AGNER FRANCISCO KOFOEDHANSEN.

Reykjavik.

DER LÖSSBODEN IN SEINER BEZIEHUNG ZUR WALDVEGETATION.

Zwölfjährige Tätigkeit als Leiter des isländischen Forstwesens hat mich gelehrt, dass der Boden von Island, d. h. die obere Schicht, die die Wurzeln der Vegetation enthält, so eigenartig ist, dass er mit dem Boden in anderen nördlichen Ländern überhaupt nichts Gemeinschaftliches hat, und in seiner Beziehung zur Waldvegetation so eigentümlich ist, dass die Regeln für Waldanlagen, und zum Teil auch für Waldpflege (die ihre Richtigkeit anderswo erwiesen haben) hier nicht mehr gelten. Als ich zuerst hierher kam, fand ich diesen Boden von meinem Vorgänger als Humus oder humusgemischten, lehmigen Sand beschrieben. Er ist aber gar nicht mit Humus, der aus einem Gemisch von verfaulten Pflanzenresten, Sand oder Lehm besteht, verwandt, sondern ist eine ursprüngliche, rein mineralische Bodenart. C. V. Prytz, Professor der Waldwirtschaft an der Forstacademie in Copenhagen, bereiste 1903 einen grossen Teil des Landes. Er wurde auf die Eigentümlichkeit der oberen Bodenschicht aufmerksam. In seiner Abhandlung: „Skovdyrkning paa Island“ Kbhvn 1905 (Sonderdruck aus „Tidsskrift for Skovvasen Bd. XVII 1905) liegen Resultate von sowohl mechanischen als chemischen Analysen vor. Prof. Prytz bemerkt u. a. „Das Überraschende für mich war, dass die obere Bodenschicht ausserordentlich feinkörnig war und keine Steine enthielt, so wie auch, dass ihr Aussehen und Konsistenz diegleiche war, von Seydisfjord bis Reykjavik“, und weiter: „Es ist also diese Bodenschicht, die entblösst wird, wenn der Wald verschwindet, und es ist verständlich, dass sie dann, dem Winde ausgesetzt, weggefedt wird. In der Tat ist denn auch die obere Bodenschicht

im Inneren Islands, soweit ich das Land gesehen habe, vom Winde abgelagert, nur dadurch kann ich mir den völligen Mangel an Steinen und die grosse Gleichartigkeit der Erdpartikelgrösse erklären". Die Geologie kennzeichnet den Lössboden als eine durch den Wind abgelagerte Erdschicht, und die Geologen behaupten, dass er von den Moränen der Eiszeit herrührt. Als sich die Gletscher am Schluss der Eiszeit zurückzogen, erschien nämlich die obere Schicht der allmählich hervorkommenden Erdmassen, feingemahlen durch den Druck und das Schneiden des Eises, und später wurde diese staubartige Erde in trockenem Zustande vom Winde weggeführt, und wieder in den Ebenen, auf den Gebirgsabhängen und in den Tälern abgelagert. Es liegt nahe zu fragen, warum sich denn nicht überall dort Löss gebildet hat, wo die Eiszeit herrschte. Die Geologie gibt aber, soweit mir bekannt, keine Antwort auf diese Frage. Aber es ist doch einleuchtend, dass auf einem kleinem Gebiet, das isoliert im Meere liegt, keine Lössbildung stattfinden kann, weil die Feinerde vom Lande dann weggeführt würde, ehe eine Ablagerung stattfinden könnte. Auf Veranlassung der dänischen Regierung fuhr ich 1918 nach den Färöerinseln, um ein Gutachten über die Bedingungen für Waldbau abzugeben. Auf vielen Stellen wurden Bodenuntersuchungen durchgeführt; es zeigte sich aber, dass der Boden dort nichts Gemeinschaftliches mit dem hiesigen (isländischen) hat. Dort ist überall wirklicher Humus, die Schicht meistens sehr dünn, und unmittelbar unter der Humusschicht hat der Boden den Charakter der festen, steinigen Moräne. Die Gesteinsart dort ist dieselbe wie hier, nämlich Basalt, und die Formationen sind den isländischen sehr ähnlich.

Der isländische vegetationstragende Boden wurde in Copenhagen sowohl chemischen als mechanischen Analysen unterworfen. Der Geologe, der die mechanischen Analysen machte, erklärte, dass es sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden liesse, ob die Ablagerung eine alluviale oder äolische wäre. Er fand, dass die Erdpartikel etwas grösser waren, als bei Luftsedimenten im allgemeinen, bemerkte aber, dass dies wegen der geringen Entfernung zwischen Entstehungs- und Ablagerungsgebiet herrühren könne. Auf Island war in der Tat diese Entfernung nur klein, denn das Gebirgs- und Gletscherland ist sehr gross im Verhältniss zum Tieflande, das wie ein verhältnissmässig schmaler Ring um das innere Hochland liegt.

Ich besitze nunmehr eine eingehende Kenntnis von Island. Meine Arbeit hat mich in fast alle Gegenden der Insel geführt, und ich kann bestätigen, dass der vegetationstragende Boden überall denselben Charakter hat. Er kann mehr oder weniger lehmig und mehr oder weniger eisenhaltig sein, aber physisch gesehen ist er überall derselbe. Es kann mit vollständiger Sicherheit behauptet werden, dass wir uns hier in einer der Lössregionen der Erde befinden. Später ist dies von dem schwedischen Geologen Carl Samuelsson bestätigt worden. Er bereiste 1925 einen grösseren Teil des Landes, und erwähnt in seinem Buch auch Island. (C a r l S a m u e l s s o n: „Studien über die Wirkungen des Windes in den kalten und gemässigten Erdteilen“ Uppsala 1926).

Der Löss ist hier meistens auf Geröll und Flugsand, selten auf Felsgrund abgelagert. Die Dicke der Schicht ist sehr verschieden, von 0,3 bis über 2 Meter. Er ist feinkörnig, fast wie Cement, und fest abgelagert wie der Schnee in Schneewehen, aber weit fester, weil das Material viel schwerer ist als Schnee. Die Farbe ist kaffee- oder kastanienbraun. Ein solcher Boden muss notwendigerweise, in Bezug auf Wassergehalt, eine besondere Stellung einnehmen. Die feine Konsistenz und die feste Ablagerung gibt ihm grosse Dichtigkeit. Die Niederschläge können nur bis zu geringer Tiefe herabsickern. Bei anhaltendem Regen bildet sich an der Oberfläche schnell ein lehmiger Brei, aber unter dieser breiartigen Schicht, wo sich die mechanische Wirkung des Regens nicht geltend macht, sickert das Wasser nur sehr sparsam und sehr langsam herab. Wenn es nach mehr als 24 Stunden anhaltendem Regen wieder Sonnenschein gibt, ist alles in 3—4 Stunden krachdörr.

