder Wasserstrahl befördert wird (Water-jet bzw. Wind-jet). Obwohl alle drei die Grundeigenschaften eines Schützenlosen Webstuhles haben (eine stationäre Schußspule), gibt es doch wichtige Unterschiede zwischen den drei Typen, sowohl in der Konstruktion als in der Anwendung; und innerhalb jeder Grundtype gibt es auch Abänderungen.

Der Greiferschütze wiegt weniger als ein Zehntel eines normalen Schiffchens und kann bei gewissen Stoffarten von gleicher Breite mehr als doppelt so rasche Einschußzeiten erreichen wie die des schnellsten Webstuhles mit Schiffchen. Es bestehen kaum Zweifel, daß er einen derartigen Stoff viel billiger und von gleichmäßigerer Qualität herstellen kann als der Webstuhl mit Schiffchen. Diese Webmaschine ist wahrscheinlich am besten zum Weben von Standardqualitäten geeignet, wie Bettuchstoff, wo entsprechende Losgrößen erwartet werden können, und obwohl sie für eine weitere Reihe von Stoffen verwendet wird, ist sie für Schußgarne, die entweder grob oder sehr fein sind, ungeeignet. Es gibt mehrere Typen dieses Webstuhltypes; der am häufigsten verwendete, wird von *Brüder Sulzer* in Winterthur, Schweiz, hergestellt.

Die Greiferwebmaschine ist im allgemeinen einfacher und vielseitiger als die Greiferschützen-Webmaschine. Das Schußgarn wird von einer greiferähnlichen Vorrichtung eingetragen, die auch für schwere Stoffe geeignet ist, aber keine so hohen Einschußzeiten erreicht; sie ist für mehrfarbiges Weben gut geeignet — einige Modelle können bis zu acht verschiedene Farben weben und sie in jeder Reihenfolge verschießen (die Greiferschützen-Webmaschine webt gegenwärtig bis zu vier Farben). Greiferwebmaschinen werden sehr viel für das Weben von ziemlich schmalen Stoffen und für eine Vielfalt von Spezial- und „Mode“-Artikeln verwendet.

Viele der früheren Entwicklungen des Schützenlosen Webstuhles betrafen diesen Typ (der *Clutson*-Webstuhl stammt aus dem Jahre 1936; *Gabler & Co.* in Ettlingen, Deutschland, stellten schon in den zwanziger Jahren einen Schützenlosen Webstuhl einfacher Konstruktion her, indem sie zwei Greifer verwendeten). Gegenwärtig ist eine ganze Reihe von Typen von Greiferwebmaschinen verfügbar, Hersteller gibt es in einer Reihe von Ländern: Spanien (*IWER*), Belgien (*Snooke*), Frankreich (*Société Alsacienne*) und in den Vereinigten Staaten (*Draper*). Der letztgenannte Webstuhl, der 1957 erstmals auf dem Markt erschien, wird auch von *Fischer* in der Schweiz in Lizenz hergestellt.

Jet-Webstühle sind die neueste Entwicklung in der Technik der Schützenlosen Webstühle. Sie beruhen

auf einem Hochleistungsgebläse, das aus einer Düse an der Seite der Kette kommt und zwischen den Kettfäden ein einziges Schußgarn durchträgt. Das ist die vom *Maxbo*-Webstuhl verwendete Methode, die Erfindung eines Esten, *M. Paabo*, der in Schweden lebt. Der tschechoslowakische *Kovo*-Webstuhl arbeitet nach einem ähnlichen Prinzip, nur verwendet er ein Wasser- oder Luftgebläse. Es sind dies echte Schützenlose Webstühle, da nur der Schuß selbst durch das Fach hindurchgeht.

Jet-Webstühle haben vor allem drei große Vorteile vor anderen Typen von Schützenlosen Webstühlen: erstens gibt es keine Probleme mit Kettfadenbrüchen; zweitens befreit das Gebläse den Schuß vom Einfluß der Schwerkraft während des Durchschusses, so daß die Kettenlinie so eingestellt werden kann, wie der Weber will und der geringste Raum benötigt wird; drittens wird der Lärm auf ein erträgliches Maß reduziert. In mancher Hinsicht ist das Wassergebläse wirkungsvoller als das Luftgebläse, aber die Verwendung von Wasser beschränkt seine Anwendung auf Garne, die kein Wasser absorbieren (Nylon, Polyester usw.). Auch können die Ketten nicht mit in Wasser löslichen Materialien behandelt werden. Mit Düsen-Webstühlen wurden höhere Geschwindigkeiten erreicht als mit allen anderen Webstühlen, da sie aber unter 50 Zoll breit sind, ist die Rate des Schußfadensatzes geringer als jene des Greiferschützen. Die bekanntesten sind der tschechische (*Kovo*) und der japanische (*Prince*) Düsen-Webstuhl.

Die verschiedenen Typen von Schützenlosen Webstühlen können eine große Vielfalt von Stoffen aus ziemlich vielen Materialien herstellen. Ihr Anwendungsgebiet hat sich seit Anfang der fünfziger Jahre beträchtlich vergrößert. Der erste *Sulzer*-Webstuhl war z. B. eine 130-Zoll-Einfarbenmaschine; jetzt bietet *Sulzer* drei weitere Größen und Farbeinheiten für zwei oder vier Farben an. Auch andere Typen von Webstühlen ohne Schiffchen haben sich beachtlich entwickelt

### Die Industrie

1962/65 wurde ungefähr ein Fünftel der französischen Erzeugung von Baumwollstoffen exportiert, ein Zehntel der britischen, schwedischen, österreichischen und deutschen Erzeugung und ein noch geringerer Teil der italienischen Erzeugung ging ins Ausland. Die Importe deckten 1962/65 ungefähr ein Drittel des schwedischen und britischen und ein Viertel des österreichischen Bedarfes, in den anderen Ländern spielten sie eine viel geringere Rolle. Besonderes Merkmal der britischen Importe war, daß drei Viertel der Menge aus außereuropäischen Ländern mit niedrigen Löhnen stammten (wie Hongkong, Indien und Pakistan), ein großer Teil dieser Importe war Rohgewebe. In keinem anderen Land herrschten ähnliche Verhältnisse.

Die billigen Importe erklären zum Teil den ständigen Rückgang der englischen Industrie, besonders in den fünfziger Jahren, als die Baumwollindustrie in Ländern mit stärkerer Protektionspolitik noch ziemlich florierte. In den sechziger Jahren ging die Industrieproduktion in allen Ländern zurück oder stagnierte, wenngleich der Rückschlag in Großbritannien am stärksten war (Tabelle 24).

Tabelle 24

#### Veränderungsraten der Produktion in der Baumwollindustrie

	1954/60	1960/66
	Jährliche Veränderung in %	
BR Deutschland	+2.5	-2.5
Frankreich	+1	-1.5
Großbritannien	-5	-3.5
Italien	+2.5	-0.5
Österreich	+2	+0.5
Schweden	-2	-1

Q: Nationale Statistiken und OECD „Modern Cotton Industry“, Paris, 1965

Die britische Baumwollindustrie hatte im 19. Jahrhundert enorme Ausmaße erreicht. Als Erbe der Vergangenheit weist sie (trotz wiederholter Bemühungen um Reorganisation) noch viele Merkmale

Tabelle 25

#### Geschätzte Zahl der Webstühle in der Baumwollindustrie

	1964			1966				
	Webstühle insgesamt	Automat. Webstühle insgesamt	%-Anteil an allen Webstühlen	Webstühle insgesamt	Automat. insgesamt	Webstühle %-Anteil an allen Webstühlen	Schützenlose insgesamt	Webstühle %-Anteil an den automat. Webstühlen
	1.000 St			1.000 St				
BR Deutschland	81.1	62.4	77	73.5	60.9	83	1.80 <sup>1)</sup>	3.0 <sup>1)</sup>
Frankreich	77.7	56.8	73	77.4	58.1	75	1.10	1.9
Großbritannien <sup>2)</sup>	130.1	48.9	38	102.0	44.8	44	0.77	1.7
Italien	85.4	68.4	80	80.3	67.6	84	0.04	0.1
Österreich	9.9	6.8	69	8.2	7.1	87	0.15 <sup>1)</sup>	2.0 <sup>1)</sup>
Schweden	7.8	6.5	83	6.2	5.6	90	0.04	0.8

Q: OECD, Textile Industry und nationale Berichte. — <sup>1)</sup> Schätzungen (möglicherweise zu niedrig) — <sup>2)</sup> 1964 und 1967



von Veralterung in Form von alter Ausrüstung, überholter Organisation und Struktur u. ä. auf. Diese Faktoren beeinflussen den Vergleich von Anzahl und Typen von Webstühlen in den verschiedenen Ländern (Tabelle 25). 1966 waren in den meisten Ländern über 80% der Webstühle automatisch, in Großbritannien aber nur etwa 40%. Das hat wahrscheinlich Einfluß auf die verhältnismäßig langsame Verbreitung von Schützenlosen Webstühlen in diesem Land.

Der Schützenlose Webstuhl (SL) ist eine Weiterentwicklung des automatischen Webstuhles und macht noch immer einen sehr kleinen Teil des gesamten Bestandes aus.

### Die Umfrage

In Schweden und Österreich, wo die Zahl der Firmen nicht sehr groß ist, wurden alle Unternehmen angesprochen (Tabelle 26); in Großbritannien wurden Fragebogen an alle Firmen gesendet, von denen bekannt war, daß sie Schützenlose Webstühle verwenden, sowie an andere ausgewählte Firmen mit 50 oder mehr Webstühlen. Die italienische Stichprobe sollte ebenfalls alle Firmen umfassen, einschließlich jener, von denen man annahm, daß sie Schützenlose Webstühle eingeführt hatten. Die deutsche Auswahl dürfte repräsentativ sein. Bei der französischen Industrie wurde keine Befragung durchgeführt. Die Daten über die Zahl der verwendeten Schützenlosen Webstühle wurden vom Syndikat Général de l'Industrie Cotonière zur Verfügung gestellt.

Tabelle 26

### Repräsentation der Erhebung in der Baumwollindustrie

	Zahl der Firmen 1967		Repräsentation der antwortenden Firmen (1966 in %) an der gesamten Industrie			
	Industrie insgesamt	Befragte Firmen	Firmen	Beschäftigte	Erzeugung	Webstühle
BR Deutschland	354 <sup>2)</sup>	69	36	20	27	30 <sup>3)</sup>
Frankreich <sup>1)</sup>	—	—	—	100	100	100
Großbritannien	268	72	33	12	37	30
Italien	524	88	30	6	16 <sup>3)</sup>	15 <sup>3)</sup>
Österreich	61	61	19	31	—	—
Schweden	6	6	6	100	100	100

Q: Erhebungen — <sup>1)</sup> Angaben der Handelskammern. — <sup>2)</sup> Betriebe — <sup>3)</sup> Schätzungen.

### Die Ausbreitung des Verfahrens

Schützenlose Webstühle wurden zuerst in Frankreich 1953 eingeführt, in Schweden 1957, in Österreich (schätzungsweise) 1961. Von den antwortenden Firmen, die wahrscheinlich in ihren Ländern die Minderheit darstellten, wurde SL in Deutschland 1954, in Großbritannien 1958 und in Österreich 1961 einge-

führt. Der Sulzer-Webstuhl, den Warner & Swasey 1952 in den Vereinigten Staaten in Lizenz auf den Markt brachte, war auch in allen Umfrageländern der erste, ausgenommen in Schweden<sup>1)</sup>. Die ersten, die ihn einführten, waren große Gesellschaften. Diese herrschen noch vor, aber mittelgroße und kleine haben sich auch dafür interessiert. Die Anzahl von SL ist noch gering, und auch ihr Anteil an der Gesamtzahl von Webstühlen ist klein, wenn er auch zugenommen hat (Tabelle 27).

Tabelle 27

### Zahl der antwortenden Firmen mit Schützenlosen Webstühlen und Zahl der eingesetzten Schützenlosen Webstühle

	1954	1958	1960	1962	1964	1966	1968	Antw. Firmen
Firmen mit Schützenlosen Webstühlen <sup>1)</sup>								
BR Deutschland	1	3	4	5	7	10	12	36
Großbritannien	—	1	2	2	4	10	10	33
Italien	—	—	1	1	1	1	—	30
Österreich	—	—	—	2	2	2	—	19
Schweden	—	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1	1	1	1	3)
In Gebrauch stehende Schützenlose Webstühle								
BR Deutschland	4	152	200	299	406	504	595	27
Frankreich	—	280	364	728	848	1.102	—	3)
Großbritannien	—	12	36	48	110	219	475	30
Italien	—	—	12	36	36	36	66	15
Schweden <sup>4)</sup>	—	40 <sup>2)</sup>	40 <sup>2)</sup>	42	42	42	42	3)
%-Anteil der Schützenlosen an allen Webstühlen								
BR Deutschland	—	0,5	0,8	1,3	1,9	2,4	3,1	27
Frankreich	—	0,3	0,4	0,8	1,1	1,4	—	3)
Großbritannien	—	0,1	—	—	—	1,0	2,0	30
Italien	—	—	0,2	0,6	0,7	0,5	1,1	15
Schweden <sup>4)</sup>	—	0,9 <sup>2)</sup>	1,0 <sup>2)</sup>	1,0	0,9	1,0	1,3	3)

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> 1966 waren alle italienischen und schwedischen Firmen, je vier der deutschen und englischen Firmen groß (mehr als 500 Beschäftigte). In Deutschland waren drei mittelgroß und drei klein (unter 100 Beschäftigte) und in Großbritannien vier mittelgroß und zwei klein. Von den nicht antwortenden Firmen in Großbritannien hatten mindestens neun weitere Firmen Schützenlose Webstühle. In Frankreich hatte 1954 ein Unternehmen Schützenlose Webstühle; für spätere Jahre stehen keine Daten zur Verfügung. Für Österreich ist nur die Zahl der Firmen bekannt (nicht die Zahl der Webstühle). — <sup>2)</sup> Maxbo. — <sup>3)</sup> Gesamte Industrie. — <sup>4)</sup> Für 1970 sind 200 (3,5 % aller Webstühle) Schützenlose Webstühle geplant.

Die Firmen scheinen ihre SL besser auszunutzen als andere Webstühle. Während in den erfaßten Ländern die Gesamterzeugung im Untersuchungszeitraum abnahm, stiegen die von SL erzeugten Mengen ständig und beträchtlich (Tabelle 28). Der Anteil der Erzeugung durch SL war daher höher als der Anteil an den gesamten Webstühlen (Abbildung 9).

### Wirtschaftliche Vorteile

Unter den Vorteilen des SL sind wahrscheinlich die Einsparungen an Arbeitskosten die wichtigsten, da

<sup>1)</sup> In Schweden wurde zuerst der Maxbo-Webstuhl verwendet, die Firma, die ihn eingeführt hatte, sperrte aber 1962 ihren Betrieb (in diesem Jahr tauchte dort erstmals der Draper-Webstuhl auf). Die Verwendung des Maxbo-Webstuhles ist noch immer auf Schweden beschränkt, sie scheint sich auch dort künftig auf neue baumwollähnliche synthetische Stoffe zu beschränken.

