Experimentelle Studie über die Ernährung von pflanzlichen Embryonen.

Von **Georg Stingl.**

Aus der „Biologischen Versuchsanstalt“ in Wien.

Einleitung.

Die Untersuchungen, welche dem Wachstum isolierter Embryonen sowie der Feststellung des Abhängigkeitsgrades der Embryonen von den in den Samen aufgespeicherten Reservestoffen und der künstlichen Ernährung von Embryonen galten, ergaben nicht immer übereinstimmende Resultate.

Schon 1754 führte Bonnet[1]) diesbezügliche Versuche mit Keimlingen von Phaseolus multiflorus aus, indem er diese ihrer Kotyledonen beraubte; auf Grund seiner Beobachtungen kam er zu der Behauptung, daß durch eine derartige Operation die Entwicklung der Embryonen unmöglich oder wenigstens sehr geschwächt werde.

Auch Sachs[2]) fand, daß isolierte Embryonen von Phaseolus multiflorus und Zea Mays nach einiger Zeit kümmerlicher Entwicklung zugrunde gingen. Er schloß daraus, daß die junge Pflanze in den anfänglichen Keimungsstadien von den Reservestoffen vollständig abhängig sei und in den späteren derselben zur Kräftigung bedürfe.

Später führte van Tieghem[3]) nach ähnlichen Gesichtspunkten Untersuchungen an Keimlingen von Helianthus annuus, Mirabilis Jalappa und Zea Mays aus. Derselbe studierte sowohl den Abhängigkeitsgrad der einzelnen Embryoorgane voneinander[4]) als auch die Bedeutung der Reservestoffe für die Embryonen[5]). Er setzte Stammgebilde, Wurzeln,

---

1) Bonnet K., Recherches sur l'usage de feuilles. Annal. des scienc. nat., Botanique, 1754, pag. 239.

2) Sachs J., Physiologische Untersuchung über die Keimung der Schminkbohne (Phaseolus multiflorus). Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien mathem.-naturw. Kl., Bd. XXXVII (1859), pag. 57. — Vergl. auch: Zur Keimungsgeschichte der Gräser. Bot. Ztg., Bd. XX (1862), pag. 148.

3) van Tieghem, Recherches physiologiques sur la germination. Annal. des scienc. nat., Botanique, Sér. V, T. XVII, pag. 205. — Vergl. auch: Bot. Ztg., Bd. XXXI (1873), pag. 520.

4) Hinsichtlich dieser Frage hatte van Tieghem in Mirbel einen Vorgänger gefunden. Élém. de phys. veg., pag. 71.

5) Vergl. hierzu auch: Gris, A., Recherches anatomiques et physiologiques sur la germination. Annal. des scienc. nat., Botanique, Sér. V, T. II (1864), pag. 107.

Kotyledonen — voneinander getrennt — und auch isolierte Embryonen normalen Keimungsbedingungen aus; ferner kultivierte er nackte Embryonen mit zerriebenem artgleichen Endosperm, resp. mit Kartoffelstärke oder einem Gemenge von Kartoffelstärke und anorganischen Salzen (Nitraten und Phosphaten), schließlich auch mit Mehl von Polygonum Fagopyrum. Außerdem zog er das Verhalten isolierter Kotyledonen [1]) unter geeigneten Wachstumsbedingungen in den Kreis seiner Beobachtungen.

Die isolierten Organe der Keimpflänzchen entwickelten sich zunächst annähernd wie solche in Verbindung gebliebene; endlich aber trat Stillstand und Verfall ein. Auch alle Embryonen wiesen in den ersten Tagen annähernd gleiches Wachstum auf. Bei isolierten Keimlingen kam es zwar zur Entwicklung von Wurzel, Stengel und Kotyledonen, aber nicht zur Entfaltung der Plumula, schließlich gingen sie zugrunde. Dagegen hatten die künstlich ernährten Keimlinge die isolierten nach 12 Tagen erheblich überholt; am meisten waren die mit einem Gemenge von Kartoffelstärke und den genannten Salzen ernährten Embryonen im Wachstum gefördert, wiesen aber doch wiederum nicht die kräftige Entwicklung der aus normalen Samen gezogenen Pflanzen auf. An losgelösten Kotyledonen von Ricinus communis konnte derselbe Forscher Wachstumserscheinungen konstatieren, weshalb nach ihm dem Embryo und dem Kotyledo autonome Tätigkeit zukommt.

Anknüpfend an diese Beobachtungen wollte sich Blociszewsky [2]) genau überzeugen, „ob der vom Endosperm entblößte oder seiner Kotyledonen beraubte Embryo imstande wäre, bei günstigen Vegetationsbedingungen sich ähnlich zu entwickeln wie aus normalen Samen gezogene Pflanzen“; hauptsächlich suchte er der Frage näher zu treten, inwieweit der Embryo von den in den Kotyledonen oder im Endosperm aufgespeicherten Reservestoffen abhängig sei. Dieser Experimentator benutzte zu seinen Versuchen Pisum sativum, Brassica napus, Trifolium pratense, Lupinus, Secale, Avena und Zea.

Als Endergebnis seiner Experimente teilt er mit, daß der von den Reservestoffen losgelöste Embryo zu einer Pflanze heranwachsen könne, die sich von der aus ganzen Samen gezogenen nur wenig unterscheide. Anfangs konnte er zwar auch nur eine geringere Entwicklung

---

1) van Tieghem, Compt. rend., T. LXXIV (1877), pag. 578; Annal. sc. nat. (6), T. IV (1876), pag. 180.

2) Blociszewsky Th., Physiologische Untersuchungen über die Keimung und weitere Entwicklung einzelner Samenteile bedecktsamiger Pflanzen. Landw. Jahrb. von Nathusius u. Thiel, Bd. V (1876), pag. 145 ff.

konstatieren; sobald jedoch günstigere Bedingungen geboten wurden, trat normales Wachstum ein. Die Kotyledonen und das Endosperm könnten — behauptet Blociszewsky — bis zu einem gewissen Grade durch sorgfältige Pflege ersetzt werden. Deshalb folgerte er aus den obigen Erscheinungen die Annahme, daß die Reservestoffe des Samens ihre Bedeutung nur in der Kräftigung der Keimpflanze hätten, demnach nur als Schutzmittel zu betrachten wären. Er weist darauf hin, daß schon Darwin[1]) die Vermutung ausgesprochen hat, die in großer Menge aufgespeicherten Reservestoffe verschiedener Samen hätten keinen anderen Zweck als den von ihm bezeichneten.

Dieser Behauptung trat G. Haberlandt[2]), von welchem Versuche mit Keimlingen von Helianthus, Pisum, Secale, Avena und Zea vorliegen, entgegen, indem er — in Übereinstimmung mit Sachs[3]) — für die Reservestoffe eine doppelte Bedeutung in Anspruch nimmt: Der eine Teil sei zur Ausbildung funktionsfähiger Wurzeln und Blattorgane unumgänglich notwendig, der andere Teil fungiere als Schutzmittel.

Außerdem ist diese Abhängigkeit der Embryonen durch Versuche, welche Henry[4]), Richard[5]) und Marek[6]) mit verstümmelten Embryonen ausgeführt haben, dargetan worden, deren Resultate Haberlandt[7]) folgendermaßen zusammenfaßt: „. . . . Verletzungen, welche einen Verlust von Reservenahrung mit sich bringen, wird der Keimling jedenfalls am schwersten verwinden. Bleibt dieselbe aber unangetastet, so gibt es kein Organ, dessen Verlust der Keimling nicht überdauerte."

