

HUNDERT JAHRE MENDELSCHES GESETZE

Von Otto Mather

1965 waren es hundert Jahre, seitdem Licht in das Dunkel der Vererbungslehre gebracht wurde. Mit Galilei trat die von ihm gefundene induktive Forschungsmethode ihren Siegeszug an. Jetzt war man in der Lage, eine vordem unüberschaubare Tatsachenfülle auf solide gesetzliche Fundamente zurückzuführen, denn naturwissenschaftliches Erkennen ist ein Gesetzeserkennen. Die aufgefundenen Gesetze galten jedoch bloß für die tote Materie, das wichtige Lebensgebiet der Vererbungserscheinungen aber schien außerhalb aller Gesetzlichkeit zu stehen. Bezeichnend für die Denkungsweise der Gelehrten der damaligen Zeit ist ein Ausspruch von A. Kerner von Marilaun: „Angeblich will man Gesetze der Vererbung gefunden haben: das einzige Gesetz der Vererbung ist, daß es kein Gesetz der Vererbung gibt¹.“

Die Entdeckung der Vererbungsgesetze, die der Augustiner-Pater Gregor Mendel vollbrachte, ist daher eine der größten Forschertaten. 1856 begann er mit seinen berühmten Experimenten und am 8. Februar und 8. März 1865 verkündete er der Öffentlichkeit die von ihm gefundenen Gesetze. In acht Jahre langer, mühevoller Arbeit hat er sie aus seinen Kreuzungsexperimenten, durchgeführt mit der Gartenerbse, herausgelesen. Um seine Arbeit voll würdigen zu können, sei zunächst nach den Grundzügen des biologischen Wissens am Beginn seiner epochemachenden Versuche gefragt.

Der schwedische Naturforscher Linné (1707—1778) vertrat die Ansicht, die Arten der Lebewesen seien die natürlichen und unveränderlichen Einheiten des Lebens, und es gebe deren so viele als Gott erschaffen hat.

Lamarck (1744—1829) lehrte die Urzeugung und die Stammesentwicklung. Die Arten der Jetztzeit seien von früheren ausgestorbenen herzuleiten, die Grenzlinien zwischen den Arten werden als fließend aufgefaßt und als Ursache für die Umbildung müßte man die Einflüsse der Umwelt sowie den Gebrauch oder den Nichtgebrauch der Organe ansehen.

Der Zoologe Cuvier (1769—1832) hielt streng an der Konstanz der Arten fest. Mit Hilfe seiner Katastrophentheorie versuchte er den Wechsel der Tierformen in den verschiedenen geologischen Epochen zu erklären, wobei er unentschieden ließ, ob die Lebewesen der neuen Epoche aus Überlebenden der vorhergehenden stammten oder durch einen eigenen Schöpfungsakt ins Dasein traten.

Wie sehr die Probleme des Lebens die Gemüter bewegten, zeigte das

¹ Richter, O.: Johann Gregor Mendel wie er wirklich war. Brünn 1943, S. 172.

lebhaftes Interesse Goethes an der öffentlichen Auseinandersetzung Cuviers mit Geoffroy St. Hilaire, welcher die Tierformen auf einen einheitlichen Grundplan zurückzuführen bestrebt war; der Dichter selbst dachte an ein „inneres Gesetz“², das sich in der Fülle der Einzelgestalten auswirkt.

Mit der Katastrophenlehre hatte sich der berühmte Zoologe auf geologisches Gebiet begeben und dadurch die Vertreter desselben aufgerufen. Stimmt sie nicht, so konnte man von hier aus sein theoretisches Gebäude erschüttern. Das erfolgte durch den Engländer Lyell (1797—1875), der die Auffassung vertrat, daß die heute tätigen geologischen Kräfte, die das Antlitz der Erde nur allmählich umformen, auch in früheren Epochen wirkten und keine anderen, weshalb die Katastrophentheorie abzulehnen sei. Mit Lyell wurde der Kraftbegriff in den Kreis der Betrachtung gezogen. Kräfte sind als physikalische Größen mathematisch faßbar und ermöglichen die Anwendung des Funktions-, Differential- und Integralbegriffes. In der Formulierung: „allmähliche Umformung“ liegt bereits der mathematische Begriff der Stetigkeit.

Darwin (1809—1882) verwendete denselben auch für das Reich des Lebens, indem er eine allmähliche Umformung der Lebewesen annahm, nachdem er vorher lange die Meinung: „als wäre jede Spezies unabhängig von den übrigen erschaffen worden“³, vertreten hatte.

Mendel selbst führt in den „Einleitenden Bemerkungen“ seines Werkes „Versuche über Pflanzenhybriden“ Koelreuter, Gärtner, Herbert, Lecoq und Wichura namentlich an und weist aus dem Überblick über die einschlägigen wissenschaftlichen Arbeiten bloß mit „u. A.“ auf weitere Forscher hin.

Soviel über den Stand der Dinge vor der Entdeckung der Vererbungsgesetze, die eine Konstanz der Arten von heute zum Ausdruck bringen sollten. Gesetze lassen sich nur über Vorgänge aufstellen. Die Neuschaffung von Individuen durch Zeugung ist ein alles Leben beherrschender Vorgang. Bedenken wir den für die damalige Geisteshaltung charakteristischen Ausdruck des berühmten Kerner von Marilaun, so muß man Mendels Mut bewundern, sich an eine nach wissenschaftlicher Meinung aussichtslose Arbeit heranzuwagen.

Es soll nun versucht werden, den „Bedingungen und Richtkräften“, um mit E. Otto zu sprechen, nachzuforschen, die Mendels Titanenleistung ermöglichten. Vererbung und Milieumwelt prägen den Menschen, prägen den Forscher. Während die Erbgrundlage die Entwicklungsmöglichkeiten in sich birgt, Richtung und Grenzen derselben vorzeichnet, entscheidet die Milieumwelt über ihre Gestaltgewinnung, denn auch das beste körperliche und seelisch-geistige Erbgut kann sich in Ermangelung günstiger Umweltbedingungen unmöglich zu höchster Blüte entfalten. Die in der Erbgrundlage schlummernden Entwicklungsmöglichkeiten in wissenschaftlicher Rich-

² Linder, Hermann: Biologie. Stuttgart 1944, S. 319/20.

³ Richter: Mendel 178.

tung erwachen in der Berührung und in der Auseinandersetzung mit dem Kulturgut.

Wie steht es in dieser Beziehung bei Mendel? Geboren am 20. (22.) Juli 1822 in Heinzendorf, im Kuhländchen, als Sohn eines Landwirtes, ist Johann Mendel geprägt durch das gesunde Erbgut seiner bäuerlichen Ahnen⁴.

Schon in der Volksschule des Ortes fiel der aufgeweckte Junge durch seine Begabung auf. Hier wurden die Kinder auf Wunsch der Gräfin Waldburg auch in Naturkunde unterrichtet und im Schulgarten an Obstbaumbau und Pflege der Bienen herangeführt. Sein Vater hatte ihn zur Übernahme des bäuerlichen Anwesens ausersehen und daher den Knaben frühzeitig mit Landwirtschaft und gärtnerischen Arbeiten vertraut gemacht. Der Schulmeister des Dorfes, vor allem aber auch Mendels Mutter, die in ihrem Mutterstolz wahrscheinlich schon den zukünftigen geistlichen Herrn sah, und des Knaben ungestümes Drängen bewogen den Vater, seinen Plan aufzugeben: Der Junge wurde für das Studium bestimmt. Erster Wendepunkt in Mendels Leben!

Die ländliche Milieumwelt seines Heimatdorfes Heinzendorf im Sudetenland weckte in ihm die Liebe zur Natur, die nie mehr erlöschen sollte, wie die spätere vom Prälaten Mendel geleitete Ausschmückung des Kapitelsaales des Brünner Klosters mit Bildern, die auch Landwirtschaft und Gärtnerei verherrlichten, zeigte. Die Liebe zur Heimatnatur entzündete das Feuer der Liebe zu den Naturwissenschaften. Wenn es noch eines Beweises des Verwurzeltheits in der Heimatwelt für die Weckung der Seelenkräfte bedarf, so hat ihn Mendel in hervorragendem Maße geliefert.

Am Piaristengymnasium in Leipnik, in das er mit 11 Jahren eintrat, und am Troppauer k. k. Gymnasium, in welches er 1834 aufgenommen wurde, entwickelte sich Mendel zur Freude seiner Lehrer. Nun zeigte sich seine sprachlich-philosophische und mathematisch-naturwissenschaftliche Begabung.

⁴ Iltis, Hugo: Gregor Johann Mendel. Berlin 1924, S. 4: Stammbaum der Hauptlinie, der Gregor Mendel entstammt, nach Schindler:

1. Konstantin Mendele, Wessiedl, † 1613,
2. Martin Mendele und Anna (1613 schon verheiratet),
3. Georg Mendele, Bauer, Wessiedl Nr. 25 und Katharina Ondra (Heirat 1643),
4. Wenzel Mendel, Bauer, Heinzendorf Nr. 6 und Marie Wellert, Kamitz (Heirat 18. 2. 1684),
5. Andreas Mendel, Hüttler, Heinzendorf und Marie Blaschke (Heirat 5. Mai 1720),
6. Anton Mendel, Hüttler, Heinzendorf Nr. 26 und Elisabeth Weiß (Heirat 26. Mai 1748),
7. Valentin Mendel, Bauer, Heinzendorf Nr. 58 und Elisabeth Blaschke (Heirat am 3. September 1778),
8. Anton Mendel, Bauer, Heinzendorf Nr. 58 und Rosine Schwirtlich (Heirat 6. Okt. 1818).

„In den ältesten Matriken des Ostrauer Gerichtsbezirkes aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts kommt der Name Mendel öfter, aber immer in der Schreibweise ‚Mendele‘ oder ‚Mandele‘ vor. A. Schindler schließt aus dieser Schreibweise auf süddeutschen, schwäbischen Ursprung der Mendel und stellt die Vermutung auf, daß der erste Kuhländler Mendel ein um 1514 aus Württemberg vertriebener Bundschuhbauer gewesen sein könnte.“

O. Richter hat in seiner Mendelbiographie die Zeugnisnoten von 1835 bis 1843 festgehalten. Für sämtliche Fächer wird das Prädikat „I“ aufgewiesen, sehr häufig noch mit dem Zusatz „em“, d. h. erste Klasse mit Vorzug. Gleichfalls vorzügliche Erfolge wies er beim Studium der „Philosophie“ in Olmütz auf⁵.

Seine wirtschaftliche Lage war nicht rosig. Gar oft war Schmalhans Küchenmeister, wenn der Frachtwagen aus dem Heimatorte nicht rechtzeitig Butter und Brot mitbrachte. Um seine materielle Lage zu bessern, besuchte er auch den Lehrerkursus für „Schulkandidaten und Privatlehrer“ an der Kreishauptschule in Troppau, denn er bot später die Möglichkeit, durch Privatunterricht nebenher etwas zu verdienen. In den Ferien hieß es, daheim in Garten und Feld tüchtig zuzugreifen. Harte Schicksalsschläge wecken oft ungeahnte Energien in der Menschenseele. Das sollte auch der junge Mendel erfahren. Die Erschütterung der Existenzgrundlage durch das Unglück im Elternhaus — dem Vater war 1838 bei der winterlichen Robot

⁵ Richter: Mendel 82.

In welcher Weise Mendel seine Studien absolvierte, zeigen die dem biographischen Artikel von Adolf Staffe: „Gregor Johann Mendel und sein Werk“, Sond.-Abdr. aus d. „Heimatbildung“, Sudetendeutscher Verl. Franz Kraus, Reichenberg, S. 4, entnommenen Zensuren Mendels:

		Sitten	Verwendung	Religion	Latein	Geographie u. Gesch.	Math.	Griech.
1. Gramm. Kl. (1835)	1. S. 2. S.	I em. I em.	I I	I ad e.	I I	ad e. I em.	I I	— —
2. Gramm. Kl. (1836)	1. S. 2. S.	I em. I em.	I I em.	I ad e.	I ad e.	I em. I em.	I ad e.	— —
3. Gramm. Kl. (1837)	1. S. 2. S.	I em. I em.	I em. I em.	I em. I em.	I em. dto.	I em. I em.	I em. I em.	I em. I em.
4. Gramm. Kl. (1838)	1. S. 2. S.	I em. I em.	I em. I em.	I em. durchaus	I em. I em.	I em. I em.	I em. I em.	I em. I em.
1. Hum. Kl. (1839)	1. S. 2. S.	I em. I em.	I em. I em.	ad e. Ist erkrankt und nicht geprüft w.	I em. I em.	ad e. ad e.	I em. ad e.	I em. ad e.
2. Hum. Kl. (1840)	1. S. 2. S.	I em. I em.	I em. I em.	I em. I em.	I em. I em.	ad e. ad e.	ad e. ad e.	ad e. ad e.

Im Jahre 1841 bezog er dann die sogenannte Philosophie in Olmütz. Seine dortigen Studienerfolge waren ebenfalls ganz ausgezeichnete:

Jahr	Sem.	Sitten	Religion	Theor. Philosophie	Prakt. Philosophie	Mathematik	Natur- lehre	Philologie	Erziehungs- kunde
1. (1841)	1. 2.	em. em.	em. em.	em. em.	— —	em. em.	em. em.	em. em.	— —
2. (1842)	1. 2.	em. em.	em. em.	em. I	— —	em. em.	— em.	em. em.	— em.
3. (1843)	1. 2.	em. em.	em. em.	— —	I I	— em.	em. em.	em. em.	em. em.

I em. = erste Klasse mit Vorzug. ad e. = sich dem Vorzug nähernd. I = erste Klasse.

ein Baumstamm auf die Brust gerollt — meisterte er mit Anspannung, um nicht zu sagen Überspannung der physischen und psychischen Kräfte.

Der kränkelnde Vater sah sich schon 1841 gezwungen, seine Wirtschaft an den Schwiegersohn Alois Sturm, der die älteste Tochter Veronika geheiratet hatte, zu übergeben, wodurch für Mendel die elterliche Unterstützung ganz wegfiel. In der 1850 abgefaßten Selbstbiographie sagte er von sich: „Seine kummervolle Jugend lehrte ihn frühzeitig die ernsten Seiten des Lebens kennen, sie lehrte ihn auch arbeiten“.⁶

Studium und Sorge um das tägliche Brot erschöpften seine Kräfte. September 1839 mußte er das Studium unterbrechen; als Schwerkranker kehrte er ins Vaterhaus zurück. Kaum genesen, ging er wieder nach Troppau und erhielt am 7. August 1840 das Abgangszeugnis des Gymnasiums.