Tabelle 28

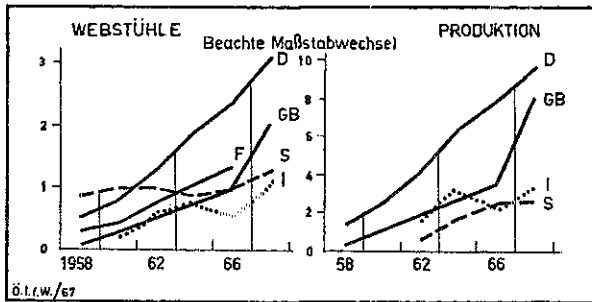
**Erzeugung der antwortenden Firmen mit Schützenlosen Webstühlen**

	Erzeugung auf Schützenlosen Webstühlen in Mill. m <sup>2</sup> 1)				Anteil von SL an der gesamten Erzeugung in %			
	Deutschland	Großbritannien	Italien	Schweden	Deutschland	Großbritannien	Italien	Schweden
1958	6	0,8	—	—	14	0,3	—	—
1960	11	2,3	—	—	25	—	—	—
1962	17	3,1	1,0	0,4	42	—	13	0,6
1964	26	7,0	2,5	1,2	63	—	32	1,6
1966	33	12,0	2,6	1,4	79	3,5	2,2	2,3
1968	39	28,0	3,3	1,4	95	8,0	3,0	2,4

Q: Erhebungen. — 1) In Schweden, wo sich die durchschnittliche Breite sehr verändert hat, in Metern (Stoffe unter 1 m Breite machten 1958 mehr als 80% der Erzeugung aus, 1968 aber nur 50%, während breitere Stoffe ihren Anteil vergrößerten)

Abbildung 9

**Der Anteil Schützenloser Webstühle an allen Webstühlen und an der Gesamtproduktion der antwortenden Firmen**



ein Weber eine größere Anzahl von Schützenlosen als von anderen Webstühlen bedienen kann. In den meisten Fällen wird diese Einsparung 20% oder mehr betragen. Auch die Ersparnisse an Materialkosten und die Qualitätsverbesserung sind bedeutend. Andere von den Firmen erwähnte Vorteile waren: Ruhiger Betrieb, Raumersparnis, leichtere (mühselosere) Behandlung, Vielseitigkeit hinsichtlich Breite des Stoffes sowie einheitlichere Fadendichte und Färbung.

In Deutschland erwähnten verhältnismäßig mehr Firmen Nachteile als in Großbritannien. Die Beschwerden in Deutschland betrafen hauptsächlich hohe Kapitalkosten, das Kantenproblem<sup>1)</sup> und die begrenzte Verwendbarkeit von SL (darunter fallen auch Klagen über die lange Rüstzeit, die für das Wechseln des Produktionsprogrammes nötig ist). Einige deutsche Firmen sind der Ansicht, daß die SL — abgesehen von Greiferschützen-Webmaschinen — ihre Kinderkrankheiten noch nicht überwunden haben. Britische Firmen erwähnten ebenfalls eine begrenzte Verwendbarkeit und daß für die SL qualitativ höherwertiges Rohmaterial benötigt wird. Die letzte Bemerkung bezieht sich wahrscheinlich auf einen Fall, in dem ein SL alte, unmoderne Web-

<sup>1)</sup> D. h. die Technik des Webens der Stoffränder.

stühle ersetzt. Der SL erfordert wohl ein Garn von ziemlich hoher Qualität, doch ist dies auch für moderne automatische Webstühle notwendig. Wenn der SL nicht die jüngste Generation von automatischen Webstühlen ersetzt, sondern altmodische und unmoderne Maschinen, kann die Qualität des Garnes zusätzliche Probleme bringen. Ähnliche Schwierigkeiten können auftauchen, wenn der SL in einem altmodischen Websaal installiert werden soll. Ein Beispiel dafür sind Klimaanlageanlagen. Hallen mit modernen Schiffchen-Webstühlen sind gewöhnlich mit einer Klimaanlage ausgerüstet, ältere Objekte nicht. Wenn dort SL installiert und Klimaanlage eingebaut werden, erhöhen sich die Kapitalkosten unverhältnismäßig stark.

Unsicherheit auf den Märkten und lange Depressionsjahre in der Baumwollindustrie (besonders in Großbritannien) beeinflussen natürlich die Pläne der Unternehmen; manche Fabrikanten scheinen auf Grund von früheren Schwierigkeiten zurückhaltend zu sein und warten auf besser entwickelte Typen von SL. Die Verbreitung wird wahrscheinlich dennoch ziemlich rasch fortschreiten, außer in Schweden, wo man glaubt, daß die Erzeugung immer mehr zu Stoffen von hoher Qualität und modischem Genre übergeht, während Stapelware (für die SL am besten geeignet scheinen) in steigenden Mengen aus Niedrigpreis-Ländern importiert wird

**Zusammenfassung**

Einige Probleme im Zusammenhang mit dem SL haben allgemeine Bedeutung. Erstens scheinen gewisse technische Schwierigkeiten bei den früheren (jetzt überholten) Ausführungen von neuen Webstühlen die Aussichten auf einen schnelleren Durchbruch der moderneren und sehr stark verbesserten Ausführungen zu überschatten. Die neuen Webstühle haben jetzt eine bedeutend höhere Leistung als die vor 5 bis 10 Jahren erzeugten; die meisten der früheren technischen Schwierigkeiten wurden gemeistert. Doch scheinen viele Webereien von den früheren Kinderkrankheiten abgeschreckt worden zu sein. Zweitens ist es schwer, auf der Leiter des technischen Fortschrittes zwei Stufen auf einmal zu nehmen. Der Ersatz moderner automatischer Webstühle durch SL benötigt keine großen Vorbereitungen oder Reorganisationen. Wenn aber SL an Stelle von altmodischen Webstühlen installiert werden sollen, oder wenn die Anlagen der Websäle nicht dem modernen Standard entsprechen, entstehen zusätzliche Anforderungen, die die Investitionskosten bedeutend vergrößern. Drittens sind die SL hervorragend, wenn auch nicht ausschließlich, für das Weben von großen Mengen Stapelware und -qualitäten geeignet

Das ist gerade das Gebiet, auf dem die Erzeuger in den Entwicklungsländern beachtliche Erfolge erzielt haben; ihr Eindringen in die Märkte der Industrieländer war dafür bezeichnend und einer der Gründe für die Depression der europäischen Industrie. Unternehmer in den entwickelten Ländern mögen in einer solchen Lage verschiedene Standpunkte haben: Sie können sich entschließen, den gewebten Stoff als Halbfabrikat zu importieren und ihn hier weiter zu bearbeiten; sie können die Produktion von Erzeugnissen, die aus Niedriglohn-Ländern kommen, ganz aufgeben, oder sie entschließen sich, ihre Position durch jede mögliche kostenmindernde Neuerung zu stärken, und versuchen auf diese Weise, den Nachteil der höheren europäischen Löhne auszugleichen. Obwohl diese Darstellung sehr vereinfacht ist, dürfte sie doch das vorliegende Dilemma illustrieren.

Wenn sich die europäischen Gesellschaften für die Konkurrenz entscheiden sollten, würde die Verbreitung der SL sehr begünstigt werden. Wenn sie jedoch die künftigen Aussichten für bestimmte Erzeugnisse als ziemlich hoffnungslos ansehen, werden sie wahrscheinlich nach und nach die Erzeugung von Stapelware aufgeben und sich auf Spezialprodukte konzentrieren. Diese Wendung würde die Verbreitung der neuen Webetechnik wahrscheinlich in zwei Richtungen beeinflussen: Da deren Vorteil für Spezialprodukte verhältnismäßig geringer ist als für Stapelware (obwohl noch beträchtlich), können ihre Aussichten in den Industrieländern ungünstig beeinflusst werden; in den Entwicklungsländern ist die Verwendung von SL infolge des Überangebotes an billigen Arbeitskräften beschränkt.

Schließlich bestehen technische Zweifel an der Zukunft der Weberei. Die Wirkerei und Stickerei hat bereits die Weberei aus vielen Gebieten verdrängt. Wenn sich das Gebiet der Weberei verengt, so berührt dies auch die Anwendung von SL.

## Floatglas

Außer dem traditionellen und jetzt veralteten System des geblasenen Glases wurden bis vor kurzem folgende Methoden zur Herstellung von Flachglas verwendet: *Fourcault* (Belgien, eingeführt 1914), *Libbey-Owens* (oft *Libbey-Owens-Ford-* oder *LOF-*Verfahren genannt; in den Vereinigten Staaten 1915 eingeführt), *Pittsburgh* (in den Vereinigten Staaten in den zwanziger Jahren eingeführt) und die *Walzpolier-*Verfahren, die durch doppelseitiges Schleifen weiterentwickelt wurden.

Das letztgenannte Verfahren wird gewöhnlich für stärkeres Fensterglas angewandt, indem das Glas durch zwei Stahlwalzen gewalzt wird; diese können Glas von jeder Stärke erzeugen, hinterlassen aber in heißem Glas starke Flecken. Das rohe Fensterglas wird dann geschliffen und poliert. Das Schleifen und Polieren erfordert eine teure Einrichtung und ist eine schwierige Arbeit. Am modernsten ist das doppelseitige Schleifen (Schleifen der Platte auf beiden Flächen in einem Arbeitsgang).

Die anderen drei Verfahren sind die wichtigsten für die Herstellung von Tafelglas (Fensterglas) und sind einander insofern ähnlich, als das Tafelglas aus der Glasmasse gezogen wird (Ziehverfahren). Die zwei Flächen der Tafel werden feuernachbearbeitet, aber nicht ganz parallel, und können Verziehungen aufweisen. Das *Pittsburgh-*Verfahren kann wahrscheinlich die beste Qualität erzeugen.

Die Herstellung von Floatglas wurde Ende der fünfziger Jahre durch *Pilkington Brothers Ltd.* in St. Helena, England, eingeführt, die das Verfahren durch weltweite Patente schützen. Die Grundidee besteht darin, daß das flüssige Glas in eine mit geschmolzenem Zinn gefüllte Wanne gezogen wird, wo es auf der Oberfläche des Metalls schwimmt; die von oben zugeführte Hitze schmilzt alle Unregelmäßigkeiten an der Oberfläche des Glases weg, während die untere Fläche die Spiegelbearbeitung des flüssigen Zinns erhält. Floatglas benötigt nicht die teure Schleif-Polierarbeit, ist aber in bezug auf Qualität mit poliertem Glas vergleichbar. Man kann die zwei nach verschiedenen Methoden hergestellten Produkte kaum voneinander unterscheiden. Mit dem *Pilkington-Floatverfahren* wollte man in erster Linie in verbesserter Form „poliertes Tafelglas“ — Tafelglas von höchster Qualität — herstellen. Anfangs gab es in der Stärke des Tafelglases Beschränkungen. Sie wurden aber nach und nach überwunden und jetzt kann das Floatverfahren Glas in jeder Stärke über 2½ mm erzeugen; die Produktion von Float- und Fensterglas überschneidet sich daher und ist in hohem Maße gegeneinander „austauschbar“<sup>1)</sup>.

## Die Industrie

In der Mitte der sechziger Jahre erzeugten die französischen, britischen und deutschen Glasindustrien je 500.000 t bis 600.000 t Flachglas jährlich, die italie-

<sup>1)</sup> In Großbritannien entfällt mehr (in Quadratfuß) als die Hälfte des mengenmäßigen Flachglasabsatzes auf Tafel-(Fenster-)glas, auf Floatglas ungefähr 15% (der Rest ist gegossenes oder gewalztes Glas). Dem Wert nach entfallen auf Tafelglas ungefähr 40%, auf Floatglas eher mehr als dem Mengenanteil entspricht. Das Verhältnis kann aber von Land zu Land sehr verschieden sein.

nischen 350.000 t bis 400.000 t, in Österreich und in Schweden betrug die Erzeugung ungefähr je 50.000 t. Der Anteil des Glases von einer Stärke über 5 mm und des Tafel-Floatglases war in Großbritannien und Frankreich am höchsten.

In Großbritannien sind alle vier Anlagen, die Flachglas erzeugen, im Eigentum von Pilkington. In den anderen fünf Ländern ist die Lage komplizierter; in vier Ländern ist die Industrie nicht in inländischem Besitz. Zwei französische Konzerne (*Boussois* und *St. Gobain*) beherrschen die Flachglaserzeugung im kontinentalen Westeuropa und arbeiten mit zwei belgischen Gesellschaften eng zusammen (*Glaverbel* und *St. Roch*), die zum Teil in ihrem Besitz sind. Damit kontrollieren sie oder haben Einfluß auf 17 von 23 Unternehmen in den anderen vier Ländern (alle drei in Österreich, alle acht in Deutschland, fünf von zehn in Italien und eines von zwei in Schweden — das andere gehört einem schwedischen Stahlkonzern, der die Flachglaserzeugung begann, um das Koksofengas auszunützen). Zwei weitere Glashütten in Italien stehen unter amerikanischer Kontrolle; die vier von internationalen Konzernen unabhängigen Unternehmen sind klein (davon gehört eines *Montecatini-Edison*).

Alle größeren Flachglas erzeugenden Gruppen haben das Pilkington-Floatverfahren gekauft und zwischen 1962 und 1967 Lizenzverträge mit Pilkington abgeschlossen. Die Boussois-Gruppe errichtete Floatstrecken in Belgien und Frankreich.

Die St.-Gobain-Gruppe, die die mächtigste auf dem europäischen Kontinent ist, tat das gleiche in Italien, Deutschland und Spanien, aber *nicht* in Frankreich<sup>1)</sup>. Jede der drei größeren Gruppen in den Vereinigten Staaten<sup>2)</sup> hat bereits zwei Floatglasstrecken in Betrieb (eine dritte soll in naher Zukunft beginnen), die zwei großen japanischen Gesellschaften<sup>3)</sup> folgten schnell, Pilkington errichtete eine in Kanada (Tabelle 29), und eine große europäische Anlage wird geplant.

### Floatglaserzeugung

Hauptzweck der Umfrage war, das Ausmaß der Anwendung des neuen Floatverfahrens in den teilnehmenden Ländern abzuschätzen. Die Erzeugung von Floatglas stieg in Großbritannien von 67.000 t im Jahre 1962 auf etwa 130.000 t im Jahre 1964 (als „poliertes Tafelglas“ ganz ersetzt war), sein Anteil an der gesamten Glaserzeugung von 14% (1962) auf 23% (1964) und 25% (1966). In Frankreich betrug die Floatglaserzeugung 1966 schätzungsweise 38.000 t, in Deutschland 35.000 t und in Italien 21.000 t (d. s.

<sup>1)</sup> Möglicherweise deshalb, weil eine teure und verhältnismäßig neue Anlage vorhanden ist oder weil man glaubt, daß eine Floatstrecke (von Boussois errichtet, der früher einen Lizenzvertrag unterschrieb) den hauptsächlich für die Floatqualität geeigneten Markt ausreichend versorgen würde.

<sup>2)</sup> Pittsburgh Plate Glass Company, Libbey-Owens-Ford Glass Company und die Ford Motor Company.

<sup>3)</sup> Asahi Glass Company und Nippon Sheet Glass Company.

Tabelle 29

#### Einführung von Float-Anlagen in verschiedenen Ländern

Lizenzerteilung		Konzern	Land	Erzeugungsstätte	Zeitpunkt der Inbetriebnahme	
Jahr	Monat				Jahr	Monat <sup>1)</sup>
		Pilkington	Großbritannien	St. Helens	1958	Oktober
1962	Juli	Pittsburgh (1)	USA	Cumberland	1963	Dezember
1963	April	Libbey-Owens-Ford (1)	USA	Lathrop	1964	September
1962	Dezember	Boussois-Glaverbel	Belgien	Moustier	1965	März
1964	März	Nippon	Japan	Maizura	1965	November
1963	April	St. Gobain	Italien	Pisa	1965	Dezember
1962	Juli	Pittsburgh (2)	USA	Crystal City	1965	Dezember
1962	Dezember	Boussois-Glaverbel	Frankreich	Boussois sur Sambre	1966	Februar
1963	April	St. Roch-St Gobain	Deutschland	Porz	1966	Februar
1964	Juli	Ford (1)	USA	Nashville	1966	März
1964	März	Asahi	Japan	Tzurumi	1966	Mai
1963	April	Libbey-Owens-Ford (2)	USA	Rosford	1966	September
1964	Juni	St. Gobain	Spanien	CESA. Aviles	1967	Februar
1964	Juli	Ford (2)	USA	Dearborn	1967	Februar
1965	Oktober	Pilkington	Kanada	Scarborough	1967	Februar
1965	März	Vidrio	Mexiko	Mexico City		Im Bau
1964	Juli	Ford (3)	USA	Nashville		Im Bau
1962	Juli	Pittsburgh (3)	USA	Meadville		Im Bau
1964	März	Asahi (2)	Japan	Amagasaki		Im Bau
1966	Dezember	SKLO	CSSR	Teplice		Im Bau
1967	März	Technopromimport	UdSSR	Gorkij		Im Bau

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Die Zeitspanne zwischen Lizenzerteilung und Inbetriebnahme stimmt nicht mit der eigentlichen Bauzeit überein. Die Zeitspanne schließt auch die Zeit bis zur Bewilligung der betreffenden Regierungsstellen, Planungszeiten usw. ein. In einigen Fällen beeinflussten auch Steuern und kommerzielle Überlegungen den Zeitpunkt des Übereinkommens, der oft in keinem Zusammenhang mit dem Baubeginn stand.