Die verschiedenartigen Schichten des gewöhnlichen Bodens ermöglichen immer die Bildung eines mehr oder weniger tiefliegenden Grundwasserspiegels. Dort wo dieser in einer für die Vegetation zweckmässigen Tiefe, 0,75—1,5 Meter, liegt, wird in der über demselben liegenden Bodenschicht eine Wasserzirkulation, oder eine Wechselwirkung der Niederschläge und der Verdampfung, erzeugt. Bei trockener Witterung steigt Feuchtigkeit von dem Grundwasserspiegel nach der Oberfläche, und zur Regenzeit sickert Wasser von der Oberfläche nach dem Grundwasserspiegel. Ein russischer Forstmann, G. V y s o c k y, hat, sehr be-

zeichnend, dies zirkulierende Wasser „Das Blut des Bodens“ genannt, denn aus demselben holt die Vegetation ihre Nahrung.

Im Gegensatz zum gewöhnlichen Boden ist der Löss vollkommen gleichartig, und somit sind die Bedingungen für die Bildung eines Grundwasserspiegels verschwunden, selbst wenn die Niederschläge noch so tief herabsickern könnten, und wenn die Lössschicht sehr dünn, und die Unterlage derselben wasserleitend wäre, dann würde diese Feuchtigkeit der Vegetation nur dann zu Gute kommen können, wenn die Wurzeln durch die Lössschicht bis ans Wasser dringen könnten, denn zufolge der Dichtigkeit muss die Kapillarität des Lössbodens gleich Null oder sehr unbedeutend sein, so dass sie keine Rolle spielt. Der Lössboden hat deshalb kein zirkulierendes Wasser. Früh im Frühling, kann hier im Lande der Lössboden durch das Schneewasser und durch reichliche Niederschläge bis in grössere Tiefen benetzt werden, die Feuchtigkeit aber verdampft schnell, und sie hat keine Quelle zur Erneuerung von unten. Später, in der Wachstumsperiode, wird der Boden in so geringer Tiefe benetzt, dass nur kräuterartige Vegetation, ausser Bäumen und Stäuchern mit sehr flachliegenden Wurzeln, die Niederschläge ausnützen und sich entwickeln können.

Aus den Berichten aus der Zeit des ersten Ansiedlungen, die vor über 1000 Jahren stattfanden, ergibt sich, dass die Bergabhänge und das Tiefland damals fast überall mit Wald bedeckt waren. Sogar heutzutage ist es für den Waldkundigen nicht schwer zu erkennen, dass die Berichte hier richtig sind. Die einzige waldbildende Baumart ist die Birke (*Betula odorata*), und zerstreut in den Birkenwäldern wachsen Vogelbeerbäume (*Sorbus aucuparia*) und Weiden (*Salix phyllicifolia*). Wahrscheinlich hat auch die Zitterespe der isländischen Pflanzenwelt angehört, wenigstens existiert ein einzelnes Gebüsch, von einer Ausdehnung ca 0,10 Hektar, deren Sprosse nicht viel höher als wohlgewachsenes Heidekraut sind. In vielen Gegenden sind auch Wachholder (*Juniperus communis repens*).

Das Forstwesen hier wurde um 1900 gegründet. Im Anfang wurde sehr viel Gewicht darauf gelegt, ausländische Baumarten einzuführen. Sowohl in Wäldern, als auch auf freiem Felde, wurden kleine Areale eingezäunt, und mit solchen Pflanzen, die anderswo bei kaltem Klima gut gedeihen, angepflanzt. Die Versuche umfassten sowohl Laub- als Nadelhölzer, und viele von diesen

Pflanzen wurden auch in damals schon anwesenden Gärten gesteckt. Das Anpflanzen wurden ohne vorhergehende Bodenbearbeitung durchgeführt, aber selbstverständlich war in den Gärten der Boden schon früher tief umgegraben und gedüngt worden. Nach wenigen Jahren zeigte sich eine seltsame Erscheinung. Die in den Gärten stehenden Pflanzen gediehen vorzüglich, in den Versuchsfeldern dagegen machten sie gar keine Fortschritte. Ich verstand die Ursachen dieser Stagnation nicht, konnte mich aber schnell überzeugen, dass sie nicht auf Mangel an Schutz zurückzuführen war, denn in den Wäldern standen die Pflanzen noch geschützter als in den Gärten. In einem Walde des östlichen Teils der Insel wurden 1906 einige kleine Pflanzen von Vogelbeerbäumen gepflanzt, wo sich kein Wind rührte. Heute, nach 24 Jahren, leben sie noch, sind aber nicht grösser als damals.

Ich verstehe nun, dass die Ursache der Stagnation in dem eigenartigen Boden liegt. Im tief umgegrabenen und gedüngten Boden der Gärten bekamen die Pflanzen die für ihre Entwicklung notwendige Feuchtigkeit, aber in dem unbearbeiteten, wenig gelockerten Löss mussten sie, aus Mangel an Wasser, entweder stagnieren oder zu Grunde gehen. Die Feststellung, dass der Boden auf grasbewachsenem Grunde unmittelbar unter dem Rasen nach langdauerndem Regen „krachdür“ war, in Verbindung mit der obenerwähnten Erscheinung, enthüllte mir die Wahrheit.