Sein Eintritt — nach Absolvierung der „Philosophie“ in Olmütz — in das Augustiner-Stift St. Thomas in Altbrunn am 9. Oktober 1843 bedeutet den zweiten Wendepunkt seines Lebens und muß als höhere Fügung angesehen werden. Jetzt war er aller Nahrungssorgen, mit denen er auch in Olmütz zu kämpfen hatte und die seine Kräfte verzehrten, enthoben, die Gesundheit festigte sich wieder, Lebensmut und Arbeitsfreude erfüllten ihn von neuem.

1845 begann er mit den theologischen Studien. An Sprachen studierte er Latein, Griechisch, Hebräisch, Chaldäisch, Syrisch und Arabisch. Der Seelsorgeberuf in der Brünner Gegend verlangte Kenntnis der tschechischen Sprache, die offenbar auch einem Mendel Schwierigkeiten bereitete. Am 22. Juli 1848 empfing er die Subdiakonatsweihe, am 4. August 1848 wurde er zum Diakon und am 6. August 1848 zum Priester geweiht. Das klösterliche Leben sollte auch von entscheidender Bedeutung für die weitere geistige Entwicklung sein; war doch die Pflege der Wissenschaften durch den Orden „nach allen Richtungen hin“ so recht nach Mendels Geschmack. Hervorragende Männer zählten zu seinen Mitbrüdern. Es sei bloß an Bratranek gedacht, den späteren Professor der Universität Krakau, der die naturwissenschaftliche Korrespondenz Goethes sowie den Schriftenwechsel mit Alexander und Wilhelm v. Humboldt herausgab.

Daß sich aber das Augustiner-Stift und damit auch der Augustinerorden durch die Aufnahme des bescheidenen, freundlichen, allzeit hilfsbereiten Mendel für alle Zeiten das größte Denkmal setzen würden, konnte damals niemand ahnen. Nach Absolvierung der theologischen Studien bereitete er sich sofort auf die philosophischen Rigorosen vor; als er 1849 im Begriffe stand, sich den strengen Prüfungen zu unterziehen, erging an ihn die Aufforderung, eine Supplentenstelle am k. k. Znaimer Gymnasium anzunehmen. Mit Freuden kam er derselben nach, wodurch er freilich „aus den Studien für die philosophischen Rigorosen herausgerissen“ wurde⁷. Wäre der Ruf etwas später ergangen, hätte er den Doktorgrad erreicht. Mendels Vorliebe

⁶ Richter: Mendel 79—81.

⁷ Richter: Mendel 76.

für die Wissenschaften im allgemeinen und für die Naturwissenschaften im besonderen hatte den mährischen Statthalter, Graf Lažansky, zu dieser Verfügung bewogen. Damit war sein Wunsch in Erfüllung gegangen, sich trotz gesicherter Existenz durch das Kloster „seinen Lebensunterhalt auch verdienen zu können“⁸, zumal seine körperliche Indisposition für den Seelsorgeberuf durch eine schwere Krankheit gesteigert worden war.

Das Schicksal hatte nun Mendel in die Milieuumwelt der Schule versetzt, was sich für seine wissenschaftliche Tätigkeit günstig auswirken sollte. Am 7. Oktober 1849 trat er den Dienst an und wurde mit der Mathematik in der 4. und dem Griechischunterricht in der 3. und 4. Klasse betraut.

Weshalb er nach Bestellung zum Gymnasiallehrer die strengen Prüfungen nicht mehr abgelegt hat, ist vielleicht mit einer wissenschaftlichen Interessenverschiebung zu erklären. Aus persönlichen Gesprächen mit meinen hochverehrten Lehrern E. Otto, ehemals Universität Prag, und O. Richter, ehemals Deutsche Technische Hochschule Brünn, welch letzterer mir während seiner Arbeiten am Mendelbuch Original-Mendeldokumente gezeigt hat, weiß ich, daß ein wissenschaftliches Problem den Forscher ein Leben lang in Bann halten kann⁹.

Immer wieder erhebt sich die Frage, warum Gregor Mendel während seiner langjährigen Tätigkeit als Mittelschullehrer nicht zum wirklichen Lehrer oder Professor aufrückte wie seine Kollegen, sondern stets Supplent geblieben ist. Die Bedingung für die Erreichung dieser Rangstufen war die Ablegung der Lehrbefähigungsprüfung, der er sich zweimal unterzog. Der Versuch, die Lehramtsprüfung im Jahre 1850 aus Naturgeschichte als Haupt- und Physik als Nebenfach an der Wiener Universität ohne vorheriges naturwissenschaftliches Hochschulstudium abzulegen, mißlang, was jedoch seinem Ruf als Naturforscher in Brünn keinen Abbruch tat; wurde er doch 1851 anlässlich der Erkrankung des Professors Dr. Johann Helcelet mit der Supplierung der allgemeinen Naturgeschichte an der Technischen Lehranstalt in Brünn, der Vorgängerin der Deutschen Technischen Hochschule, betraut.

1851—1853 studierte er mit Erlaubnis seines Abtes und Bischofs zur Vorbereitung auf die Staatsprüfung an der Universität in Wien. Warum ist dieser Schritt nicht vorher erfolgt? Eine Antwort läßt sich nur auf Grund von Vermutungen geben:

1. Der geniale Mendel hatte seine Prüfungen am Gymnasium und in der sogenannten Philosophie in Olmütz ganz ausgezeichnet bestanden, was ihm sicher mächtigen Auftrieb gegeben; hatte er doch, wie bereits erwähnt, vor dem Eintritt in den Schuldienst schon für die philosophischen Rigorosen gearbeitet.
2. Die vorgesetzte Schulbehörde beurteilte seine Leistungen als Lehrer sehr günstig.

⁸ Richter: Mendel, Mendels Selbstbiographie S. 79—81.

⁹ Mündliche Aussprache mit Prof. Dr. E. Otto und Prof. Dr. O. Richter.

3. Offenbar wollte er auch der angespannten Finanzlage des Stiftes Rechnung tragen.

Das scheinen wohl die Hauptmotive seines Handelns gewesen zu sein. Mendel belegte folgende Vorlesungen:

1. Experimentalphysik und Übungen im physikalischen Institut bei Doppler,
2. Einrichtungen und Gebrauch der physikalischen Apparate und höhere mathematische Physik bei Ettingshausen,
3. Chemie bei Redtenbacher,
4. Zoologie und zoologische Übungen bei Kner,
5. Botanische Systematik bei Fenzl,
6. Pflanzenphysiologie bei Unger,
7. Mathematik, allgemeine Paläontologie und Leitmuscheln bei Zeckeli,
8. Privatvorträge beim Entomologen v. Kollar, Direktor des Hofmuseums.

Mit welchem Eifer er den Studien oblag, ersehen wir daraus, daß er bei Doppler zum Hilfsassistenten aufrückte und Zeckeli ihm in den Meldebogen schrieb: „Unausgesetzt fleißig und sehr teilnehmender Besuch bis zum Schluß¹⁰.“

1853 wurde Mendel Mitglied des Kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Vereins. Am 26. Mai 1854 erfolgte seine Anstellung als Supplent an der Deutschen Brünner Staatsrealschule, an der er 14 Jahre wirkte und in welche Zeit seine berühmten Versuche fielen. Im Juli 1855 meldete er sich nach gewissenhaftester Vorbereitung zum zweiten Male zur Lehramtsprüfung, diesmal bei der Prüfungskommission für Realschulen in Wien und zwar aus Physik für Unter- und Oberrealschulen und Naturgeschichte für Unterrealschulen. Anfang Mai 1856 fand die Prüfung statt. Ergebnis: Unbekannt. Niemand kennt es; Mendel blieb weiter Supplent. Doch sein Mut schwand nicht, und das war das Entscheidende.

Prof. Dr. Frimmel, ehemaliger Inhaber der Lehrkanzel für Landwirtschaftslehre an der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn, äußerte einmal in einem Vortrag die Ansicht, es sei offenbar zwischen dem Prüfenden und Mendel, der bereits seine wissenschaftliche Überzeugung haben mußte, zu Kontroversen gekommen. Hierin wäre der eigentliche Grund zu suchen, weshalb für Mendel auch der zweite Prüfungsversuch negativ verlief.

„Nach Iltis 1 c. S. 60 fehlte bei Mendels Namen jedenfalls in den Universitätsakten der Vermerk ‚Zeugnis ausgestellt‘.“ „Dafür hätte sich nachweisen lassen, daß in den Akten die Bemerkung vorkommt, ‚daß Arbeit, Gesuch und Fragen skartiert [vernichtet] wurden‘¹¹.“ Vielleicht ließe sich doch noch die Zusammensetzung der Prüfungskommission feststellen, sowie die Namen der Herren, die Mendel examinierten. Sollten auch diese Spuren verwischt sein, so ist dies menschlich begreiflich, denn niemand will mit dem Odium in die Geschichte eingehen, einen Großen im Reiche der Wis-

¹⁰ Richter: Mendel 77.

¹¹ Richter: Mendel 78.

senschaften bei seiner Prüfung in dessen ureigenstem Fach disqualifiziert zu haben.

Vom Schuljahr 1853/54 bis zum Schuljahr 1867/68 unterrichtete er in den beiden untersten Klassen Naturgeschichte und Naturlehre, im letzten Schuljahr auch noch Naturlehre in der dritten — alle Klassen mit Parallelzügen, einige sogar mit zweien — und versah mit Ausnahme des Schuljahres 1853/54 das Ordinariat in einer der zweiten Klassen.

Angesichts des Ringens der jungen Menschen um einen Platz an der Sonne, mag Mendel, der die Jugend mit den Augen des Lehrers, Priesters und Biologen sah, oft die Bedeutung des Erbgutes in den Sinn gekommen sein, und die Notwendigkeit der Kenntnis der gesetzlichen Grundlagen des Erbvorganges als dominierendes Forschungsmotiv muß seine Seele bewegt haben.

Aus dem bisher Gesagten resultiert:

1. hohe sprachlich-philosophische und naturwissenschaftlich-mathematische Begabung nach Ausweis in Mendels vorzüglichen Zeugnissen,
2. große Liebe zur Natur und den Naturwissenschaften nach eigenem Zeugnis in der Selbstbiographie,
3. spätere Dominanz der naturwissenschaftlichen Neigung, hervorgehend aus seinen Studien an der Wiener Universität, die zwei Schwerpunkte aufweisen:
 - a) einen auf dem Gebiete der Mathematik, der mathematischen Physik und der Experimentalphysik und
 - b) einen zweiten auf biologischem Sektor.

Schon jetzt darf man die Vermutung aussprechen: Hervorragende Lehrer, wie der berühmte Doppler u. a., sowie seine gründlichen Studien auf dem Gebiete der Mathematik, der Physik und Chemie haben zur Auffindung der Vererbungsgesetze entscheidend beigetragen.

1857 verstarb Mendels Vater an den Folgen des erwähnten Unglücksfalles, 1862 verlor er seine Mutter. Beide Elternteile hatten noch das große Glück genossen, den Aufstieg ihres Sohnes zu erleben. Ob ihnen aber Mendel jemals etwas von den mißglückten Lehramtsprüfungen berichtet hat, ist bei seinem Charakter wohl zu verneinen. Das Glück, das er für sie bedeutete, durfte durch keine Schatten getrübt werden.

Mendel muß ein hervorragender Pädagoge gewesen sein. Der Direktor der Technischen Lehranstalt Dr. Fl. Schindler richtete nach Ablauf der Supplentur an Mendel folgendes Schreiben: „Die Direktion benützt mit Vergnügen die Gelegenheit, um Ew. Hochwürden über den während der Zeit Ihrer hervorragenden Verwendung an den Tag gelegten Eifer, die nutzbringende Art Ihres Unterrichtes, die umsichtige Behandlung Ihrer Zuhörer und Ihr einnehmendes Verhalten gegen alle Institutsangehörige die belobendste Anerkennung auszudrücken, und Ihnen für Ihre aufopfernde Mühe und thätige Förderung der Schulzwecke den verbindlichsten Dank zu sagen¹².“

¹² Richter: Mendel 66.

Mendel wußte im Physik- und Chemieunterricht mit wenig Hilfsmitteln viel zu zeigen. Prof. Richter hat einige Versuche in seinem Mendelbuche geschildert¹³: Den Torricellischen Versuch und seine mathematische Auswertung; die Analyse des Wassers durch Zersetzung des Wasserdampfes in einem mit Eisenspänen beschickten und zum Glühen gebrachten Flintenlauf; die Bindung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft durch erhitztes Quecksilber und nachherige Zersetzung des gebildeten Quecksilberoxydes; die Verbrennung als Oxydationsvorgang, wobei Mendel ganz ungezwungen den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit erarbeitete und im Anschluß daran auf den energieliefernden Oxydationsprozeß im Körper der Lebewesen zu sprechen kam. Bei der Behandlung des Stickstoffs fragt man sich unwillkürlich, ob er nicht schon Erfahrungen über die Assimilation des atmosphärischen Stickstoffs und über Nitrifikation gesammelt hatte, „wie sie erst durch die Studien über die Leguminosen- und über die Nitrifikationsbakterien gewonnen wurden“¹⁴.

Iltis¹⁵ sagt: „Bei seinen Bienen und Blumen hatte er ein stilles Glück gefunden, aber auch das stolze Bewußtsein, in ein neues Land geblickt zu haben, das allen anderen unbekannt war. Und doch blieb er einfach und bescheiden und schritt in diesen Tagen in heiterer und stiller Sicherheit, ein heimlicher Kaiser, durch ein glückliches Leben. Und diese Ruhe und Sicherheit übertrug sich auch auf seine Schulstunden. Die Gabe, die ihn als Forscher in hohem Grade auszeichnet, das Schwierigste klar und faßlich sagen zu können, machte ihn zu einem ausgezeichneten Lehrer.“

Hochschulprofessor Josef Liznar¹⁶, ein Schüler Mendels: „Ich habe das Glück gehabt, zu meinen Lehrern auch Gregor Mendel zählen zu dürfen. Er war es, der in mir Lust und Liebe zur Naturwissenschaft geweckt hat.“ Es ist daher nur zu verständlich, daß sich nach Mendels Wahl zum Abt des Augustiner-Stiftes Lehrerkollegium und Schüler schweren Herzens von ihm getrennt haben.