6% der Gesamtmenge in Italien; etwa gleich hoch dürfte der Anteil in Deutschland und wahrscheinlich etwas höher in Frankreich sein<sup>1)</sup>.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeit, die Pilkington zu Beginn der fünfziger Jahre allein begann, verschaffte diesem Unternehmen eine günstige Lage für die Anwendung des Floatverfahrens; jeder der es verwenden wollte, mußte eine Lizenz für die Einführung des Floatverfahrens haben. Lizenzverhandlungen dauern lange, die Einführung des Floatverfahrens erfordert große Investitionen und wieder viel Zeit; all das sichert dem Erfinder nicht nur einen schnellen Start, sondern auch fortdauernde Vorteile.

Der Anteil des Floatverfahrens wird wahrscheinlich weiter steigen, auch in den bestehenden Werken. In Frankreich z. B. wird er wahrscheinlich noch vor 1970 infolge einer besseren Kapazitätsauslastung mindestens 10% erreichen. Ähnliche Steigerungen können in anderen Ländern erwartet werden, und wenn von einer der größeren Gruppen eine neue Floatstrecke installiert werden sollte, würden sich die Anteile beträchtlich verschieben. 100% der gesamten Flachglaserzeugung werden wahrscheinlich nicht erreicht werden, gewisse Flachglastypen — wie gewalztes Tafel- oder dünnes Fensterglas — werden nicht mit dem Floatverfahren hergestellt oder zumindest nicht mit der gegenwärtigen Technik. Diese Technik ändert sich jedoch, das Verfahren wurde ursprünglich für die Herstellung von stärkerem Glas angewandt und wurde nach und nach für dünnere Qualitäten entwickelt. In Großbritannien wurde 1962 kein dünneres Glas (5 mm und darunter) im Floatverfahren erzeugt (außer versuchsweiser Erzeugung), 1964 aber 12% und 1966 17% (ungefähr 60.000 t) der gesamten Erzeugung dieser dünnen Sorten. Das allmähliche Übergreifen auf Sorten, die bisher nach anderen Methoden hergestellt wurden<sup>2)</sup>, wird sich wahrscheinlich besonders bei besseren Qualitäten fortsetzen. Ein anderes Beispiel für den Wandel der Floattechnik ist, nach einer Mitteilung von Pilkington im Dezember 1967, die Herstellung

<sup>1)</sup> Die Umfrage erstreckte sich auf 100% der österreichischen, britischen und schwedischen Flachglasindustrie; in Frankreich, Deutschland und Italien wurde nur ein Teil erfaßt. Schätzungen von NIESR, die sich auf heimische Informationsquellen stützen, ergänzen die Daten für diese Länder. Die Repräsentation der Industrie kann daher als umfassend angesehen werden.

<sup>2)</sup> In Großbritannien wird neben dem Floatverfahren nur noch das Pittsburgh-System für die Flachglasherstellung verwendet. (Außer gewalztes Glas für geformtes und für Drahtglas.) In Schweden werden die Fourcault- und die Pittsburgh-Methode angewendet, aber man erwartet, daß 1970 die letzte Fourcault-Wanne verschwinden wird. Die französische Industrie verwendet hauptsächlich Libbey-Owens- und Pittsburgh-Methoden, in Deutschland scheint das Fourcault-System noch stark verwendet zu werden (sowie Libbey-Owens und Pittsburgh).

von Rauchglas im Floatverfahren, eine Entwicklung, die durch bestehende Lizenzen geschützt sein wird. Lizenzinhaber in anderen Ländern befassen sich in ähnlicher Weise mit Entwicklung und Forschung, um alle Möglichkeiten der neuen Technik auszunutzen. Die Erfahrungen in Großbritannien können für den weiteren Verlauf der Entwicklung als Leitbild gelten.

### Wirtschaftliche Vorteile

Die wirtschaftlichen Vorteile des Floatverfahrens ergeben sich hauptsächlich aus dem völligen Ausschalten des Schleifens und Polierens (Arbeitsvorgänge, die Unterbrechungen nötig machen). Trotz der Anfangskosten für die Zinnwanne, verringern sich auch die Kapitalkosten sowie die Herstellungskosten (Arbeit, Energieaufwand, Instandhaltung u. ä.) und außerdem werden Qualitätsverbesserungen erzielt.

### Zusammenfassung

Die meisten bedeutenden Erzeuger von hochqualitativem Tafelglas haben das Floatverfahren eingeführt und viele von ihnen haben ihre zweite, dritte oder vierte Floatstrecke errichtet (oder sind dabei). (Dies ist die beste Illustration eines Diffusionsprozesses in einer Industrie, in der zwei große Konzerne das kontinentale Westeuropa und ein dritter — der Erfinder — Großbritannien beherrscht.)

Alle neuen Werke mit einer halbwegs bedeutenden Kapazität von „floatwürdigen“ Erzeugnissen wurden nach dem Floatprinzip errichtet. (Zum Teil deshalb, weil sich das Verfahren weit über seinen ursprünglichen Rahmen hinaus entwickelte.) Es ist daher wahrscheinlich, daß das Floatverfahren in den wichtigen Anwendungsbereichen alle anderen Tafelglasverfahren verdrängen wird. Die vorhandenen verhältnismäßig neuen Einrichtungen scheinen das einzige Hindernis dafür zu sein, daß es von großen Erzeugern sofort eingeführt wird. Die kleineren Erzeuger befinden sich jedoch in einer anderen Lage. Nicht alle von ihnen erzeugen poliertes Tafelglas — das Erzeugnis, das für Float am geeignetsten ist; und die meisten, die es erzeugen, produzieren nur eine beschränkte Menge. Auf einigen Märkten, wo die Nachfrage nach hochwertigem Tafelglas begrenzt ist, könnten vielleicht die Erzeuger sogar neue kleine Kapazitäten in einem anderen Verfahren errichten (z. B. Pittsburgh), weil man damit poliertes starkes Tafelglas und im gleichen Verfahren auch jede Stärke von Fensterscheiben erzeugen kann. Innerhalb des Anwendungsbereiches des Floatverfahrens wären dann natürlich die Produktionskosten beträchtlich höher, aber die verhältnismäßig kleine Menge würde

gegenwärtig eine separate Floatstrecke nicht rechtefertigen<sup>1)</sup>.

### Tunnelöfen in der Ziegelerzeugung

Der Tunnelofen wurde 1840 von *Yordt*, einem Dänen, erfunden. 1858 erwarben jedoch *Hoffmann* und *Licht* in Deutschland ein Patent für einen Ofen mit „beweglichem Feuer“. Der Hoffmann-Ofen verbreitete sich sehr stark, weil die Baukosten gering sind und teilweise auch wegen der technischen Schwierigkeiten, die mit dem Tunnelofen verbunden waren. In den letzten Jahrzehnten hat jedoch der Tunnelofen in der Stein- und keramischen Industrie<sup>2)</sup> an Bedeutung gewonnen, als Fortschritte in der Brennstofftechnik die erforderliche hohe Steuerungsstufe ermöglichten. Diese Entwicklung ist teilweise die Folge von Veränderungen in der Energieversorgung; Öl und gasförmige Brennstoffe wurden mit der Kohle konkurrenzfähig und sind für den Tunnelofen besser geeignet als für den Hoffmann-Ofen<sup>3)</sup>.

Im Hoffmann-Ofen sind die rohen Ziegel stationär und die Feuerung geht ständig „herum“, wenn eine Kammer zu brennen aufhört, beginnt die nächste. Das Einlegen der Ziegel in die Kammern und das Herausnehmen nach dem Befeuern geschieht innerhalb des Ofens durch hochqualifizierte Arbeiter, die äußerst hohe Temperaturen ertragen müssen. Im Tunnelofen ist hingegen die Befeuerung stationär und die Ziegel bewegen sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit auf speziellen kleinen Waggons durch die Befeuerungszone. Diese Wägelchen können außerhalb des Ofens bei normaler Temperatur von verhältnismäßig ungeschulten Arbeitern be- und entladen werden. Auch die Feuerung ist wirtschaftlicher. Das Vorwärmen und Kühlen des Materials kann im Tunnel viel besser durchgeführt werden und die Wände kühlen nicht ab, da die stationäre Befeuerungszone entsprechend isoliert werden kann. Das scheidet auch die Gefahr von Sprüngen in der Außenwand des Ofens oder der Senkung des Fundamentes infolge von Wasser aus. (Öfen werden oft

auf feuchtem Grund in der Nähe von Lehmgruben errichtet.)

Der Tunnelofen ist komplexer als jeder andere Ziegelofen. Seine Automation ist viel größer: Wenn einmal der Steuerungsmechanismus für die Höchsttemperatur in der Befeuerungszone eingestellt und die Geschwindigkeit der Wagen bestimmt ist, kann (und muß) der Feuerungsprozeß regelmäßig und ständig bei geringster Aufsicht ablaufen, während der gleiche Vorgang beim Hoffmann-Ofen ständige Sorgfalt und hohe Fertigkeit erfordert. Im allgemeinen kann jedoch nur eine einzige Art von Ziegeln gleichzeitig erzeugt werden, da verschiedene Tonerzeugnisse verschiedene Befeuerungszeiten und möglicherweise -temperaturen erfordern. (Ein Tunnelofen kann für fast jedes Erzeugnis gebaut werden, aber das Umschalten auf ein anderes Erzeugnis erfordert eine gewisse Umrüstung: Umstellung der Automatik der Befeuerung, der Geschwindigkeit der Wagen usw.) Bei kleineren Firmen kann dies ein Nachteil sein, da im Hoffmann-Ofen, wo das Feuer für verschiedene Zeitabschnitte in verschiedenen Brennkammern aufrechterhalten werden kann, verschiedene Erzeugnisse ohne Beschränkung gebrannt werden können.

Aus technischen Gründen war die Leistungsfähigkeit eines Tunnelofens bisher im allgemeinen geringer als die eines Hoffmann-Ofens. Doch dieser mögliche Nachteil scheint nicht von Dauer zu sein. Die bevorzugte Kapazität eines Tunnelofens ist von Land zu Land verschieden, aber die Tendenz geht zu größeren Öfen. 300.000 bis 400.000 Ziegel je Woche (Großbritannien) sind nicht weit von der Durchschnittsleistung größerer Hoffmann-Öfen entfernt. (Die früheren Tunnelöfen hatten nur eine Leistungsfähigkeit von etwa 200.000).

### Die Industrie

Die heimischen Statistiken in den sechs Ländern sind unzulänglich; sie beziehen sich nicht auf die gleiche Maßeinheit (und die Umwandlung von Tonnen auf Stückzahlen kann nicht richtig vorgenommen werden, wenn man das Produktionsprogramm nicht kennt), und erfassen unterschiedliche Erzeugnisse unter „Ziegel“. Zweifellos ist Großbritannien der größte Erzeuger, es folgt Deutschland, während die Erzeugung in Frankreich und Schweden (Tabelle 30) verhältnismäßig sehr niedrig ist. Das geht auf Unterschiede in den Baugewohnheiten zurück, andererseits kann darin auch die Wettbewerbslage von Ziegeln gegenüber anderen Baumaterialien oder Bausystemen zum Ausdruck kommen. Die Nachfrage nach Ziegeln reagiert auf wirtschaftliche Schwankungen sehr stark. Zwischen 1960 und 1966 gab es außer

<sup>1)</sup> Wahrscheinlich hat sich die neue schwedisch-dänische Glasfabrik, die jetzt gebaut wird, deshalb gegen Float und für ein anderes Verfahren entschieden. Der Gesamtmarkt für hochwertiges starkes Glas ist wahrscheinlich für die Kapazität einer Floatstrecke nicht groß genug.

<sup>2)</sup> Die Umfrage umfaßte verschiedene Sparten dieser Industrie nicht, wie Porzellan und Töpferei, wo der Tunnelofen viel früher übernommen und in größerer Anzahl installiert wurde.

<sup>3)</sup> Im Hoffmann-Ofen ergeben sich damit Schwierigkeiten (Säureruß).

in Österreich in jedem Land zumindest einen stärkeren zyklischen Produktionsrückgang, obwohl sich der Trend im allgemeinen aufwärts bewegt

Tabelle 30

**Die Ziegelindustrie und ihre Produktion<sup>1)</sup>**

Produktion <sup>2)</sup>	BR. Deutschl.	Frankreich	Großbritannien (Fletton) Andere	Italien	Österreich	Schweden
	1954	6 446	3 96	(2 603)	4 644	4 249
1960	7 060	4 92	(2 919)	4 364	6 016	993
1966	6 510	6 48	(2 908)	4 163	5 324	1 115
Zahl <sup>3)</sup> der Unternehmen			(30)	150	850	182
Betriebe	1 049	250	(100)	334	1 300	58

Q: Erhebungen —<sup>1)</sup> 1966 oder 1967, für Großbritannien beziehen sich die Zahlen der Unternehmen und Betriebe auf 1963 und vernachlässigen ungefähr 350 Firmen (rd 510 Betriebe) mit weniger als 25 Beschäftigten. Für Deutschland und Italien einschließlich Dachziegel; für Frankreich, Italien und Schweden einschließlich Hohlziegel; für Italien einschließlich Bodenplatten. Die Zahlen für Großbritannien beinhalten nur Mauerziegel; Flettons (aus Tonerde mit sehr hohem Kohlenstoffgehalt — nicht in Tunnelöfen erzeugt — und eine Besonderheit in Großbritannien) sind in dem ganzen Abschnitt nicht berücksichtigt, außer es ist gesondert darauf hingewiesen. —<sup>2)</sup> Für Frankreich: Mill. t, (1966 rd 2 Mrd. Ziegel) Für die anderen Länder Mill. St —<sup>3)</sup> Einschließlich fünf Unternehmen mit mehr als 100 Beschäftigten in Österreich; ein Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten in Italien und 25 Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten in Großbritannien, weiters 20 Unternehmen mit mehr als 200 Beschäftigten in Deutschland und drei Unternehmen mit mehr als 100 Beschäftigten in Schweden.

Die Industrie besteht aus einer Vielzahl von Unternehmen und Betrieben, von denen die meisten verhältnismäßig klein sind. In der Durchschnittsgröße der Unternehmen gibt es beträchtliche Unterschiede. Die schwedischen Anlagen scheinen im Durchschnitt viel kleiner und die britischen viel größer zu sein als in anderen Ländern. Ein anderer bedeutender Unterschied in der Struktur besteht darin, daß in Großbritannien ein großes Unternehmen ein Viertel und sechs Unternehmen ungefähr die Hälfte der gesamten Erzeugung auf sich vereinen. Die Produktion in den anderen Ländern ist weniger konzentriert, obwohl es in einigen (wie in Österreich) sehr große Unternehmen gibt, die 20% bis 25% der heimischen Erzeugung auf sich vereinen.