Es waren grosse Erwartungen an diese Versuchspflanzungen gestellt, und es lag auch kein Grund vor, zu glauben, dass sie nicht gelingen würden. In Skandinavien bilden sowohl Birke als Fichte und Kiefer recht hochgewachsene Wälder, dort wo die Mitteltemperatur im Sommer beträchtlich niedriger ist als im isländischen Tieflande, aber entsprechend dem obenerwähnten, sind hier keine immergrünen Nadelbäume, weil diese an die Bodenfeuchtigkeit grössere Ansprüche machen als die Laubbölzer, sondern nur Laubbölzer mit flachliegendem Wurzelnetz. Wie bekannt, liegt das Wurzelnetz der Zitterespe sehr flach, und dehnt sich weit aus. Ich glaube, dass das obenerwähnte Gebüsch ein Rest der Vegetation ist. Es scheint sonderbar, dass sie fast vollständig verschwinden konnte, es lässt sich aber doch vielleicht erklären. Ich hielt mich sechs Jahre in Russland auf, und fuhr weit umher in den nordrussischen Urwäldern. Dort ist die Zitterespe sehr verbreitet, aber ich habe nie reine Bestände derselben gefunden. Sie war unter den anderen Baumarten zerstreut, wahr

scheinlich, weil sie Überschattung nur schlecht erträgt. Wahrscheinlich ist sie auch in den isländischen Urwäldern nur zerstreut vorgekommen, und die Anzahl der Individuen deshalb nur gering gewesen. Wenn man berücksichtigt, dass sie durch die Weidetiere sehr geschädigt wird, weil ihre Blätter und die jungen Sprosse besonders saftig sind, wird es verständlich, dass sie früh zu Grunde gehen musste. Von anderer Seite wird behauptet, dass die Zitterespe in den schwedischen Urwäldern nicht selten Waldungen bildet.

Die Geologen behaupten, dass der Boden in drei von den grossen waldlosen Regionen der Erde, den Pampas in Südamerika und den Prärien in Nordamerika, eine Lössbildung ist. Wenn dies richtig ist, und man es mit den hiesigen Erfahrungen vergleicht, dann wird es verständlich, dass dort, wo der Sommer lang und heiss ist, auf Lössboden kein Wald gedeihen kann, weil dieser Boden für eine Vegetation mit tiefliegendem Wurzelnetz zu trocken ist. Nur dort, wo ein kühler Sommer vorherrscht, können auf Löss einige Laubhölzer mit flachliegendem Wurzelnetz Wald bilden. Mit anderen Worten: Der Lössboden ist ungünstig für die Waldvegetation (und begrenzt ihre Verbreitung den klimatischen Verhältnissen gemäss).

Die russische Steppenregion; eine Theorie ihrer Entstehung.

Durch die nachfolgenden Mitteilungen über die russische Steppenregion will ich versuchen, meine Behauptungen zu begründen. Ich hielt mich in Russland sechs Jahre auf, und bin dort weit umhergereist. Ich hatte vom dänischen Forstverein den Auftrag erhalten, Auszüge aus dem Organ des Petersburg'schen Forstvereins (Л ѣ с н о й Ж у р н а л ъ) auszuarbeiten. Unter den Abhandlungen, die ich übersetzte, war eine mit dem Titel: „Über die Bedingungen für Waldbau und Waldanlagen in den Steppen des europäischen Russlands“ (С. Петербургъ, 1907). Der Verfasser war der obengenannte G. V y s o c k y. Sie war sehr interessant und gut geschrieben, und enthielt eine ausführliche Beschreibung des Terrains und der Bodenverhältnisse in den Steppen, sowie auch der dortigen Waldbauversuche der Regierung. Ich war damals in Bodenuntersuchungen sehr geübt, und begriff schnell, dass der Steppenboden nichts Gemeinschaftliches mit irgend einer

mir bekannten Bodenart haben könne. Oft war von Erdklüften gesprochen, ich konnte mir aber keinen Boden vorstellen, der solche Bildungen in den Ebenen ermöglichte. Ein anderes Phänomen aus den Steppengegenden, das von einem anderen Verfasser erwähnt war, „Trockener Nebel“ („Сухой туманъ“), war mir auch völlig unbekannt. Soweit ich weiss, wird das Phänomen in Deutschland „Sonnenrauch“ genannt. Später, als ich mit dem Terrain und den Bodenverhältnissen von Island vertraut worden war, wurde mir alles, was ich von den Steppen her kannte, leicht verständlich, denn hier hat man in der Tat ein Bild der Steppenlandschaft in verjüngten Maszstabe vor sich. Hier sind Erdklüfte wie in den Steppen, nur sind sie dort viel länger, breiter und tiefer. Keine Bodenart hat nämlich der Einwirkung des Wassers gegenüber ein so geringes Widerstandsvermögen, wie der Löss. Wird ein kleiner Graben, sogar mit geringstem Gefälle, in tiefem Löss gezogen, dann schneidet sich das Wasser in unglaublich kurzer Zeit bis an die feste Unterlage hinunter, die Böschungen stürzen ein, und sich selbst überlassen, würde der Graben mit der Zeit unvermeidlich in eine Erdkluft verwandelt werden. Auch die „trockenen Nebel“ treten hier auf und werden „Mistur“ genannt. Sie entstehen bei trockenem Wetter, und sogar durch schwachen Wind, dort wo der Löss gar keine, oder nur eine zerstreute Vegetation trägt.

In einer früheren Abhandlung stellt V y s o c k y eine Theorie über die Entstehung der Steppen auf. „Wir wissen“ sagt er, „dass ein Teil des Steppengebiets während der Eiszeit von zwei grossen Gletschern bedeckt war, dem Dnjeprschen, der sich bis an den Nebenfluss des Dnjeprs, den Orel, erstreckte und dem Donschen, dessen Südgrenze bei Mjedvjediza, einem Nebenfluss des Don, lag. Damals breitete sich das grosse Aral-kaspische Meer östlich von den hohen Abhängen des östlichen Wolgaufers und östlich von den Höhenzügen von Jergena und Stavropol, gegen Norden ging es erst in Brackwasser-, dann in Süsswasserbassins über, die nach Süden vorrückten, als sich das Meer zurückzog, um später wieder nach Norden zu weichen, als das Meer aufs neue heranschwellt. Im Süden war auch ein Meer, das sich durch das Tal des Flusses Manitscha mit dem Aral-kaspischen Meere vereinigte. Aber was befand sich zwischen den Meeren und den Gletschern? Man muss annehmen, dass dort eine Tundra, oder eine ähnliche mit kräuterartiger Vegetation bewachsene Ebene lag,

und vielleicht waren dort auch einzelne Waldoasen auf besonders hochliegenden Stellen, aber der grösste Teil der reichen Waldvegetation der Tertiärzeit muss damals zu Grunde gegangen sein. Als das Meer sich zurückzog und die Gletscher abschmolzen, wurde die vegetationslose Erdoberfläche der unmittelbaren Einwirkung des Windes ausgesetzt, und dieser konnte dann, begünstigt durch das trockene Klima, das zu der Zeit geherrscht haben soll, alle staubfeine Erde hunderte von Meilen wegtragen, während die mehr oder weniger grobkörnigen und lehmigen Bodenarten zurückblieben. Ein Teil der staubfeinen Erde wurde vom Nordwinde auf die rasenbedeckte Tundraebene geführt und bildete die Erdschichten, die heutzutage den Steppenboden ausmachen.