In der Einleitung seines Werkes sagt Mendel: „Künstliche Befruchtungen, welche an Zierpflanzen deshalb vorgenommen wurden, um neue Farbenvarianten zu erzielen, waren die Veranlassung zu den Versuchen . . . Die auffallende Regelmäßigkeit, mit welcher dieselben Hybridformen immer wiederkehrten . . . , gab die Anregung zu weiteren Experimenten, deren Aufgabe es war, die Entwicklung der Hybriden in ihren Nachkommen zu verfolgen.“

„Wenn es noch nicht gelungen ist, ein allgemein gültiges Gesetz für die Bildung und Entwicklung der Hybriden aufzustellen, so kann das Niemanden Wunder nehmen, der den Umfang der Aufgabe kennt, und die Schwierigkeiten zu würdigen weiß, mit denen Versuche dieser Art zu kämpfen

¹³ Richter: Mendel 69—74.

¹⁴ Richter: Mendel 73.

¹⁵ Iltis 54.

¹⁶ Iltis 55.

haben.“ Wir sehen, Mendel war von der Gesetzlichkeit der Vererbung überzeugt. Dieses Bewußtsein mußte ihm gewaltigen Auftrieb gegeben haben. Mit genialem Blick erkannte er die Ursache des Scheiterns seiner Vorgänger. Eine Übersicht über die einschlägige Literatur zeigte ihm nämlich, „daß unter den zahlreichen Versuchen keiner in dem Umfange und in der Weise durchgeführt ist, daß es möglich wäre, die Anzahl der verschiedenen Formen zu bestimmen“ und die gegenseitigen numerischen Verhältnisse festzustellen.

Mendel nahm auch schon das mathematische Bild der Gesetze vorweg: Sie sind durch Zahlenverhältnisse darstellbar. Die Bedeutung allgemein gültiger Vererbungsgesetze für den einzelnen wie für die Nation mußte er auch mit den Augen des Priesters und Lehrers sehen. Hat doch der Mensch bei Beobachtung derselben bei der Familiengründung sein Schicksal bis zu einem gewissen Grade in der Hand.

Die Methoden des exakten physikalischen und chemischen Experimentes, die er meisterhaft beherrschte, hat er beim Experimentieren mit seinen Versuchspflanzen angewendet und sein mathematisches Talent — ich würde Mendel dem Typus des Zahlentheoretikers zurechnen — befähigte ihn, die biologischen Forschungsergebnisse analog der physikalischen Gesetzessprache mathematisch zu formulieren. Dabei ist zu bedenken, daß die Zahl an sich keine Gesetzlichkeit auszudrücken vermag, wohl aber das Zahlenverhältnis.

Die Exaktheit, mit welcher er physikalische Experimente vorbereitete, durchführte und das Ergebnis in die Sprache der Mathematik übertrug, wiederholte sich bei seinen Kreuzungsversuchen. Wie im physikalischen und chemischen Experiment ging es ihm zuerst um die Ausschaltung möglicher Fehlerquellen, welche da waren: uneinheitliches Ausgangsmaterial, Übertragung fremden Pollens und Störungen der Fruchtbarkeit, die die mathematische Genauigkeit beeinträchtigt haben würden. Mit glücklicher Hand griff er aus den Schmetterlingsblütlern die Gattung *Pisum* heraus; sie ermöglichte eine leichte Kultur im Freiland und in Töpfen im Glashaus (Kontrollobjekte), gab infolge der kurzen Vegetationsdauer rasch Resultate und blieb dank ihres Blütenbaues vor fremdem Pollen geschützt, denn unter den 10 000 Versuchspflanzen zeigten sich im Freilandbeet nur einige Male Einmengungen fremden Pollens, während die im Glashaus durchgeführten Kontrollversuche keine Störung aufwiesen.

Zur Gewinnung eines reinen Ausgangsmaterials wurden 34 Erbsensorten durch 2-jährigen Probeanbau auf ihre Reinheit geprüft und 22 davon ausgewählt. Mendel sagt: „Wollte man die schärfste Bestimmung des Artbegriffes in Anwendung bringen, nach welcher zu einer Art nur jene Individuen gehören, die unter völlig gleichen Verhältnissen auch völlig gleiche Merkmale zeigen, so könnten nicht zwei davon zu einer Art gezählt werden¹⁷.“ In diesem Zweifelsfalle wandte er sich an die Systematiker und erst

¹⁷ Mendel, Gregor: Versuche über Pflanzenhybriden. Leipzig 1901, S. 3. (Ostwald's Klassiker d. exakt. Wissenschaften 121. Hrsg. v. Erich Tschermak.)

als er erkannte, daß die von ihnen bestimmte Rangordnung seiner ausgesuchten Erbsenarten „für die in Rede stehenden Versuche völlig gültig ist“, wußte er sich auf tragfähigem Boden.

Der Merkmalsbegriff, zuerst ein Produkt logischer Abstraktion, ist durch Mendel Realität geworden. Die 7 in Betracht gezogenen Merkmalspaare sind äußere Merkmale der Pflanzen und der Früchte und zwar morphologischer und farblicher Art (4 morphologische und 3 Farbenmerkmale). Später wählte er auch ein inneres Merkmal, die Blütezeit.

Die richtige Vorstellung von der Größe der Arbeit und der notwendigen Genauigkeit der künstlichen Befruchtung, die nur deshalb möglich ist, weil die Narben vor dem Öffnen der Antheren reifen, erhält man erst, wenn man Mendels Versuche in praxi durchzuführen beginnt. Nach Beseitigung des Blütenschiffchens gilt es, die 10 Staubgefäße behutsam zu entfernen und sich mit der Lupe vom Pollenfreisein der Narbe zu vergewissern, bevor der Fremdpollen übertragen wird. Die Wahl des richtigen Zeitpunktes ist von entscheidender Bedeutung.

Zunächst sei darauf hingewiesen, daß die Darstellung in Mendels Werk infolge ihrer Präzision und Knappheit mathematischen Charakter trägt. Jedes Wort ist abgewogen, keins zu wenig und keins zu viel. Man ist geneigt, den Forscher dem theoretisch-ökonomischen Typus Sprangers zuzurechnen¹⁸. Weil Mendel überzeugt war, daß es sich um Zahlenverhältnisse handelt, deren Genauigkeit von der Anzahl der Versuche abhing, mußte er den beschränkten Raum im Versuchsgärtlein — $7 \times 5 \text{ m}^2$ — bis aufs letzte Plätzchen ausnützen, um eine möglichst große Pflanzenmenge ziehen zu können.

Wie im physikalischen und chemischen Experiment wurde die Aufmerksamkeit zunächst einem Merkmal zugewandt. Da die angebauten Erbsen sich in 7 Merkmalen unterschieden und jede Art ein Teilverhältnis lieferte, das in den Dezimalen gegenüber den anderen etwas differierte, konnte er aus 7 Teilverhältnissen in der ersten Generation der Hybriden (F_2 -Gen.) zwischen der Anzahl der Formen mit dem dominierenden und rezessiven Merkmalen das Durchschnittsverhältnis $2,98:1$ berechnen, ein sehr genauer Zahlenwert, der sich mit steigender Anzahl der Teilverhältnisse immer mehr dem ganzzahligen Verhältnis $3:1$ als Grenzwert nähern mußte, weshalb Mendel einfach schrieb: „ $2,98:1$ oder $3:1$ “¹⁹.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Resultate, die von verschiedenen Forschern bei der Nachprüfung des Mendelschen Ergebnisses erzielt wurden.

Monohybride Kreuzung von Erbsen mit gelben und grünen Samen. Die gelbe Farbe dominiert über grün.

Resultate von Mendel und anderen Forschern nach Hermann Lindner:

¹⁸ Spranger, E.: Lebensformen. 8. Aufl. Tübingen 1950, S. 121 u. 145.

¹⁹ Mendel 14.

		gelb	grün	Verhältnis
Mendel	1865	6 022	2 001	3,01 : 1
Correns	1900	1 394	453	3,077 : 1
Tschermak	1900	3 580	1 190	3,008 : 1
Hurst	1904	1 310	445	2,944 : 1
Bateson	1905	11 903	3 903	3,079 : 1
Lock	1905	1 438	514	2,799 : 1
Darbishire	1905	109 060	36 186	3,013 : 1
Winge	1924	19 195	6 553	2,929 : 1
zusammen:		153 902	51 245	3,003 : 1

Die zweite Generation der Hybriden und die weiteren (F_3 , F_4 . . . Gen.) zeigten die Auflösung des Verhältnisses 3:1 in das Verhältnis 2:1:1, d. h., es müßte statt 3:1 eigentlich $(2+1):1$ geschrieben werden.

Um zu entscheiden, ob obige Feststellung bereits Gesetzescharakter habe, hat Mendel die Versuche über die Gestalt der reifen Samen und über die Färbung des „Endosperms“ durch 6 Generationen, die Versuche über den Unterschied in der Färbung der Samenschale und der Achsenlänge durch 5 und endlich die Versuche über den Unterschied in der Form der reifen Hülse, in der Farbe der unreifen Hülse sowie den Unterschied in der Stellung der Blüten durch 4 Generationen durchgeführt. Ergebnis: „Die Nachkommen der Hybriden teilten sich in jeder Generation nach dem Verhältnis 2:1:1 in hybride und constante Formen²⁰.“ Damit war der Gesetzescharakter der Aufspaltung entschieden.

Durch Bezeichnung der Merkmale mit Buchstaben des Alphabetes und zwar der dominanten mit Groß- und der rezessiven mit Kleinbuchstaben, wurde der Charakter der Allgemeingültigkeit noch stärker zum Ausdruck gebracht. Damit hatte Mendel ein vorzügliches Mittel in der Hand, selbst komplizierteste Kreuzungsprodukte in mathematischer Knappheit übersichtlich darzustellen, was eine wichtige Vorbedingung für das Arbeiten mit mehreren Merkmalen sein sollte, wurde doch dadurch jegliche Verwirrung, wie sie großer Formenreichtum leicht stiften kann, von vornherein ausgeschaltet.

Das Verhältnis 2:1:1 läßt sich auch in der Form 1:2:1 schreiben. Für die Hybridenpflanze schreibt Mendel die Formel Aa, daher ergibt die Aufspaltung die Formel

$$\begin{array}{l} 1A : 2Aa : 1a \\ A : 2Aa : a \end{array} \quad \text{oder}$$

A und a sind reinerbig und 2 Aa ist mischerbig.

²⁰ Mendel 16.

Auf Grund des gefundenen Gesetzes war er in der Lage, die Anzahl der Pflanzen der n-ten Generation der Hybriden zu errechnen:

Mendel gibt in seinem Werke folgende tabellarische Übersicht²¹:

I.				II.			
				ins Verhältnis gestellt:			
Generation	A	Aa	a	A	: Aa	: a	
1.	1	2	1	1	: 2	: 1	
2.	6	4	6	3	: 2	: 3	
3.	28	8	28	7	: 2	: 7	
4.	120	16	120	15	: 2	: 15	
5.	496	32	496	31	: 2	: 31	
n.				(2 ⁿ —1)	: 2	: (2 ⁿ —1)	

Wie kam er zur ersten Tabelle?

Im Gedankenexperiment, wie es manchmal auch in der Physik angestellt wird, nahm er an, daß jede Pflanze in jeder Generation nur 4 Samen bilde. Durch die Wahl der Zahl 4 zeigte sich wieder sein feines mathematisches Verständnis, denn die Größen der Tabelle I ins Verhältnis gebracht, lassen sich dann kürzen.

Dem Gedankenexperiment nach besteht die erste Hybridgeneration (F₂-Gen.) aus 4 Pflanzen: eine mit dem dominanten Merkmal A, zwei Hybriden Aa und eine mit dem Merkmal a, wobei die Pflanzen A und a nun reine Linien darstellen.

A erzeugt 4 Nachkommen (A)

2 Aa erzeugen 8 Nachkommen, die im Verhältnis 1:2:1 aufgespalten sind, also 2 A + 4 Aa + 2 a;

a erzeugt 4 Nachkommen (a).

Wir stellen zusammen:

$$1.) \quad 4A + 2A = 6A$$

$$2.) \quad \quad \quad 4Aa$$

$$3.) \quad 4a + 2a = 6a$$

$$\text{also:} \quad 6A, \quad 4Aa, \quad 6a$$

6 A erzeugen 24 Pflanzen (A)

4 Aa erzeugen 16 Pflanzen (4A, 8 Aa, 4a)

6 a erzeugen 24 Pflanzen (a)

Zusammengezogen ergibt sich:

$$1.) \quad 24A + 4A = 28A$$

$$2.) \quad \quad \quad 8Aa$$

$$3.) \quad 24a + 4a = 28a$$

$$\text{Demnach} \quad 28A, \quad 8Aa, \quad 28a$$

²¹ Mendel 17.

Diese Überlegungen wiederholen sich.

Wie erhielt Mendel die Tabelle II?

Er setzte die Zahlen ins Verhältnis. Die Leistung eines Zahlenverhältnisses geht, wie bereits erwähnt, über die Leistung der reinen Zahl weit hinaus.

A	:	Aa	:	a
1	:	2	:	1
6	:	4	:	6
28	:	8	:	28
120	:	16	:	120
496	:	32	:	496

Mit Ausnahme des ersten lassen sich alle Verhältnisse kürzen und man bekommt:

A	:	Aa	:	a
1	:	2	:	1
3	:	2	:	3
7	:	2	:	7
15	:	2	:	15
31	:	2	:	31
$(2^n - 1)$	:	2	:	$(2^n - 1)$

Die Zahlen 1, 3, 7, 15, 31, . . . werden nun als Potenzen von 2 dargestellt.

$$\begin{aligned} 1 &= 2^1 - 1 \\ 3 &= 2^2 - 1 \\ 7 &= 2^3 - 1 \\ 15 &= 2^4 - 1 \end{aligned}$$

Erst die Potenzschreibung ermöglicht die Aufstellung der Formel: $(2^n - 1) : 2 : (2^n - 1)$, wobei n die Anzahl der Hybridgenerationen bedeutet. Mendel führt als Beispiel an: $n = 10$. $2^{10} - 1 = 1023$; setzt man $n = 10$ in obige Formel ein, so erhält man:

$$\begin{aligned} (2^{10} - 1) : 2 : (2^{10} - 1) \\ 1023 : 2 : 1023, \end{aligned} \quad \text{oder}$$

d. h. es gibt unter je 2048 Pflanzen — $(1023 + 2 + 1023)$ — 1023 mit dem konstanten dominierenden, 1023 mit dem rezessiven Merkmal und 2 Hybriden, die auch bei noch so großem n nicht verschwinden.