Das Rohmaterial für die Ziegelerzeugung, die Tonerde, ist in den untersuchten Ländern reichlich vorhanden, obwohl es Gebiete gibt, wo Ton von befriedigender Qualität kaum vorkommt. In früheren Zeiten wurde wegen der hohen Transportkosten eine große Zahl kleinerer Werke in der Nähe der Verbrauchszentren errichtet. Sinkende Kosten, bessere Transportmöglichkeiten und wachsende Verstädterung führten zur Konzentration der Ziegelerzeugung in weniger Betrieben. So fiel die Zahl der Ziegelerzeuger in Italien von ungefähr 3.200 im Jahre 1951 auf wenig mehr als 1.000 im Jahre 1967; die Zahl der schwedischen Ziegeleien wurde von 1947 bis 1963 fast halbiert; in Großbritannien fiel die Zahl

der Betriebe von 1.400 im Jahre 1939 auf ungefähr 500 in der Mitte der sechziger Jahre. Die Konzentration bedeutete vor allem eine bessere Auslastung der am günstigsten gelegenen Anlagen; die Kapazität wurde hauptsächlich durch die Errichtung neuer Öfen in diesen Betrieben erhöht.

**Die Umfrage**

Die Stichprobenerhebung wurde wegen der großen Zahl von Unternehmen und Betrieben so durchgeführt, daß alle großen Firmen und eine Auswahl der mittelgroßen und kleinen befragt wurden (Tabelle 31). Die Ergebnisse sind wahrscheinlich für die ganze Industrie in Schweden, Österreich und Großbritannien repräsentativ, die Berichte aus Frankreich, soweit welche verfügbar waren, beziehen sich auf die ganze Industrie. Auch die deutschen Daten illustrieren die Lage viel besser als die geringe Repräsentation annehmen ließe (hauptsächlich infolge der hohen Repräsentation der großen Unternehmen), die italienischen Zahlen jedoch scheinen nicht repräsentativ zu sein.

Tabelle 31

**Repräsentation der Erhebung in der Ziegelindustrie**

	Zahl der befragten Firmen	Repräsentation der Firmen <sup>1)</sup>			Antworten der Betriebe			% Anteil an der Industrie	
		Groß	Mittel	Klein	Zahl	Unternehmen	Betriebe	Produktion <sup>2)</sup>	
BR Deutschland	60	7	22	14	64	6	6	6	
Großbritannien	103	9	19	20	166	24	40	52	
Italien	150	6	21	14	105	5	8	10	
Österreich	77	5	8	14	15	53	53	53	
Schweden	51	—	8	41	55	96	97	83	

Q: Erhebungen. —<sup>1)</sup> „Groß“: Betriebe mit mehr als 200 Beschäftigten (Österreich mehr als 100); „Klein“: bis 50 Beschäftigte. —<sup>2)</sup> 1966.

**Die Ausbreitung des Verfahrens**

Über den Zeitpunkt der Einführung des Tunnelofens sind von den einzelnen Ländern wenige Angaben verfügbar. Von den antwortenden Firmen wird die allererste Installation 1902 in Großbritannien in einem großen Unternehmen gemeldet, es folgte 1926 eine andere (mittlere) britische Firma. Die Anwendung des Tunnelofens auf breiter Basis begann nach dem Krieg in Schweden, Frankreich sowie in Italien und noch später in Deutschland und Österreich. Die Gesamtproduktion der Firmen (mit Tunnelöfen) schwankte ungefähr parallel mit der heimischen Konjunktur, aber die Produktion mit Tunnelöfen stieg ständig und ohne zyklische Schwankungen (Tabelle 32). Tunnelöfen scheinen als eine Art „Grundkapazität“ verwendet worden zu sein, wahrscheinlich wegen ihres wirtschaftlichen Einsatzes, aber auch weil es

Tabelle 32

Veränderung in der Verwendung von Tunnelöfen

	1950	1954	1958	1960	1962	1964	1966	1968
<b>Firmen, die Tunnelöfen verwenden</b>								
BR. Deutschland	—	—	—	4	11	17	24	28
Großbritannien	4	5	5	7	8	9	13	13
Italien	—	2	2	4	8	10	12	16
Österreich	—	—	1	2	4	5	8	9
Schweden	1	2	7	8	12	21	23	28
<b>Produktion der Tunnelöfen, Mill. St.</b>								
BR. Deutschland	—	—	—	34	84	111	185	221
Frankreich <sup>1)</sup>	—	0'05	0'07	0'10	0'63	1'38	2'00	.
Großbritannien	31	39	39	64	77	195	252	351
Italien	—	15	16	35	104	143	240	282
Österreich	—	—	6	12	94	285	329	359
Schweden	5	11	26	39	70	143	172	225
<b>Anteil der Produktion der Firmen mit Tunnelöfen in %</b>								
BR. Deutschland	—	—	—	47	68	72	70	77
Großbritannien	3	4	4	6	7	12	16	19 <sup>1)</sup>
Italien	—	9	9	13	28	37	52	58
Österreich	—	—	2	4	27	75	82	89
Schweden	6	12	25	31	48	85	92	94
<b>Alle antwortenden Firmen</b>								
BR. Deutschland	—	—	—	6	20	28	48	55
Frankreich <sup>2)</sup>	—	1	1	2	11	20	31	.
Großbritannien	2	3	3	4	4	9	12	15
Italien	—	6	5	9	24	35	45	44
Österreich	—	—	1	3	18	52	58	62
Schweden	3	6	13	17	26	48	59	72

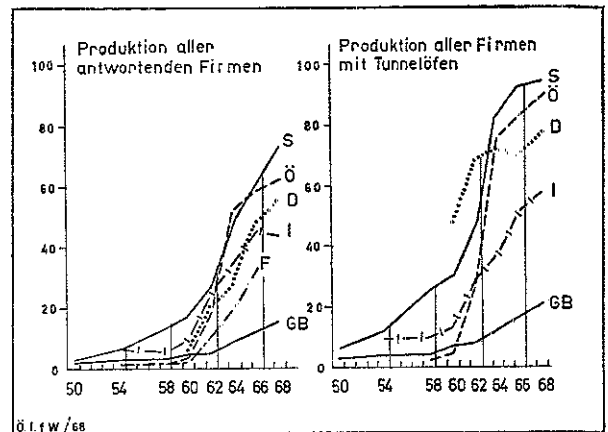
Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Schätzung — <sup>2)</sup> Die Zahlen in Mill. t beziehen sich auf die gesamte Industrie.

leichter fällt, die Erzeugung in einem diskontinuierlichen Ofen zu verlangsamen als in einem kontinuierlichen Ofen.

Tunnelöfen sind in Schweden am stärksten verbreitet, es folgen Österreich, Deutschland, Italien und Frankreich; obwohl Großbritannien das Pionierland war, entfällt auf Tunnelöfen noch immer ein verhältnismäßig kleiner Teil der britischen Erzeugung. Das gilt selbst, wenn man nur die Firmen betrachtet, die über Tunnelöfen verfügen. In anderen Ländern neigen die Firmen dazu, wenn sie einen derartigen Ofen installiert haben, einen Großteil ihrer Erzeugung (60% bis 95%) mit diesem Ofen herzustellen. In Großbritannien ist das nicht der Fall, zum Teil weil

Abbildung 10

Der Anteil der Ziegelöfen an der gesamten Ziegelproduktion



die Unternehmen viel größer sind als in anderen Ländern. Von der Gesamterzeugung der Tunnelöfen verwendenden Firmen entfällt nicht mehr als ein Fünftel auf Tunnelöfen. Die durchschnittliche Ofenzahl aller Typen der antwortenden Firmen beträgt in Großbritannien etwa 7 1/2 (es sind durchwegs Groß- und Mittelbetriebe) verglichen mit 1 1/2 in den fünf anderen Ländern. Aber die durchschnittliche Anzahl von Tunnelöfen ist nur wenig höher als in Österreich und Italien (Tabelle 33). Sie ist viel höher als in Deutschland und Schweden, wo ein einziger Tunnelofen im Betrieb vorzuherrschen scheint, doch ist die Firmengröße in Schweden viel geringer.

Einige technische Erwägungen

Eine Anzahl von technischen Gründen hat wahrscheinlich zu den relativ großen Unterschieden zwischen Großbritannien und dem Kontinent beigetragen. Ein Grund ist der hohe Kohlenstoffgehalt einiger in England verwendeter Tonarten<sup>1)</sup>. Dieser Ton kann

<sup>1)</sup> The National Coal Board ist der größte Ziegelproduzent Großbritanniens; viele seiner Ziegelwerke erzeugen Ziegel aus Kohlschlamm und Ton, der zusammen abgebaut und gewegewaschen wird. Siehe auch Fußnote 1 zu Tabelle 30

Verwendung von Tunnelöfen bei den antwortenden Firmen 1966

	Firmen, die Tunnelöfen verwenden					Tunnelöfen in Verwendung insgesamt	Öfen insgesamt je Firma	Öfen insgesamt je Firma <sup>1)</sup>	% Anteil der Tunnelöfen an allen Öfen
	Groß	Mittel	Klein	Insgesamt	% Anteil a. d. Gesamtindustrie				
BR. Deutschland	3	15	6	24	56	34	14	19	41
Großbritannien	7	6	—	13	27	29	22	74	8
Italien	5	5	2	12	39	22	18	27	20
Österreich	1	3	4	8	33	17	21	12	53
Schweden	—	5	18	23	47	24	10	13	37

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Bezogen auf alle antwortenden Firmen.

Tabelle 33



ohne technische Schwierigkeit in Tunnelöfen gebrannt werden. Man errichtet aber keine Tunnelöfen wenn viel billigere Öfen den gleichen Zweck erfüllen. Zweitens hängt die Wirtschaftlichkeit des Tunnelofens von der Geschwindigkeit ab, mit der die Tonprodukte durch die Befehungszone getrieben werden können. Diese Geschwindigkeit ist bei hohlen Erzeugnissen viel größer als bei massiven — mit anderen Worten ein massiver gewöhnlicher Bauziegel benötigt eine längere Befehungszeit als ein hohler Ziegel oder Block. Das bedeutet für die Verwendung des Tunnelofens in Großbritannien einen Nachteil, weil nach wie vor massive Ziegel sehr stark verwendet werden (in Frankreich dagegen werden 75% Hohlware gebrannt).

Auch Fassadenziegel sind meistens massive Blöcke und benötigen sehr sorgfältige und besondere Behandlung. Sie werden in Großbritannien mehr verwendet als in vielen kontinentalen Ländern, doch werden wenige davon in Tunnelöfen gebrannt<sup>1)</sup>. Die verhältnismäßig schlechte Eignung von Kohle als Brennstoff für Tunnelöfen wirkt in die gleiche Richtung.

Die Umfrage ergab nur drei Beispiele von Kohlenfeuerung unter 98 Tunnelöfen, von den 172 Öfen anderer Typen verwendeten 82 Kohle (Tabelle 34). Die starke Zunahme der Installierung von Tunnelöfen fiel mit der Verbreitung von Öl als industrieller Brennstoff nach dem Krieg zusammen und es ist sehr wahrscheinlich, daß zwischen beiden Entwicklungen ein kausaler Zusammenhang besteht. (Auch hohe Arbeitskosten haben wahrscheinlich dazu beigetragen.) Da die britische Wirtschaft noch stark auf Kohle basiert<sup>2)</sup>, könnte die geringere Bedeutung

Tabelle 34

Zahl der Öfen nach Art der Brennstoffe

	Tunnelöfen			Andere Öfen				Insgesamt	
	Kohle	Gas	Öl	Insgesamt	Kohle	Gas	Öl		Holz
BR. Deutschland	1	3	24	28	12	1	12	--	25
Großbritannien	2	--	13	15	37	--	13	--	50
Italien	--	1	16	17	3	5	31	--	39
Österreich	--	1	8	9	6	5	6	--	17
Schweden	--	--	29	29	24	1	12	4	41
Insgesamt	3	5	90	98	82	12	74	4	172

Q: Erhebungen

<sup>1)</sup> Die Entwicklung in Schweden widerspricht jener in Großbritannien. Auch in Schweden ist der Anteil der Hohlziegel nicht groß und jener der Fassadenziegel hat in den letzten zehn Jahren zugenommen — keiner dieser beiden Fakten hat aber die Anwendung von Tunnelöfen behindert.

<sup>2)</sup> Von 1951 bis 1954 entfielen 90% der Energieversorgung in Großbritannien auf Kohle; 1965 betrug der Anteil der Kohle noch 67%. Der Prozentanteil der Kohle betrug in den gleichen Perioden 63% und 32% in Österreich, 68% und 47% in Frankreich, 91% und 59% in Deutschland, 28% und 14% in Italien sowie 25% und 11% in Schweden.

von Öl als Brennstoff einen verzögernden Einfluß auf die Installierung von Tunnelöfen gehabt haben. Tatsächlich scheint in vier Ländern der Anteil der Kohle an der Energieversorgung sehr gut den Zeitpunkt der Einführung des Tunnelofens zu erklären und die Ausnahmen sind Sonderfälle — Großbritannien, weil die ursprüngliche Einführung so früh war und Frankreich wegen der frühen Entdeckung von Erdgas (St Marcet 1939 und Lacq 1949)<sup>3)</sup>.

Wirtschaftliche Vorteile

Die Antworten der Firmen zeigen, daß die größte Ersparnis beim Tunnelofen in den Arbeitskosten erreicht wird; die meisten Firmen ersparten im Vergleich zu anderen Öfen 20% der Arbeitskosten. Auch die Materialkosten (hauptsächlich Energie) dürften sinken. Die Verbesserung der Qualität, meistens in Form von geringerem Abfall, ist ein weiterer wichtiger Punkt.

Weitere Pläne

Trotz dieser sehr günstigen Aussichten, scheinen nicht sehr viele Firmen weitere Installationen oder die Einführung von Tunnelöfen (Tabelle 35) zu

Tabelle 35

Weitere Ausbaupläne der antwortenden Firmen

	Bereits 100% Tunnelöfen	Beabsichtigter Ausbau bis 100%	Be-schränkte Umstellung beabsichtigt	Keine Pläne für Tunnelöfen	Zahl der antwortenden Firmen
BR. Deutschland	18	16	--	9	43
Großbritannien	4	3	4	36	47
Italien	1	11	9	15	36
Österreich	6	6	--	--	12
Schweden	23	4	2	20	49
Insgesamt	52	40	15	80	187

Q: Erhebungen.

planen. Aus den Plänen ist kein unterschiedliches Verhalten zwischen großen und kleinen Firmen zu erkennen: Für und gegen die Tunnelöfen sind fast gleich viel größere und kleinere Unternehmungen. Von Land zu Land bestehen jedoch beträchtliche Unterschiede. Von den Firmen, die Auskünfte erteilten, haben alle österreichischen, die meisten deutschen und zwei Drittel der italienischen Firmen bereits Tunnelöfen installiert oder planen es bald zu tun. In Schweden haben 20 von 49 und in Großbritannien 36 von 47 nicht die Absicht auf Tunnel-

<sup>3)</sup> Für die anderen vier Länder gilt die Gleichung

$$y = 45\ 461 + 0\ 157x$$

$$R^2 = 0\ 919; s = + 0\ 033,$$

wobei x der prozentmäßige Anteil von festen Brennstoffen an der ganzen Energieversorgung und y + 1900 das Jahr der Einführung ist

öfen überzugehen. Besonders in Schweden, wo die in Frage kommenden Firmen wahrscheinlich sehr klein sind, ist das geringe Interesse teilweise eine Folge der Kapitalkosten, die höher als bei anderen Öfen sind. Weiters erfordert die Automatik des Tunnelofens eine bessere Instandhaltung, höhere Fertigkeit bei der Instrumentation und im ganzen mehr fachliches Betriebsmanagement. Das ist bei kleineren Ziegeleien, die auf jeden Rückschlag in der Wirtschaft am empfindlichsten reagieren, sehr oft nicht zu erreichen; viele von ihnen lassen sich von den damit verbundenen finanziellen und organisatorischen Belastungen abschrecken.

### Zusammenfassung

Die französische Handelsvereinigung meinte, der Umstand, daß die Arbeiter unter erträglichen Bedingungen arbeiten können, wiege an sich alle eventuellen Nachteile der Tunnelöfen auf. Aber abgesehen davon, bieten sie auch andere Vorteile. Sie erfordern mehr wissenschaftliche Führung in den Ziegelwerken — ein Vorteil für die fortschrittlichen Unternehmer, aber ein Nachteil für die anderen.