Nach dem vollständigen Verschwinden der Gletscher, oder vielleicht etwas früher, rückte der Wald, hauptsächlich von Osten und Westen, von Sibirien und Europa heran, und eroberte das Terrain auf den abgewehrten Landstrecken, wo die gröbere Konsistenz des Bodens und daraus folgende grössere Porosität desselben, in Verbindung mit dem feuchteren Klima, den Baumwuchs begünstigte, während die vom Winde abgelagerten Erdschichten, die eine festere Konsistenz erhielten, und nach einem südlicheren Himmelsstrich geführt wurden, wo ein heisses, trockenes Klima bessere Bedingungen für eine kräuterartige Vegetation gewährten, nach und nach den Charakter der Steppe annahmen. Aber auf einem so riesigen Areal wie die Steppenregion, werden sowohl an den Grenzen wie auch im Innern immer weite Landstrecken vorkommen, wo der Boden einer baumartigen wie einer kräuterartigen Vegetation im gleichen Grade entspricht, und wo deshalb bald der Wald, bald die Steppenvegetation von rein temporären klimatischen Schwankungen abhängig ist. Auf der Grenze der zwei Vegetationsgebiete wird deshalb ein ständiger Kampf stattfinden, wodurch der Übergang nicht schroff, sondern, wie alles in der Natur, unregelmässig und allmählich auftritt".

In der früher erwähnten Abhandlung: „Über die Bedingungen für Waldwachstum u. s. w.“ legt V y s o c k y seine Ansichten in betreff der Ursache des Mangels an Wäldern in der Steppe dar, und spricht unter anderem folgendes: „Wenn wir eine Linie von der Gegend von Kiew über Orel und Kasan nach Jekaterinenburg ziehen, dann wird das europäische Russland in zwei Teile geteilt: der nördliche, feuchte, ursprünglich ganz mit Wald bedeckte, und der südliche, trockene, ursprünglich zum grössten

Teil Steppe. Eine solche Teilung ist durch seine klimatischen Unterschiede begründet, der sich dadurch zeigt, dass der durchschnittliche, jährliche Totalniederschlag in der nördlichen Hälfte grösser ist als die durchschnittliche jährliche Verdampfung; in der südlichen Hälfte aber übersteigt die Verdampfung die durchschnittlichen Niederschläge. Je mehr man sich von dieser Linie in nördlicher und westlicher Richtung entfernt, desto grösser wird der Niederschlag im Verhältniss zur Verdampfung, d. h. desto feuchter ist das Klima, aber je mehr man sich von derselben nach Süden und Osten entfernt (fast bis an die Ausläufer der Gebirgsgegenden von Krim und Kaukasus), um so mehr übersteigt die Verdampfung den Niederschlag, d. h. desto trockener ist das Klima. Je trockener das Klima ist, desto seltener kommt der Wald vor. Die Waldungen verengen sich und sind nur auf dem höchsten Teil der Wasserscheiden, in den Flusstälern, längs dem Rande der Erdklüfte, und auf dem oberen weniger steilen Teil der Böschungen derselben, und überhaupt auf den mehr porösen, weniger hygroskopischen und besser ausgespültem Erdboden, dem sandigen und steinigen, zu finden. In den am meisten trockenen Gegenden, die hauptsächlich zwei Landstrecken einnehmen, nämlich: das Tiefland am kaspischen Meere und den gebirgslosen Teil der Krim, samt dem Tieflande längs des Schwarzen Meeres vom nordwestlichen Ufer des azowschen Meeres bis an das Donaudelta, existiert so gut wie keine bedeutende Waldung oder waldähnlicher Baumwuchs, mit Ausnahme der Areale, die unter dem Einfluss der Flüsse stehen.

Schon das hier skizzierte zeigt, dass zwischen der Feuchtigkeit und der Lage der Gegend einerseits und der Möglichkeit für das Gedeihen des Waldes andererseits ein gewisser Zusammenhang besteht, und auch, dass das Gleichgewicht zwischen dem durchschnittlichem, jährlichem Niederschlag und der Verdampfung die Grenze der klimatischen Zone feststellt, eine Grenze, wo die Bildung einer Baumvegetation in Form weitausgedehnter Waldungen stattfinden kann, mit Ausnahme der Areale, deren Bodenfeuchtigkeit unter dem Einfluss der Wasserläufe steht. Nur auf Landstrecken, die von Bodenarten mit geringer Hygroskopizität (sandigen oder auch zum Teil steinigen) bedeckt sind, ist eine Bildung von Waldungen (in beschränkter Ausdehnung) in einem mehr trockenen Klima, möglich.

Ausser der direkten Bedeutung, welche der Mangel an Feuchtigkeit oder, mit anderen Worten, die Trockenheit des Klimas, für die Begrenzung der Bildung grösserer Waldungen in den

Fig. 51.

Steppen hat, gibt es noch eine indirekte Ursache dafür, dass der grösste Teil des Steppenbodens für Baumwuchs nicht geeignet ist. Diese indirekte hydrologische Ursache zeigt sich darin, dass im Steppenboden eine Anhäufung von Salzen stattfindet, weil zu wenig Wasser für die Auslaugung der oberen Bodenschicht zugeführt wird. Wenn das Klima feuchter wäre, d. h. die Niederschläge reichlicher und die Verdampfung geringer, dann würde der Steppenboden besser ausgelaugt werden, und die Anhäufung der für die

Baumvegetation schädlichen Salze (hauptsächlich Soda, dann Kochsalz und endlich alkalische Sulfate) nur unbedeutend sein.

Dass diese Trockenheit des Klimas nicht einzig auf dem Gesamtniederschlag beruht, sondern auch in nicht geringem Masse auf Faktoren wie Temperatur, Windstärke und Luftfeuchtigkeit, die alle auf die Intensität der Verdampfung Einfluss haben, sehen wir daraus, dass in der nördlichen Hälfte, d. i. nördlich der Linie Kiew — Jekaterinenburg, Gegenden sind, wo der Niederschlag geringer ist als in einigen typischen Steppengegenden, aber nicht desto weniger wächst dort dichter und hoher Wald“.

Die Theorie Vysocky's von der Entstehung der Steppe ist in der Hauptsache sicher richtig, aber seine Folgerungen hinsichtlich des Mangels an Wäldern in derselben sind es augenscheinlich nicht. Er ist also der Meinung, dass das Klima und nicht der Boden an dem Mangel an Wäldern schuld ist, aber aus dem oben Zitierten geht hervor, dass der eigentümliche Boden denselben hervorgerufen hat.