Die monohybriden Kreuzungsversuche mit Erbsen brachten Mendel auf Grund ihres Phänotypus zur Prägung der Begriffe: dominant und rezessiv. Es war ein äußerst fruchtbarer Gedanke, dominante Merkmale mit Großbuchstaben und rezessive mit Kleinbuchstaben zu bezeichnen. Durch diese schöpferische Idee kam er zu jener leistungsfähigen Formelsprache, die wir heute noch bewundern und bewußt verwenden.

Hätte er anfangs mit Pflanzen mit intermediärer Vererbung experimentiert, wäre er sogleich auf das Spaltungsverhältnis 1 : 2 : 1 in der F_2 -Generation gestoßen, hätte jedoch keine Veranlassung gehabt, Groß- und Kleinbuchstaben einzuführen.

So konnte er durch die Bezeichnung z. B. Aa einen monohybriden Bastard

somit formelmäßig festlegen. A ist das dominante Merkmal und a das rezessive, wie bereits ausgeführt.

In gewissem Sinn erinnert ein solcher Ausdruck an eine chemische Formel, nur mit dem Unterschied, daß hier die Symbole der „Elemente“ alle mit großem Anfangsbuchstaben beginnen.

Die bei der „Dominanzspaltung“ erhaltenen Zahlenverhältnisse im Verein mit der formelmäßigen Darstellung der „Typen“ konnten nur einen Mathematiker auf den Gedanken bringen, daß es sich um Kombinationsreihen handelt.

Erst mit dieser Erkenntnis war das Rüstzeug gegeben, mit dem Neuland erobert werden konnte.

Der Grundgedanke obiger Darstellung sei nochmals kurz skizziert:

1. Sprachliche Fassung der Versuchsergebnisse durch die wichtigen Begriffe dominant und rezessiv.
2. Bezeichnung dominanter Merkmale mit Groß-, rezessiver mit Kleinbuchstaben.
3. Daraus resultierende Formelbilder z. B. Aa.
4. Die gefundenen Zahlenverhältnisse in Verbindung mit den Formelbildern legen den Gedanken nahe, daß es sich um Kombinationsreihen handelt.
5. Auf Grund ihres gesetzmäßigen Baues ist nun eine „Vorausberechnung“ der Versuchsergebnisse möglich.

Was die Mendelschen Buchstabensymbole anbelangt, so ist zu beachten, daß er dieselben sowohl für die Bezeichnung der Außenmerkmale als auch der Erbanlagen verwendet, während die moderne Auffassung scharf Außenmerkmale und Anlagen trennt.

Mendel kreuzte eine Erbsenrasse mit gelben und runden Samen mit einer Erbsenrasse mit grünen und kantigen Samen.

Gelb und Rund dominiert über grün-kantig. Die F_1 -Generation war uniform und phänotypisch gelb und rund.

Die F_2 -Generation aber zeigte nicht das Spaltungsverhältnis 3 : 1, wie nach der Dominanzregel zu erwarten war, sondern das Spaltungsverhältnis: 9 Gelb-Rund : 3 Gelb-kantig : 3 grün-Rund : 1 grün-kantig.

Es waren 4 verschiedene Formen entstanden.

Mendel schloß daraus, daß die einzelnen „Faktoren“ des Merkmals Gelb-Rund bzw. grün-kantig, selbständige Merkmale sind, die sich unabhängig von ihrer ursprünglichen Koppelung kombinieren können.

Die dihybride Kreuzung führte zum Unabhängigkeitsgesetz oder zum Gesetz der freien Kombination der Gene, wie die moderne Formulierung heißt.

Berücksichtigt man jedoch nur ein Merkmalspaar, dann ergibt:

12 Gelb	:	4 grün,
12 Rund	:	4 kantig

also in beiden Fällen das Verhältnis 3 : 1, wie es der Dominanzregel entspricht.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über den entsprechenden Versuch von Mendel.

Erklärung des Versuchsergebnisses:

Eltern	Ge R	und	gr k . . . Keimzellen
Ge	= Merkmal . . . gelb		
R	= Merkmal . . . rund		
gr	= Merkmal . . . grün		
k	= Merkmal . . . kantig		

F₁-Generation: Ge gr R k

Keimzellen: (Ge R), (Ge k), (gr R), (gr k)

Kombination der Keimzellen in der F₂-Generation:

Keimzellen	Ge R	Ge k	gr R	gr k
Ge R	Ge Ge R R	Ge Ge R k	Ge gr R R	Ge gr R k
Ge k	Ge Ge k R	Ge Ge k k	Ge gr k R	Ge gr k k
gr R	gr Ge R R	gr Ge R k	gr gr R R	gr gr R k
gr k	gr Ge k R	gr Ge k k	gr gr k R	gr gr k k

Die 16 Glieder der Tabelle stellen 9 verschiedene Kombinationen, 9 verschiedene Genotypen dar, die in 4 verschiedenen Phänotypen im Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 in Erscheinung treten.

Bei Versuchen mit 2 und mehreren differierenden Merkmalen zeigte sich die große Bedeutung der mathematischen Darstellung. Um das klar zu erkennen, ist eine Interpretation der Mendelschen Originalarbeit notwendig. Diese soll im folgenden gegeben werden, wobei es erforderlich ist, die einschlägigen Stellen derselben zu zitieren.

Wenn Mendel von der ersten Generation der Hybriden spricht, so ist damit die F₂-Generation gemeint.

Er sagt: „In dieser Generation treten nebst den dominirenden Merkmalen auch die recessiven in ihrer vollen Eigenthümlichkeit wieder auf, und zwar in dem entschieden ausgesprochenen Durchschnittsverhältnisse 3 : 1, so daß unter je vier Pflanzen aus dieser Generation drei den dominirenden und eine den recessiven Charakter erhalten²².“

1. Versuch. Gestalt der Samen:

Im zweiten Versuchsjahr ergaben 253 Hybriden 7324 Samen; 5474 waren rund und 1850 kantig.

Verhältnis: rund : kantig = 5474 : 1850 oder 2,96 : 1

²² Mendel 11.

Die großen Verhältniszahlen werden durch 1850 gekürzt:

$$\frac{5475}{1850} : \frac{1850}{1850} = 2,96 : 1$$

Das besagt, daß in der Menge von 7324 Samen auf je 3 runde 1 kantige Erbse entfällt.

2. Versuch. Färbung des Albumens:

Von 258 Pflanzen wurden 8023 Samen geerntet; 6022 mit gelbem und 2001 mit grünem Albumen.

$$\begin{aligned} \text{Gelb : Grün} &= 6022 : 2001 \\ &= \frac{6022}{2001} : \frac{2001}{2001} \\ &= 3,01 : 1 \end{aligned}$$

Mendel hebt bei Versuch 1 und 2 hervor, daß die Verteilung der Merkmale variiert, d. h. im Versuch 1 liefert die Pflanze Früchte (Hülsen) mit runden und kantigen Samen und zwar können beide Gestalten in derselben Hülse liegen; Ähnliches gilt für 2.

3. Versuch. Farbe der Samenschale:

„Unter 929 Pflanzen brachten 705 violettrote Blüten und graubraune Samenschalen; 224 hatten weiße Blüten und weiße Samenschalen. Daraus ergibt sich das Verhältnis 3,15 : 1²³.“

$$\begin{aligned} 705 &: 224 \\ \frac{705}{224} &: \frac{224}{224} = 3,15 : 1 \end{aligned}$$

Hier ist zu beachten, daß Mendel nicht erst die Samen abzählt, wieviel mit graubrauner und wieviel mit weißer Samenschale vorhanden sind, sondern einfach die Blütenzahlen ins Verhältnis setzt, weil graubraun immer mit violetter Blütenfarbe gepaart ist, und die weiße Farbe der Samenschale mit der weißen Blütenfarbe „verbunden“ ist.

Er darf es hier tun, weil große Blütenzahlen ins Verhältnis zu setzen sind. Bei kleinen Blütenzahlen hätte er die Erbsen abzählen müssen, damit entsprechend große Zahlen ins Verhältnis gesetzt werden können, ansonsten würde ja die Genauigkeit leiden.

4. Versuch. Gestalt der Hülsen:

Von 1181 Erbsenpflanzen hatten 882 einfach gewölbte und 299 eingeschnürte Hülsen.

Gewölbte Hülsen : eingeschnürten Hülsen =

$$882 : 299 = \frac{882}{299} : \frac{299}{299} = 2,95 : 1$$

²³ Mendel 13.

Unter den 1181 Erbsenpflanzen entfielen immer 3 Pflanzen mit gewölbten Hülsen auf 1 Pflanze mit eingeschnürten Hülsen.

Auch hier zählt Mendel nicht die Hülsen, sondern begnügt sich mit den großen Zahlen der Pflanzen selbst, die er ins Verhältnis setzt. Wieder ist zu sagen, daß bei kleiner Pflanzenzahl die Hülsen abgezählt werden müssen, damit das Verhältnis entsprechend genau wird.

5. Versuch. Färbung der unreifen Hülse:

Von 580 Versuchspflanzen hatten 428 grüne und 152 Pflanzen gelbe Hülsen.

Grüne Hülsen : gelben Hülsen = 428 : 152 =

$$\frac{428}{152} : \frac{152}{152} = 2,82 : 1$$

6. Versuch. Stellung der Blüten:

„Unter 858 Fällen waren die Blüten 651 Mal axenständig und 207 Mal endständig²⁴.“

Achsenständig : endständigen = 651 : 207 =

$$\frac{651}{207} : \frac{207}{207} = 3,14 : 1$$

7. Versuch. Länge der Achsen:

Von 1064 Pflanzen hatten 787 lange und 277 kurze Achsen.

Lange Achsen : kurzen Achsen = 787 : 277 =

$$\frac{787}{277} : \frac{277}{277} = 2,84 : 1$$

Mendel sagt: „Werden die Resultate sämtlicher Versuche zusammengefaßt, so ergibt sich zwischen der Anzahl der Formen mit dem dominierenden und recessiven Merkmale das Durchschnittsverhältnis 2,98 : 1 oder 3 : 1²⁵.“

Die Berechnung des letzten Verhältnisses 2,98 : 1 geschieht folgendermaßen:

1. Versuch	2,96	:	1	
2. Versuch	3,01	:	1	
3. Versuch	3,15	:	1	
4. Versuch	2,95	:	1	
5. Versuch	2,82	:	1	
6. Versuch	3,14	:	1	
7. Versuch	2,84	:	1	
	20,87	:	7	= 2,98 : 1
	20,87	:	7	
	7	:	7	= 2,98 : 1 = 3 : 1

²⁴ Mendel 14.

²⁵ Mendel 14.

Die Formen mit dem dominierenden Merkmal verhalten sich zu den Formen mit dem rezessiven Merkmal wie 3 : 1, d. h. auf 3 Formen mit dominierendem Merkmal kommt eine Form mit rezessivem Merkmal.

Dominierend sind:

Versuch 1.	rund über kantig	(Samen-Form)
Versuch 2.	gelb über grün	(Albumen)
Versuch 3.	graubraun über weiß	(Samenschale)
Versuch 4.	gewölbt über eingeschnürt	(Hülse)
Versuch 5.	grün über gelb	(unreife Hülse)
Versuch 6.	achsenständig über endständig	(Blütenstellung)
Versuch 7.	lang über kurz	(Achsenlänge)
	oder Hochwüchsigkeit über Zwergwüchsigkeit.	

Das dominierende Merkmal hat eine doppelte Bedeutung:

1. die des Stammcharakters und
2. die des Hybridmerkmals.

Die Doppelbedeutung klärt sich in der F_3 -Generation; das Stammerkmal geht unverändert auf sämtliche Nachkommen über, während das Hybridmerkmal sich wie in der F_2 -Generation verhält, d. h. im Verhältnis 3 : 1 aufgespalten.

Unter der zweiten Generation der Hybriden ist die F_3 -Generation zu verstehen.

Mendel sagt: „Jene Formen, welche in der ersten Generation den rezessiven Charakter haben, variieren in der zweiten Generation in Bezug auf diesen Charakter nicht mehr, sie bleiben in ihren Nachkommen constant“²⁶.

Rezessiv verhalten sich:

1. kantige Samenform,
2. grüne Farbe des Albumens,
3. weiße Farbe der Samenschale,
4. eingeschnürte Form der Hülse,
5. gelbe Farbe der unreifen Hülse,
6. endständige Blütenstellung,
7. Zwergwüchsigkeit (kurze Achsenlänge).

Werden die Samen, die Mendel mit diesen Merkmalen aus der ersten Generation der Hybriden (F_2 -Generation) ausgesondert hat, ausgesät, so zeigen alle weiteren Generationen (F_3 , F_4 , F_5 . . . F_n) dieselben Merkmale; es erfolgt keine Aufspaltung mehr, die Pflanzen bilden in Bezug auf obige Merkmale „reine Linien“. Diese Pflanzen entsprechen dem Proportionalitätsanteil 1 in dem Spaltungsverhältnis 3 : 1 der F_2 -Generation.

Weiter sagt Mendel: „Anders verhält es sich mit jenen, welche in der ersten Generation das dominierende Merkmal besitzen. Von diesen geben 2 Theile Nachkommen, welche in dem Verhältnisse 3 : 1 das dominierende und

²⁶ Mendel 14.

recessive Merkmal an sich tragen, somit genau dasselbe Verhalten zeigen, wie die Hybridformen; nur ein Theil bleibt mit dem dominirenden Merkmale constant²⁷.“

1. Versuch. Unter 565 Pflanzen, die Mendel aus runden Samen (rund : dominantes Merkmal) der F₂-Generation gezogen hatte, waren 193 Pflanzen, die nur runde Samen trugen, 372 Pflanzen gaben runde und kantige Samen zugleich im Verhältniß 3 : 1. Von 565 Pflanzen sind also 193 Pflanzen homozygot und 372 Pflanzen heterozygot.

Das Verhältniß der mischerbigen Pflanzen zu den reinerbigen ist demnach:

$$\begin{array}{rcl} 372 & : & 193 \text{ oder} \\ \frac{372}{193} & : & \frac{193}{193} = 1,93 : 1 \end{array}$$

2. Versuch. Von 519 Pflanzen, gezogen aus Samen der F₂-Generation mit gelbem Albumen (gelb : dominantes Merkmal), gaben 166 Pflanzen Samen mit gelbem Albumen, waren daher in diesem Merkmal reinerbig oder homozygot, und 353 Pflanzen Samen mit gelbem und grünem Albumen; diese Pflanzen waren demnach mischerbig oder heterozygot.