Für eine homogene und große Erzeugung vieler Tonerzeugnisse kommt jetzt wahrscheinlich kein anderer Ofen mehr in Betracht, aber der Tunnelofen ist nicht unbedingt die beste Lösung für alle Erzeugnisse, weder wenn der Ton einen hohen Kohlenstoffgehalt hat, noch wenn eine große Flexibilität (oftmaliger Wechsel der Erzeugnisse) erforderlich ist.

### Neue Verfahren des Anzeichnens und Schneidens von Stahlblech im Schiffbau

Auf herkömmliche Art werden die Stahlbleche mittels hölzerner Maß-Anreißschablonen mit der Hand angezeichnet und auch mit der Hand geschnitten. Die erste Verbesserung kam mit der Einführung des optischen Anzeichenverfahrens (OL). Speziell vorbereitete Zeichnungen wurden mittels eines optischen Systems projiziert; das Anreißen wurde noch mit der Hand durchgeführt und das Schneiden der Bleche mit handbetriebenen Brennschneidern. Von den untersuchten Ländern führte Schweden 1950 zuerst OL ein.

Die Einführung von vollautomatischen Schneidemaschinen schaltete das Anreißen aus: Die Zeichnungen wurden auf der Steuerungsseite der automatischen Brennschneidemaschine postiert und dann schnitt die Maschine mit Hilfe einer photoelektrischen

Vorrichtung das Blech in die Form, die von der Zeichnung vorgegeben wurde. Diese Technik der *photoelektrisch gesteuerten Schneidemaschinen* (PhE) erforderte eher höhere Investitionen als OL, verminderte aber die Arbeitskosten und ermöglichte eine Produktionssteigerung. PhE wurde zuerst 1950 in Großbritannien eingeführt.

Eine weitere Entwicklung kam mit der *numerischen Steuerung* (NC). Das Negativ der Zeichnung wurde auf ein Band übertragen, das die Schneidemaschinen steuert. Zuerst konnten nur einfache und einfach gebogene Bleche auf diese Weise geschnitten werden. Später jedoch konnte mittels Computer in Verbindung mit Zeichen- und Schneidemaschinen sowohl das Anreißen als auch die Vorbereitung der Zeichnungen ausgeschaltet werden. Das System besteht aus einem Datenprogramm (einschließlich eines Anpassungsprogrammes), das die Zeichmaschine sowie zwei- und dreiwellige Schneidemaschinen steuert. Es ermöglicht die Ausführung so komplizierter Bearbeitungsvorgänge wie das Zeichnen von Rumpfen oder anderen dreidimensionalen Flächen (einschließlich numerisch bestimmter Formen, d. h. Rahmen und Wasserlinien). Wieder war Großbritannien 1961 das erste der fünf Länder<sup>1)</sup>, das die Technik einführt.

### Die Schiffbauindustrie

Die Weltproduktion von Schiffen wuchs von 23 Mill. Brutto-Registertonnen (BRT) im Jahre 1948 auf 93 Mill. BRT 1958 und 143 Mill. BRT 1966. In den ersten Nachkriegsjahren stellte Großbritannien ungefähr die Hälfte der Weltproduktion her; der Anteil fiel 1958 auf 15% und 1966 auf 8%. Insgesamt erzeugten die fünf behandelten Länder 1966 etwa 43 Mill. BRT, das ist ungefähr 30 % der Weltproduktion, 1958 betrug der Anteil 50%. Der Rückgang, von dem nur Schweden ausgenommen blieb, war eine Folge der wachsenden beherrschenden Stellung Japans<sup>2)</sup>

Der Schiffbau ist in allen fünf Ländern eine Exportindustrie, über die Hälfte der deutschen und schwedischen Erzeugung wurde 1966 exportiert. Die Struktur der Industrien ist unterschiedlich. Die durchschnittliche Größe der Firmen, gemessen an der Zahl der Beschäftigten oder an der produzierten Tonnage, ist in Schweden am größten, in Deutschland und Italien am niedrigsten.

<sup>1)</sup> Österreich hat keine vergleichbare Schiffbauindustrie.

<sup>2)</sup> Es ist üblich, die Erzeugung des Schiffbaues nach der Tonnage zu messen. Dies führt infolge der Verschiedenheit der Erzeugung zu beträchtlichen Verzerrungen. Die Erzeugung Japans besteht hauptsächlich, doch nicht ausschließlich, aus billigen Tankern verhältnismäßig hoher Tonnage, wogegen die europäischen Werften im großen und ganzen kompliziertere Schiffe von größerem Wert aber kleinerer Tonnage erzeugen.

Tabelle 36

**Größe und Struktur der Schiffsbauindustrie**

	1.000 BRT		Produktion	Anteil a		Ex-	Beschäf-
	1958	1966	Verände- rung in %	d. Welt- produktion in %	1958	1966	tigte je Unter- nehmen
BR Deutschland	1.429	1.184	-17	15	8	58	530
Frankreich	451	443	-2	5	3	23	970
Großbritannien	1.402	1.084	-23	15	8	25	1.050
Italien	551	422	-23	6	3	32	510
Schweden	760	1.161	+53	8	8	66	1.230
Insgesamt	4.593	4.294	-7	50	30	46	
Weltproduktion	9.270	14.307	+54	100	100		

Q: Lloyd's Register of Shipping, nationale Statistiken und IUI-Schätzungen

**Die Umfrage**

Die Befragung richtete sich praktisch an die ganze Industrie in Schweden, an alle Werften mit einer Jahreskapazität von über 30.000 BRT in Frankreich und Italien sowie an alle Werften in Deutschland, die Schiffe von mehr als 3.000 BRT bauen können. In Großbritannien trat man an 25 von 27 Unternehmen heran, die Schiffe von mehr als 5.000 BRT bauen können, sowie überdies an eine Auswahl von kleineren Schiffbauern (Tabelle 37).

Tabelle 37

**Repräsentation der Erhebung in der Schiffsbauindustrie**

	B. R. Deutsch- land	Frank- reich	Groß- britan- nien	Italien	Schwe- den
Zahl der Firmen					
Schiffbauindustrie	151	11	62	60	17
Stichprobe	20	5	36	9	15
Antwortende Firmen	7	3	14	6	15
%-Anteil der antwortenden Firmen an der Gesamtzahl					
Stichprobe (Anzahl)	35	60	39	67	100
Beschäftigte	25	34	53	49	99

Q: Erhebungen und nationale Statistiken (1966).

Außer in Schweden waren mittlere und kleine Firmen schwach vertreten oder gar nicht erfaßt. Das macht jedoch nicht viel aus; so gibt es in Italien wohl 60 Schiffswerften, auf die sechs antwortenden Firmen — alle verstaatlicht — entfallen aber 84% der erzeugten Tonnage. Die schwedische Produktion ist vollständig erfaßt, die italienische und britische zu einem Großteil, die französische und deutsche Repräsentation ist niedrig.

**Die Ausbreitung der neuen Verfahren**

Die Entscheidungen der Unternehmen, neue Methoden anzuwenden, hängen von einer großen Zahl von Faktoren ab. Es scheint ein gewisser Zusammenhang

zwischen der Größe der Industrie und dem Jahr der Einführung der neuen Anlagen in einem bestimmten Land zu bestehen<sup>1)</sup>. Obwohl sich die Verbreitung von OL ziemlich rasch durchsetzte, wurde OL schon seit 1960 durch PhE als hauptsächliche Schneidetechnik ersetzt. In Schweden ist offensichtlich PhE in vielen Fällen direkt an Stelle der älteren OL getreten, deren Zahl seit 1964 zurückgegangen ist. Ungefähr zur gleichen Zeit begann in Schweden NC die PhE zu ersetzen. Ein ähnlicher Substitutionsprozeß kann in Großbritannien 1968 zwischen PhE und NC beobachtet werden. Insgesamt hat in den fünf Ländern die PhE-Technik eine weit größere Aufnahme gefunden als OL.

Tabelle 38

**Verfahren des Anzeichnens und Schneidens von Stahlblech im Schiffsbau<sup>1)</sup>**

Zahl der in Betrieb stehenden Anlagen	Methode <sup>2)</sup>	1950	1955	1960	1962	1964	1966	1968
BR Deutschland	OL (1954)	—	4	4	4	4	7	8
	PhE (1953)	—	1	7	7	9	9	12
Frankreich	PhE (1960)	—	—	7	10	11	11	12
Großbritannien	OL (1963)	—	—	—	1	1	1	1
	PhE (1950)	1	1	5	7	10	10	7
	NC (1961)	—	—	—	2	2	1	4
Italien	OL (1962)	—	—	—	2	2	2	4
	PhE (1962)	—	—	—	2	4	6	10
	NC (1967)	—	—	—	—	—	—	2
Schweden	OL (1950)	6	8	8	10	10	9	8
	PhE (1955)	—	1	12	20	24	25	25
	NC (1961)	—	—	—	—	1	3	7
Insgesamt (Fünf Länder)	OL (1950)	6	12	12	17	17	19	21
	PhE (1950)	1	3	31	46	58	61	66
	NC (1961)	—	—	—	2	3	4	13
Zahl der Firmen, die verwendet werden								
Insgesamt (Fünf Länder)	OL	2	6	7	8	9	9	11
	PhE	1	3	16	20	23	25	29
	NC	—	—	—	2	3	5	7
Insgesamt <sup>3)</sup>		3	7	18	23	24	26	31
davon Großfirmen <sup>4)</sup>		(3)	(7)	(15)	(19)	(19)	(21)	(24)

%-Anteil des mit dem neuen Verfahren geschnittenen Stahles	Zahl der Antwortenden						
BR Deutschland	6	—	—	—	—	—	66
Frankreich	3	—	—	52	61	63	84
Großbritannien	7	—	—	—	20	35	36
Italien	2	—	—	—	33	33	48
Schweden	6	2	17	52	62	71	80

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Nur antwortende Firmen. — <sup>2)</sup> In Klammern das Einführungsjahr. NC-Einführung wird 1970 in Frankreich (kein OL) und Deutschland erwartet. — <sup>3)</sup> Einige Firmen verwenden mehrere Methoden. — <sup>4)</sup> Über 1.000 Beschäftigte.

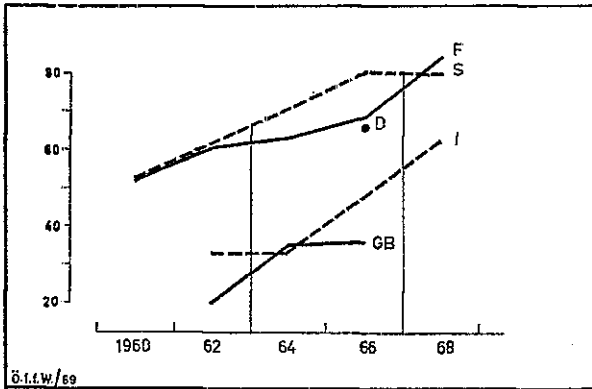
**1) Die Gleichung**

$y = 66,78 - 1,55x$   
ergibt Werte von  $R^2 = 0,863$  und  $s = \pm 0,356$ , wobei x der prozentuelle Anteil am Schiffbau der Welt für jedes zweite Jahr von 1958 bis 1966 ist und y + 1900 das Jahr der Einführung der neuen Maschinentype.

Das beste Diffusionsmaß wäre der Anteil des mit der neuen Technik geschnittenen Stahles am gesamten Stahl; leider haben nicht viele Gesellschaften darüber Auskunft gegeben (Tabelle 38 und Abbildung 11). Die schwedischen Daten beziehen sich wohl auf die sechs größten schwedischen Schiffbau-gesellschaften, die über 90% des Stahlverbrauches in dieser Industrie auf sich vereinen; aber die

Abbildung 11

Der Anteil des mit dem neuen Verfahren geschnittenen Stahles am gesamten Stahlverbrauch<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup> Bei den antwortenden Firmen

deutschen und britischen Zahlen, die nur von sechs (sieben) Gesellschaften stammen, sind wahrscheinlich nicht repräsentativ für die Industrie, noch weniger die Daten der zwei bis drei französischen und italienischen Firmen. Soweit die Zahlen von Wert sind, zeigen sie, daß bei den Gesellschaften, die die neuen Schneidverfahren übernommen haben, die Ausbreitung ziemlich rasch war, 1966/68 wurden zwei Drittel (oder mehr) der Stahlbleche nach der neuen Technik geschnitten, ausgenommen die britischen Werten, wo die Ausbreitung beträchtlich langsamer gewesen zu sein scheint. Das fortschrittlichste der drei Verfahren, die NC-Technik, hatte in Schweden die rascheste Diffusion, dort wurde 1968 mehr als ein Viertel des gesamten verwendeten Stahles mit NC geschnitten.

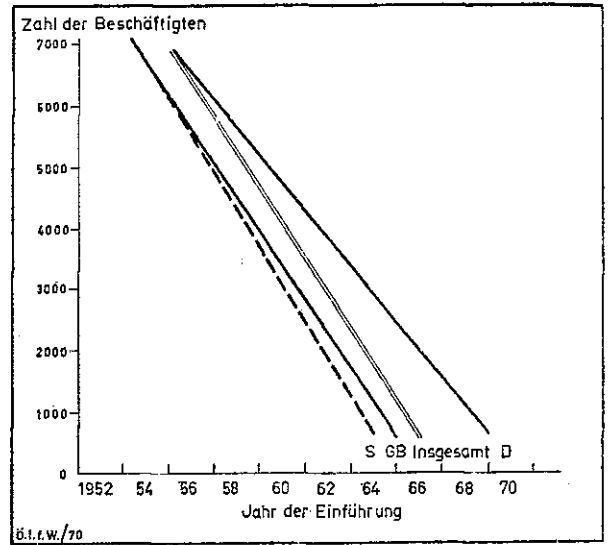
Es scheint ein Zusammenhang zwischen Firmen-größe und Einführungszeitpunkt der neuen Verfahren zu bestehen (Abbildung 12), denn die neuen Techniken werden bei den meisten großen Firmen verwendet, haben sich aber bei den kleineren viel langsamer verbreitet.

**Zukunftspläne**

Die Pläne der antwortenden Gesellschaften deuten auf eine schnelle weitere Verbreitung von NC hin; die Zahl der Firmen mit NC-Maschinen wird sich

Abbildung 12

Verhältnis zwischen Einführungszeitpunkt von PhE und Unternehmensgröße<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup> Die Gleichung lautet  $y = a - bx$ , wobei y das Einführungszeitpunkt minus 1900 und x die Zahl der Beschäftigten bedeutet. Die Regressionsergebnisse lauten (n = Zahl der Firmen):

	n	a	b	R <sup>2</sup>	s±
BR, Deutschland	7	69'60	0'0022	0'740	0'0006
Großbritannien	7	65'16	0'0018	0'640	0'0006
Schweden	10	64'25	0'0016	0'410	0'0007
Insgesamt (mit Italien, 4 Firmen)	28	66'28	0'0017	0'462	0'0004

zwischen 1968 und 1970 fast verdoppeln, während die Zahl derer, die andere Techniken anwenden, unverändert bleibt. Aber es gibt noch immer viele Firmen, die sich in absehbarer Zukunft nach wie vor auf PhE stützen werden (Tabelle 39).

Tabelle 39

Künftiger Anteil der neuen Verfahren des Stahlschneidens

	Zahl der Firmen, die ...% in absehbarer Zeit nach den neuen Methoden schneiden							
	NC				PhE (falls nicht NC)			
	0 bis 50	51 bis 75	76 bis 99	100	0 bis 50	51 bis 75	76 bis 99	100
BR Deutschland	2	1	—	—	1	—	—	2
Frankreich	—	—	—	1	—	1	—	—
Großbritannien	—	1	—	3	2	1	—	—
Italien	2	1	—	—	1	—	—	—
Schweden	—	1	3	1	1	1	1	2
Insgesamt	4	4	3	5	5	3	1	4

Q: Erhebungen.

