

27.8.63 v.S./H.

Aufwand und Effekt in der Forschung  
 - - - - -

Reinhold v. Sengbusch, Hamburg

1937 habe ich den Versuch gemacht, die jährlichen Mehrleistungen der Pflanzenzüchtung, die sich entweder in der Quantität oder Qualität der Ernte äussern, wertmässig zu erfassen. Es wurde der jährliche Mehrertragszuwachs allein durch Pflanzenzüchtung von mir auf etwa 50 Millionen DM geschätzt, d.h. der gegenüber der Ausgangssituation von vor 80 Jahren jährlich in Erscheinung tretende Mehrertrag, der auf das Konto der Pflanzenzüchtung zu schreiben ist, beträgt 4 Milliarden DM.

SCHEIBE (1961) hat in einem Vortrag und Aufsatz diejenigen Mehrerträge, die auf das Konto der Pflanzenzüchtung im Laufe der letzten 80 Jahre entfallen, zu bestimmen versucht. Er hat die einzelnen Kulturpflanzen bezüglich der Steigerung der Erträge analysiert. Er kommt zu einem jährlichen Mehrwert durch pflanzenzüchterische Arbeit von 2 Milliarden DM.

MÜNTZING (1963) hat auf der Festsitzung anlässlich des 150jährigen Bestehens der Schwedischen Akademie für Land- und Forstwirtschaft in Stockholm ähnliche Berechnungen für die schwedische Pflanzenzüchtung angestellt.

Objektiv lassen sich diese Zahlen nicht fassen. Die Zahlen von SCHEIBE, MÜNTZING und mir beruhen auf Schätzungen. Es ist dabei auch gleichgültig, ob der Mehrwert, der durch Pflanzenzüchtung erreicht worden ist, in Deutschland 2 Milliarden DM (nach SCHEIBE) oder 4 Milliarden DM (nach v. SENGBUSCH) beträgt. Die Abweichung der beiden Schätzungen kann vielleicht sogar allein dadurch entstanden sein, dass die Schätzung von v. SENGBUSCH (1937) auf das damalige Reichsgebiet und die Schätzung von SCHEIBE (1961) auf die Bundesrepublik bezogen ist. Wesentlich ist, dass Milliardenwerte durch die Pflanzenzüchtung geschaffen werden.

Das, was bei allen drei Autoren fehlt, ist eine Schätzung des Aufwandes für Pflanzenzüchtung. Im Nachfolgenden soll der Versuch gemacht werden, den jährlichen Aufwand, der für pflanzenzüchterische Arbeiten in Deutschland betrieben wird, zu erfassen.

Es gibt in Deutschland mehr als 100 Betriebe für Pflanzenzüchtung, die sich mit unseren landwirtschaftlichen, und etwa eben so viele, die sich mit gärtnerischen Kulturpflanzen beschäftigen. Daneben gibt es eine Reihe von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Instituten, die ebenfalls Pflanzenzüchtung betreiben. Die Institute für Pflanzenzüchtung dürften jährlich etwa 3 - 4 Millionen DM aufwenden. Die drei grössten Zuchtstätten werden schätzungsweise zusammen 2 - 2.5 Millionen DM zur Verfügung haben. Es dürften 50 Betriebe mit einem Aufwand von etwa DM 100.000.-- jährlich und 100 Betriebe mit DM 50.000.-- jährlich folgen. Zählt man diese Beträge zusammen, dann erhält man eine Gesamtsumme von 16,5 Millionen DM. Man kann diese Zahl, weil es sich um eine Schätzung handelt und vermieden werden soll, dass man sich nach unten verschätzt, auf 20 Millionen DM jährlich aufrunden. Diese Summe wird in früheren Jahren nicht so hoch gewesen sein, d.h. im Laufe der letzten 80 Jahre allmählich diesen Wert erreicht haben. Andererseits ist aber auch der Mehrertrag, den wir heute auf 2 bis 4 Milliarden DM schätzen, ebenfalls von einem Ausgangspunkt allmählich auf diesen Wert angestiegen. Deshalb könnte man dem Aufwand von 20 Millionen DM einen Mehrertrag von 2 bis 4 Milliarden DM gegenüberstellen. Bei einer Annahme von 2 Milliarden DM oder 4 Milliarden DM oder 6 Milliarden DM wäre das Verhältnis von Aufwand und Effekt etwa 1:100, 1:200 oder 1:300. Dieses Verhältnis dürfte sich zugunsten eines noch weiteren Verhältnisses verschieben, wenn man unterstellt, daß die heutigen Mehrerträge auf den züchterischen Aufwand von vor etwa 20 Jahren zurückgehen und dass damals die züchterischen Aufwendungen geringer als 20 Millionen DM gewesen sind. D.h. mit anderen Worten, man kann nicht den Aufwand von heute mit dem Mehrertrag von heute vergleichen, sondern man muss den Aufwand von gestern mit dem Mehrertrag von heute in Beziehung setzen. Wir müssten demnach schätzen, dass das Verhältnis nicht 1:100 bis 1:300, sondern vielleicht 1:200 bis 1:600 ist.