Verhältniß von mischerbig zu reinerbig =

$$\begin{array}{rcl} 353 & : & 166 \text{ oder} \\ \frac{353}{166} & : & \frac{166}{166} = 2,13 : 1 \end{array}$$

- 3., 4., 5., 6. und 7. Versuch zeigen ebenfalls, daß eine bestimmte Anzahl von Pflanzen mit dem dominierenden Merkmal konstant wird.

Für die Berechnung des Zahlenverhältnisses kommen aber nur die beiden ersten Versuche infolge der großen Pflanzenzahlen in Betracht.

Aus den Verhältnissen 1,93 : 1 und 2,13 : 1 errechnet Mendel das Durchschnittsverhältniß 2 : 1

$$\begin{array}{rcl} 1,93 : 1 \\ + 2,13 : 1 \\ \hline 4,06 : 2 = 2,03 : 1 \text{ oder} \end{array}$$

„fast genau 2 : 1“²⁸.

In der ersten Generation der Hybriden (F₂-Generation) erhielt Mendel das Zahlenverhältniß 3 : 1 von dominant zu rezessiv.

Die Pflanzen des Proportionalitätsanteiles 1 erwiesen sich als reinerbig.

Die zweite Hybridgeneration (F₃) zeigte die Aufspaltung des Proportionalitätsanteils 3 im Verhältniß 2 : 1, d. h. auf zwei Hybridformen entfällt eine reinerbige Form; demnach läßt sich obiges Verhältniß 3 : 1 darstellen: (2 + 1) : 1, oder wenn das Hybridglied an die zweite Stelle gesetzt wird: (1 + 2) : 1.

²⁷ Mendel 14.

²⁸ Mendel 15.

Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse:

1. Die Hybridpflanzen (F_1 -Generation) enthalten das dominante und rezessive Merkmal. Phänotypisch tritt nur das dominante in Erscheinung, das rezessive hingegen nicht.
2. In der ersten Hybridgeneration (F_2 -Generation) spalten die Hybridpflanzen auf im Verhältnis 3 : 1.
Auf je 3 Pflanzen mit dominantem Merkmal entfällt je eine mit dem rezessiven Merkmal, das jetzt phänotypisch in Erscheinung tritt und reinerbzig ist.
3. In der zweiten Hybridgeneration (F_3) zeigt sich, daß die Träger des dominanten Merkmals der F_2 -Generation aufspalten im Verhältnis 1 : 2 in reinerbige und hybride Formen.
4. Die Hybridformen spalten weiter im Verhältnis:
Dominant : rezessiv = 3 : 1.

„Die Nachkommen der Hybriden, in welchen mehrere differirende Merkmale verbunden sind“²⁹: „Die nächste Aufgabe bestand darin, zu untersuchen, ob das gefundene Entwicklungsgesetz auch dann für je zwei differirende Merkmale gelte, wenn mehrere verschiedene Charaktere durch Befruchtung in der Hybride vereinigt sind“³⁰.

„Was die Gestalt der Hybriden in diesem Falle anbelangt, zeigten die Versuche übereinstimmend, daß dieselbe stets jener der beiden Stammpflanzen nähersteht, welche die größere Anzahl von dominirenden Merkmalen besitzt. Hat z. B. die Samenpflanze eine kurze Axe, endständige weiße Blüten und einfach gewölbte Hülsen; die Pollenpflanze hingegen eine lange Axe, axenständige violett-rothe Blüten und eingeschnürte Hülsen, so erinnert die Hybride nur durch die Hülsenform an die Samenpflanze, in den übrigen Merkmalen stimmt sie mit der Pollenpflanze überein. Besitzt eine der beiden Stammarten nur dominirende Merkmale, dann ist die Hybride von derselben kaum oder gar nicht zu unterscheiden“³¹.

Mendel führte mit einer größeren Anzahl Pflanzen zwei Versuche durch. „Bei dem ersten Versuche waren die Stammpflanzen in der Gestalt der Samen und in der Färbung des Albumens verschieden; bei dem zweiten in der Gestalt der Samen, in der Färbung des Albumens und in der Farbe der Samenschale.“ „Versuche mit Samenmerkmalen führen am einfachsten und sichersten zum Ziele“³².

„Um eine leichtere Übersicht zu gewinnen, werden bei diesen Versuchen die differirenden Merkmale der Samenpflanze mit A, B, C, jene der Pollenpflanze mit a, b, c und die Hybridformen dieser Merkmale mit Aa, Bb, Cc bezeichnet“³³.

²⁹ Mendel 17.

³⁰ Mendel 17.

³¹ Mendel 18.

³² Mendel 18.

³³ Mendel 18.

„Erster Versuch: A B Samenpflanze, a b Pollenpflanze
 A Gestalt rund, a Gestalt kantig,
 B Albumen gelb, b Albumen grün.

Die befruchteten Samen erschienen rund und gelb, jenen der Samenpflanze ähnlich³⁴.“

Bemerkung: Rund und Gelb dominieren über kantig und grün. Letztere sind daher rezessiv. Die Vorstellung Mendels entspricht der modernen Schreibweise, in der Dominanz mit Großbuchstaben gekennzeichnet wird.

„Die daraus gezogenen Pflanzen gaben Samen von viererlei Art, welche oft gemeinschaftlich in einer Hülse lagen. Im Ganzen wurden von 15 Pflanzen 556 Samen erhalten, von diesen waren:

315 rund und gelb,
 101 kantig und gelb,
 108 rund und grün,
 32 kantig und grün.

„Alle wurden im nächsten Jahre angebaut. Von den runden gelben Samen gingen 11 nicht auf und 3 Pflanzen kamen nicht zur Fruchtbildung³⁵.“

Anmerkung: Von den 315 Samen erhielt Mendel $315 - 11 = 304$ Pflanzen; davon lieferten nur $304 - 3 = 301$ Pflanzen Samen.

„Unter den übrigen Pflanzen hatten:

38 runde gelbe Samen	A B
65 runde gelbe und grüne Samen	A B b
60 runde gelbe und kantige gelbe Samen	Aa B
138 runde gelbe und grüne, kantige gelbe und grüne Samen . . .	Aa Bb ³⁶ “

Anmerkung: $38 + 65 + 60 + 138 = 301$ Pflanzen.

Zum Verständnis der „Formeln“: 38 Pflanzen hatten runde und gelbe Samen; Mendel bezeichnet rund mit A und gelb mit B. Die Merkmale rund und gelb sind in der Hybridpflanze miteinander vereinigt, was sich formelmäßig durch Zusammenstellung der Buchstaben A und B zu AB ausdrücken läßt. Der Mathematiker ist gewohnt, AB als $A \cdot B$ zu lesen, also den Ausdruck als ein Produkt aufzufassen, was Mendel hier im biologischen Bereich aber nicht gemeint hat.

65 Pflanzen haben runde gelbe und grüne Samen:

rund A,
 gelb B,
 grün b,

daher die Formel: A B b;

³⁴ Mendel 18.

³⁵ Mendel 18.

³⁶ Mendel 18—19.

60 Pflanzen mit runden gelben und kantigen gelben Samen:

rund A,
gelb B,
kantig a,

daraus ergibt sich die Formel: AaB und schließlich 138 Pflanzen mit runden gelben und grünen, kantigen gelben und grünen Samen. Eigentlich hätte Mendel schreiben müssen: 138 Pflanzen mit runden und gelben, runden und grünen, kantigen gelben und kantigen grünen Samen.

rund A, grün b,
gelb B, kantig a,

woraus sich die „Formel“ AaBb ergibt. Zu beachten ist, obwohl die Begriffe gelb und grün zweimal vorkommen, dürfen sie nur je einmal in der „Formel“ erscheinen.

„Von den kantigen gelben Samen kamen 96 Pflanzen zur Fruchtbildung, wovon

28 nur kantige gelbe Samen hatten a B
68 kantige, gelbe und grüne Samen a B b³⁷.“

Anmerkung: Mendel hatte 101 kantige und gelbe Samen geerntet; davon erhielt er nach der Aussaat 96 fruchttragende Pflanzen:

101—96 = 5;

5 Pflanzen brachten demnach keine Samen.

28 Pflanzen trugen kantige gelbe Samen,
daher ergibt sich die Formel a B,

68 Pflanzen brachten kantige, gelbe und grüne Samen,
woraus sich die Formel a B b ergibt.

„Von 108 runden grünen Samen brachten

102 Pflanzen Früchte, davon hatten:

35 nur runde und grüne Samen Ab
67 runde und kantige grüne Samen Aab³⁸.“

Anmerkung: Die Aussaat von 108 Samen lieferte nur 102 fruchttragende Pflanzen. 6 Pflanzen waren Verlust.

Die Formel für rund und grün A b
für rund, kantig und grün Aab

„Die kantigen grünen Samen gaben 30 Pflanzen mit durchaus gleichen Samen; sie blieben constant ab³⁹.“

Anmerkung: 32 kantige und grüne Samen lieferten also 30 fruchtbare Pflanzen. 2 Pflanzen Verlust.

Für das weitere Verständnis von Mendels Arbeit ist es wichtig zu beto-

³⁷ Mendel 19.

³⁸ Mendel 19.

³⁹ Mendel 19.

nen, daß er mit seinen Buchstabenbezeichnungen, die der Mathematik entnommen sind, zweierlei meint:

1. Die Erscheinungsform,
das sichtbare Merkmal und
2. die genetische Basis des Merkmals selbst, demnach dasjenige, was wir heute mit dem Terminus Gen bezeichnen.

Die vom Phänotypus der Samen her gewonnenen Formeln werden nun von Mendel auch genotypisch interpretiert, d. h. als Wirkfaktorenkombinationen in die Erzeuger der Samen, die Erbsenpflanzen, selbst hineingelegt; daher kann er sagen:

„Die Nachkommen der Hybriden erscheinen demnach unter 9 verschiedenen Formen und zum Theile in sehr ungleicher Anzahl.

Man erhält, wenn dieselben zusammengestellt und geordnet werden:

38 Pflanzen mit der Bezeichnung	A B	1.
35 Pflanzen mit der Bezeichnung	Ab	2.
28 Pflanzen mit der Bezeichnung	a B	3.
30 Pflanzen mit der Bezeichnung	a b	4.
65 Pflanzen mit der Bezeichnung	A B b	5.
68 Pflanzen mit der Bezeichnung	a B b	6.
60 Pflanzen mit der Bezeichnung	A a B	7.
67 Pflanzen mit der Bezeichnung	A a b	8.
138 Pflanzen mit der Bezeichnung	AaBb	9. ⁴⁰ .

Daraus erkennt man mit aller Deutlichkeit: die biologischen Formeln, die er auf Grund der Erscheinungsform der Samen gewonnen hat, und die zunächst für die Samen allein galten, werden nun zur genotypischen Charakterisierung jener Pflanzen verwendet, die diese Samen erzeugten.

Nun faßt Mendel die 9 verschiedenen Formen in 3 voneinander verschiedenen Abteilungen zusammen.

Die erste Abteilung umfaßt die Pflanzen mit den Formeln A B, A b, a B, a b; sie besitzen nur konstante Merkmale; in der folgenden Generation erfolgt daher keine Aufspaltung, d. h. keine genotypische Änderung mehr. Jede Pflanzenform kommt im Durchschnitt 33mal vor:

$$(38 + 35 + 28 + 30) : 4 = 131 : 4 = 33$$

„Die zweite Gruppe enthält die Formen ABb, aBb, AaB, Aab; diese sind in einem Merkmale constant, in dem anderen hybrid, und variiren in der nächsten Generation nur hinsichtlich des hybriden Merkmals⁴¹.“

Erläuterung:

Die Pflanzen mit der Formel A (Bb) sind konstant im Merkmal A, hybrid im Merkmal (Bb); die Pflanzen mit der Formel a(Bb) sind konstant im Merkmal a, hybrid im Merkmal (Bb); die Pflanzen mit der Formel (Aa)B

⁴⁰ Mendel 19.

⁴¹ Mendel 19.

sind konstant im Merkmal B, hybrid im Merkmal (Aa) und die Pflanzen mit der genetischen Formel (Aa) b sind konstant im Merkmal b und hybrid im Merkmal (Aa). Die Hybridformen sind in Klammern gesetzt.

Jede Pflanzenform erscheint im Durchschnitt 65mal:

$$(65 + 68 + 60 + 67) : 4 = 260 : 4 = 65$$

Die dritte Pflanzenform (Aa) (Bb) findet sich 138mal und ist in beiden Merkmalen hybrid: (Aa) und (Bb).

Mendel setzt nun die Durchschnittszahlen der drei Formen ins Verhältnis: $33 : 65 : 138 = 1 : 2 : 4$, d. h. die Pflanzen der 1. Abteilung: A B, A b, a B und a b kommen je einmal vor, die Pflanzen der zweiten Abteilung A B b, a B b, A a B und A a b kommen je zweimal vor und in der 3. Abteilung tritt ein Glied viermal auf.

Übersichtlich zusammengestellt ergibt sich:

$$\underbrace{A B + A b + a B + a b}_{\text{je einmal}} + \underbrace{2 A B b + 2 a B b + 2 A a B + 2 A a b}_{\text{je zweimal}} + \underbrace{4 A a B b}_{4 \text{ mal}}$$

Diesen Ausdruck erhält man auch durch Kombination der Ausdrücke

$$\begin{array}{l} A + 2 A a + a \\ B + 2 B b + b \end{array}$$

$$(A + 2 A a + a) \cdot (B + 2 B b + b) = \begin{array}{l} A B + 2 A a B + a B + \\ 2 A B b + 4 A a B b + 2 a B b + \\ A b + 2 A a b + a b \end{array} \quad \text{oder}$$

im biologischen Sinne geordnet:

$$A B + A b + a B + a b + 2 A B b + 2 a B b + 2 A a B + 2 A a b + 4 A a B b.$$

Beim zweiten Versuch faßte Mendel 3 Merkmalspaare ins Auge:

A B C Samenpflanze	a b c Pollenpflanze
A Gestalt rund	a Gestalt kantig
B Albumen gelb	b Albumen grün
C Schale graubraun	c Schale weiß

„Dieser Versuch wurde in ganz ähnlicher Weise wie der vorausgehende durchgeführt. Er nahm unter allen Versuchen die meiste Zeit und Mühe in Anspruch. Von 24 Hybriden wurden im Ganzen 687 Samen erhalten, welche sämtlich punktirt, graubraun oder graugrün gefärbt, rund oder kantig waren. Davon kamen im folgenden Jahre 639 Pflanzen zur Fruchtbildung, und wie die weiteren Untersuchungen zeigten, befanden sich darunter:

8 Pflanzen A B C	22 Pflanzen A B C c	45 Pflanzen A B b C c
14 Pflanzen A B c	17 Pflanzen A b C c	36 Pflanzen a B b C c
9 Pflanzen A b C	25 Pflanzen a B C c	38 Pflanzen A a B C c
11 Pflanzen A b c	20 Pflanzen a b C c	40 Pflanzen A a b C c
<u>42</u>	<u>84</u>	<u>159</u>

8 Pflanzen a B C	19 Pflanzen a B b C	49 Pflanzen A a B b C
10 Pflanzen a B c	24 Pflanzen a B b c	48 Pflanzen A a B b c
10 Pflanzen a b C	14 Pflanzen A a B C	78 Pflanzen A a B b C c
7 Pflanzen a b c	18 Pflanzen A a B c	175
15 Pflanzen A B b C	20 Pflanzen A a b C	
18 Pflanzen A B b c	16 Pflanzen A a b c ⁴²	
68	111	

Die Summe ergibt 639 Pflanzen.