**Wirtschaftliche Vorteile**

Die Hauptvorteile sind: Einsparung an Arbeits- und Materialkosten, Erhöhung der Kapazität und Verbesserung der Qualität. Es bestehen jedoch Unterschiede in der Beurteilung der Bedeutung dieser Faktoren. Die französischen und britischen Gesellschaften betrachten die genannten Vorteile als ungefähr gleichbedeutend, während die deutschen das

Hauptgewicht auf die Einsparung an Arbeits- und Materialkosten legen, die Italiener auf die Arbeitskosten und die Schweden auf die Qualitätsverbesserung. Nachteile wurden keine gemeldet.

### Zusammenfassung

Es wurde versucht, die Ausbreitung einer Kette technischer Entwicklungen zu durchleuchten. Jede der Techniken des Schneidens von Stahlblechen, OL, PhE und NC, wird in dieser Reihenfolge gegenüber den früheren Schneidemethoden als überlegen angesehen und obwohl der zeitliche Abstand zwischen ihnen ziemlich kurz ist, kann der Substitutionsprozeß ungefähr verfolgt werden. Die Analyse ergibt, daß die größeren Schiffswerften die Pioniere waren.

### Automatische Transferstraßen im Motorenbau für Personenkraftwagen

Die automatische Transferstraße (ATL) besteht aus einer Reihe (oft einer langen Reihe) von Maschinen, die so miteinander verbunden sind, daß sie in einem kontinuierlichen Arbeitsprozeß Teile (z. B. Zylinderblöcke) automatisch bearbeiten. Die ATL ersetzt einige oder viele einzelne Maschinen, ermöglicht es, mehrere Metallbearbeitungsvorgänge auf einem Ausrüstungsstück zu vereinen und sorgt für den Transport der jeweiligen Werkstücke innerhalb der Anlage von einem Vorgang zum anderen. Sie wird durch elektrische und elektronische Geräte gesteuert und geregelt, die während des Zweiten Weltkrieges entwickelt und zuerst in den Vereinigten Staaten kommerziell eingesetzt wurden.

ATL spart Arbeit und verkürzt die Maschinenzeit, so daß die Produktivität der Arbeit und die Kapazität steigen. Sie ist zweifellos die modernste und wirtschaftlichste Methode der Massenproduktion von Maschinenbestandteilen oder Metallprodukten ähnlicher Art<sup>1)</sup>, ihre Installation erfordert aber größere Veränderungen im internen Arbeitsablauf, einschließlich der Methode der Werkzeugausrichtung, Werksorganisation und Instandhaltung.

### Die Umfrage

Die Umfrage wurde an alle Erzeuger mit einer Jahresleistung von mehr als 20.000 Motoren gerichtet: Österreich mit einer Gesamtproduktion 1966 von nur 2.000 Wagen und 4.000 Nutzfahrzeugen mußte außer

acht gelassen werden. Die italienische, schwedische und britische Industrie ist fast vollständig erfaßt. Die Daten für Frankreich und Deutschland sind viel weniger repräsentativ (Tabelle 40).

Tabelle 40

### Repräsentation der Erhebung in der Motorenbauindustrie

	BR. Deutsch- land		Frank- reich		Groß- britannien		Italien		Schweden	
Motoren-Produktion 1966 in 1.000 <sup>1)</sup> St für Personenkraftwagen	2 830		1.786		1.604		1.282		174	
Lastkraftfahrzeuge	221		239		439		84		26	
Zahl der Unternehmen <sup>2)</sup>	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A
Groß	2	1	1	1	1	1	1	1	—	—
Mittel	3	1	3	1	4	4	—	—	1	1
Klein	4	4	—	—	2	1	3	2	1	1
%-Anteil der antwor- tenden Firmen an der Produktion 1966 <sup>2)</sup>	33		54		98		91		100	

Q: EEC Basic Statistics, Erhebungen und nationale Statistiken. — <sup>1)</sup> Die Motoren können sowohl für Personenkraftwagen als auch für leichte Lastkraftwagen verwendet werden. — <sup>2)</sup> I = insgesamt; A = Antwortende Firmen. „Groß“: Firmen, die mehr als 500.000 Fahrzeuge erzeugen; „Klein“: Firmen, die weniger als 100.000 Fahrzeuge erzeugen. (Firmen, die weniger als 20.000 Fahrzeuge erzeugen wurden vernachlässigt, ausgenommen eine Firma in Deutschland, aber diese Firmen sind in der Gesamtproduktion mit einbezogen) — <sup>3)</sup> Bezogen auf die Gesamtzahl der erzeugten Fahrzeuge.

### Die Ausbreitung des Verfahrens

Die erste ATL wurde in Europa 1947 bei Renault in Frankreich für die Bearbeitung von Zylinderblöcken installiert. Im gleichen Jahr begann Standard-Triumph in England mit ATL zu arbeiten (zur Herstellung von Kurbelwellen), 1948 folgte Vauxhall. In der deutschen Motorenindustrie — und auch in Schweden — begann man ATL ungefähr Mitte der fünfziger Jahre, als die Produktion ein höheres Ausmaß erreichte, anzuwenden. In Deutschland waren die Tochtergesellschaften amerikanischer Firmen die Pioniere<sup>3)</sup>. In Frankreich, Italien und Schweden führten die größeren Gesellschaften ATL zuerst ein. In Deutschland und Großbritannien hingegen waren mittelgroße Firmen die Pioniere und die großen Produzenten hinkten nach, besonders in Deutschland (Tabelle 41). 1966 hatten alle Firmen, außer drei kleineren Erzeugern in Deutschland, ATL eingeführt. Es ist schwer, eine Erklärung dafür zu finden, weshalb ATL in einem Land früher eingeführt wurde als in einem anderen. Es scheint ein gewisser, wenn auch schwacher Zusammenhang zwischen der Größe des Marktes und der Höhe der Erzeugung einerseits und dem Jahr der Einführung andererseits zu bestehen. Aber in einer Industrie, die im wesentlichen von internationalen Konzernen kontrolliert wird, kann dies zufällig sein.

<sup>3)</sup> Selbst im Jahre 1958 hatte VW, der größte Erzeuger in Europa, noch keine ATL.

<sup>1)</sup> Siehe Abbildung 8, S. 20.

Tabelle 41

Zahl der antwortenden Firmen mit automatischen Transferstraßen (ATL)<sup>1)</sup>

		1955	1960	1966
BR. Deutschland	G (1963)	—	—	1
	M (1954)	1	2	—
	K (1956)	—	1	2
Frankreich	G (1947)	1	1	1
	M (1957)	—	1	1
Großbritannien	G (1951)	1	1	1
	M (1947)	3	4	4
	K (1954)	1	1	1
Italien	G (1950)	1	1	1
	K (1956)	—	1	2
Schweden	M (1955)	1	1	1
	K (1964)	—	—	1

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> G = Groß; M = Mittel; K = Klein (siehe Fußnote<sup>2)</sup> zu Tabelle 40). In Klammern das Einführungsjahr. 1966 verwendeten in Deutschland nur eine mittlere und zwei kleine Firmen nicht ATL

Abbildung 13

Produktionsanteil von ATL

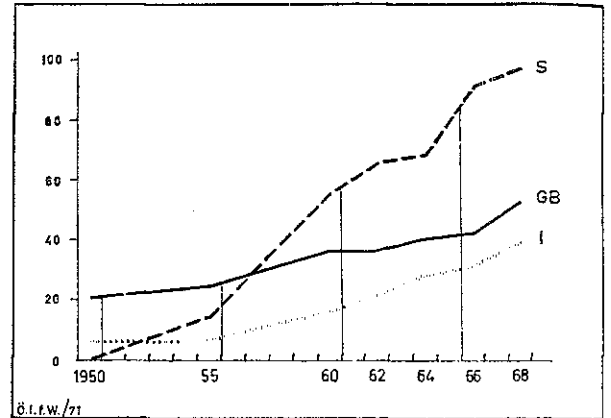


Tabelle 43

„ATL-Indikatoren“ 1968

	BR. Deutschland <sup>1)</sup>	Frankreich <sup>2)</sup>	Großbritannien	Italien	Schweden
	%				
Zylinderblöcke	98	74	92	77	100
Zylinderköpfe	98	74	90	68	97
Kolben	100	66	64	59	<sup>3)</sup>
Kurbelwellen	87	74	40	54	97
Nockenwellen	40	—	1	20	100
Pleuelstangen	99	—	44	62	91
Kolbenbolzen	100	—	51	—	<sup>3)</sup>
Kipphebelwellen	—	—	29	16	100
Kipphebelblöcke	85	—	50	16	<sup>3)</sup>
Wasserpumpengehäuse	40	—	69	10	<sup>3)</sup>
Insgesamt <sup>4)</sup>	81	29	52	39	97

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Für Deutschland 4 Firmen und für Frankreich nur eine Firma. — <sup>2)</sup> Keine Erzeugung. — <sup>3)</sup> Zur Methode der Aggregation siehe Fußnote zu Tabelle 42

Obwohl britische und italienische Gesellschaften ATL ziemlich früh einführten, blieb die Ausweitung ihrer automatisierten Kapazität hinter den schwedischen und deutschen Firmen zurück (Tabelle 42 und Abbildung 13). Eine Analyse des Anteil von ATL nach Erzeugnissen (Tabelle 43) ergab, daß die britischen Werke nur bei zwei von zehn Erzeugnissen

Tabelle 42

Anteil der Erzeugung mit ATL den antwortenden Firmen<sup>1)</sup>

	1950	1955	1960	1962	1964	1966	1968
	%						
BR. Deutschland	—	64	66	70	67	81	81
Großbritannien	21	25	36	36	40	42	52
Italien	7	7	16	21	28	31	39
Schweden	—	15	55	65	68	91	97

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Es wurden 10 Bestandteile eines Motors ausgewählt, um die Bedeutung von ATL bei ihrer Herstellung messen zu können. Wenn der Bestandteil auch nur durch eine ATL lief, gilt er als mit ATL hergestellt. Die Zahlen für die 10 Bestandteile (in einzelnen Fällen, wie etwa Kolben, 2 Sätze von 4 Bestandteilen) wurden zusammengefaßt und ihr arithmetisches Mittel als ATL-Indikator angesehen. Frankreich wurde vernachlässigt, da nur von einem Erzeuger Informationen vorliegen. Die deutschen Daten beziehen sich auf nur 4 Firmen. (Möglicherweise würde der Einschluß jener 2 deutschen Firmen, die den Fragebogen nur generell beantworteten, aber keine Produktionszahlen angaben, den Gesamtindikator für Deutschland senken)

Teil mittels anderer, vermutlich weniger moderner Methoden — obwohl sie die ATL früher installierten — und auch in absehbarer Zukunft wird nach den Plänen der meisten britischen Firmen der Grad der

Tabelle 44

Verwendung von ATL, 1968

	Aggregate Verwendung der Bestandteile <sup>1)</sup>						Anteil in %				
	Zu-gekauft	ATL-Anteil an der Produktion in %		Insgesamt		Zu-gekauft	ATL-Anteil an der Produktion in %				
	0	1 bis 50	51 bis 99	100		0	1 bis 50	51 bis 99	100		
		Einheiten				Einheiten					
BR. Deutschland	9	5	2	6	8	30	30	17	6	20	27
Großbritannien	6	22	9	17	6	60	10	37	15	28	10
Italien	3	6	5	9	5	28	11	21	18	32	18
Schweden	5	4	—	—	7	16	31	25	—	—	44

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Die Summe der Bestandteile, die bei den einzelnen Firmen verwendet wurden. Eine italienische Firma verwendete nur acht und eine schwedische Firma nur sechs Teile. Die restlichen Firmen (drei Firmen in Deutschland, zwei in Italien, eine in Schweden und sechs in Großbritannien) verwendeten alle zehn Bestandteile.

Automation noch weit unter 100% liegen. Die drei deutschen Firmen nehmen eine mittlere Position ein (Tabelle 44).

### Wirtschaftliche Vorteile

Sämtliche Gesellschaften meldeten Einsparungen an Personalkosten von mehr als 20%. Die tatsächliche Einsparung muß beträchtlich höher gewesen sein (ein Produzent schätzte die Einsparungen an Arbeitskosten auf mehr als 50%). Andere wichtige Aspekte sind: Verbesserung der Qualität, Verminderung von Ausschuß und Schrott, Einsparungen an Werkzeugen, größerer Anwendungsbereich für automatische Steuerungsinstrumente, die die Toleranz verbessern, regelmäßigerer Fluß der Produktion mit fixer Wechselzeit; Verringerung der Zahl bestimmter Facharbeiter und geringere physische Belastung der Arbeiter.

Die Firmen nannten auch gewisse Nachteile. Die meisten sind die natürliche Folge aller Automatisierungsverfahren: Hoher Bedarf an besonders ausgebildeten Arbeitskräften für Instandhaltungsarbeiten, verminderte Anpassungsfähigkeit der Werksanlage Schwierigkeiten, die aus der Integrierung von ATL in die bestehende Anlage entstehen, und hohe Kosten beim Auftreten von Betriebsstörungen. (All das wurde von Unternehmungen erwähnt, die trotz der angegebenen „Nachteile“ sehr beträchtliche Kapitalerträge aus dem in ATL investierten Kapital erzielten.) Infolge der hohen Kapitalkosten bei der Errichtung der Anlagen gibt es eine Grenze (wahrscheinlich bei einer Erzeugung von rund 20.000 Motoren im Jahr), unter der ATL kommerziell kaum tragbar sind.

### Zusammenfassung

Schwierigkeiten in der Reorganisation können die weitere Anwendung von ATL verzögern und vielleicht können sie auch zusammen mit den von den Firmen erwähnten Nachteilen erklären, wieso einige Gesellschaften ein gemischtes Erzeugungssystem beibehalten: Teilweise mittels ATL und teilweise mittels konventioneller Einrichtungen.

### Die Verwendung von Gibberellinsäure in der Mälzerei

Das Mälzen ist die Vorstufe des eigentlichen Brauens. Dabei wird das Getreide — hauptsächlich Gerste — in Malz umgewandelt. Es gibt drei Hauptstufen: Weichen, Keimen sowie Darren und Entkei-

men Beim Weichen wird die Gerste 48 bis 70 Stunden in Wasser getränkt. Zum Keimen transportiert man das angekeimte Weichgut auf „Tennen“ oder in „Keimkästen“. Dort wird das Getreide von einer harten Masse in weiches Malz umgewandelt. Dieser Prozeß dauert 11 bis 12 Tage bei niedrigerer Temperatur und 7 bis 8 Tage bei höherer Temperatur. Beim Darren wird dem Grünmalz mit Hilfe von Warmluft Feuchtigkeit entzogen; dieser Prozeß dauert 20 bis 24 Stunden.

Gibberellinsäure (GA)<sup>1)</sup> wird beim Weichen verwendet und hat in der Mälzstufe ein schnelleres Keimen zur Folge. Damit wird dieser Prozeß sehr verkürzt, der Extrakt oft erhöht und der Malzverlust verringert.