Die Weise, in welcher die Waldvegetation innerhalb des Steppengebiets verteilt ist, und der Charakter und die Richtung der Steppengrenze beweisen, dass:

- 1) der Steppenboden eine äolische Bildung ist,
- 2) die Baumvegetation auf diesen Breitengraden den Lössboden meidet,
- 3) die Stürme, die den Steppenboden herbeigetragen und abgelagert haben, nicht vom Norden, sondern vom Osten kamen.

Stellen wir uns eine Landschaft wie die der Steppen vor, deren Höhe über dem Meeresspiegel, wie es hier tatsächlich der Fall ist, nicht so viel variiert, dass dadurch das Klima bedeutend beeinflusst würde: Sie enthält verschiedene Terrainformen; die Hochebenen mit den Wasserscheiden senken sich nach allen Seiten, und gehen an einigen Orten in weitausgedehnte Ebenen, an anderen in wellenförmiges Gelände mit mächtigen Höhenzügen über. Die Landschaft ist von mehr oder weniger breiten Flusstälern durchschnitten, und enthält zahlreiche, durch die Einwirkung des Wassers gebildete Erdklüfte, die in die Flusstäler und die kleinen Niederungen ausmünden, indem das Wasser sich durch den Lössboden dorthin gearbeitet hat.

Stellen wir uns vor wie diese Landschaft aussieht, wenn ein lang andauernder Schneesturm über dieselbe hinweggetobt hat,

und nachher ein anhaltender Frost folgte, von anderen Stürmen verursacht, die aber keine Niederschläge mit sich führten, so erhalten wir ein Bild, das man hier im Lande oft vor Augen hat.

Auf den Plateau's der Wasserscheiden und den Höhenzügen, wo die Erdoberfläche ganz eben ist, liegt kein Schnee. Wo dieselbe mit grösseren Steinen überstreut ist, liegen, wo die Steine Schutz gewährten, kleine Schneehaufen. Wenn man von diesen Stellen nach unten geht, wird der Schnee allmählich tiefer, und ist am tiefsten dort, wo das schräge Terrain in die Ebenen übergeht. Auf den letzteren ist der Schnee so ziemlich gleich tief, aber wenn man an eine kleine Anhöhe anlangt, oder sich einer Erdkluft nähert, dann wird der Schnee sofort weniger tief, und oft ist ein Streifen längs der Erdkluft, und der obere weniger steile Teil der Böschung, ganz schneefrei. Weiter nach unten liegt auf der Böschung der Kluft Schnee, aber derselbe ist hier locker, weil er, der geschützten Lage wegen, sanft fiel.

Die Ablagerung des vom Winde getragenen Staubes muss mit der des Schnees ganz analog sein, denn sie wurden beide in derselben Weise herbeigeführt. Die Stürme, die die Erdschicht der Steppen ablagerten, waren zweifellos starke und langandauernde, denn sie mussten die Erdpartikeln weit mit sich tragen. In den Steppen toben starke Stürme aus allen Himmelsrichtungen, und nach den staubtragenden Stürmen folgten andere, die aber keinen Staub mit sich führten. Von diesen letzteren wurde der Löss von den Plateaus der Wasserscheiden und den Höhenzügen, längs den Erdklüften und deren oberen Teil, den Böschungen, wieder weggefeht. Unten in den Erdklüften war der Löss, ebenso wie der Schnee, locker. Frühlingsschneewasser und Regengüsse konnten ihn deshalb schnell in die Kluft hinabreissen und nach den Flüssen führen; hier aber konnte der Wald, der grossen Abschlüssigkeit wegen, nicht Wurzeln fassen, und auch hinderte ihn das aus den tieferen Erdschichten herausickernde Wasser daran.

Im ersten Teil der postglacialen Periode, in welcher diese Ablagerungen stattfanden, ist der Wasserstand sicher viel höher gewesen als später. Als die Flüsse sich nach Abschluss der Ablagerungen von dem höher liegendem Teil der Täler zurückzogen, kamen Landstrecken hervor, die keinen Löss trugen.

Der Aussage des russischen Verfassers zufolge, findet man innerhalb des Steppengebietes den Wald nur auf dem höchsten Teil der Plateaus der Wasserscheiden und der Höhenzüge, längs

dem Rande der Erdklüfte und auf dem oberen weniger steilen Teil der Abhänge (Böschungen), in den Flusstälern, und überhaupt auf den mit sandigem und steinigem Boden bedeckten Landstrecken, mit anderen Worten: Dort wo kein Lössboden war, konnte der Wald das Terrain erobern, aber vor dem Lössboden musste er Halt machen.

Dort wo der Rand der Schneewolke vorbeiging, liegt der Schnee fleckenweise. Nahe dem mehr oder weniger gewundenen Rand der zusammenhängenden Schneedecke liegen grössere Flecken dicht aneinander, weiter von demselben entfernt werden sie kleiner und mehr verstreut, zuletzt liegen nur vereinzelte Schneeflecken und dann folgt schneeloses Terrain. Der Übergang vom Walde zur Steppe geschieht nicht in der Weise, dass der Wald allmählich niedriger wird, um zuletzt in Gebüsch verwandelt, der Steppe zu weichen. Der Wald behält bis an den Rand seine volle Höhe, nur wird er, wenn man sich der Steppe nähert, weniger dicht und streckt sich zungenförmig in die Steppe hinaus. Längs dem Waldsaume stehen vereinzelte Bäume und schliesslich ist die Steppe allein herrschend. Die Grenze zwischen Wald und Steppe hat von Osten ausgehend erst die Richtung O—W, dann NO—SW, und ihr Charakter deutet darauf hin, dass der Rand der Staubwolke in dieser Gegend vorbeiging und den Löss hier platzweise ablagerte. Im Süden haben die Meere die Grenze festgesetzt. Es ist unverständlich, weshalb die Steppe gerade an dieser Stelle aufhören sollte, wenn die Stürme aus dem Norden ihre Erdschichten, die sie aus den sich stets zurückziehenden Gletschern mitführten, ablagerten. Wahrscheinlich hätte sie sich dann bis zu den Breitengraden erstreckt, wo ein ähnlich kühler Sommer herrscht, wie hier. Geht man dagegen davon aus, dass die staubführenden Stürme vom Osten kamen, dann scheint dies natürlich, weil das hohe Uralgebirge verhinderte, dass die Staubwolken weiter nach Norden geführt wurden.