Die Aussaat betrug 687 Erbsensamen, der Verlust: $687 - 639 = 48$ Pflanzen, die nicht zur Fruchtbildung kamen. Die obigen Formeln hat Mendel wieder auf Grund des phänotypischen Aussehens der Samen gewonnen. Bezeichnend für seine Denkungsweise ist eben — was hier nochmals hervorgehoben werden soll —, daß er die Formeln auf die Pflanzen selbst überträgt, dieselben sozusagen in die Pflanzen hineinlegt, und sie als genotypischen Urgrund betrachtet.

Die vorausstehenden Formen sind theoretisch zu interpretieren wie folgt:

A B C:	Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale.
A B c:	Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale.
A b C:	Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Schale.
A b c:	Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und weißer Samenschale.
A B C c:	Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale und von runder Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Samenschale.
A b C c:	Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Schale, ferner mit runder Gestalt, grünem Albumen und weißer Schale.
a B C c:	Samen von kantiger Gestalt, mit gelbem Albumen und graubrauner Schale und von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale.
a b C c:	Samen von kantiger Gestalt, mit grünem Albumen und graubrauner Schale und von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und weißer Schale.
A B b C c:	Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale und von runder Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Schale, weiters von runder Gestalt mit grünem Albumen und weißer Schale und schließlich von runder Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale.

⁴² Mendel 20—21.

- a B b C c: Samen von kantiger Gestalt, gelbem Albumen und graubrauner Samenschale, von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale, von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Samenschale und schließlich von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und weißer Schale.
- A a B C c: Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale, Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Samenschale, Samen von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale und letztlich Samen von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Samenschale.
- A a b C c: Samen von runder Gestalt, grünem Albumen und graubrauner Schale, Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und weißer Schale, Samen von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Schale, und Samen von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und weißer Samenschale.
- a B C: Samen von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Samenschale.
- a B c: Samen von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale.
- a b C: Samen von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Schale.
- a b c: Samen von kantiger Gestalt, grünem Albumen und weißer Schale.
- A B b C: Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale und Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und gleichfalls graubrauner Schale.
- A B b c: Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale und Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und ebenfalls weißer Schale.
- a B b C: Samen von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale und von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Schale.
- a B b c: Samen von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale und von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und ebenfalls weißer Samenschale.
- A a B C: Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale und von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale.
- A a B c: Samen von runder Gestalt, gelbem Albumen und weißer Schale und von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und gleichfalls weißer Schale.
- A a b C: Samen von runder Gestalt, grünem Albumen und graubrauner Schale und von kantiger Gestalt, grünem Albumen und graubrauner Schale.

- A a b c: Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und weißer Schale und Samen von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und gleichfalls weißer Schale.
- A a B b C: Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale, weiters von runder Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Schale, von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale und letztlich von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und gleichfalls graubrauner Samenschale.
- A a B b c: Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale, von runder Gestalt mit grünem Albumen und weißer Schale, von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale, von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und weißer Samenschale.
- A a B b C c: Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale, Samen von runder Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale, Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Schale, Samen von runder Gestalt mit grünem Albumen und weißer Schale, Samen von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und graubrauner Schale, Samen von kantiger Gestalt mit gelbem Albumen und weißer Schale, Samen von kantiger Gestalt mit grünem Albumen und graubrauner Samenschale und zum Schluß Samen von kantiger Gestalt, grünem Albumen und weißer Schale.

Mendel sagt: „Die Entwicklungsreihe umfaßt 27 Glieder, davon sind 8 in allen Merkmalen constant, und jede kommt durchschnittlich 10 Mal vor; 12 sind in zwei Merkmalen constant, in dem dritten hybrid, jede erscheint im Durchschnitte 19 Mal; 6 sind in einem Merkmal constant, in den beiden anderen hybrid, jede davon tritt durchschnittlich 43 Mal auf; eine Form kommt 78 Mal vor und ist in sämtlichen Merkmalen hybrid . . .⁴³“

Erläuterung:

1.) Die Entwicklungsreihe umfaßt 27 Glieder:

1. ABC	7. a B C c	13. a B C	19. a B b C	25. A a B b C
2. A B c	8. a b C c	14. a B c	20. a B b c	26. A a B b c
3. A b C	9. A B b C c	15. a b C	21. A a B C	27. A a B b C c
4. A b c	10. a B b C c	16. a b c	22. A a B c	
5. A B C c	11. A a B C c	17. A B b C	23. A a b C	
6. A b C c	12. A a b C c	18. A B b c	24. A a b c	

⁴³ Mendel 21.

2.) Davon sind 8 in allen Merkmalen konstant:

1. $A B C$	8	5. $a B C$	8
2. $A B c$	14	6. $a B c$	10
3. $A b C$	9	7. $a b C$	10
4. $A b c$	11	8. $a b c$	7

3.) Jede Form kommt durchschnittlich 10mal vor:

$$(8 + 14 + 9 + 11 + 8 + 10 + 10 + 7) : 8 = 77 : 8 = 10 \text{ (9,6)}$$

4.) 12 sind in zwei Merkmalen konstant, im dritten hybrid:

1. $A B \underline{C} c$	22	7. $a \underline{B} b C$	19
2. $A b \underline{C} c$	17	8. $a \underline{B} b c$	24
3. $a B \underline{C} c$	25	9. $\underline{A} a B C$	14
4. $a b \underline{C} c$	20	10. $\underline{A} a B c$	18
5. $A \underline{B} b C$	15	11. $\underline{A} a b C$	20
6. $A \underline{B} b c$	18	12. $\underline{A} a b c$	16

Das hybride Merkmal ist unterstrichen.

5.) Jede erscheint im Durchschnitt 19mal:

$$(22 + 17 + 25 + 20 + 15 + 18 + 19 + 24 + 14 + 18 + 20 + 16) : 12 = 228 : 12 = 19$$

6.) Sechs sind in einem Merkmal konstant, in den beiden anderen hybrid:

1. $A \underline{B} b \underline{C} c$	45	4. $\underline{A} a b \underline{C} c$	40
2. $a \underline{B} b \underline{C} c$	36	5. $\underline{A} a B b C$	49
3. $\underline{A} a B \underline{C} c$	38	6. $\underline{A} a B b c$	48

7.) Jede Form tritt durchschnittlich 43mal auf:

$$(45 + 36 + 38 + 40 + 49 + 48) : 6 = 256 : 6 = 43$$

8.) Eine Form kommt 78mal vor und ist in allen Merkmalen hybrid:

$$\underline{A} a \underline{B} b \underline{C} c \text{ } 78$$

9.) Mendel setzte die Durchschnittszahlen ins Verhältnis:

$$10 : 19 : 43 : 78 = 1 : 2 : 4 : 8$$

Von den 8 Formen, in denen alle Merkmale konstant sind, kommt nach der Proportion jedes Glied einmal vor:

$$ABC + ABc + AbC + Abc + aBC + aBc + abC + abc$$

Von den 12 Formen mit zwei konstanten und einem hybriden Merkmal kommt jede Form laut Proportion zweimal vor:

$$2ABCc + 2AbCc + 2aBCc + 2abCc + 2ABbC + 2ABbc + 2aBbC + 2aBbc + 2AaBC + 2AaBc + 2AabC + 2Aabc.$$

Von den 6 Formen mit einem konstanten und 2 hybriden Merkmalen kommt laut Proportion jedes Glied viermal vor:

$$4 A B b C c + 4 a B b C c + 4 A a B C c + 4 A a b C c + 4 A a B b C + 4 A a B b c.$$

Die Form, die in allen 3 Merkmalen hybrid ist, kommt laut Proportion 8mal vor:

$$8 A a B b C c$$

Diese 4 Gruppen von „Formeln“ miteinander durch plus verbunden ergeben:

$$\begin{aligned} & A B C + A B c + A b C + A b c + a B C + a B c + a b C + a b c + \\ & 2 A B C c + 2 A b C c + 2 a B C c + 2 a b C c + 2 A B b C + 2 A B b c + \\ & 2 a B b C + 2 a B b c + 2 A a B C + 2 A a B c + 2 A a b C + 2 A a b c + \\ & 4 A B b C c + 4 a B b C c + 4 A a B C c + 4 A a b C c + 4 A a B b C + \\ & 4 A a B b c + 8 A a B b C c. \end{aligned}$$

Dies ist eine Kombinationsreihe, die man erhält, wenn man folgende Operationen ausführt:

$$(A + 2 A a + a) (B + 2 B b + b) (C + 2 C c + c)$$

Mendel kann daher sagen:

„Die Nachkommen der Hybriden, in welchen mehrere wesentlich verschiedene Merkmale vereinigt sind, stellen die Glieder einer Combinationsreihe vor, in welchen die Entwicklungsreihen für je zwei differirende Merkmale verbunden sind. Damit ist zugleich erwiesen, daß das Verhalten je zweier differirender Merkmale in hybrider Verbindung unabhängig ist von den anderweitigen Unterschieden an den beiden Stammpflanzen⁴⁴.“ Bildet man die Summe der Koeffizienten der voranstehenden Kombinationsreihe, so erhält man 64. Auf dieselbe Zahl kommt man bei Verwendung des Kombinationsquadrates. Beispiel:

Die Keimzellen der Parentalgeneration seien:

$$A B C \qquad a b c$$

die F_2 -Generation ist demnach:

$$A a B b C c.$$

Sie entwickelt achterlei Keimzellen, nämlich:

A B C	a B C
A B c	a B c
A b C	a b C
A b c	a b c

Das folgende Kombinationsquadrat zeigt 64 Verbindungen auf. Im Erbbild (Genotyp) sind 27 verschiedene Kombinationen möglich, die aber im Erscheinungsbild (Phänotyp) 8 Formen im Zahlenverhältnis 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1 ergeben und zwar:

den Phänotyp mit A B C	27mal
den Phänotyp mit A B c c	9mal
den Phänotyp mit A b b C	9mal

⁴⁴ Mendel 22.

den Phänotyp mit a a B C 9mal
den Phänotyp mit A b b c c 3mal
den Phänotyp mit a a B c c 3mal
den Phänotyp mit a a b b C 3mal
den Phänotyp mit a a b b c c 1mal

Kombinationsquadrat

Keim- zellen	A B C	A B c	A b C	A b c	a B C	a b C	a b c
A B C	AABCC	AABCC	AABCC	AABcC	AABCC	AABCC	AABcC
A B c	AABCC	AABcc	AABcC	AABcc	AABCC	AABcC	AABcc
A b C	AABcC	AABcC	AAbCC	AAbcC	AABcC	AAbCC	AAbcC
A b c	AABcC	AABcc	AAbcC	AAbcc	AABcC	AAbcc	AAbcc
a B C	AaBCC	AaBCC	AaBcC	AaBcC	aaBCC	aaBCC	aaBcC
a B c	AaBCC	AaBcc	AaBcC	AaBcc	aaBCC	aaBcC	aaBcc
a b C	AaBcC	AaBcC	AabbC	AabbC	aaBcC	aaBcC	aaBcC
a b c	AaBcC	AaBcc	AabbC	Aabbcc	aaBcC	aaBcc	aaBcc

Bei Berücksichtigung von 4 Merkmalspaaren erhält man nach Mendel eine Kombinationsreihe, die man durch Kombination folgender 4 Entwicklungsreihen gewinnt:

$$\begin{aligned} A + 2 A a + a \\ B + 2 B b + b \\ C + 2 C c + c \\ D + 2 D d + d \end{aligned}$$

$$(A + 2 A a + a) (B + 2 B b + b) (C + 2 C c + c) (D + 2 D d + d)$$

Dies ergibt eine Kombinationsreihe mit 81 Gliedern:

$$\begin{aligned} ABCD + ABcD + AbCD + AbcD + aBCD + aBcD + abCD + abcd + \\ 2ABCcD + 2AbCcD + 2aBCcD + 2abCc + 2ABbCD + 2ABbcD + \\ 2aBbCD + 2aBbcD + 2AaBCD + 2AaBcD + 2AabCD + 2AabcD + \\ 4ABbCcD + 4aBbCcD + 4AaBCcD + 4AabCcD + 4AaBbCD + \\ 4AaBbcD + 8AaBbCcD + \\ 2ABCDd + 2ABcDd + 2AbCDd + 2AbcDd + 2aBCDd + 2aBcDd + \\ 2abCDd + 2abcd + \\ 4ABCcDd + 4AbCcDd + 4aBCcDd + 4abCcDd + 4ABbCDd + \\ 4ABbcDd + 4aBbCDd + 4aBbcDd + 4AaBCDd + 4AaBcDd + \\ 4AabCDd + 4AabcDd + 8ABbCcDd + 8aBbCcDd + 8AaBCcDd + \\ 8AabCcDd + 8AaBbCDd + 8AaBbcDd + 16AaBbCcDd + \\ ABCd + ABcd + AbCd + Abcd + aBCd + aBcd + abCd + abcd + \\ 2ABCcD + 2ABcCd + 2aBCcD + 2aBcCd + 2ABbCd + 2ABbcd + \\ 2aBbCd + 2aBbcd + 2AaBCd + 2AaBcd + 2AabCd + 2Aabcd + \\ 4ABbCcD + 4aBbCcD + 4AaBCcD + 4AabCcD + \\ 4AaBbCd + 4AaBbcd + 8AaBbCcD. \end{aligned}$$

Die Koeffizientensumme ergibt 256. Zur gleichen Zahl kommt man bei Anwendung des Kombinationsquadrates.