### Die Industrie

Die Mälzerei für sich ist eine verhältnismäßig kleine Industrie (Tabelle 45). Die Brauer sind die wichtig-

Tabelle 45

#### Ausstoß und Konsum von Bier

	BR. Deutsch- land	Frank- reich	Groß- britan- nien	Italien	Öster- reich	Schwe- den <sup>1)</sup>
Ausstoß 1960 Mill hl	53 7	17 3	43 4	2 5	5 3	2 7
1966 Mill hl	76 0	20 2	49 4	5 2	7 3	2 9
Konsum 1960 Liter Kopf	95	37	87	5	75	36
1966 Liter Kopf	126	42	94	10	100	40

Q: Nationale Statistiken. — <sup>1)</sup> Auf Leichtbier (unter 1 8% Alkohol) entfielen 1960 und 1966 0'6 und 0'1 hl und auf den Konsum pro Kopf 8 und 2 Liter

sten Verwender von Malz und erzeugen einen großen Teil davon selbst. Mälzer erzeugen Malz auch für andere Zwecke, wie etwa für die Destillation. In allen befragten Ländern ist die Industrie stark konzentriert. In Großbritannien gab es 1963 111 Brauereien (mit mehr als 25 Beschäftigten), und 48 (Brauereien und Mälzereien) erzeugten Malz. Auf die drei größten Gesellschaften entfielen 31% der gesamten Erzeugung. Infolge von Betriebszusammenlegungen hat sich die Konzentration seither sehr

<sup>1)</sup> 1926 bewies ein japanischer Wissenschaftler, Kurosova, daß ein Extrakt des Pilzes Gibberella Fujikui bei Reis und anderen Pflanzen ein enormes Wachstum verursacht. Der Stoff Gibberellin wurde jedoch erst 1938 zum erstenmal kristallisiert. Es zeigte sich, daß er aus mehreren Komponenten zusammengesetzt ist; einer davon, Gibberellin A<sub>3</sub>, wurde GA genannt. Es wurde reines GA extrahiert und schon 1950 von Dr. F. W. B r i a n und einem Team von ICI-Biologen chemisch identifiziert. In Europa berichtete 1958 ein schwedischer Forscher, Dr. E. S a n d e r g r e n, darüber. Die europäische Braukonvention erfuhr davon 1959. Seitdem gab es einige Experimente auf Versuchs- und kommerzieller Ebene; die Verwendung von GA beim Mälzen hat sich stark verbreitet.

verstärkt<sup>1)</sup>. In Schweden erzeugen neun Gesellschaften Malz; vier davon, die zu einer Gruppe von Brauern und Mälzern gehören, erzeugen 88%.

**Die Umfrage**

Die Umfrage in den verschiedenen Ländern wurde je nach Größe und Bedeutung der Industrie und nach den geltenden gesetzlichen Bestimmungen durchgeführt. In Deutschland wäre eine Untersuchung zwecklos gewesen, da die Verwendung von GA nicht erlaubt ist, in Frankreich wurden nur allgemeine Informationen eingeholt, weil dort erst seit Mai 1966<sup>2)</sup> eine beschränkte Verwendung von GA erlaubt ist. In Österreich, wo kein Verbot besteht, und in Italien, wo die Rechtslage unklar ist<sup>3)</sup>, wurde GA von Brauereien und Mälzern nicht verwendet.

Antworten auf die schwedische Umfrage umfaßten 100% der Industrie. In Großbritannien trat man an alle großen<sup>4)</sup> und mittleren Mälzereien und Brauereien und an eine Anzahl kleiner Brauer heran; die Antworten umfaßten 75% bis 80% der gesamten Malzerzeugung in 83 Mälzereianlagen. Die Ergebnisse dürften für die ganze britische Industrie repräsentativ sein, obwohl kleine und mittelgroße Gesellschaften etwas zu schwach vertreten sind.

**Die Ausbreitung des Verfahrens**

Gibberellinsäure wurde erstmals 1959 in Schweden und in Großbritannien<sup>5)</sup> sowie 1966 in Frankreich kommerziell verwendet. In großen Mengen wird es auch für Mälzereizwecke in Australien, Belgien, Irland und Kanada herangezogen, in geringerem Maße in der Tschechoslowakei, Polen und Dänemark, und nur wenig in den Vereinigten Staaten, den Niederlanden und einer Anzahl von anderen Ländern. Im großen und ganzen hat es sich mehr und mehr auf der ganzen Welt verbreitet<sup>6)</sup>.

In Schweden wie in Großbritannien wurde GA früher und in viel höherem Maße von größeren als von kleineren Gesellschaften verwendet. Die drei unter neun Firmen, die in Schweden GA einsetzen, vereinigen 94% des erzeugten Malzes auf sich, von den Firmen in Großbritannien, die brauchbare Antworten gaben, verwendeten neun von zehn großen Brauereien und sechs von sieben Mälzern GA, aber nur vier von neun mittleren Brauern und einer von fünf kleinen.

In beiden Ländern erfolgte der Durchbruch zur verbreiteten Verwendung zwischen dem Zeitpunkt der Einführung und 1962. In Schweden scheint aber die Verwendung von GA 1962 den Plafond erreicht zu haben. Es bestehen keine weiteren Pläne mehr, es einzuführen, während in Großbritannien die Verwendung in den größeren Firmen noch beachtlich

Tabelle 46

**Die Verwendung von GA**

Zahl der GA verwendenden Firmen	1960	1962	1964	1966	1968
Großbritannien	6	11	14	18	19
Schweden	1	2	2	2	3

% - Anteil des mit GA behandelten Malzes					
<b>Großbritannien</b>					
Große Brauereien	20	55	67	79	85
Mittlere Brauereien	—	8	15	52	53
Kleine Brauereien	—	1	2	1	1
Mälzereien	23	44	54	45	57
Insgesamt <sup>1)</sup>	16	46	57	63	70
<b>Schweden</b>					
Große Firmen	1	55	57	52	49
Kleine Firmen	—	—	—	—	1
Insgesamt <sup>1)</sup>	1	50	51	49	48

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> Gesamtzahl geschätzt (Großbritannien: Minimum). Die übrigen Zahlen bezogen sich nur auf antwortende Firmen (9 in Schweden und 31 in Großbritannien).

<sup>1)</sup> Die Struktur der Brauindustrie in Großbritannien weicht von der in den anderen Ländern stark ab; die meisten britischen Brauereien unterhalten eine große Zahl von „gebundenen Häusern“, d. h. Detailgeschäfte.

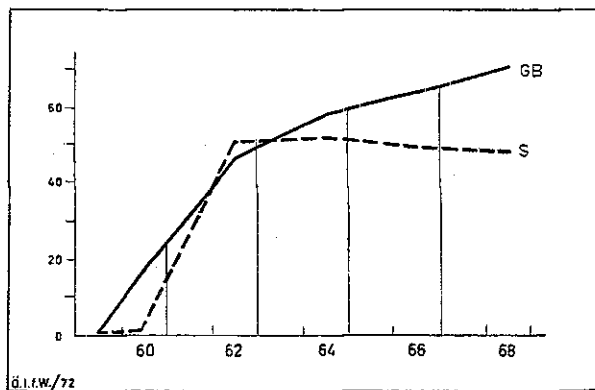
<sup>2)</sup> Das Höchstmaß ist 0,5 gr je t Gerste, verglichen mit bis zu 2,0 gr in Großbritannien und in den Vereinigten Staaten.

<sup>3)</sup> Ein Gesuch um Genehmigung der Verwendung von GA wurde vor Jahren beim Gesundheitsministerium eingereicht, eine Entscheidung wurde noch nicht getroffen.

<sup>4)</sup> Große Brauer über 1 Million Barrel Erzeugung pro Jahr, kleine Brauer unter 100.000 Barrel (1 Barrel = 1,64 Hektoliter).

Abbildung 14

**Produktionsanteil von Malz, das mit GA behandelt wurde**



<sup>5)</sup> Zwei Firmen meldeten schon 1955 die Verwendung von GA für die Aufbereitung der Gerste: dies wurde als Experiment betrachtet.

<sup>6)</sup> ICI ist der Haupterzeuger von GA, obwohl es noch andere in Belgien und Polen gibt. In den Vereinigten Staaten ist die Produktion ziemlich beschränkt (in Lizenz von ICI), der größere Teil geht in die Landwirtschaft. Lieferungsbeschränkungen dürften die Verwendung von GA in der Mälzerei zumindest gegenwärtig einengen. Außer Deutschland gibt es noch einige andere Länder, wie die Schweiz, wo GA gesetzlich verboten ist.



zugenommen hat (nicht aber bei den kleinen). Diese Entwicklung dürfte sich (wenn auch in gemäßigttem Tempo) weiter fortsetzen.

### Wirtschaftliche Vorteile

Der wichtigste wirtschaftliche Vorteil von GA liegt in der Beschleunigung des Mälzvorganges, der Verminderung des Verlustes beim Mälzen und der Vergrößerung des Extraktes. Eine Quantifizierung ist schwierig, doch grob geschätzt erzeugt eine neue Mälzanlage nach Meinung von Sachverständigen mit GA um ungefähr 25% mehr Malz als auf andere Weise. Das bedeutet Verminderung der Kapitalkosten um 20% und gleiche Ersparnis an Arbeitskosten zu Betrieb. Erstens ist die Keimung, die durch GA beschleunigt wird, nur ein Teil, wenn auch ein wichtiger, des ganzen Mälzverfahrens. Die letzte Stufe des Mälzens — das Darren — ist oft der Engpaß, besonders bei kleinen Anlagen und deren Ausweitung ist am teuersten. Daher hat es in einer gut abgestimmten Anlage nicht viel Sinn, GA zu verwenden, außer wenn das Darren und andere Nebenleistungen des Produktionsverfahrens ebenso ausgeweitet werden können. Wenn nur die Keimung beschleunigt wird und das Darren ein Engpaß ist, können die Kosten steigen. Dieser Nachteil — wahrscheinlich der einzige — ergibt sich hauptsächlich für kleine Unternehmen. Aber es ist unwahrscheinlich, daß sich allein daraus ihr auffallend geringes Interesse an GA erklären läßt.

15 von 22 Firmen, die Angaben machten, bemaßen die Kapitalkosten für die Einführung von GA mit Null. In 5 der restlichen 7 Firmen konnten die Kapitalkosten durch die nachfolgenden Einsparungen bei Betriebskosten in ein bis zwei Jahren wettgemacht werden.

Einige britische Unternehmen, die bereits Erfahrung mit GA haben, erwähnten, daß dadurch Geschmack und Farbe des Bieres beeinflusst würden; daß die Kontrolle des Keimungsprozesses schwieriger sei; und daß gewisse verfahrenstechnische Probleme entstünden. Etwa die Hälfte der britischen Firmen, die GA verwenden, erwähnten keinerlei Nachteil, in Schweden war überhaupt keine ungünstige Beurteilung zu verzeichnen, die Skepsis in den Ländern, die kein GA verwenden, stützte sich hauptsächlich auf die genannten Einwände. Österreichische und italienische Brauer haben insbesondere Bedenken hinsichtlich des Biergeschmackes. Darüber hinaus entsprechen die gegenwärtigen Kapazitäten der österreichischen Brauereien im großen und ganzen der Nachfrage, in Italien bestehen erhebliche Überkapazitäten.

### Zusammenfassung

Diese Umfrage über ein neues Verfahren, das keine oder eine verhältnismäßig geringe Investition von Kapital erfordert, zeigt deutlich a), daß die meisten kleinen Produzenten (sowohl Brauer wie Mälzer) das Verfahren nicht eingeführt haben und kein Interesse daran haben, und b), daß Gesetze und Verwaltungsbestimmungen einen entscheidenden Einfluß auf die Einführung von technisch neuen Verfahren haben können.

Die Dosierung von GA und die Art, wie es angewendet wird, kann von entscheidender Bedeutung sein, und ohne einen gewissen Entwicklungsgrad können keine befriedigenden Ergebnisse erreicht werden. Das mag erklären, wieso bei kleinen Erzeugern der Anreiz fehlt, GA zu verwenden. Diese Firmen können es sich normalerweise nicht leisten, eigene Betriebsleiter und Wissenschaftler einzusetzen, die die nötigen Kenntnisse haben oder die Vorteile eines solchen Verfahrens abschätzen können.

Ist es möglich, daß die kleineren Gesellschaften das neue Verfahren nicht eingeführt haben, einfach weil sie nicht genug davon wissen? Ungenügende Kenntnis von neuen Techniken kann natürlich ein Grund sein, weshalb kleine Firmen in der Einführung von Neuerungen im Verzug sind; es ist aber im vorliegenden Fall unwahrscheinlich, weil die Verbreitung von Information in der Brauindustrie gut organisiert ist und GA in den verschiedenen Zeitschriften viel besprochen wurde.

Der Einfluß von Gesetzgebung und Verwaltungsbestimmungen wird durch die unterschiedliche Verwendung von GA in den Mälzereien der verschiedenen Länder gut illustriert. Es ist möglich, daß sich das Verbot nach deutschem (und schweizerischem) Gesetz auf die Einführung von GA in einigen benachbarten Ländern auswirkte, wo seine Verwendung erlaubt ist.

### Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

#### Bedeutung der Unterschiede zwischen den Ländern

Es ist angebracht, eine Zusammenfassung der vorangegangenen Studien über zehn ausgewählte Verfahren<sup>1)</sup> damit zu beginnen, deren Ausbreitung in

<sup>1)</sup> In diesem Abschnitt werden die Verfahren wie folgt abgekürzt: OXY = Oxygenstahlerzeugung; CC = Stahlstrangguß; SP = Spezialpressen in der Papiermaschine; NC = Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen; SL = Schützenlose Webstühle in der Baumwollweberei; FG = Floatglas; TK = Tunnelöfen in der Ziegelerzeugung; SCM = Neue Stahlschneidverfahren im Schiffbau; ATL = Automatische Transferstraßen im Motorenbau für Personenkraftwagen; GA = Gibberellinsäure in der Brauerei/Mälzerei.

den sechs Ländern vom Zeitpunkt der ersten Einführung in einem der Länder bis zum letzten Jahr zu verfolgen (Tabelle 47).

Tabelle 47

**Ausbreitung der zehn neuen Verfahren<sup>1)</sup>**

	OXY	CC	SP	NC	SL	FG	TK	SCM	ATL	GA
<b>I. Jahr der Einführung 19...</b>										
BR Deutschland	57	54	65	62	54	66	59	53	54	
Frankreich	56	60	65	57	53/54	66	49	60	47	66
Großbritannien	60	60	64	55	58	58	02	50	47	59
Italien	64	58	65	60	60	65	51	62	50	
Österreich	52	52	66	63	61		57			
Schweden	56	63	63	58	57		48	50	55	59
<b>II. Zahl der Jahre nach der Ersteinführung</b>										
BR Deutschland	5	2	2	7	1	8	11	3	7	
Frankreich	4	8	2	2	0	8	1	10	0	7
Großbritannien	8	8	1	0	4	0	0 <sup>2)</sup>	0	0	0
Italien	12	6	2	5	6	7	3	12	3	
Österreich	0	0	3	8	7		9			
Schweden	4	11	0	3	3		0	0	8	0
<b>III. Zahl der Jahre, die zur Erreichung des angezeigten %-Satzes erforderlich war</b>										
	20	1	10		2		10		30	50
BR Deutschland	8	9	2		6		2		1	
Frankreich	12		2				12			
Großbritannien	5	6	3		6				10	4
Italien	2	7			3		10		15	
Österreich	2	10	1				4			
Schweden	9	3	2		9		8		2	3
<b>IV. Ausbreitung bis 19 in %<sup>3)</sup></b>										
	67	66	68	66	68	66	66	66	68	68
BR. Deutschland	32	2'4	15	0'35	9'5	6	48	66	81	—
Frankreich	17	0'6	(25)	0'81	(8'5)	7	31	68		
Großbritannien	28	1'6	24	0'88	8'0	25	12	36	52	70
Italien	27	2'0	4	0'36	3'0	6	45	48	39	—
Österreich	67	1'2	35		(5'0)	—	58	—	—	—
Schweden	33	2'2	52		2'4	—	59	80	97	48

Q: Erhebungen. — <sup>1)</sup> FG wurde weder in Österreich noch in Schweden angewandt, GA nicht in Österreich, Deutschland und Italien. In Österreich ist keine vergleichbare Industrie, welche SCM oder ATL anwendet. — <sup>2)</sup> Als Extremwerte vernachlässigt. — <sup>3)</sup> Außer für Werkzeugmaschinen (Anzahl je 1.000 Werkzeugmaschinen, einschließlich Flugzeugindustrie) basieren die Anteile auf der gesamten Produktion der antwortenden Firmen bei SL, TK, SCM und ATL, sonst auf der Gesamtproduktion des betreffenden Landes. Die Zahlen in Klammern sind Schätzungen.