Hier sei ferner der Versuche Hannigs[8]) Erwähnung getan; diesem ist es gelungen, Embryonen aus unreifen Samen von Raphanus-Arten und Cochlearia danica mit künstlicher Nährlösung zum Wachstum und zwar bis zu keimfähigen Stadien zu bringen.

---

1) Darwin Ch., Über die Entstehung der Arten. Deutsche Übersetzung von V. Carus, 6. Aufl. (1876), pag. 98.

2) Haberlandt G., Die Schutzeinrichtungen in der Entwicklung der Keimpflanze. Eine biologische Studie. Wien 1877, pag. 29.

3) l. c. pag. 84.

4) Henry, Bot. Ztg. 1836, No. 6 (zit. nach G. Haberlandt).

5) Richard A., Pflanzenphysiologie. Nürnberg 1831, pag. 364.

6) Marek G., Das Saatgut und dessen Einfluß auf Menge und Güte der Ernte. Wien 1875.

7) l. c. pag. 79.

8) Hannig E., Zur Physiologie pflanzlicher Embryonen. I. Über die Kultur von Cruciferen-Embryonen außerhalb des Embryosackes. Bot. Ztg., Bd. LXII (1904), pag. 45.

Auch Brown und Morris[1]) setzten bei ihren Untersuchungen, elche hauptsächlich der Feststellung des chemisch-physiologischen Vorganges der Keimung der Gerste galten, Embryonen verschiedentlich bgeänderten Ernährungsbedingungen aus. Sie suchten Keimlinge mit ohrzucker, Invertzucker, Dextrose, Maltose, Lävulose, Raffinose, Milchucker, Galaktose, Glyzerin und Mannit zu kultivieren, indem sie die ackten Embryonen auf mit Nährsubstanz getränkter Glaswolle oder uf fünfprozent. Zuckergelatine zum Wachstum brachten. Hiervon eigte Rohrzucker den höchsten Nährwert; gar nicht nährten Milchucker und Mannit, alle anderen Substanzen förderten das Wachstum eniger gut oder nur sehr schwach.

Die genannten Experimentatoren benützten in einem Falle auch as intakte Endosperm selbst als Nährstoffquelle, indem sie den Gerstenmbryo auf einem gut passenden Gersten- oder Weizenendosperm zur eiteren Entwicklung brachten. Der Keimling wurde durch das artleiche Endosperm günstiger beeinflußt als durch das des Weizens. uch getötete Endosperme fanden sie als Nährmittel verwendbar.

Deshalb gelangten sie zu der Behauptung, daß dem Endosperm eine selbständige Funktion zukomme, dieses also als toter Reservetoffbehälter betrachtet werden müsse und der Embryo in den ersten Entwicklungsstadien demnach kein parasitisches, sondern ein saprohytisches Leben führe.

Allein die schon früher zitierten Beobachtungen van Tieghems n den Kotyledonen von Ricinus communis und später ausgeführte Untersuchungen von Pfeffer[2]), Hansteen[3]), Linz[4]), Grüß[5]) und Puriewitsch[6]) haben diese Schlußfolgerung als eine irrige erwiesen; uch isolierte Reservestoffbehälter entleeren sich bei entsprechender

---

1) Brown H. T. und Morris G. H., Part. I. Researches on the Germiation of some of the Gramineae. Journal of the chem. Society, Vol. LVII (1890), ag. 458. — Vergl. auch das deutsche Referat hierüber von A. Koch in: Bot. Ztg., d. L (1892), pag. 462.

2) Pfeffer W., Über die Ursachen der Entleerung der Reservestoffe aus amen. Sitzungsber. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 1893, pag. 421.

3) Hansteen B., Über die Ursachen der Entleerung der Reservestoffe aus amen. Flora, Erg.-Bd. 79 (1894), pag. 419.

4) Linz F., Beiträge zur Physiologie der Keimung von Zea Mays. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXIX (1869), pag. 267.

5) Grüß J., Über Ernährungsversuche an isolierten Gerstenembryonen. Wochenschrift „Brauerei“, Bd. XV (1898), pag. 82 u. 269. — Vergl. auch: Derselbe in Landwirtsch. Jahrb., Bd. XXV (1896), pag. 385.

6) Puriewitsch K., Physiologische Untersuchungen über die Entleerung der Reservestoffbehälter. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXI (1898), pag. 1.

Versuchsanstellung. Dieselben stellen demnach lebende Organe dar, deren einzelne Zellen zu selbständiger Tätigkeit befähigt sind.

Die im unversehrten Endosperm sich abspielenden Lebensvorgänge üben auf das Wachstum des Embryo zweifellos einen bestimmenden Einfluß aus, welcher den mit Endospermbrei ernährten abgeht. Bezüglich der auf diese Weise herangezogenen Pflanzen wissen wir übrigens gar nicht, welche Stoffe dem jungen Embryo aus dem Endospermbrei zugute kamen, da ja dieser sicherlich durch die Tätigkeit niederer Organismen, deren Auftreten bei längerer Kultur nicht zu vermeiden ist, chemische Umsetzungen erlitt.

Nachdem im Dunkeln angestellte Vorversuche ergeben hatten, daß exstirpierte Embryonen nicht nur artgleiches, sondern auch artfremdes Endosperm sich dienstbar zu machen vermögen, stellte ich mir die Aufgabe [1]), die Beeinflussung des Wachstums von Embryonen durch Ernährung mit artfremden Endospermen zu studieren. Aus den eben angeführten Gründen arbeitete ich nicht mit Endospermbrei, sondern stets mit Endospermen, welche nur durch Exstirpation des Embryo verletzt worden waren. Auf diese Weise entstand eine nicht allzu große Angriffsfläche für auftretende Bakterien, so daß die Versuchsanstellung den natürlichen Ernährungsverhältnissen am besten angepaßt war.

Als Versuchspflanzen wählte ich unsere gewöhnlichen Getreidearten [2]): Secale cereale (Petkuserroggen, Zuchtstamm G. Loosdorf 1905), Triticum vulgare (Rimpans Bastardweizen, Zuchtstamm G. Loosdorf 1905), Hordeum vulgare (vierzeilige Wintergerste. Zuchtstamm P. Loosdorf 1905) und Avena sativa (Swalöfs Ligowo-Hafer, orig., Erntejahr 1904).

Im ganzen wurden über 1000 Embryonen exstirpiert, deren Verteilung bei den einzelnen Hauptgruppen ersichtlich ist.

Da ich der Überzeugung war, daß nicht allein die verschiedenen Endosperme auf den gleichen Embryo, sondern auch die verschiedenen Embryonen auf das gleiche Endosperm einen verschiedenen Einfluß ausüben, legte ich den vorliegenden Untersuchungen die aus der abwechselnden Anwendung beider sich ergebenden und aus nachstehender Tabelle ersichtlichen Permutationen als Arbeitsplan zugrunde:

---

1) Die Anregung hierzu erfolgte durch Herrn Dr. Wilhelm Figdor, Privatdozent an der k. k. Universität u. Leiter der Biologischen Versuchsanstalt in Wien, welchem ich auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank entbiete.