Keimzellen der Parentalgeneration:

A B C D

a b c d

F₁-Generation: A a B b C c D d:

Die F₁-Generation liefert 16erlei Keimzellen:

- | | |
|------------|-------------|
| 1. A B C D | 9. a B C D |
| 2. A B C d | 10. a B C d |
| 3. A B c D | 11. a B c D |
| 4. A B c d | 12. a B c d |
| 5. A b C D | 13. a b C D |
| 6. A b C d | 14. a b C d |
| 7. A b c D | 15. a b c D |
| 8. A b c d | 16. a b c d |

Das Kombinationsquadrat liefert demnach $16 \times 16 = 256$ Pflanzenindividuen. Darunter sind 16 konstante Formen oder mit anderen Worten, unter je 256 Nachkommen der Hybriden gibt es 81 verschiedene Verbindungen, von denen 16 konstant, d. h. reinerbig sind.

Die 81 verschiedenen Genotypen erscheinen phänotypisch in 16 Formen im Verhältnis:

$$81 : 27 : 27 : 27 : 27 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 3 : 1$$

Wir sehen:

Mendel stellt sich 3 Probleme:

1. Wie groß ist die Gliederzahl der Kombinationsreihen?
2. Wie groß ist die Anzahl der Individuen, welche in eine bestimmte Kombinationsreihe gehören?
3. Wie groß ist die Zahl der Verbindungen, die konstant bleiben, also rein-erblich sind?

Mendel beantwortet die Fragen aus den Ergebnissen der Kombinationsreihen:

1. Bezeichnet n die Anzahl der charakteristischen Unterschiede (Merkmalspaare) an den beiden Stammpflanzen, so ist die Gliederzahl der Kombinationsreihe 3^n

Beispiel:

2 Merkmalspaare	$3^2 =$	9
3 Merkmalspaare	$3^3 =$	27
4 Merkmalspaare	$3^4 =$	81
5 Merkmalspaare	$3^5 =$	243
6 Merkmalspaare	$3^6 =$	729
7 Merkmalspaare	$3^7 =$	2187

Die Größen 9, 27, 81 sind den vorangehenden Beispielen entnommen. 3^n ist zugleich die Höchstzahl der verschiedenen möglichen genotypischen Verbindungen.

2. Die Anzahl der Individuen einer Kombinationsreihe ergibt sich durch Addition der Koeffizienten der einzelnen Glieder der Reihe oder mit Hilfe des Kombinationsquadrates.

Sie beträgt 4^n

Beispiel:

2 Merkmalspaare	16 Individuen =	4^2
3 Merkmalspaare	64 Individuen =	4^3
4 Merkmalspaare	256 Individuen =	4^4
5 Merkmalspaare	1024 Individuen =	4^5
6 Merkmalspaare	4096 Individuen =	4^6
7 Merkmalspaare	16384 Individuen =	4^7

Bei zwei Merkmalspaaren ergeben sich 16 Individuen, die 4 verschiedenen Phänotypen angehören und zwar im Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1.

Bei 3 Merkmalspaaren ist das Verhältnis der verschiedenen Phänotypen:

$$27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1$$

Bei 4 Merkmalspaaren komplizieren sich die Verhältnisse schon sehr:

$$81 : 27 : 27 : 27 : 27 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 3 : 1$$

Wie erhält man diese Proportionen?

a) $9 : 3 : 3 : 1$ ergibt sich durch Multiplikation von

$$(3 + 1) (3 + 1) = 9 + 3 + 3 + 1$$

b) Das Verhältnis von $27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1$ erhält man, indem man das Binom $(3 + 1)$ dreimal als Faktor setzt:

$$(3 + 1) (3 + 1) (3 + 1) = (9 + 3 + 3 + 1) (3 + 1) =$$

$$27 + 9 + 9 + 3 + 9 + 3 + 3 + 1 =$$

$$27 + 9 + 9 + 9 + 3 + 3 + 3 + 1$$

usw.

Allgemein: Das Binom $(3 + 1)$ ist n-mal als Faktor zuzusetzen, was gleichbedeutend mit $(3 + 1)^n$ ist.

3. Die Zahl der reinerbigen Verbindungen (der konstanten Glieder der Kombinationsreihe) ergibt der Ausdruck:

	2^n	
2 Merkmalspaare	$2^2 =$	4 konstante Formen
3 Merkmalspaare	$2^3 =$	8 konstante Formen
4 Merkmalspaare	$2^4 =$	16 konstante Formen
5 Merkmalspaare	$2^5 =$	32 konstante Formen
6 Merkmalspaare	$2^6 =$	64 konstante Formen
7 Merkmalspaare	$2^7 =$	128 konstante Formen

Mendel sagt: „Alle constanten Verbindungen, welche bei Pisum durch Combinirung der angeführten 7 charakteristischen Merkmale möglich sind, wurden durch wiederholte Kreuzung auch wirklich erhalten. Ihre Zahl ist durch $2^7 = 128$ gegeben⁴⁵.“ Staunen und Bewunderung müssen den Leser dieser Zeilen erfüllen: Welch eine Unsumme von Arbeit, welch ein Bienenfleiß verbergen sich hinter dieser Zahl! Wohl kein Forscher nach Mendel dürfte versucht haben, in einem Kreuzungsexperiment mit 7 Merkmalspaaren gleichzeitig zu arbeiten.

Gehören doch zu diesen 128 konstanten Formen 16384 Pflanzenindividuen; die F_1 -Generation hat möglicherweise die Formel

$$A a B b C c D d E e F f G g$$

und liefert theoretisch 128 verschiedene Keimzellen, welche im Kombinationsquadrat 16384 Pflanzenindividuen ergeben.

Fürwahr eine Leistung auf steiler Höhe, unerreichbar, ein einmaliges Resultat in der Geschichte der biologischen Wissenschaft. Mendel erklärt ausdrücklich, daß alle 128 konstanten Formen durch wiederholte Kreuzung auch wirklich erhalten wurden.

⁴⁵ Mendel 22.

Die mathematische Darstellung Mendels ist ein Schlüssel zur Erkenntnis der Genialität dieses wahrhaft großen und doch so bescheidenen Mannes.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Zusammenwirken hoher theoretischer und praktischer Intelligenz, eine am exakten physikalischen und chemischen Experiment geschulte praktische Fähigkeit des Experimentators, souveräne Beherrschung der für die naturwissenschaftliche Forschung wichtigen mathematischen Gebiete, die theologisch-philosophische Auffassung, daß die Sprache Gottes auch in der belebten Natur Gesetzesform hat, die Liebe zur Heimat und zu seinem Volke, sein Verantwortungsbewußtsein als Priester und Lehrer, die nie erlahmende Willenskraft, immer wieder angespornt durch neue Entdeckerfreuden, und der sprichwörtliche Bienenfleiß führten Mendel ans Ziel:

Seine ganze Persönlichkeit steht hinter dem Werke.

Trotz der Belastung durch Amt und Forschung blieb Mendel noch Zeit, Reisen zu unternehmen. Richter⁴⁶ fand in den Rechnungsbelegen des Altbrünner Klosters 31 Reisen verzeichnet. Eine Durchsicht nach dem Zweck derselben ergibt folgendes:

Besuch des Vaterhauses, Erholung, Besuch von Tagungen, Besuch von Rom, Besuch der Weltausstellung in London und Wien, Besuch des Erzbischofs, Besichtigung der Klostergüter, Altarweihe, St. Cyrill-Gedenkfeier, Vorstellung beim Papst, Audienz bei Sr. Majestät Kaiser Franz Josef I., Religionsfondangelegenheiten, Besuch im Unterrichtsministerium, Reise zum Advokaten Dr. Dostal nach Wien, zum Bezirkshauptmann nach Wischau.

Der ursprünglich auf die engere Heimat beschränkte Lebenskreis Mendels hatte sich nach der Wahl zum Abt bedeutend erweitert⁴⁷. Nachgewiesen ist der Besuch folgender Orte: In der engeren Heimat Schlesien und Mähren: Heinzendorf, Petersdorf, Leipnik, Pohl, Zauchtl, Meltsch, Schönbrunn, Troppau, Kremsier, Olmütz, Prerau, Welehrad, Blansko, Brünn, Nezamislitz, Hwiedzdlitz, Wischau; in Böhmen die Landeshauptstadt Prag; Salzburg, die Hauptstadt des gleichnamigen Kronlandes, Meran in Tirol und die Hauptstadt des Kaiserreiches, Wien; im deutschen Reich: Dresden, Leipzig, Magdeburg, Hannover, Eystrup, Hamburg, Kiel, Köln, Frankfurt, München, Mariazell; in Italien: Venedig, Florenz und Rom; in Frankreich: Paris und Boulogne; in England London und Folkstone.

Außer der Donaumonarchie sind das Deutsche Reich, England, Frankreich und Italien Mendels Reiseländer gewesen. Von weltgeschichtlicher Bedeutung hätte seine Fahrt zur Londoner Weltausstellung im Jahre 1862 werden können, wäre er damals mit Darwin zusammengetroffen.

Der 30. März 1868 sollte die dritte entscheidende Wende in Mendels Leben bringen. Durch die Wahl zum Abt des Klosters — von der Bevölkerung

⁴⁶ Richter: Mendel 26—29 u. 30—40.

⁴⁷ Krumbiegel, Ingo: Gregor Mendel und das Schicksal seiner Vererbungsgesetze. Stuttgart 1957, S. 87.

lebhaft begrüßt — erreichte er in der kirchlichen Hierarchie den Bischofsrang und im weltlichen Sektor gehörte er von nun an zu den Spitzen der Gesellschaft. Gleichzeitig weitete sich der Aufgabenkreis nicht nur auf kirchlichem, sondern auch auf weltlichem Gebiet, so daß die Verwaltungsarbeit Zeit und Kraft des Forschers weitgehend in Anspruch nahm. Glaubte er anfangs noch, nach Einarbeitung in den neuen Aufgabenbereich reichlich Muße für die Wissenschaft zu finden, so sollte er bald erkennen, daß er sich geirrt hatte. Immer neue Bürden lud man auf seine Schultern:

1869 wurde er Vizepräsident des Naturforschenden Vereines in Brünn, 1870 erfolgte seine Wahl in den Zentralausschuß der k. k. mährisch-schlesischen Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde, im gleichen Jahr war er Delegierter der Landeskommission zur Regelung der Grundsteuer, und 1876 wurde er zum Mitglied des Verwaltungsrates der Hypothekenbank ernannt. Zudem war er durch die Abwahl auch lebenslängliches Mitglied des Kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Vereins geworden.

Eine einzige große Reise hat er als Abt unternommen: Zum Bienenkongreß nach Kiel. Am 7. September 1871 fuhr er von Brünn nach Dresden, besuchte hier die Gärtnerei Wagner und den Zoologischen Garten, weiter ging es dann nach Hamburg und Eystrup und nach kurzem Aufenthalt dasselbst nach Kiel, wo er am 11. September eintraf. Der Kongreß tagte vom 12. bis 14. September 1871. Die Rückfahrt führte Mendel durch das landschaftlich malerische Rheinland.

Am 21. März 1872 wurde ihm für sein verdienstvolles Wirken und sein Eintreten für die Verfassungspartei sowie für die einstige ersprießliche Tätigkeit als Supplent an der Brünner Oberrealschule auf Vorschlag des damaligen Statthalters Graf v. Thun von Sr. Majestät das Komturkreuz des Franz-Josef-Ordens verliehen.

Daß man auch daran gedacht hatte, Mendel in den Mährischen Landtag zu wählen, geht aus einem Brief an den Grafen Wladimir Mittrowsky hervor; Mendel schreibt⁴⁸:

„Euere Exzellenz!“

„Hochwohlgeborener Herr Graf!“

„Auf die hochgeehrte Anfrage vom 31. v. M. erlaube ich mir Eurer Exzellenz die Erklärung zu übersenden, daß ich bei meiner Stellung in und außer dem Hause niemals daran denken darf, ein Mandat für den Landtag zu übernehmen.

Wenn ich mich demnach veranlaßt sehe, mit dem verbindlichsten Danke ablehnend zu antworten, so geschieht es nur aus Rücksicht auf Verhältnisse, die ich zu ändern außer Stande bin.

Gestatten Exzellenz, daß ich mich zeichnen darf als Eurer Exzellenz
ganz ergebener Diener

Gr. Mendel

Abt.“

Brünn, am 2. September 1871

⁴⁸ Richter: Mendel 56.

1873 war die Weltausstellung in Wien. In Begleitung seiner Neffen fuhr Mendel dorthin und hielt sich eine Woche lang in der Kaiserstadt auf.

Neben der Erfüllung der Pflichten, die Kirche und weltliche Gemeinschaft ihm auferlegten, galt seine Sorge der Anerkennung seiner Forschungsergebnisse durch die Wissenschaftler. Schon vor seiner Wahl zum Prälaten, am 31. Dezember 1866 erging sein erstes Schreiben an Nägeli. Es sollte Mendel eine Enttäuschung bringen. In der Antwort vom 27. Februar 1867 lehnte dieser die Erbsenversuche ab. „Es scheint mir überhaupt“, schrieb er, „daß die Versuche mit *Pisum* nicht abgeschlossen seien, und daß sie erst recht beginnen sollten“⁴⁹. Da Nägeli den Kernpunkt der Mendelschen Entdeckung, die Trennung der Merkmale und ihre Neukombination für unmöglich hielt, konnte er Mendel nie verstehen. Mendel hingegen bereitete die Trennung der Erbfaktoren und ihre Neukombination im Erbgang keine Denkschwierigkeiten, mußte er doch in dieser Tatsache auch ein Prinzip der Chemie erkennen: Analyse einer Verbindung und Synthese der Elemente zu einer neuen. Dieses Analogon hätte eigentlich Nägeli ein Fingerzeig sein sollen.

Als Hieracienforscher hatte er sich viele Jahre vergeblich bemüht, das Rätsel der Vererbung bei diesen Pflanzen zu lösen. Diese zeitraubende Arbeit glaubte er nun einem Mendel aufbürden zu können. Da das Geheimnis der apomiktischen Vermehrung erst Jahre nach Mendels Tode bekannt wurde, hatte ihn Nägeli vor eine damals unlösbare Aufgabe gestellt. Mendel griff sie mit Eifer auf, um nun auch an „Wildpflanzen“ die Gültigkeit seiner an einer Kulturpflanze gefundenen Gesetze nachzuprüfen.

In der Sitzung des Naturforschenden Vereines am 9. Juni 1869 referierte er „Über einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene *Hieracium*-bastarde“⁵⁰. 1870 und noch 1871 experimentierte er mit Habichtskräutern, stellte dann aber die Versuche, die seine Augen schwer geschädigt hatten, ein, was er in seinem letzten Brief an Nägeli im Jahre 1873 diesem mitteilte. Die *Hieracium*-versuche sind für Mendel eine Enttäuschung gewesen.