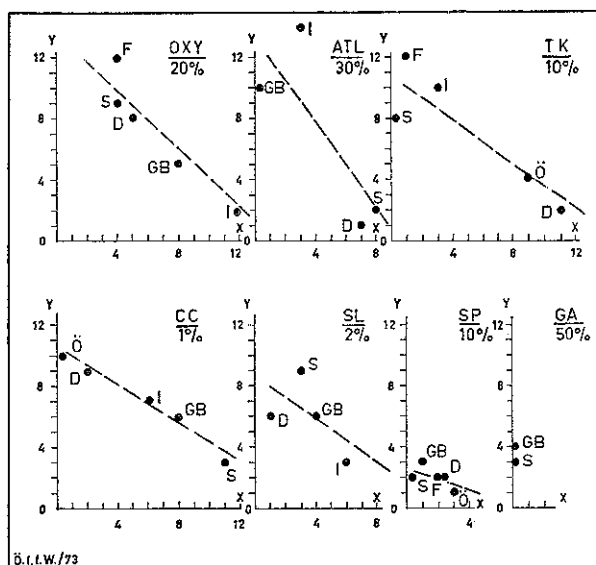
Man sieht daraus, daß im Durchschnitt die stärkste Diffusion in Schweden stattfand, Großbritannien folgte an zweiter Stelle (Abschnitt IV der Tabelle). Die gleichen zwei Länder führen — in umgekehrter Reihenfolge — hinsichtlich der durchschnittlichen Geschwindigkeit der Einführung der zehn neuen Verfahren (Abschnitt II). Österreich und Deutschland waren aber meist die Länder, die am raschesten ein bedeutendes Diffusionsniveau erreichten (Abschnitt III). Es erhebt sich die Frage, ob die Unterschiede signifikant oder nur das Ergebnis der kleinen Stichprobe sind.

Nimmt man an, daß die Stichprobe zufällig ist, zeigt die Varianzanalyse, daß der Unterschied zwischen den time lags bei der Einführung durch zufällige Schwankungen der Stichprobe entstanden sein

könnte; sie erweist nicht, daß irgendein Land dazu neigt, den anderen Ländern bei der Einführung von neuen Techniken voraus zu sein. (Es muß jedoch nochmals betont werden, daß der eine Extremwert — 1902 für Tunnelöfen in Großbritannien — von dieser Berechnung ausgeschlossen wurde. Schließt man ihn ein, wird die Führerrolle Großbritanniens statistisch signifikant.) Gegenwärtig sind noch nicht genügend Daten vorhanden, um die Eigenschaften der in den einzelnen Studien dargestellten Diffusionskurven zu spezifizieren, durch die die Anteile der durch das neue Verfahren hergestellten Produkte in jedem Lande bestimmt sind. *Mansfield* befürwortete die Verwendung einer logistischen (symmetrisch S-förmigen) Kurve; die Ergebnisse unserer Untersuchung geben keinen hinreichend überzeugenden Beweis dafür, daß dies bedingungslos angenommen werden könnte (infolge der Symmetrie-Eigenschaften der logistischen Kurve). Man glaubt, daß man in diesem Fall wahrscheinlich eine andere Art von Sigmoid oder S-förmiger Kurve verwenden sollte. In diesem Stadium der Untersuchung wurde jedoch die einfachste Annahme gemacht (zugegebenermaßen, weil Daten fehlten, die einen anderen Zusammenhang bewiesen) — nämlich, daß die Diffusionskurven

Abbildung 15

**Relation zwischen Einführungszeitpunkt und Diffusionsrate (Sieben Verfahren)**



Die Regressionsgleichungen lauten (ohne Österreich für OXY und Großbritannien für TK):

OXY:  $y = 14.14 - 1.051x$ ;  $R^2 = 0.886$ ;  $s = \pm 0.217$   
 CC:  $y = 10.27 - 0.606x$ ;  $R^2 = 0.970$ ;  $s = \pm 0.062$   
 TK:  $y = 10.81 - 0.752x$ ;  $R^2 = 0.796$ ;  $s = \pm 0.220$   
 ATL:  $y = 13.37 - 1.415x$ ;  $R^2 = 0.612$ ;  $s = \pm 0.796$   
 SL:  $y = 8.420 - 0.692x$ ;  $R^2 = 0.346$ ;  $s = \pm 0.673$   
 SP:  $y = 2.615 - 0.385x$ ;  $R^2 = 0.385$ ;  $s = \pm 0.281$

y = Zahl der Jahre, um den genannten Prozentsatz des neuen Verfahrens an der Gesamtproduktion zu erreichen

x = time lag seit der Einführung im ersten Land

linear sind. Weder die gesonderten Kurven in den vorhergehenden Kapiteln noch deren Summierung geben einen Hinweis, der dieser Annahme sehr widersprechen würde.

Die Neigung der linearen Diffusionsrelation (das ist die Diffusionsgeschwindigkeit) kann auf verschiedene Arten gemessen werden; das hier angewendete Maß (Teil III der Tabelle 47) war die Zahl der Jahre, die erforderlich waren, um  $x\%$  der Erzeugung einer Industrie mit Hilfe der neuen Technik zu erreichen. Die Höhe von  $x$  ist bei den einzelnen neuen Verfahren verschieden, da sie in verschiedenen Jahren eingeführt wurden und sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden; Informationen über dieses Diffusionsmaß sind nur für sieben der zehn Technologien verfügbar (und auch für diese sind sie unvollständig, da die Grunddaten nicht für jedes Land geschätzt werden konnten).

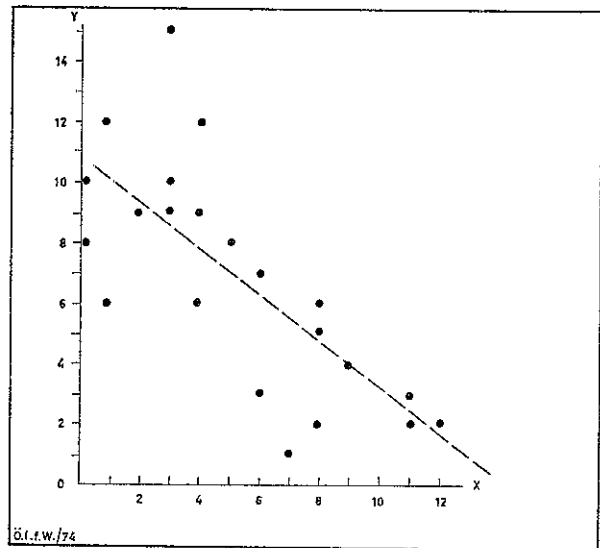
Streuungsdiagramme wurden für jedes neue Verfahren angefertigt (Abbildung 15), wobei die Schnelligkeit der Diffusion dem time lag bei der Einführung gegenübergestellt wurde. (Nur GA wurde von den beiden Ländern ungefähr gleichzeitig eingeführt.) Bei SP scheint die Diffusionsgeschwindigkeit unabhängig vom time lag zu sein (oder das Verfahren ist zu neu, als daß die Schnelligkeit gut gemessen werden könnte). Bei den anderen fünf Verfahren zeigen die Diagramme eine negative Korrelation zwischen Diffusionsrate und time lag, doch ist in allen fünf Fällen die Anzahl der Beobachtungen für eine Regressionsanalyse ziemlich gering. Infolgedessen wurden die Daten für fünf Technologien (OXY, CC, TK, SL und ATL) zusammengefaßt (Abbildung 16) und die Regression der Diffusionsrate auf den time lag berechnet.

Die Analyse dieser fünf Verfahren zeigt, daß in diesen Fällen ein ziemlich ausgeprägter negativer Zusammenhang zwischen Diffusionsgeschwindigkeit und time lag bei der Einführung besteht; Pionierländer haben meistens langsamere Diffusionsgeschwindigkeiten. Dieses Resultat steht mit der Annahme in Einklang, daß der Pionier mit allen Arten von Kinderkrankheiten, neuen Problemen, die mit dem neuen Verfahren zusammenhängen, konfrontiert ist; diese werden wahrscheinlich — teilweise und allmählich — gelöst, wenn andere das Verfahren übernehmen. Es ist daher nicht unbedingt wünschenswert, der erste zu sein, der ein neues Verfahren einführt.

Diese Aussage sollte aber mit Vorsicht aufgenommen werden. Nur ein Teil der Unterschiede zwischen den Ländern konnte daraus erklärt werden, und unter

Abbildung 16

**Aggregierte Relation zwischen Einführungszeitpunkt und Diffusionsrate<sup>1)</sup>**  
(Fünf Verfahren)



<sup>1)</sup> Die fünf Verfahren sind: OXY, CC, TK, ATL und SL.  $y$  und  $x$  sind in Abbildung 15 beschrieben. Die Regressionsgleichung lautet (ohne Österreich für OXY und Großbritannien für TK):

$$y = 10\,766 - 0\,764x; \quad R^2 = 0\,560; \quad s = \pm 0\,148$$

den verhältnismäßig wenigen hier untersuchten Verfahren sind sogar zwei, wo das Gegenteil festgestellt werden kann, d. h. die Diffusionsgeschwindigkeit war dort bei den Pionieren am größten. Dazu trugen aber in beiden Fällen besondere Umstände bei. SP verbreitete sich in Schweden wahrscheinlich deshalb schneller als in anderen Ländern, weil die Papierindustrie bedeutender ist als in irgendeinem der anderen Länder. Und Floatglas nimmt eine Sonderstellung ein hinsichtlich des Weltpatents der Pionierfirma, der besonderen Struktur der Industrie und des wichtigen Umstandes, daß in diesem Falle die meisten Kinderkrankheiten von der Erfinder-Gesellschaft wahrscheinlich schon vor der kommerziellen Einführung überwunden wurden. (Das kann tatsächlich ein wichtiger Aspekt sein: Bei einigen neuen Technologien war es eindeutig, daß das neue Verfahren in einem verhältnismäßig unentwickelten Zustand auf den Markt gebracht wurde und die vielen Anfangsprobleme behinderten auch später die Verbreitung der neuen Verfahren, obwohl sie in der Zwischenzeit beachtlich weiter entwickelt und verbessert wurden.) Schließlich, und das ist vielleicht die wichtigste Erkenntnis, lassen die einzelnen Studien zahlreiche Länderfaktoren von unterschiedlicher Bedeutung erkennen, die in Betracht gezogen werden müssen, wenn man die Diffusionsraten der einzelnen Länder (oder sogar der einzelnen Firmen) vergleicht. Es ist wahrscheinlich nicht gerechtfertigt,

solche Vergleiche anzustellen, ohne die verschiedenen Aspekte in den einzelnen Ländern in Betracht zu ziehen und deren möglichen Einfluß auf die Einführung oder die Schnelligkeit der Verbreitung eines neuen Verfahrens zu berücksichtigen.

### Charakteristik der einzelnen Verfahren

Es ist zweckmäßig, hier kurz die Faktoren zu erwähnen, die nach den Ergebnissen dieser Voruntersuchung den größten Einfluß auf die Verbreitung der einzelnen untersuchten Technologien gehabt haben dürften. Eine derartige Auswahl ist natürlich einseitig, da die Ausbreitung neuer Technologien das Ergebnis einer großen Zahl verschiedener, einander oft widersprechender Einflüsse ist. Die drei bedeutendsten und am häufigsten vertretenen sind wahrscheinlich der Vorteil des neuen Verfahrens, ausgedrückt in allgemeiner Profitabilität, die Einstellung des Managements zur Anwendung neuer Verfahren und die Verfügbarkeit von Kapital, obwohl sich andere Erwägungen in einzelnen Fällen als gewichtiger erwiesen. Die Ausbreitung jeder der neuen Technologien wurde natürlich durch viele zusätzliche Faktoren beeinflusst, die jedoch im Vergleich zu den genannten von geringerer Bedeutung waren.

Im Falle von *Oxygenstahl* schien es sowohl auf der Input- wie auf der Outputseite begrenzende Faktoren zu geben (die Verfügbarkeit von flüssigem Roheisen und die besonderen Qualitäten von Stahl); ein anderer wichtiger Aspekt ist der Bestand an noch immer hochleistungsfähigen Produktionseinrichtungen. Das *Stranggießen* wurde lange durch technische Probleme behindert; es eignete sich zunächst für die kleinen Erzeuger besser als für große Stahlwerke, wo die Erhaltung eines ausgewogenen Arbeitsablaufes, der durch die Einführung dieses neuen Verfahrens vielfach gestört wurde, größere Probleme verursachte. Bei der Verwendung von *Spezialpressen* für die Papier- und Pappeerzeugung zeigte sich kein derart dominierender Einfluß, wenn man davon absieht, daß sie in einem verhältnismäßig kleinen Teil der Industrie nicht brauchbar sind.

Die *numerische Steuerung von metallbearbeitenden Werkzeugmaschinen* wurde wahrscheinlich am meisten vom Charakter der durchzuführenden Arbeit beeinflusst — daher die schnelle Aufnahme in der Raumfahrtindustrie; die hohen Anforderungen an die Bedienung, z. B. Programmieren usw., könnten abschreckend gewirkt haben. „Kinderkrankheiten“ bremsen die Verbreitung der „*Schützenlosen Webstühle*“ einige Zeit; ihr Vorteil ist je nach dem Produktionsprogramm verschieden; ihre weitere Ver-

breitung hängt offenbar sehr von der Meinung der Unternehmer über die Zukunft des Marktes des Webens als Technik und von ihrer eigenen Konkurrenzfähigkeit ab. Dieser Fall weist auf einen weiteren wichtigen Punkt hin: Auf der technischen Leiter ist es schwer, zwei Stufen auf einmal zu nehmen — es kommt sehr teuer, diese neuartigen Webstühle in Websälen einzuführen, die nicht dem vorhergehenden Stadium des technischen Fortschrittes in der Industrie angepaßt worden waren.

*Floatglas* war ein eindeutiger Erfolg; es ließ alle früheren Techniken der Erzeugung von Flachglas veralten und beherrscht, nach weiterer Entwicklung des Verfahrens, ein sehr weites Gebiet der Flachglas-erzeugung. Die einzigartige Struktur dieser Industrie (und in einem gewissen Maß der Bestand an herkömmlichen Einrichtungen) haben seine Verbreitung vielleicht etwas verzögert. Der *Tunnelofen* ist offenbar nicht für alle Tonqualitäten und für die verschiedenen Arten von Ziegeln und anderen Endprodukten gleich geeignet. So spielen Unterschiede in den Baugewohnheiten der verschiedenen Länder und Gebiete eine gewisse Rolle bei seiner Verbreitung. Er dürfte auch ein höheres Organisationsniveau erfordern, als sich einige kleinere Produzenten leisten können.

Der Fall der *Gibberellinsäure* in der Mälzerei bietet ein gutes Beispiel dafür, wie bestehende Gesetze die Einführung von neuen Verfahren beeinflussen können.

### Einfluß der Firmenstruktur

Die Untersuchung gibt keinen eindeutigen Beweis dafür, daß große Unternehmen immer in der vorderen Front des technischen Fortschrittes waren, d. h., daß sie in der Innovation und der Einführung neuer Techniken führend waren. Die führende Rolle, die sie oft in der Forschung und Entwicklung spielen, ihr meist hochstehendes Management und die Möglichkeit, leichter zu neuem Kapital zu gelangen, können ihnen eine führende Stellung gegenüber kleineren Firmen geben; einige Untersuchungen weisen tatsächlich auf die hervorragende Rolle hin, die große Firmen spielen. Aber in anderen Fällen war die Entwicklung umgekehrt.

Ob großes oder kleines Unternehmen — jeder der zahlreichen erfaßten Faktoren kann eine neue Technik in einem Unternehmen (oder in einem Land) gewinnbringend und wünschenswert machen, in einem anderen aber nicht. Der am wenigsten erfaßbare Faktor dürfte jedoch den größten Ausschlag zur Anwendung neuer Technologien geben — das Verhalten der Betriebsführung.