2) Das Samenmaterial — aus Reinzüchtungen der Gräflich Piatti'schen Gutsverwaltung in Loosdorf (N.-Ö.) stammend — verdanke ich Herrn Hofrat Prof. Dr. Th. R. v. Weinzierl, Direktor der k. k. Samenkontrollstation in Wien.

Embryonen von	wurden ernährt mit Endosperm von			
Secale	Secale	Triticum	Hordeum	Avena
Triticum	Triticum	Secale	Hordeum	Avena
Hordeum	Hordeum	Secale	Triticum	Avena
Avena	Avena	Secale	Triticum	Hordeum

Teils wegen der nicht immer übereinstimmenden Resultate der früher erwähnten Autoren, teils des Vergleiches halber konnte ich mich mit der Darreichung artfremden Endosperms nicht begnügen, sondern mußte auch artgleiches als Nährstoffquelle bieten und die Embryonen sowohl im isolierten Zustande, als auch im Verbande mit dem eigenen Endosperm (als normale Samen) kultivieren.

Wie ich vorgreifend erwähnen will, gelang es mir, Embryonen der oben erwähnten Arten mit artfremden Endospermen zu normal entwickelten fruchtenden Pflanzen heranzuziehen. Ob durch eine derartige Kulturmethode neue Rassen entstehen können, muß ich den speziellen Arbeiten auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung anheimstellen; jedenfalls ist nach meinem Dafürhalten die Möglichkeit einer solchen, nachdem wir wissen, daß die Bildung des Endosperms selbst auf einen Befruchtungsakt zurückzuführen ist, nicht von der Hand zu weisen.

Versuchsanstellung.

Nach etwa 20—24stündigem Anquellen der Samen in Hochquellenwasser wurden die Embryonen exstirpiert. Zu dieser Operation benutzte ich mit Vorteil eine Pinzette mit abgerundeten, breiten und nicht zu scharfen Enden. Den einen Schenkel des Instrumentes setzte ich — den Samen zwischen Daumen und Zeigefinger haltend — seitlich an der Grenze zwischen Embryo und Endosperm an, ritzte die Testa ein wenig und hob durch einen vorsichtig ausgeführten, gegen die Spitze des Skutellums gerichteten Druck den Embryo auf der einen Seite des Endosperms ab; auf der anderen Seite läßt sich dann der Embryo leicht frei machen. Man muß schräg abwärts drücken, um eine Verletzung des Skutellums zu verhüten. Immerhin darf die beabsichtigte Druckrichtung nicht zu sehr nach abwärts gehen, weil sonst Endospermteile mit abgehoben werden; es kann in einem solchen Falle die verdickte Haut, welche — aus der äußersten Schicht des Nucellus hervorgegangen [1]) — das Endosperm gegen den Embryo abgrenzt, ganz oder teilweise an diesem hängen bleiben. Wird diese nicht sehr sorg-

1) Vergl. Strasburger E., Das botanische Praktikum. 4. Auflage (1902), pag. 574.

fältig vom Embryo entfernt, so zeigt er ein bedeutend günstigeres Wachstum als im völlig isolierten Zustande. Außerdem kann man bei erst nachfolgender Ablösung und ebenso bei einer der konvexen Innenfläche des Embryo nicht entsprechenden Druckrichtung das Skutellum leicht verletzen, was wiederum bei den folgenden Beobachtungen zu irrigen Schlüssen führen kann.

Die exstirpierten Keimlinge wurden nun teils im völlig isolierten Zustande (Versuchsgruppe A), teils in Kontakt mit artfremdem oder artgleichem Endosperm (Versuchsgruppe B) kultiviert.

Diese Endosperme hatte ich durch Exstirpation des Embryo aus dem Samen erhalten, wobei darauf zu achten war, daß die schon früher erwähnte Grenzschicht zwischen Embryo und Endosperm an letzterem stehen blieb. Auf diese, zuvor mit einem Tropfen Hochquellenwasser benetzte Fläche wurde der Embryo aufgelegt; hierbei mußte besonders beachtet werden, daß die konvexe Fläche des Skutellums der konkaven des Endosperms möglichst innig anlag. In der Absicht, einen innigeren Kontakt zwischen Embryo und Endosperm herzustellen, also die Translokation der ernährenden Substanzen zu fördern, hatte ich bei einem Teil der Versuchsobjekte die Embryonen mittelst Kokonfaden am Endosperm festgebunden und die Kanten der Wundfläche mit kaltflüssigem Baumwachs verstrichen [1]), jedoch ohne nennenswerten Erfolg.

Hier sei auch gleich erwähnt, daß ich in einigen Fällen (20) die Versuchsanstellung der Gruppe B insofern modifizierte, als ich isolierte Embryonen, welche nach einiger Zeit kümmerlicher Entwicklung keinen weiteren Zuwachs erkennen ließen, auf artgleiche oder artfremde Endosperme dislozierte. Es trat nun eine Weiterentwicklung ein, die sich in den ersten Tagen ganz besonders bei den Würzelchen äußerte. Durch Schimmelpilze wurde schließlich das weitere Wachstum sistiert.

Die Versuchsobjekte wurden stets in hellen Räumen, und zwar teils in einem nahezu dunstgesättigten Raume allein, teils unter gewöhnlichen Feuchtigkeitsverhältnissen in Sand und in Gartenerde kultiviert. Im ersten Falle verwendete ich kleine, mit Knop'scher Nährlösung gefüllte Glaswannen, über welche 2 cm breite Glasbrücken gelegt waren. Dieselben wurden von ebenso breiten Streifen Filtrierpapier überdeckt, von welchen wiederum andere Streifen in die Nährlösung hinabhingen und für den nötigen Feuchtigkeitsgrad der ersteren sorgten. Die mit den Versuchsobjekten beschickten Wannen wurden sodann in den dunstgesättigten Raum gebracht.

1) Selbst in diesen Fällen, wie auch bei den anderen Versuchsanstellungen konnte in keinem Falle eine Verwachsung zwischen Skutellum und Endosperm konstatiert werden.

Die beiden anderen Versuchsanstellungen führte ich in der Weise aus, daß die Objekte in Sand oder in Gartenerde 0,5—1 cm tief eingesetzt wurden.

Die isolierten Embryonen (Gruppe A) waren bei einer Temperatur von 22—25 ° C gepflegt worden, während die Erdkulturen (Gruppe B) in den ersten Frühlingsmonaten in einem Kalthaus bei 8—10 ° C untergebracht waren; naturgemäß erreichte die Temperatur daselbst in den Sommermonaten annähernd die Außentemperatur.

Als Maß des Wachstums dienten bei den isolierten Embryonen die Länge der Koleoptile, resp. des 1. Blattes und des Würzelchens, bei den mit Endosperm ernährten die Höhe der Pflanzen — vom Boden bis zur Spitze des jüngsten noch im eingerollten Zustande befindlichen Blattes, resp. bis zum Ende des Halmes — und die Länge und Breite der Blattspreiten, welche Maße in gleichen Zeiträumen notiert wurden.

Versuchsergebnisse.