Die abnehmenden Kräfte infolge verminderter Gesundheit sollten bald durch seinen schwersten Kampf absorbiert werden, den Kampf um die Klostersteuer. Am 7. Mai 1874 sanktionierte der Kaiser das Klostersteuergesetz. Am 27. März 1875 erhielt das Altbrünner Kloster den behördlichen Auftrag, sein Vermögen anzugeben. Am 16. Mai 1875 erfolgte Mendels Eingabe betreff der Steuer. Die Zahlungsaufforderung erging am 10. Oktober 1875. Mendel stellte am 1. November desselben Jahres den Rekursantrag.

Um sein Verhalten zu verstehen, muß an den Eid, den er als Abt geleistet, erinnert werden; es heißt: „Und dann schwöre ich: . . . daß ich von den Gütern der verehrten selbständigen Ordensgemeinschaft ohne Erlaubnis der höchsten Stelle nichts in Verlust gehen lassen und Aufgegebenes der Gemeinschaft (den Männern) nicht mehr wiederzugewinnen trachten will“⁵¹.

⁴⁹ Iltis 131.

⁵⁰ Mendel 47.

⁵¹ Richter: Mendel 148.

Im Jänner 1876 erhielt das Kloster einen neuerlichen Zahlungsbescheid. Da sich Mendel weigerte, demselben stattzugeben, erfolgte am 24. April 1876 die Pfändung.

Protest Mendels gegen Beschlagnahme, Gesuch ans Ministerium; Proteste bei der Statthalterei; Gesuche an dieselbe, Vorstelligwerden der Statthalterei im Auftrage des Kultusministers beim Bischof zwecks Intervention bei Mendel, . . . so ging es bis 1883, wo am 13. September 1883 der behördliche Zahlungsauftrag wegen Erkrankung des Prälaten wieder zurückgeleitet wurde.

Niemand ahnte, daß Mendel bereits vom Tode gekennzeichnet war.

Am 6. Januar 1884 schloß er — ein treuer Sohn seiner Heimat und seines Volkes, ein grundgütiger Mensch, ein Wohltäter der Armen, ein glühender Verfechter des Rechts — seine Augen für immer.

Obwohl Mendel Zeit seines Lebens Botaniker geblieben, erstreckten sich seine Interessen auch auf das zoologische und das meteorologische Gebiet. Daß er sich Gedanken machte, ob die an *Pisum* gefundenen Gesetze auch für Tiere Gültigkeit haben, davon zeugten seine Ansätze für erbkundliche Untersuchungen der Bienen. Sie waren seine Lieblinge unter den Tieren; erfolgte doch die Bepflanzung der Kahlhänge des Spielberges mit blütenreichen Gewächsen, die seinen Bienen reichlich Futter spendeten, auf Mendels Anregung hin.

Ein kleines Bienenvolk, das mit exotischen Hölzern nach Brünn gelangt war, wurde von ihm in Pflege genommen; ging allerdings im Winter infolge der ungewohnten niedrigen Temperatur ein.

Wichtig ist seine Arbeit über *Bruchus pisi*, den Erbsenkäfer, vermutete er doch in ihm einen Störungsfaktor seiner genetischen Versuche; weiters über den Kleinschmetterling *Botys margaritalis*, der in einem Brünner Gemüsegarten die Fruchtstände des Rettichs zerstörte.

Mendel war auch Gründungsmitglied des österreichischen Meteorologischen Vereines. Jahrelang verzeichnete er mit größter Gewissenhaftigkeit die meteorologischen Verhältnisse von Brünn.

Noch wenige Monate vor seinem Tode beobachtete er täglich mehrmals die meteorologischen Instrumente und trug die abgelesenen Daten mit eigener Hand in sein Beobachtungsjournal ein.

Aus seiner Feder stammen auch die Beschreibung einer Windhose, die am 13. Oktober 1870 über Brünn dahinstraste, sowie die Schilderung eines Gewittersturmes am 15. August 1882, der in der Landeshauptstadt arge Verwüstungen anrichtete.

Die regelmäßigen Ablesungen des Grundwasserspiegels sollten geomedinische Zusammenhänge zwischen dem Stand des Grundwassers und dem Seuchenbild aufdecken. „Die Messungen wurden im Konventbrunnen (Gartenbrunnen) des Stiftes St. Thomas vorgenommen“⁵². Als Festpunkt für die

⁵² Richter: Mendel 106.

Messung diente die obere Kante der steinernen Brunneneinfassung. Veranlassung dazu gab ein Hinweis Pettenkofers 1864 auf das dauernde Sinken des Grundwasserspiegels. Das absolute Minimum wurde im Oktober 1865 erreicht. Damals trocknete der Neusiedlersee aus und im darauffolgenden Jahre brach die Choleraepidemie aus, die Mendel in einem Bericht geschildert hat.

Johann Gregor Mendels letzter Brief an Prof. J. Liznar: Im Original auf der Brüsseler Weltausstellung, zwischen den tschechischen Wissenschaftlern eingereiht.

Der Brief ist in Kurrentschrift abgefaßt.

„Bester Freund!

Vor allem meinen herzlichen Dank für die literarischen Zusendungen, die Sie mir als Autor zahlreicher Werke schon oft zukommen ließen, ohne daß in den einzelnen Fällen auch immer meine Dankbarkeit ihren Ausdruck gefunden hätte. Sie sind in die Jahre des Wollens und Schaffens eingetreten, während bei mir davon so ziemlich das Gegentheil stattfindet. So habe ich heute bei der Direktion um vollständige Enthebung von sämtlichen meteorologischen Künsten ansuchen müssen, da ich schon seit Mai vom Herzschlage gerührt und so übel daran bin, daß ich ohne fremde Beihilfe die meteorologischen Instrumente nicht einmal abzulesen im Stande bin. Da wir uns auf diesem Gebiete kaum wieder begegnen dürften, erlaube ich mir Ihnen ein herzliches Lebewohl zuzurufen und allen Segen der meteorologischen Göttheiten auf Ihr Haupt herabzuleiten.

Mit vorzüglichster Hochschätzung für Sie und Ihre gnädige Frau

zeichnet sich

Brünn 20. Dezember 1883

Gr. Mendel“

„Mendel ist der Begründer der klassischen Genetik. Seinen Zeitgenossen erschien die geniale Lösung des Problems als Zahlenmystik. Wie konnte man glauben, daß dem so komplizierten biologischen Problem der Vererbung einfache Zufallsvorgänge zugrunde lagen! So wurde Mendels Arbeit erst um die Jahrhundertwende von de Vries, Correns und Tschermak wiederentdeckt und in ihrer fundamentalen Bedeutung gewürdigt⁵³.“

Mendels größter Gegenspieler war Charles Darwin. Oft wurde die Frage gestellt, weshalb Darwin, der sich auch um das gleiche Problem mühte, erfolglos blieb. Dazu schreibt Garret Hardin in seinem Werke „Naturgesetz und Menschenschicksal“: „Darwin besaß die gleiche Chance wie Mendel. Aber ihm fehlte das vorbereitende Denken, das mathematische Denken. Beim Berichten über seine Studienzeit erzählte er, daß ihn die Mathematik vor allem deshalb abgestoßen habe, weil er nicht fähig gewesen sei, in den ersten Abschnitten der Algebra irgendeinen Sinn zu entdecken. Daher gab er sie auf. ‚Diese Ungeduld war mehr als töricht‘, so bekannte er, und in

⁵³ Bresch, C.: Klassische und molekulare Genetik. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964, S. 6.

späteren Jahren bedauerte ich zutiefst, daß ich nicht soweit kam, um wenigstens etwas von den Hauptprinzipien der Mathematik zu verstehen. Dazu befähigte Männer müssen einen Extrasinn besitzen⁵⁴."

Zum Schluß soll der große Forscher Mendel selbst zu Worte kommen: Bei einer Ansprache an einen Prälaten bei dessen Einkleidung sagte er: „Wenn ich auch manch bittere Stunden in meinem Leben miterleben mußte, so muß ich doch dankbar anerkennen, daß die schönen, guten Stunden weit- aus in der Überzahl waren.

Mir haben meine wissenschaftlichen Arbeiten viel Befriedigung gebracht, und ich bin überzeugt, daß es nicht lange dauern wird, da die ganze Welt die Ergebnisse dieser Arbeiten anerkennen wird⁵⁵."

LITERATUR

- Baur, E.: Einführung in die Vererbungslehre. 7.—11. Aufl. Berlin 1930.
- Baur-Fischer-Lenz: Menschliche Erblchkeitslehre und Rassenhygiene. 4. Aufl. Bd. 1. München 1936.
- Bolk, Louis: Das Problem der Menschwerdung. Jena 1926.
- Bresch, C.: Klassische und molekulare Genetik. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964.
- Camerarius, R.: Über das Geschlecht der Pflanzen. 1694. Hrsg. von Möbius. Leipzig 1899. (Ostwald's Klassiker 105.)
- Correns, C.: Gregor Mendels Briefe an Carl Nägeli. Abh. math.phys. Kl. Sächs. Akademie d. Wiss. 29 (1905) Nr. 3.
- Ders.: Etwas über Gregor Mendels Leben und Wirken. Naturwissenschaften 10 (1922) 623 ff.
- Ders.: Gesammelte Abhandlungen zur Vererbungswissenschaft aus period. Schriften 1899—1924. Berlin 1924, S. 1233 ff.: Neudruck der Briefe Mendels an Nägeli.
- Cramer, C.: Leben und Wirken von Karl Wilhelm von Nägeli. Zürich 1896.
- Darwin, C.: Die Abstammung des Menschen und die geschl. Zuchtwahl. Halle/S. o. J.
- Ders.: On the Origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life. Nachdruck der 1. Ausg. New York 1951, 426 S. (Philosophical library 20.)
- Fietz, Alois: Gregor Mendel, der Bahnbrecher der Vererbungslehre. St. Pölten 1944.
- Fittig, H.: Grundzüge der Vererbungslehre. Stuttgart 1949.
- Gärtner, C. v.: Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich. Stuttgart 1849.
- Goldschmidt, Richard: Die Lehre von der Vererbung. Berlin 1927.
- Hardin, Garret: Naturgesetz und Menschenschicksal. Stuttgart 1962.
- Heberer, G.: Schwanitz. Hundert Jahre Evolutionsforschung. Stuttgart 1960.
- Hoffmann, H.: Untersuchungen zur Bestimmung des Werthes von Species und Varietät. Gießen 1869.
- Iltis, Hugo: Gregor Johann Mendel. Berlin 1924.
- Just, Günther: Die Vererbung. 3. Aufl. Breslau.

⁵⁴ Hardin, Garret: Naturgesetz und Menschenschicksal. Stuttgart 1962, S. 137.

⁵⁵ Richter: Mendel 87.

- Kappert, H.: Die Vererbungswissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Berlin 1948.
- Kraepelin, Karl: Einführung in die Biologie. 6. Aufl. Leipzig-Berlin 1926.
- Krumbiegel, Ingo: Gregor Mendel und das Schicksal seiner Vererbungsgesetze. Stuttgart 1957.
- Lamarck, J. de: Philosophie Zoologique. 1809.
- Linder, Hermann: Biologie. Stuttgart 1944.
- Ludwig, W.: Faktorenkopplung und Faktorenaustausch. Leipzig 1938.
- Mather, Kenneth: Biometrical Genetics. Bd. 9. New York 1949, 158 S.
- Mendel, Gregor: Versuche über Pflanzenhybriden. Hrsg. von Erich Tschermak. Leipzig 1901. (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften 121.)
- Ders.: Schriftl. Mitt. über *Bruchus pisi*, verlesen v. V. Kollar. Verh. zool.-bot. Vereins Wien 4 (1854) 27.
- Michaelis, P.: Die Vererbung. Handbuch der Pflanzenzüchtung 1 (1938).
- Nägeli, C. v.: Die Individualität in der Natur mit besonderer Berücksichtigung des Pflanzenreiches. Zürich 1856.
- Nägeli, C. v. und Peter: Die Hieracien Mitteleuropas. 1884.
- Rensch, B.: Neuere Probleme der Abstammungslehre. 2. Aufl. Stuttgart 1954.
- Richter, O.: Gregor Mendels Reisen. Verh. d. Naturforschenden Ver. in Brünn 63 (1932) 1 ff.
- Ders.: P. Gregor Mendel als Reiseprälat. Radiovortrag, gehalten in Brünn 1929. 1931.
- Ders.: Mendel und seine Heimat. Vortrag anlässlich der 7. schles. Kulturwoche am 5. Juli 1931 im Deutschen Vereinshaus in Neutitschein. 1931.
- Ders.: 75 Jahre seit Mendels Großtat und Mendels Stellungnahme zu Darwins Werken auf Grund seiner Entdeckungen. Nach einem im Naturf. Ver. in Brünn am 15. 2. 1940 gehaltenen Vortrag. Verh. d. Naturf. Ver. in Brünn 72 (1941).
- Ders.: Johann Gregor Mendel wie er wirklich war. Brünn 1943.
- Roberts, H.: Plant hybridization before Mendel. Princeton 1929.
- Scheibe, A.: Einführung in die allgemeine Pflanzenzüchtung. Stuttgart 1949.
- Schmeil-Seybold: Lehrbuch der Botanik. Heidelberg 1951.
- Schwendener, S.: Carl Wilhelm von Nägeli. Ber. d. dt. Botan. Ges. (1892).
- Sengbusch, R. v.: Pflanzenzüchtung und Rohstoffversorgung. Leipzig 1937.
- Ders.: Theorie und Praxis der Pflanzenzüchtung. Frankfurt 1940.
- Sirks, M. J.: Die Bedeutung des Jahres 1865 für die Deszendenzlehre. Naturwiss. Wochenschrift 15 (1916) 681 ff.
- Sonnenborn, T. M.: Mc. Dougall's Lamarckian Experiment. Amer. Naturalist 65 (1931) 541—550.
- Spranger, E.: Lebensformen. 8. Aufl. Tübingen 1950.
- Tschulock, S.: Deszendenzlehre. Jena 1922.
- De Vries, Hugo: Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Ber. d. dt. Botan. Ges. 18 (1900) 83—90.
- Weinberg, W.: Über den Nachweis der Vererbung beim Menschen. Jahresh. Verein vaterl. Naturkunde 64 (1908) 369—382.
- Wichura, M.: Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich. Breslau 1865.
- Wiegmann, A.: Über Bastarderzeugung im Pflanzenreich. Braunschweig 1828.