Der Aufwand für die Erdbeerzüchtung, der zur Auffindung der SENGA SENGANA führte, betrug rund DM 60.000.-- jährlich (1946 - 1950). Heute bringt die SENGA SENGANA allein in Deutschland gegenüber den bisher im Anbau befindlichen Sorten von den Erdbeerflächen der Bundesrepublik einen Geldmehrertrag von etwa 30 Mill. DM. Das ergibt ein Verhältnis von Aufwand zu Effekt von 1:500. Wenn man nicht nur den deutschen Mehrwert, sondern auch den europäischen und aussereuropäischen Mehrwert dazuzählt, steigt dieser auf mindestens 60 Mill. DM und das Verhältnis erhöht sich auf 1:1000. Heute hat sich der Aufwand verdreifacht. Wir wissen aber nicht, mit welchem Mehrwert wir in 10 oder 20 Jahren zu rechnen haben werden.

Bei 30 Mill. DM Mehrerzeugung durch die Sorte SENGA SENGANA erhöht sich das Steueraufkommen um etwa 6 Mill. DM. Zieht man in Betracht, dass für den Etat des SENGBUSCHschen Instituts 1 Mill. DM Steuern aufgewendet werden und setzt man dagegen die Einnahmen von 6 Mill. DM Steuern mehr durch die SENGBUSCHschen Arbeiten allein an Erdbeeren, so verbleibt noch ein zusätzlicher Steuerüberschuss von rund 5 Mill. DM jährlich. Es ist für den Forscher zweifellos ein befriedigendes Gefühl, wenn er weiss, dass sein Beitrag, den er durch seine Arbeit zur Erhöhung des Steueraufkommens geleistet hat, grösser ist als das, was er aus dem Steueraufkommen für Forschungszwecke erhält.

Interessant ist im Rahmen der Pflanzenzüchtung, dass diejenigen Züchter, die aufhören, einen regelmässigen Aufwand für die Züchtungsarbeiten zu betreiben, mit den Sorten, mit denen sie einmal gut gelegen haben, nach einer bestimmten Zahl von Jahren wieder aus dem Rennen geworfen werden.

Wer nicht fortlaufend neue, leistungsfähigere Sorten schafft, der wird von denjenigen überflügelt, die diesen Aufwand betreiben. Wer in der Pflanzenzüchtung glaubt, dass er den Aufwand einsparen könne, nachdem er eine gute Sorte geschaffen hat, der kann nicht damit rechnen, dass er Einnahmen aus dieser Sorte über eine begrenzte Zahl von Jahren hinaus haben wird.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass der Pflanzenzüchter nicht an dem wirklichen Mehrertrag durch seine Sorten partizipiert, sondern nur von einer Lizenz beim Verkauf von Saat- und Pflanzgut lebt. Dieses Verhältnis von Aufwand und unmittelbarem Effekt für den Pflanzenzüchter ist naturgemäss wesentlich enger als das Verhältnis, das wir weiter oben beschrieben haben.

Anhand der Geschichte der Pflanzenzüchtung kann man in hervorragender Weise demonstrieren, in welcher Weise Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Wirtschaft in Beziehung stehen. Um die Jahrhundertwende wurden die Mendelschen Regeln wiederentdeckt. Sie bilden die Grundlagen der Kombinationszüchtung. Kurz darauf wurden Erkenntnisse auf dem Gebiet der Mutationsforschung gewonnen. Die angewandte Forschung folgte, indem sie den Nachweis erbrachte, dass auch im Rahmen der Pflanzenzüchtung Kombination und Mutation zu realisieren sind. Und noch später hat dann die Wirtschaft, in diesem Fall die Pflanzenzüchtung, diese Ergebnisse praktisch ausgewertet.

Man kann formulieren, die Grundlagenforschung von vorgestern ist die angewandte Forschung von gestern und die Wirtschaft von heute, und die Grundlagenforschung von heute die angewandte Forschung von morgen und die Wirtschaft von übermorgen. Man kann ferner postulieren, dass die Wahrheit das Kriterium für die Beurteilung der Ergebnisse der Grundlagenforschung ist, und dass das Geld das Kriterium für die Beurteilung der Ergebnisse der angewandten Forschung und der Wirtschaft ist.