A. Isolierte Embryonen.

Bei dieser Gruppe beobachtete ich über 400 Embryonen, welche ich in gleicher Zahl auf die vier genannten Spezies verteilen. Die bei Lichtabschluß kultivierten Objekte wurden nur zum Vergleiche herangezogen. Die Wachstumserscheinungen spielten sich bei diesen etwas rascher ab, während die absolute Größe der Pflänzchen hier wie dort annähernd die gleiche blieb; deshalb sollen im folgenden die Ergebnisse der Lichtkulturen allein zur Darstellung gelangen.

1. Die Secale-Embryonen wiesen im dunstgesättigten Raum nach längstens 24 Stunden eine Entwicklung der Koleoptile und der Radikula auf. Jedoch nach 4 Tagen hatten 10 Proz., nach 8 Tagen 50 Proz., nach längstens 12 Tagen alle Objekte das Wachstum eingestellt. Die Koleoptile, resp. das erste Blatt zeigte gegenüber der Radikula ein relativ günstigeres Wachstum, auch hatten die Würzelchen nach längstens 7 Tagen keinen weiteren Zuwachs erfahren. Von den Koleoptilen erreichten 54 Proz. 7—12 mm, 35 Proz. 4—6 mm und 11 Proz. 2—3 mm Länge, während die Würzelchenlängen bei 66 Proz. 3—4 mm, bei 32 Proz. 2—3 mm und bei 2 Proz. 6 mm betrugen. 50 Proz. hatten die Koleoptile nach 8 Tagen, 52 Proz. nach 10 Tagen durchbrochen; bei allen anderen unterblieb das Hervortreten des ersten Blattes.

Die in Sand und Erde gebetteten Embryonen ließen ausnahmslos ungünstigeres Wachstum erkennen. Von diesen kamen überhaupt nur

70 Proz. zur Entwicklung, 6 Proz. hatten Koleoptilen von 6 mm und Würzelchen von 5 mm Länge; alle anderen wiesen viel ungünstigere Größenverhältnisse auf. Nach 5—6 Tagen erfolgte kein weiterer Zuwachs.

II. Die Triticum-Embryonen keimten im dunstgesättigten Raume ebenfalls ausnahmslos, zeigten aber anfangs eine etwas geringere Keimungsenergie als die vorigen; nach 24 Stunden war erst bei 70 Proz. merkbares Wachstum zu konstatieren. Es hatten nach 4 Tagen 8 Proz., nach 8 Tagen 58 Proz., nach 12 Tagen 90 Proz. und nach längstens 14 Tagen alle Embryonen die weitere Entwicklung sistiert. Die Koleoptilenlängen betrugen bei 60 Proz. 8—11 mm, bei 25 Proz. 5—7 mm, bei 15 Proz. 2—3 mm. Die Würzelchen hatten auch bei diesen Keimlingen eine geringere Förderung erfahren als die Koleoptilen; die letzteren erreichten bei 50 Proz. 3—4 mm, bei 48 Proz. 2—3 mm, bei 2 Proz. 6 mm. Nach längstens 8 Tagen war kein weiterer Zuwachs festzustellen. Das 1. Blatt war bei 20 Proz. nach 10 Tagen, bei 40 Proz. nach 12 Tagen und bei 60 Proz. nach 14 Tagen aus der Koleoptile hervorgetreten.

Bei dieser Gruppe hielt also das Wachstum der Koleoptilen und der Würzelchen etwas länger an als bei der vorigen.

Die in Sand und Erde kultivierten Triticum-Embryonen hatten dagegen eine viel auffallendere Retardation der Entwicklung erfahren als die Secale-Keimlinge. Es konnte überhaupt nur bei 40 Proz. ein deutlich beginnendes Wachstum konstatiert werden; von diesen besaßen 35 Proz. Koleoptilen von 3 mm, 5 Proz. von 4 mm Länge. Die Würzelchen durchschnittlich eine solche von 3 mm. Nach 4—5 Tagen war Stillstand in der Weiterentwicklung eingetreten.

III. Die Hordeum-Embryonen ließen im dunstgesättigten Raum zwar auch alle beginnende Entwicklung erkennen, blieben aber im weiteren Verlaufe hinter denen der früher genannten Spezies zurück; es war nach 24 Stunden bei 90 Proz. Keimung bemerkbar. Nach 4 Tagen hatten 60 Proz., nach längstens 7 Tagen alle Objekte das Wachstum eingestellt. Die Koleoptilenlänge betrug bei 20 Proz. 3 mm, bei 10 Proz. 4 mm, bei 30 Proz. 5 mm, bei 20 Proz. 6 mm, bei 20 Proz. 7 mm. Die Würzelchen wiesen bei 80 Proz. nach 5 Tagen, bei 20 Proz. nach 7 Tagen keinen weiteren Zuwachs auf und hatten durchschnittlich 4 mm Länge erreicht. Nur bei 2 Exemplaren habe ich Längen von 11 und 7 mm beobachtet.

Bei keinem Keimling trat das 1. Blatt aus der Koleoptile hervo

Von den in Sand und Erde gepflegten Embryonen gelangten loß 20 Proz. zu einer merkbaren Entwicklung, in welcher aber schon ach 4 Tagen Stillstand eintrat. Die Koleoptile war durchschnittlich mm, das Würzelchen 2 mm lang.

IV. Die Avena-Embryonen[1]) zeigten im dunstgesättigten Raume ie ungünstigsten Wachstumsresultate. Nach den ersten 3 Tagen konnte ch keine und auch dann nur bei 15 Proz. eine merkliche Entwicklung ststellen, die schließlich nach längstens 14 Tagen keine Fortsetzung nd. Die Koleoptilenlänge war durchschnittlich 9—11 mm, die der Würzelchen 1—2 mm. Das 1. Blatt war bei allen zum Wachstum elangten längstens nach 12 Tagen aus der Koleoptile hervorgetreten.

Die in Sand und Erde kultivierten Keimlinge wiesen ebenfalls ngünstiges Wachstum auf; nur 13 Proz. brachten es in der gleichen eit zu einer merkbaren Entwicklung. Die längste Koleoptile maß) mm, das längste Würzelchen 5 mm; letzteres zeigte demnach im ergleiche zu den im dunstgesättigten Raum kultivierten Objekten eine ünstigere Förderung. Im allgemeinen stellten aber die in Erde ge-ogenen Keimlinge das Wachstum früher ein.

Ein Überblick der ganzen Versuchsgruppe A ergibt, daß kein olierter Embryo irgend einer Spezies zu einer Pflanze herangewachsen ar, welche den aus normalen Samen gezogenen oder (wie wir noch hen werden) den durch Ernährung mit artgleichem oder artfremdem ndosperm erzielten Individuen gleichgekommen wäre. Die Secale-, iticum- und Hordeum-Embryonen keimten durchwegs, von den Avena-mbryonen nur 15 Proz. Während der ersten 2—3 Tage konnte ich allgemeinen eine relativ günstige Entwicklung konstatieren; während r folgenden 5—6 Tage trat jedoch bei den meisten Keimlingen tardation und Stillstand im Wachstum und schließlich (nach etwa Tagen) Verfall ein, da keine funktionsfähigen Wurzeln und Blätter twickelt waren. Die geringste Ausbildung konnte ich an Hordeum-nbryonen beobachten. Das 1. Blatt trat aus der Koleoptile gar nicht rvor; bei denselben wurde auch das Wachstum zuerst sistiert. Die vena-Embryonen wiesen zwar relativ gut entwickelte Koleoptilen auf, Würzelchen ließen aber unter allen Embryonen die geringste För-rung erkennen. Bei den Secale- und Triticum-Keimlingen waren im gemeinen keine auffallenden Unterschiede in der Entwicklung be-rkbar.