Resultate der Waldbauversuche in den Steppen und auf Island.

V y s o c k y teilt den Steppenboden in drei Klassen:

- 1) Günstig für Waldwuchs, in der Tat also nicht Steppenboden.

2) von zweifelhafter Günstigkeit für Waldwuchs, hierher gehört die schwarze Erde, die wegen ihrer Fruchtbarkeit so berühmt ist,

3) Ungünstig für Waldwuchs.

Dort, wo der ungünstige Boden allein herrschend ist, gibt er die Niederschläge zu $\frac{1}{3}$ der Verdampfung an. In ihm hat immer eine grössere oder geringere Anhäufung von Salzen stattgefunden, und er ist bekannt als „der braune Boden der südlichen trockenen Steppen“. Er ist entweder kastanien- oder schokoladenbraun. Sowohl der schwarze wie der braune Boden sind Lössarten. Der schwarze Boden, oder die schwarze Erde, deckt den nördlichen Teil des Steppengebietes, und hier sind die Niederschläge zu $\frac{2}{3}$ der Verdampfung angegeben.

Unter Anhäufung von Salzen versteht man eine durch fehlende Wasserzirkulation entstandene Konzentration von Pflanzennährstoffen, wie auch von mehreren für die Vegetation schädlichen Stoffen (Salzen). Im Steppenboden gibt es eine Schicht, die „der tote Horizont“ genannt wird. V y s o c k y gebraucht diese Benennung. Die oberhalb dieser Linie liegende Schicht steht unter dem Einfluss der Niederschläge, der Boden unterhalb derselben bleibt aber von den Niederschlägen vollständig unberührt. Oberhalb des „Horizontes“ und in der unmittelbaren Nähe desselben muss also die Anhäufung von Salzen stattfinden. Es steht nichts im Wege durch Verdampfungsmesser festzustellen, ob ein Klima mehr oder weniger trocken ist, aber ein Resultat über die wirklichen Verhältnisse scheinen sie doch nicht anzugeben, denn da der Niederschlag, im weiteren Sinne des Wortes (Regen, Nebel und Tau), die einzige Quelle der Verdampfung ist, muss man annehmen, dass das Maximum der durchschnittlichen jährlichen Verdampfung nur eben so gross ist wie der Niederschlag oder geringer, weil ein Teil des Wassers doch fortläuft, ohne in der betreffenden Gegend zu verdampfen.

Betreffs der Waldbauversuche der russischen Regierung in den Steppen führt V y s o c k y folgendes an: „Was man in Russland im wirklichen Sinne des Wortes Waldbau in den Steppen nennt, umfasst die Anlage grösserer Waldungen, von einigen hundert bis ca 1500 Hektar, dann Schutzmäntel und lebende Zäune längs der Eisenbahnen, um Schneeanhäufungen auf dem Bahnkörper vorzubeugen, zum grössten Teil auf Bodenarten von zweifelhafter Günstigkeit für Baumwuchs, z. B. Schwarzerde, und

kastanien- oder schokoladenbraune Erde, weiter trockene Hügelvorsprünge und Boden mit Anhäufung von Salzen. Nur in geringer Ausdehnung und zufällig hat man auch Areale mitgenommen, deren Boden für die Baumvegetation günstig war.

Demzufolge mussten auch die Kulturarbeiten in den Steppenrevieren unter dem Einflusse ungleicher topographischer und klimatischer Verhältnisse höchst verschiedene Resultate ergeben. Die Bedingungen werden dadurch noch ungleicher, da mannigfaltige, wissenschaftlich wenig begründete Theorien, in Betreff der Wahl von Baumarten und der Mischung derselben sich geltend machten, ja, es hat sogar auf diesem Gebiet eine vollkommene Planlosigkeit geherrscht. Trotzdem jedoch die Bedingungen anscheinend so ungleich waren, sehen wir gegenwärtig ein hinlänglich gleichartiges Resultat, nämlich dies, dass die erzeugten Waldungen (im Ganzen über 2000 ha) massenweise vertrockenen und absterben.

Es gibt offenbar 3 Hauptursachen dieser Misserfolge: a) dass der grösste Teil des Steppenbodens ursprünglich ungünstig für den Baumwuchs war, b) die auffällig guten Resultate der ersten Jahre, c) das Fehlen einer exakten wissenschaftlichen Grundlage für die Arbeit.

In den ersten Jahren wuchsen die jungen Pflanzen besonders schnell und zeigten eine kräftige Entwicklung. Als sie aber ein gewisses Alter erreichten, verschieden für die verschiedenen Abarten des Lössbodens, etwa 10—40 Jahre, fingen die Waldungen an schnell zu vertrockenen und abzusterben.

Dem hier Angeführten zufolge scheint es ein Absurd zu sein, das Klima als bestimmenden Faktor für die Verteilung des Waldes im Terrain anzusehen. Das Resultat der Waldbauversuche stellt auch das Klima in den Hintergrund, denn von Angriffen durch Pilze und Insekten, die sich auf den verwelkenden, halbeingegangenen Bäumen einfanden, war keine Rede. Wie sollten auch rein klimatische Faktoren verursachen können, dass die Waldvegetation plötzlich zu Grunde ging, nachdem sie 10—40 Jahre tadellos gediehen hatte.

In einem grossen gebirgslosen Lande auf diesen Breitengraden wäre es undenkbar, dass das Klima, sogar innerhalb eines viele Meilen breiten Landstriches, sich derart verändern sollte, dass es der Baumvegetation eine unüberwindliche Schranke setzen

könnte, und hier sehen wir ja Waldregion und Steppenregion unmittelbar aneinander liegen.

Was die Anpflanzungen betrifft, die unmittelbar am Waldrande, auf der Linie Kiew - Jekaterinenburg vorgenommen wurden, wäre es nun sinnlos dem Klima die Schuld an den unglücklichen Resultaten zuzuschreiben; dies tut V y s o c k y auch nicht.