Ich habe mich zunächst mit dem Aufwand und Effekt in der Pflanzenzüchtung beschäftigt, weil ich auf diesem Gebiet zu Hause bin und zahlenmässige Unterlagen vorliegen, die man für eine Schätzung verwenden kann. Wir können jetzt den Versuch machen, für die chemische Industrie ähnliche Schätzungen anzustellen. Es ist bekannt, dass die grossen chemischen Werke, die einen Umsatz von etwa 3 Milliarden DM haben, für Forschungs- und Entwicklungszwecke etwa 100 Millionen DM aufwenden. Hier steht demnach Aufwand zu Effekt in einem Verhältnis von 1:30. Beispiele aus der Industrie lassen sich bei näherer Kenntnis der

Industriezweige beliebig vermehren. Wenn man bei der Industrie eine Schätzung abgeben soll, sollte man ein enges Verhältnis von 1:10 und ein weites Verhältnis von 1:100 annehmen. Schwierigkeiten bei der Schätzung im Rahmen der Industrieunternehmungen treten dadurch auf, dass in einer Reihe von Industrieunternehmungen nicht so klar wie in der chemischen Industrie die Abhängigkeit zwischen Forschung und Umsatz zu erkennen ist.

Die chemische Industrie baut auf der chemischen Grundlagenforschung auf. Es besteht in dieser Beziehung eine klare Parallele zur Pflanzenzüchtung. Aber gleich, welches Gebiet der Wirtschaft man anführt, ob es die Konservenindustrie, die Autoindustrie oder ein anderer Zweig der Technik ist, überall werden wir die gleichen Zusammenhänge zwischen Forschung, angewandter Forschung und Wirtschaft finden. Die Grundlagenforschung als Basis der Wirtschaft soll im nachfolgenden einer zusammenfassenden Betrachtung unterzogen werden. Es soll der Versuch gemacht werden, den gesamten Aufwand für die Grundlagenforschung zu ermitteln und den Gesamtaufwand für Forschung und Entwicklung überhaupt zu schätzen.

Man kann die Betrachtungen auf eine Forscherpersönlichkeit, auf Institute und auf Forschungsgemeinschaften beziehen. Die Einzelpersönlichkeit muss man aus der Betrachtung ausschalten, weil bei der Fülle von Problemen der Grundlagenforschung nur ein Teil der Ergebnisse in der angewandten Forschung und der Wirtschaft wirksam werden. Man kann daher entweder den Aufwand für die Summe der einzelnen Grundlagenforscher in Beziehung setzen zu dem, was sie als Gesamtheit für die angewandte Forschung und Wirtschaft erbracht haben. Oder man kann eine Unterteilung der Forscher nach Gruppen der verschiedenen Forschungszweige vornehmen, d.h. die Geisteswissenschaften den Naturwissenschaften gegenüberstellen oder Gruppen von Instituten, die sich auf dem einen oder anderen Gebiet betätigen.

Hier stoßen wir im Rahmen dieser Betrachtung auf die Begriffe: Ideeller und materieller Effekt. Bei den Geisteswissenschaften dürfte es sich vermutlich in der Regel um ideelle Effekte, die mit Geld nicht zu messen sind, handeln, während in den Natur-

wissenschaften und in der Technik neben einem ideellen Effekt auch von einem materiellen Effekt gesprochen werden kann. Wir dürfen nicht eine Bewertung von wissenschaftlichen Ergebnissen vornehmen, sondern wir wollen zeigen, welche Beziehungen zwischen den verschiedenen Arten der Forschung und unserer wirtschaftlichen Entwicklung bestehen. Insofern dürfen wir den ideellen Effekt in diesem Zusammenhang vernachlässigen und uns bevorzugt mit dem materiellen Effekt auch der Grundlagenforschung beschäftigen. Wir wissen, dass eine solche Betrachtungsweise der Grundlagenforschung etwas gegen unser ethisches Empfinden verstösst, wir wollen aber trotzdem ketzerisch genug sein, eine solche Betrachtung anzustellen.