---

1) Das Keimprozent der normalen Samen betrug bei der angeführten Ver-hsanstellung 30 Proz.

B. Embryonen mit Endosperm ernährt.

Die Gesamtzahl der Versuchsobjekte betrug 800, wovon auf Secal 40 Proz., auf Triticum, Hordeum und Avena je 20 Proz. entfielen.

Die im dunstgesättigten Raum kultivierten Ernährungsgruppe wiesen in den ersten Entwicklungsstadien zwar günstigere Größenver hältnisse, jedoch die gleichen Wachstumserscheinungen auf, wie sie be den Erdkulturen nachfolgend beschrieben werden; durch Schimmelpilz gingen die Kulturen bald zugrunde.

Die Sandkulturen zeitigten sehr ungünstige und ungleichmäßig Resultate. Es war festzustellen, daß in den meisten Fällen zwische Embryo und Endosperm Sandpartikelchen massenhaft eingedrunge waren, wodurch der Kontakt zwischen beiden aufgehoben und die Er nährung somit teilweise unterbunden war.

I. Secale-Embryonen mit Secale-Endosperm ernährt.

Alle Embryonen gelangten zur Keimung.

Die Koleoptile war bei 50 Proz. nach 3 Tagen,
„ 90 „ „ 4 „
„ 100 „ „ 5 „ über der Erd

bemerkbar.

Das 1. Blatt trat bei 30 Proz. nach 8 Tagen,
„ 100 „ „ 9 „ aus der Keleop

tile hervor.

Die Anthokyanfärbung der Keleoptile während der erste Entwicklungsstadien war bei 20 Proz. wie bei normalen Pflanzen, b 50 Proz. bedeutend schwächer, bei 30 Proz. dagegen kaum bemerkba

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 8,6 cm,
Länge der ersten Blattspreite 6,6 „
Breite „ „ „ 5 mm;

bei 50 Proz. war auch das 2. Blatt etwa bis zur halben Länge d ersten entwickelt. 20 Proz. der Versuchsobjekte waren inzwischen z grunde gegangen.

Nach 34 Tagen war bei allen Pflänzchen das 2. Blatt, b 50 Proz. auch das 3. Blatt zur Ausbildung gelangt; die aus normal Samen gezüchteten Pflanzen hatten aber bereits alle das 3. Blatt pr duziert, waren höher und kräftiger.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 100 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 40 „
Breite „ „ „ „ 1,2 „ ;
ie aus normalen Samen kultivierten Objekte waren nahezu eingeholt, ie anderen Endospermkulturen standen dagegen zurück.

Die Ähren waren 3—4 Tage später als bei der normalen Versuchsgruppe zum Vorschein gekommen und blühten 2—3 Tage später ls diese.

II. Secale-Embryonen mit Triticum-Endosperm ernährt.

Auch bei dieser Versuchsreihe entwickelten sich anfangs alle mbryonen.

Die Koleoptile war bei 60 Proz. nach 4 Tagen,
„ 100 „ „ 6 „
ber der Erde bemerkbar.

Das 1. Blatt trat bei 50 Proz. nach 8 Tagen,
„ 100 „ „ 10 „
us der Koleoptile hervor.

Die Anthokyanfärbung der Koleoptile zeigten 30 Proz. sehr chwach, bei den anderen Objekten war davon überhaupt nichts sichtbar.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 8,2 cm,
Länge der ersten Blattspreite 6,1 „
Breite „ „ „ 4,5 mm;
ei 60 Proz. war auch das 2. Blatt, jedoch merklich geringer als bei er Versuchsgruppe I entwickelt. 30 Proz. der Versuchsobjekte waren nzwischen verwelkt. Nach 34 Tagen wiesen alle Pflänzchen das . Blatt, 50 Proz. auch ein 3. Blatt auf; das letztere war jedoch im ergleiche zu der vorigen Versuchsreihe weniger gut entwickelt.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 80 cm.
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 33 „
Breite „ „ „ „ 1,2 „ .

Die Individuen dieser Gruppe waren demnach von geringerer röße als die normalen Pflanzen und die der Secale-Endospermkulturen, agegen günstiger entwickelt als die Hordeum- und Avena-Endospermulturen.

Die Ähren wurden 3—4 Tage später sichtbar als bei der Versuchsreihe I und blühten dementsprechend einige Tage später.

III. Secale-Embryonen mit Hordeum-Endosperm ernährt.

Alle Embryonen kamen in der ersten Zeit zur Entwicklung.

Die Koleoptile war bei 30 Proz. nach 3 Tagen,
„ 60 „ „ 4 „
„ 100 „ „ 6 „
über der Erde bemerkbar.

Das 1. Blatt trat bei 60 Proz. nach 8 Tagen,
„ 100 „ „ 10 „
aus der Koleoptile hervor.

Die Anthokyanfärbung der Koleoptile war bei 20 Proz. un zwar schwächer als bei der Versuchsreihe I zu bemerken.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 7,2 cm,
Länge der ersten Blattspreite 5,7 „
Breite „ „ „ 4 mm;
bei 80 Proz. war auch ein 2. Blatt vorhanden, jedoch bedeuten weniger als bei den vorigen Gruppen (I und II) entwickelt. 20 Proz der Pflänzchen waren verwelkt. Nach 34 Tagen hatten alle Objekt das 2. Blatt und 50 Proz. ein 3. Blatt entwickelt; beide zeigten jedoc geringeres Wachstum als bei den anderen Versuchsreihen (I und II

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 74 cm
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 30 „
Breite „ „ „ „ 1 „

In dieser Gruppe war die Entwicklung der Pflanzen gegenübe denen der Secale- und Triticum-Endospermkulturen zurückgeblieben jedoch günstiger als bei den Avena-Endospermkulturen.

Die Ähren waren einige Tage später als bei der Versuchsreihe I bemerkbar, ebenso das Blühen.

IV. Secale-Embryonen mit Avena-Endosperm ernährt.

Kein Embryo blieb anfangs ohne merkbares Wachstum.

Die Koleoptile war bei 60 Proz. nach 4 Tagen,
„ 100 „ „ 6 „ über der Erd wahrzunehmen. Schon in diesen Entwicklungsstadien waren die Pflänz chen hinter jenen der anderen Versuchsgruppen zurückgeblieben, si hatten kaum die halbe Größe jener erreicht. Während der folgende 8 Tage gingen 60 Proz., innerhalb weiterer 4 Tage noch 20 Proz. zu grunde; die übrigen 20 Proz. wiesen eine äußerst kümmerliche Ent wicklung auf.

Die Anthokyanfärbung der Koleoptile konnte ich bei einzelnen Exemplaren (3) sehr schwach, bei den anderen überhaupt nicht wahrnehmen.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 2,5 cm,
Länge der 1. Blattspreite 1,5 „
Breite „ 1. „ 2 mm;

während der nächsten 4 Tage verwelkten auch diese bis auf ein Exemplar, welches sich im weiteren Verlaufe jedoch relativ gut erholte.

Nach 34 Tagen war das 3. Blatt erst unbedeutend entwickelt.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 60 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 18 „
Breite „ „ „ „ 0,8 „ .