Die gewundene Waldgrenze war für das Forstwesen sehr unbequem. Sie war nicht leicht zu bewachen, und war bei Parzellierung auch unpraktisch. Infolgedessen, und auch um das Areal des in diesen Gegenden sehr kostbaren Waldes zu vergrößern, bewilligte die Regierung reichliche Mittel für das Anpflanzen der Steppenzungen, die sich in den Wald hineinstrecken. In den ersten Jahren wuchsen die Pflanzen ebenso wie auf den im Innern der Steppe liegenden Revieren sehr gut, aber als sie das kritische Alter erreichten, kam die Katastrophe, und die erzeugten eben geschlossenen jungen Waldungen fingen an zu vertrocknen und gingen schnell und vollkommen zu Grunde. Dann zeigte sich die Steppe wieder in den sterbenden Waldungen genau so wie sie dort früher herrschte, mit ihren mehr oder weniger eigentümlichen Gräsern und anderen kräuterartigen Pflanzen. Von diesen Vorgängen teilt V y s o c k y folgendes mit:

„Genauere Untersuchungen bestätigten, dass der untief liegende Untergrund zu trocken war, um den Wurzeln die notwendige Feuchtigkeit zuzuführen, weil das Wasser durch die sehr hygroskopische Steppenerde zurückgehalten wurde. Bei oberflächlicher Betrachtung schien es unbegreiflich, dass die Waldungen hier zu Grunde gehen konnten, denn am Waldsaum wie in der Mitte der Steppenzungen standen Eichen, die von Samenanflug stammten, und eine bedeutende Grösse erreicht hatten. Bodenuntersuchungen zeigten indessen, dass alle diese Eichen dort standen, wo der Untergrund tiefer und das Grundwasser unter dem Einfluss eigentümlicher Terrainformen höher lag. Sie repräsentierten somit nur die spärlichen Überreste der eigenen, und wahrscheinlich sehr reichlichen Aussaat der Natur. Als Beweis dafür, dass eine Baumvegetation bedeutend mehr Feuchtigkeit als eine kräuterartige Vegetation fordert, kann angeführt werden, dass alte Eichen, die von den Anpflanzungen umgeben waren, ebenfalls vertrockneten und zu Grunde gingen, während sie früher, von der Steppenvegetation umgeben, gut gediehen“.

Dieser Aufschluss ist der Wahrheit nahe, aber doch nicht ganz richtig. Es ist nicht schwierig, die wirkliche Ursache des Absterbens der Anpflanzungen und der Eichen darzulegen. Hier, am Rande der Steppenregion, wo die Lössschicht (die der Verfasser Steppenerde nennt) platzweise abgelagert wurde, muss sie auch verhältnissmässig dünn sein. Die Lössschicht war jedoch dick genug um vorzubeugen, dass die Niederschläge den Untergrund erreichten. Als die gepflanzten Bäume so gross wurden, dass ihr Wurzelnetz nicht hinlänglichen Raum im Löss fand, mussten sie aus Mangel an Wasser dort, wo sich die Wurzelspitzen befanden, zu Grunde gehen. Die Eichen standen alle dort, wo kein Löss war, und bildeten selbst durch ihr Laub allmählich eine Humusschicht. Deshalb konnten die Niederschläge hier tiefer nach unten dringen und wieder mit normaler Langsamkeit verdampfen. Als sie nun gezwungen wurden, mit einer Vegetation zu konkurrieren, die auch tiefliegende Wurzeln hatte, wurde die Bodenfeuchtigkeit auf diesen kleinen Flecken zu spärlich, und deshalb starben sowohl die gepflanzten Bäume als auch die alten Eichen.

Der Humus ist hygroskopisch, der Löss aber nicht. Nach einer oberflächlichen Bekanntschaft mit dem isländischen Löss bekam Prof. P r y t z den Eindruck, dass derselbe sehr hygroskopisch sein müsste und sagt folgendes: „Obgleich keine Untersuchung inbetreff des Porenvolumens der braunen isländischen Erde vorliegt, bezweifle ich doch nicht, dass dieses verhältnissmässig gross ist. Hiermit stimmt auch überein, dass der Boden sehr hygroskopisch ist und dass die Pflanzen leicht ausfrieren (im Frühling weicht er so sehr auf, dass die Wege fast unbefahrbar sind)“.

Diese Folgerung ist aber nicht richtig. Die obere Schicht, die der mechanischen Wirkung des Regens ausgesetzt ist, wird schnell aufgeweicht, aber von der Oberfläche der nächsten Schicht, die vor der mechanischen Wirkung geschützt liegt, sickert das Wasser nur sehr spärlich und sehr langsam nach unten.

Der russische Verfasser behauptet jedoch, dass die Trockenheit des Klimas, d. h. ungenügender Niederschlag in Verbindung mit starker Verdampfung, dem Mangel an Wald in den Steppen zu Grunde liegt, direkt dadurch, dass sie eine für die baumartige Vegetation allzugerings Feuchtigkeit hervorruft, und indirekt, weil sie die genügende Ausspülung des Bodens verhindert, und dadurch eine Anhäufung von Salzen, die für die Vege-

tation schädlich sind, (Chloriden, Sulfaten und Karbonaten, hauptsächlich alkalischen) ermöglicht.

Wie früher erwähnt, ist er der Ansicht, dass die Steppenerde unter dem Einfluss eines feuchteren Klimas ihre für die Waldvegetation ungünstigen Eigenheiten verlieren würde. Die Erfahrungen in Island aber beweisen etwas anderes. Ich bin überzeugt, dass, wenn auch die Niederschläge in einer Lössregion so reichlich wären wie irgendwo auf der Erde, diese Bodenart trotzdem für jede Baumvegetation stets gleich ungünstig verbleiben würde.

Schon seit mehreren Jahren hatten wir in den hiesigen Pflanzenschulen erstklassiges Material von isländischen Birken und Vogelbeerbaumpflanzen (*Sorbus aucuparia islandica*) zur Verfügung. Aber a u s s e r h a l b der Gärten haben Anlagen mit diesen Pflanzen ein trauriges Resultat ergeben. Auf der südlichen Hälfte Islands kann der Sommer ausnahmsweise so regnerisch sein, dass die niederschlagslosen Tage verhältnissmässig selten werden, und die Niederschläge sind gerade deshalb fähig besonders tief nach unten zu dringen, weil sie zum grössten Teil als feiner Regen und Staubregen fallen.