Die Max-Planck-Gesellschaft existiert 50 Jahre. Man kann schätzen, dass sie im Laufe dieser Jahre 2 bis 2,5 Milliarden DM für Forschungszwecke erhalten hat. Heute liegt dieser Betrag bei jährlich rund 100 Millionen DM. Die Ergebnisse der Grundlagenforschung, die heute bereits in der Wirtschaft wirksam sind, stammen aus den Jahren, als die Gesellschaft zwischen 10 und 30 Millionen DM jährlich erhielt. Den Weg von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung zur wirtschaftlichen Verwertung haben bereits eine große Zahl von Ergebnissen durchlaufen. Das erste Beispiel dieser Art ist die Forschung von Haber bezüglich der Katalysatoren und Förderung von chemischen Synthesen durch hohen Druck und Temperatur. Diese Ergebnisse der Grundlagenforschung haben bereits 1915 über die angewandte Forschung zur wirtschaftlichen Verwertung geführt. Heute stellt das Gebäude, das in Deutschland auf den Fundamenten der Haberschen Forschung steht, einen Wert von rund 1 Milliarde DM dar. In der ganzen Welt werden heute insgesamt für rund 10 Milliarden DM stickstoffhaltige Düngemittel auf der Basis von synthetischem Ammoniak hergestellt.

In die neuere Geschichte fällt das Forschungsergebnis von Hahn über die Energien, die bei der Kernspaltung frei werden. Dieses Ergebnis hat über die angewandte Forschung und die Wirtschaft zunächst den Weg zur Produktion von ungezählten Megatonnen Sprengstoff genommen. Die Energie, die heute in der Wirtschaft für friedliche Zwecke aus der Kernspaltung gewonnen wird, ist noch relativ klein, wird aber in absehbarer Zeit Milliardenwerte

erreichen, so dass man diese Erfindung mit einigen Dutzenden von Milliarden DM jedenfalls nicht zu niedrig einschätzt.

Ziegler hat im Rahmen seiner Forschungsarbeiten ein neues Herstellungsverfahren für Polyäthylen entdeckt. Heute wird in aller Welt nach dem Ziegler'schen Verfahren Polyäthylen hergestellt. Die gesamte Erzeugung von Polyäthylen dürfte heute bereits die 10 Milliarden DM-Grenze übersteigen. Es ist naturgemäss unmöglich, sämtliche Ergebnisse der Grundlagenforschung und ihren Effekt zu fixieren.

Wenn wir abschliessend die vor etwa 25 Jahren jährlich investierten Mittel für Grundlagenforschung von vielleicht 20 - 30 Millionen DM in Beziehung zu dem heute jährlichen Effekt setzen und diesen jährlichen Effekt auf 20 - 40 Milliarden DM schätzen, die allein den Ergebnissen der drei genannten Forscher zu danken sind, so ergibt sich ein Verhältnis von Aufwand zu Effekt von 1:1000. Würde man die anderen, heute bereits realisierten Ergebnisse der Grundlagenforschung dazuzählen, dann würde sich dieses Verhältnis auf 1:2000 und vielleicht mehr erhöhen.

Wie liegen die Dinge an den Universitäten? Die Erfindungen bzw. Entdeckungen von Correns, Staudinger und vielen anderen befinden sich heute ebenfalls in wirtschaftlicher Realisierung. Man kann den Aufwand, der für die Lehre und Forschung an den Universitäten betrieben wird, in Deutschland auf jährlich 1,2 Milliarden DM schätzen. Für die Forschung davon 10-20%, d.h. etwa 120 bis 240 Millionen DM. Damals, vor etwa 30 Jahren, als die Grundlagen für die heute in der Wirtschaft ausgenutzte Forschung gelegt wurden, war dieser Betrag noch erheblich kleiner. Und doch kann man auch hier den wirtschaftlichen Effekt der Ergebnisse der Grundlagenforschung im Rahmen der Universitäten auf ein Verhältnis von 1:100 bis 1:1000 schätzen. Es ist wohl gleich, in welchem Rahmen man die Grundlagenforschung fördert, immer wird sich ein bestimmter Teil der Ergebnisse wirtschaftlich auswirken, ohne dass man im voraus sagen kann, welche Forscher und welche Ergebnisse im einzelnen diesen Effekt bestimmen werden.

Wir können zum Abschluss die Frage stellen, welche Mittel wendet der Staat für die Finanzierung der Forschung auf? Es wäre nützlich, wenn man sich bezüglich der Feststellung dieser Werte an einheitliche Grundsätze halten könnte, damit man den Aufwand, den die einzelnen Länder betreiben, auch miteinander vergleichen kann. Es nützen solche Zahlen wenig, wenn z.B. in einem Fall nur der Aufwand für die Forschung betrachtet, im anderen Fall hierzu noch die gesamte Ausbildung und damit Auslese der Forscher hinzugerechnet wird.