Bei dieser Gruppe war demnach das ungünstigste Wachstum zu konstatieren.

Die Ähren waren 14 Tage später als bei den normalen Pflanzen sichtbar und dementsprechend erfolgte auch das Blühen.

Überblick von I—IV. Während der ersten Tage war in der Entwicklung der aus künstlich ernährten Embryonen gezogenen Pflanzen im Vergleich zu den aus normalen Samen kultivierten kein besonders auffallender Unterschied bemerkbar. Nach 8 Tagen hatten jedoch die letzteren die ersteren überholt und auch nach 20 Tagen waren die Maße für die Höhe der Pflänzchen, Länge und Breite der Blattspreite viel günstigere. Nach $4^1/_2$ Monaten hatten sich jedoch die künstlich ernährten zusehends gekräftigt. Die mit Secale-Endosperm kultivierten Embryonen waren zu nahezu normal entwickelten Pflanzen herangewachsen, während Triticum- und Hordeum-Endosperm minder kräftig entwickelte Objekte lieferten; die ungünstigsten Wachstumsresultate ergab die Ernährung mit Avena-Endosperm. Die Ähren waren bei den aus normalen Samen gezogenen Pflanzen 3 bis 4 Tage früher zum Vorschein gekommen als bei den Secale-Endosperm-Kulturen; ihnen folgten der Reihe nach die Triticum-, Hordeum- und Avena-Endosperm-Gruppen. In annähernd gleicher Reihenfolge erfolgte das Blühen.

Die charakteristische Anthokyanfärbung, welche die normalen Secale-Keimpflanzen in den ersten Entwicklungsstadien stets aufwiesen, konnte an den unter gleichen Wachstumsbedingungen gehaltenen isolierten Embryonen und Endosperm-Kulturen nur zum Teil konstatiert

werden. Inwieweit dieses Verhalten als Folgeerscheinung der durch die Exstirpation stattgefundenen Verwundung zu betrachten oder auf Ernährungseinflüsse zurückzuführen ist, muß dahingestellt bleiben.

V. Triticum-Embryonen mit Triticum-Endosperm ernährt.

Alle Embryonen gelangten anfangs zur Entwicklung.

Die Koleoptile war bei 10 Proz. nach 3 Tagen,
„ 60 „ „ 5 „
„ 80 „ „ 6 „
„ 100 „ „ 8 „
über der Erde sichtbar.

Das 1. Blatt durchbrach bei 60 Proz. nach 8 Tagen,
„ 100 „ „ 10 „
die Koleoptile.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 8 cm,
Länge der ersten Blattspreite 7 „
Breite „ „ „ 3 mm;
bei 40 Proz. war das 2. Blatt in Entwicklung begriffen, jedoch noch nicht entfaltet. 10 Proz. der Versuchspflänzchen waren verwelkt.

Nach 34 Tagen war das 2. Blatt bei allen Objekten entfaltet, ein 3. jedoch noch nicht produziert, während letzteres bei den normalen Pflanzen schon 10 Tage früher zum Vorschein gekommen war.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 82 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 42 „
Breite „ „ „ „ 1,2 „ .

Die Ähren traten 11 Tage später als bei den normalen Pflanzen und den Secale-, 3 Tage später als bei den Hordeum-Endosperm-Kulturen hervor. Die Pflanzen dieser Versuchsgruppe waren in Bezug auf Höhe und Stärke des Halmes, Länge und Breite der Blätter nicht nur hinter den normalen, sondern auch hinter den Secale-Endosperm-Kulturen zurückgeblieben.

VI. Triticum-Embryonen mit Secale-Endosperm ernährt.

Kein Embryo blieb ohne beginnende Entwicklung.

Die Koleoptile war bei 40 Proz. nach 7 Tagen,
„ 80 „ „ 8 „
„ 100 „ „ 9 „
über der Erde bemerkbar.

Das 1. Blatt trat bei 70 Proz. nach 10 Tagen,
100 „ „ 14 „
us der Koleoptile hervor.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 6 cm,
Länge der ersten Blattspreite 5 „
Breite „ „ „ 3 mm;

ein Pflänzchen hatte das 2. Blatt entwickelt, 20 Proz. waren zugrunde egangen.

Nach 34 Tagen hatten alle das 2. Blatt produziert, dasselbe ar auch länger und breiter als das der vorigen Versuchsreihe (V); in 3. Blatt war noch nicht vorhanden. Dasselbe erschien dann 8 Tage päter als bei den normalen Pflanzen.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 87 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 44 „
Breite „ „ „ „ 1,2 „ .

Die Ähren kamen zur gleichen Zeit wie bei den normalen flanzen, dementsprechend trat auch das Blühen ein. Die Pflanzen ieser Versuchsreihe zeigten — von den normalen Pflanzen abgesehen – die günstigsten Wachstumsresultate.

II. Triticum-Embryonen mit Hordeum-Endosperm ernährt.

Alle Embryonen gelangten zur Keimung.

Die Koleoptile war bei 10 Proz. nach 3 Tagen,
„ 40 „ „ 6 „
„ 80 „ „ 7 „
„ 100 „ „ 8 „

ber der Erde sichtbar.

Das 1. Blatt hatte bei 70 Proz. nach 10 Tagen,
„ 100 „ „ 15 „

ie Koleoptile durchbrochen.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 4,9 cm,
Länge der ersten Blattspreite 3,9 „
Breite „ „ „ 3 mm;

ei keinem Pflänzchen war ein 2. Blatt zu bemerken, 20 Proz. der ersuchsobjekte waren verwelkt.

Nach 34 Tagen war bei allen Pflänzchen das 2. Blatt entwickelt, jedoch kein drittes; das erstere war aber kürzer und schmäler als bei den vorigen Versuchsreihen.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 58 cm.
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 32 „
Breite „ „ „ 7 mm.

Die Ähren wurden 8 Tage später als bei den normalen Pflanzen und denen der Secale-Endosperm-, aber einige Tage früher als bei den Triticum-Endosperm-Kulturen sichtbar. Wenn man von den etwas eher erfolgten Durchbruch der Ähren absieht, stellten diese Hordeum-Endosperm-Kulturen die am schwächsten entwickelten Pflanzen von V, VI und VII dar.

VIII. Triticum-Embryonen mit Avena-Endosperm ernährt.

Hier gelangten nur 60 Proz. zur Keimung.

Die Koleoptile war bei 20 Proz. nach 6 Tagen,
„ 40 „ „ 10 „
„ 60 „ „ 12 „
über der Erde bemerkbar.

Das 1. Blatt trat nach 15 Tagen nur bei 2 Exemplaren aus der Koleoptile hervor; alle anderen waren welk und gingen während der folgenden Tage zugrunde.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen hatte das eine der 2 übriggebliebenen Pflänzchen 2,6 cm Höhe, die 1. Blattspreite war 2 cm lang und 2 mm breit; beim zweiten Objekte hatte das 1. Blatt die Koleoptile zwar durchbrochen, blieb aber zusammengefaltet; während der nächsten Tage ging es ein.

Nach 34 Tagen hatte das noch übrige Pflänzchen sich sehr erholt und verhältnismäßig günstig entwickelt.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanze 72 cm
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 41 „
Breite „ „ „ „ 1 „

Die Ähre trat 14, resp. 8 Tage später als bei den Pflanzen der Gruppen V, VI, VII hervor.