In Deutschland dürften von staatlicher Seite etwa 400 - 500 Millionen DM für Forschung bereitgestellt werden. Um die gesamten Mittel zu erfassen, die in Deutschland für Forschung und Entwicklung zur Verfügung stehen, müsste man zu dieser Summe auch die Mittel hinzuzählen, die die private Wirtschaft für Forschung und Entwicklung ausgibt. Unterstellt man, dass dieser Betrag etwa 1 - 1,5 Milliarden DM ausmacht, so ergibt sich ein Gesamtaufwand von rund 2 Milliarden DM. Setzt man diesen Aufwand von 2 - 3 Milliarden DM in Beziehung zum Sozialprodukt, so ergibt sich ein Verhältnis von rund 1:100.

Es ist nicht gleichgültig, ob die Wirtschaft eines Landes auf den Ergebnissen der eigenen Forschung oder auf den Ergebnissen der Forschung eines anderen Landes basiert. Im zweiten Falle ergibt sich eine finanzielle Abhängigkeit vom Ausland. Es müssen, um Auslandspatente industriell verwerten zu können, Lizenzen gezahlt werden. Das Lizenzminus beträgt in Deutschland heute etwa 1/2 Milliarde DM.

Ein anderer Wert, der nicht vernachlässigt werden darf, ist die aktive oder passive Aussenhandelsbilanz. Nur bei einem hohen Stand der Forschung kann ein Export-Überschuss gehalten werden. Sobald die Leistungen eines anderen Landes höher werden als die des eigenen, nimmt der Exportüberschuss ab und bei einem Exportdefizit addieren sich Lizenz- und Exportdefizit. Ein Lizenzdefizit kann durch ein Exportplus ausgeglichen werden. Der günstigste Fall ist der, wenn sich zu einem Lizenzüberschuss

auch ein Exportüberschuss gesellt.

Es ist eine sehr ernste Frage, vor der die Leiter industrieller Unternehmungen stehen, ob sie die Forschung ausdehnen oder einschränken sollen. Es gibt Beispiele in der deutschen Industrie, die zeigen, dass, wenn man glaubt, man könne mit Sparmassnahmen bei der Forschung beginnen, schwere finanzielle Rückschläge eintreten. Und es gibt andere Beispiele, die zeigen, dass das Aufblühen eines Unternehmens in unmittelbarer Abhängigkeit von einer intensiven Forschungsarbeit erfolgt ist. Überträgt man diese Erkenntnisse der privaten Wirtschaft auf den Staat, dann ergibt sich daraus die Notwendigkeit, sich eher intensiv mit der Frage zu beschäftigen, welche Höhe soll der Forschungsaufwand betragen. Auch bei den Staaten gibt es Beispiele, dass die Bereitstellung überdurchschnittlich hoher Mittel unmittelbar Ursache des Aufblühens der Wirtschaft ist. Man sollte sich daher in Deutschland noch mehr als bisher mit den Beziehungen zwischen Aufwand und Effekt in der Forschung beschäftigen und die notwendigen Schlüsse durch Bereitstellung ausreichender Mittel für die Forschung ziehen. Diese Massnahmen können einmal durch unmittelbare Bereitstellung der Mittel erfolgen und zum anderen durch mittelbare Begünstigung der Mittel, die die Wirtschaft für Forschungszwecke aufwendet.

Es ist nicht gleichgültig für das Leben unserer Nachkommen, mit welchem Aufwand wir heute Forschung betreiben. Wir können unseren Kindern und Kindeskindern umso bessere Lebensbedingungen schaffen, je mehr wir heute für die Forschung tun. Wenn alle dies erkennen, wird sich sicher die Bereitwilligkeit erhöhen, mehr Mittel für die Forschung zur Verfügung zu stellen und die Einsicht wachsen, dass es nicht nötig ist, allzu sehr regelnd in die Verwendung dieser Mittel einzugreifen. Wenn nur überhaupt Grundlagenforschung und angewandte Forschung in ausreichendem Umfang betrieben wird, kann auch der wirtschaftliche Effekt in Form eines erhöhten Sozialproduktes nicht ausbleiben.

Die Wechselwirkung zwischen Grundlagenforschung auf dem Sektor Biologie des Pilzes und der angewandten Forschung hat dazu beigetragen, ein neues industrielles Verfahren der ~~Champagnerkultur~~ zu entwickeln, von dem wir heute zwar noch nicht endgültig wissen, unter welchen Voraussetzungen es wirtschaftlich anwendbar sein wird, von dem wir aber hoffen, daß es ein Modell auch für die Kultur anderer niederer Pflanzen sein wird.

*Es wär' so schön gewesen, es hat nicht sollen sein!*

*(Druckfehler aus einer Korrekturfahne  
der Zeitschrift „Obst und Gemüse“)*