Dieses eine Exemplar hatte in Bezug auf Halmhöhe, Länge und Breite der Blätter die Gruppe VII überholt.

Überblick von V—VIII. Hier traten schon in den ersten Tagen merkliche Unterschiede zwischen den aus normalen Samen und den au

künstlich ernährten Embryonen gezogenen Pflanzen auf. Die Koleoptilen der ersteren waren fast durchwegs früher über der Erde bemerkbar; das 1. Blatt trat ebenfalls eher aus der Koleoptile hervor. Auch im weiteren Wachstum zeigten die ersteren günstigere Maßverhältnisse. Allerdings waren nach $4^1/_2$ Monaten die Abstände in der Entwicklung erheblich verringert. Die günstigste Förderung konnte ich bei den mit Secale-Endosperm kultivierten Objekten konstatieren; diese hatten die normalen Pflanzen nahezu eingeholt. Ihnen reihten sich die Triticum-, Hordeum- und Avena-Endosperm-Kulturen an. Von letzteren waren alle bis auf 1 Stück eingegangen. Die Ähren erschienen zunächst bei den normalen Pflanzen und den Secale-Endosperm-Kulturen, dann der Reihe nach bei V, VII, VIII.

IX. Hordeum-Embryonen mit Hordeum-Endosperm ernährt.

Alle Embryonen entwickelten sich anfangs.

Die Koleoptile war bei 10 Proz. nach 7 Tagen,
„ 90 „ „ 8 „
„ 100 „ „ 9 „
über der Erde bemerkbar.

Das 1. Blatt trat bei 30 Proz. nach 9 Tagen,
„ 70 „ „ 11 „
„ 100 „ „ 13 „
aus der Koleoptile hervor.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 6,1 cm.
Länge der ersten Blattspreite 5,1 „
Breite „ „ „ 4 mm;
bei keinem war das 2. Blatt schon in Entwicklung begriffen, freilich auch bei den normalen Objekten nicht.

Nach 34 Tagen war bei allen Pflänzchen das 2. Blatt vorhanden, jedoch kürzer und schmäler als bei den normal kultivierten; bei letzteren war auch das 3. Blatt schon kräftig entwickelt. 20 Proz. hatten das Wachstum sistiert.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 89 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 39 „
Breite „ „ „ „ 1,5 „;
die Pflanzen dieser Gruppe hatten die normalen nahezu erreicht.

Die Ähren kamen zu gleicher Zeit mit denen der normal kultivierten; sie blühten auch gleichzeitig mit diesen.

X. Hordeum-Embryonen mit Secale-Endosperm ernährt.

Kein Embryo war anfangs ohne Entwicklung geblieben.

Die Koleoptile war bei 10 Proz. nach 7 Tagen,
„ 80 „ „ 8 „
„ 100 „ „ 9 „
über der Erde bemerkbar.

Das 1. Blatt trat bei 20 Proz. nach 9 Tagen,
„ 80 „ „ 12 „
„ 100 „ „ 14 „
aus der Koleoptile hervor.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 5,6 cm,
Länge der ersten Blattspreite 4,3 „
Breite „ „ „ 4 mm;
kein Exemplar hatte das 2. Blatt produziert, 40 Proz. waren zugrunde gegangen.

Nach 34 Tagen war bei allen das 2. Blatt vorhanden, von dem 3. jedoch noch nichts zu bemerken.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 86 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 40,5 „
Breite „ „ „ „ 1,3 „

Die Ähren traten 8 Tage später als bei der vorigen Gruppe hervor. Im allgemeinen waren die Versuchsobjekte dieser Reihe gegenüber denen der beiden ersteren (der normalen und von IX) und der folgenden (XI) im Wachstum zurückgeblieben.

XI. Hordeum-Embryonen mit Triticum-Endosperm ernährt.

Alle Embryonen gelangten zum Wachstum.

Die Koleoptile war bei 10 Proz. nach 7 Tagen,
„ 70 „ „ 8 „
„ 100 „ „ 9 „
über der Erde sichtbar.

Das 1. Blatt trat bei 30 Proz. nach 8 Tagen,
„ 90 „ „ 10 „
„ 100 „ „ 11 „
aus der Koleoptile hervor.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 6 cm,
Länge der ersten Blattspreite 5 „
Breite „ „ „ 4 mm;

bei keinem Objekte war ein 2. Blatt vorhanden, 40 Proz. waren eingegangen.

Nach 34 Tagen hatten alle das 2. Blatt, 10 Proz. ein schwächliches 3. Blatt produziert; im allgemeinen zeigten die Pflanzen kräftiges Aussehen.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 99 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 47 „
Breite „ „ „ „ 1,7 „.

Die Ähren erschienen zu gleicher Zeit wie bei den normalen Pflanzen und denen der Gruppe IX; diese Versuchsobjekte (IX) waren merklich schwächer.

XII. Hordeum-Embryonen mit Avena-Endosperm ernährt.

Nur 70 Proz. ließen eine anfängliche Entwicklung feststellen.

Die Koleoptile war bei 20 Proz. nach 7 Tagen,
„ 70 „ „ 8 „
über der Erde bemerkbar.

Das 1. Blatt trat bei 50 Proz. nach 11 Tagen,
„ 70 „ „ 13 „
aus der Koleoptile hervor.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 1,7 cm,
Länge der ersten Blattspreite 1,4 „
Breite „ „ „ 3 mm;

nur noch 20 Proz. waren wachstumsfähig, kein Pflänzchen hatte das 2. Blatt entwickelt.

Nach 34 Tagen war erst bei der Hälfte der Pflanzen ein 2. Blatt vorhanden und auch dieses kürzer und schmäler als bei allen anderen Objekten dieser Gruppe.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 60 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 40 „
Breite „ „ „ „ 9 mm.

Die Ähren traten erst 16 Tage später als bei den normalen Pflanzen hervor.

Das Avena-Endosperm hatte also auch in dieser Versuchsreihe die geringste Förderung zur Folge.

Überblick von IX—XII. Auch diese Gruppe ließ gleich in den ersten Tagen merkliche Unterschiede zwischen den aus normalen Samen und den aus künstlich ernährten Embryonen gezogenen Pflanzen deutlich hervortreten. Die Koleoptilen erschienen bei den ersteren einige Tage früher, auch das 1. Blatt trat eher aus der Koleoptile hervor. Nach 20 Tagen waren ganz bedeutende Unterschiede zu konstatieren. Von den künstlich ernährten Objekten waren die Triticum-Kulturen den normalen am nächsten gekommen. Nach $4^1/_2$ Monaten waren die Unterschiede geringer. Die mit Triticum-Endosperm kultivierten Pflänzchen hatten ebenso kräftige Pflanzen gezeitigt wie normale Samen. An diese reihten sich die Hordeum-, Secale- und Avena-Endosperm-Kulturen. Auch hier blieben letztere am meisten im Wachstum zurück. Die Ähren kamen bei den normalen Pflanzen, den Hordeum- und Triticum-Endosperm-Kulturen zu gleicher Zeit, dann folgten die Secale-, später erst die Avena-Endosperm-Kulturen.

XIII. Avena-Embryonen mit Avena-Endosperm ernährt.

Nur 70 Proz- zeigten beginnendes Wachstum.

Die Koleoptile war bei 30 Proz. nach 8 Tagen,
„ 50 „ „ 9 „
„ 70 „ „ 10 „
über der Erde sichtbar.

Das 1. Blatt trat bei 40 Proz. nach 11 Tagen,
„ 70 „ „ 14 „
aus der Koleoptile hervor.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 5,6 cm,
Länge der ersten Blattspreite 4,6 „
Breite „ „ „ 4 mm;
bei keinem Pflänzchen war das 2. Blatt entwickelt, 10 Proz. der übriggebliebenen Exemplare waren verwelkt.

Nach 34 Tagen war bei allen Objekten das 2. Blatt, bei keinem Pflänzchen das 3. Blatt vorhanden; erstere zeigten jedoch ungünstigere Maßverhältnisse als die normalen, welche auch alle schon das 3. Blatt produziert hatten.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 107 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 45 „
Breite „ „ „ „ 1,8 „.

Die Rispen erschienen bei diesen zu gleicher Zeit mit den normalen; die Maßverhältnisse der einzelnen Pflanzenteile waren jedoch gegenüber denen der normalen Objekte etwas geringere.

XIV. Avena-Embryonen mit Secale-Endosperm ernährt.

Bei dieser Gruppe keimten nur 60 Proz.

Die Koleoptile war bei 20 Proz. nach 8 Tagen,
„ 60 „ „ 11 „
über der Erde wahrzunehmen.

Das 1. Blatt trat bei 20 Proz. nach 11 Tagen,
„ 60 „ „ 13 „
aus der Koleoptile hervor.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 4,7 cm,
Länge der ersten Blattspreite 3,6 „
Breite „ „ „ 4 mm;

bei keinem Pflänzchen war das 2. Blatt zu bemerken, wie überhaupt nur noch 20 Proz. wachstumsfähig waren.

Nach 34 Tagen besaßen alle das 2. Blatt in den Maßverhältnissen der vorigen Gruppe.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 107 cm,
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 42 „
Breite „ „ „ „ 1,3 „.

Die Rispen kamen 2 Tage später als bei den normalen und der vorigen Gruppe zum Durchbruch. Im allgemeinen waren die Größenverhältnisse die der vorigen Gruppe und günstiger als bei den Hordeum-Endosperm-Kulturen.

XV. Avena-Embryonen mit Triticum-Endosperm ernährt.

Auch in dieser Reihe gelangten nur 60 Proz. zur Keimung.

Die Koleoptile war bei 10 Proz. nach 3 Tagen,
„ 20 „ „ 8 „
„ 60 „ „ 9 „
über der Erde bemerkbar.

Das 1. Blatt war bei allen nach 12 Tagen aus der Koleoptile hervorgetreten. Eine Entfaltung fand aber nicht statt und nach 20 Tagen hatten alle Pflänzchen das Wachstum sistiert. Von den Vorversuchen war jedoch 1 Exemplar erhalten geblieben, welches relativ günstige Wachstumsresultate zeitigte; insbesondere war die Bestockung eine überaus reichliche, Halme und Rispen wiesen kräftiges Wachstum auf.

XVI. Avena-Embryonen mit Hordeum-Endosperm ernährt.

Nur 30 Proz. brachten es zu einer anfänglichen Entwicklung.
Die Koleoptile war bei 20 Proz. nach 8 Tagen,
„ 30 „ „ 9 „
über der Erde sichtbar.
Das 1. Blatt trat bei 10 Proz. nach 12 Tagen,
„ 30 „ „ 14 „
aus der Koleoptile hervor.

Resultate der späteren Messungen.

Nach 20 Tagen: Höhe der Pflänzchen 3 cm,
Länge der ersten Blattspreite 2,4 „
Breite „ „ „ 3 mm;
bei keinem Pflänzchen war das 2. Blatt entwickelt, 66 Proz. der gekeimten Versuchsobjekte waren zugrunde gegangen.

Nach 34 Tagen hatten zwar alle das 2. Blatt, jedoch schwächer entwickelt als bei den vorigen Gruppen.

Nach $4^1/_2$ Monaten: Höhe der Pflanzen 98 cm.
Länge der letzten entwickelten Blattspreite 41 „
Breite „ „ „ „ 1,4 „

Die Rispen erschienen gleichzeitig mit denen der Secale-Endosperm-Kulturen. Die Maßverhältnisse waren annähernd die der Hordeum-Endosperm-Kulturen.

Uberblick von XIII—XVI. Bei dieser Gruppe waren im allgemeinen die Unterschiede zwischen den einzelnen Kulturen keine auffallenden. Die Avena-Embryonen wurden durch die Endosperme der anderen Spezies weit mehr im Wachstum gefördert als dies im gegenseitigen Verhältnis der früheren Gruppen der Fall war.

Eine relativ geringere Entwicklung beobachtete ich bei den Hordeum-Endosperm-Kulturen. Die günstigste Beeinflussung des Wachstums ließen die mit artgleichem Endosperm ernährten Embryonen erkennen, an die sich die Secale- und Hordeum-Endosperm-Kulturen anreihten.

Zusammenfassung.

1. Kein vom Endosperm befreiter, isolierter Embryo der untersuchten Arten (Secale, Triticum, Hordeum, Avena) konnte zu einer normal entwickelten Pflanze herangezogen werden.

2. Aus künstlich ernährten Embryonen gezogene Pflanzen erichten im allgemeinen nicht den gleichen günstigen Entwicklungsgrad ie die aus normalen Samen kultivierten Individuen.

3. Die mit artgleichem und artfremdem Endosperm erihrten Embryonen wurden nicht in gleicher Weise gefördert oder gemmt. Den ungünstigsten Einfluß übte im allgemeinen das Avenandosperm auf die Secale-, Triticum- und Hordeum-Embryonen is, während die Avena-Embryonen in keinem Falle eine gleich uninstige Einwirkung durch artfremdes Endosperm beobachten ließen.

a) Die Secale-Embryonen gediehen annähernd gleich gut auf m eigenen (artgleichen) und Triticum-Endosperm, weniger gut auf m von Hordeum und Avena.

b) Für die Triticum-Embryonen erwies sich das Secalendosperm als gute Nährstoffquelle. Diese Kulturen waren in jeder eziehung weiter in der Entwicklung fortgeschritten als die mit dem genen (artgleichen) Endosperm gezüchteten Objekte. Durch Horeum- und Avena-Endosperm waren diese Keimlinge weniger gerdert worden.

c) Die Hordeum-Embryonen zeigten das günstigste Wachstum i Ernährung mit Triticum-Endosperm; eine etwas geringere Entcklung beobachtete ich bei der Kultur mit dem eigenen (artgleichen) id Secale-Endosperm, während das Avena-Endosperm das Gehen dieser Embryonen am wenigsten begünstigte.

d) Die Avena-Embryonen ließen bei der Kultur mit artfremdem ndosperm weit gleichmäßigere Wachstumsverhältnisse wahrnehmen, als es bei den anderen Embryonen gegenüber dem Avena-Endosperm r Fall war. Am günstigsten entwickelten sich die Kulturen mit dem genen (artgleichen) Endosperm, denen sich die mit Secale- und ordeum-Endosperm anreihten.

Wien, im November 1906.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: 97

Autor(en)/Author(s): Stingl Georg

Artikel/Article: Experimentelle Studie über die Ernährung von pflanzlichen Embryonen. 308-331