Doch zeigen diese Pflanzen sogar in einem solchen Sommer, dass sie an Wassermangel leiden, natürlich weniger als in einem normalen Sommer, jedoch derart, dass man sich nicht täuschen kann. Mehrere Pflanzen trocknen bis an die Wurzeln ein; dann schiessen oft aus denselben ein oder mehrere Sprosse, die die Bildung feiner, nahe an der Oberfläche liegender Wurzeln hervorruufen, und mittels dieser neuen Wurzeln können die Sprosse das Wachstum fortsetzen. Alle Pflanzen stocken lange Zeit; es ist leicht zu sehen, dass man keine Fortschritte erwarten kann, bevor die Bildung neuer flachliegender Wurzeln stattgefunden hat. Dies erklärt sich dadurch, dass die Form des Wurzelnetzes durch das Anpflanzen verändert wird. Der Steckling wird wie ein Besen in die Erde gesteckt, und kommt somit tiefer zu liegen als ursprünglich. Dies schadet nicht im gewöhnlichen Boden, im Löss aber wird es verhängnissvoll. Diesem Mangel lässt sich vielleicht dadurch abhelfen, dass man eine oder mehrere Wurzeln nahe der Oberfläche anbringt, jedoch ist es schwer, die Pflanzen genügend zu befestigen. Die Arbeit würde langsam vor sich gehen, und somit auch sehr kostspielig sein. Schliesslich kommt dazu, dass das Auffrieren im Löss sehr intensiv ist, und um die

Pflanzen genügend zu befestigen, muss man beiderseits derselben Rasenstücke fest niedertreten, selbst wenn die Arbeit auf gewöhnliche Weise vorgenommen wird. Meiner Ansicht nach sind deshalb Waldanlagen durch Anpflanzen, d. h. Anpflanzen im grossen Stil, hier ausgeschlossen.

Wenn die Niederschläge in einer Lössregion um ein Vielfaches häufiger sein würden, dann würde dies nur zur Folge haben, dass das Wasser oben abliefe oder sich in Pfützen sammelte, um dort zu verdampfen. Wenn ein mit Löss bedecktes Areal so gross ist, dass es mit Recht eine Region genannt werden kann, dann wird der Löss verursachen, dass die Luft über demselben immer sehr trocken sein wird, denn auf diesem Boden kann die Luftfeuchtigkeit nicht durch eine gleichmässige langsame Verdampfung zwischen den Regenperioden reguliert werden, wie auf einem Boden vom gewöhnlichen Charakter. Deshalb, aber auch nur aus diesem Grunde, ist es berechtigt, die Linie Kiev - Jekaterinenburg als eine klimatische Teilungslinie zu bezeichnen.

Es ist ganz merkwürdig, dass die Luft auf dem Südlande Islands so trocken ist, wie man es festgestellt hat, obgleich die Niederschläge immer häufig sind, sowohl im Winter als auch im Sommer. Die Erklärung liegt wohl darin, dass wir uns hier in einer Lössregion befinden.

Unter den ausländischen hier auserprobten Baumarten nimmt die Lärche (*Larix sibirica*) eine besondere Stellung ein. Sie wächst derart besser als alle anderen Arten, sodass man annehmen dürfte, dass sie anscheinend bei einem Minimum von Bodenfeuchtigkeit gedeihen könne. Den Grund dafür kann ich nicht angeben, denn wie bekannt, hat sie ein tiefgehendes Wurzelsystem (Pfahlwurzel). Hier zu Lande könnte *Larix sibirica* gedeihen, und in den Steppen würde es sich vielleicht lohnen, *Larix leptolepis* anzubauen. Sie wuchs sehr langsam und dort, wo sie zuerst 1903 in rohe Erde gepflanzt wurde, ist sie nur 4 m. hoch.

Ich finde mich veranlasst hier eine Äusserung in betreff des Mangels an Wald in den Steppen zu zitieren. Sie stand in der Waldbaulehre, als ich an der Forstakademie zu Kopenhagen studierte. Der Verfasser spricht von den zwei Waldregionen, der nord-europäischen und der mitteleuropäischen, und beschreibt, wie die Ostgrenze der letzteren von Südsandinavien längs den Isothermen nach Süden geht, und wie diese Waldregion sich dann über

das südeuropäische Gebirge ausbreitet und mit einer Zunge durch Kleinasien nach Nordpersien geht. Nachher sagt er: „Die nordeuropäische Waldregion stösst nicht, wie bei uns, überall unmittelbar an die mitteleuropäische. In Mittel- und Südrussland werden sie durch das ungeheure Steppengebiet getrennt, das sich von Mittelasien durch Südrussland fast bis nach Galizien erstreckt. Hier setzen die gewaltigen Temperaturschwankungen, die harten Winter und die trockenen Sommer jeder baumartigen Vegetation unüberwindliche Schranken, mit Ausnahme der geschützten Flusstäler. (Nur die Klüfte bleiben von den ständigen Nachtfrosten verschont, und ihnen ist zu verdanken, dass z. B. die Hochebene, das Kosakkenland, 2% Wald hat. Absolut waldlos ist nur ein geringer Teil des südöstlichen Russlands). Es sind also die meteorologischen Verhältnisse, die wie ein ungeheurer Meerbusen, die Waldzonen trennen“.

Island beweist, dass dies nicht richtig sein kann. Wenn es irgendwo auf der Erde gewaltige Temperaturschwankungen gibt, dann muss es hier sein. Auf dem Nordlande Islands wenigstens, ist der Winter streng und der Sommer sehr trocken. Trotzdem waren hier ursprünglich, und sind auf einigen Stellen noch heute, schöne Birkenwälder.

Ein russischer Forstmann, T a l i e v, hat die Steppenregion „ein ungelöstes Rätsel der russisch-botanischen Geographie“ genannt. Ich wage die Behauptung aufzustellen, dass die Waldanbauversuche in Island zur Lösung dieses Rätsels beträchtlich beigetragen haben und möchte folgende Theorie aufstellen:

1. Überall in der gemässigten und heissen Zone ist es der Lössboden, der scharf die Grenze zwischen Wald und Steppe zieht.

2. Die Teilungslinie kann auch als eine klimatische angesehen werden, weil die Luft über den Lössregionen, der schnellen Verdampfung wegen, immer viel trockener ist, als in Landstrichen mit gewöhnlichen Bodenverhältnissen.

In den Steppen gibt es also zwei Variationen des Lössbodens, *hier* sind es eigentlich vier: Am häufigsten und auch am ungünstigsten ist die stark lehmhaltige braune Erde. Dann ist eine schwarzbraune weniger lehmhaltige Erde, die seltener ist, und eine braune oder rotbraune, fast lehmfreie Erde, die oft im Ost- und Nord-

lande vorkommt. Endlich ist in der Hochebene im nordöstlichen Teil des Landes, 3—400 M. über dem Meere, die obere dünne Bodenschicht oft grau und ganz lehmfrei.

Neuaufforstungen in Island.

Nach Angabe des isländischen Geologen Thorwaldur Thoroddsen hat der bewohnte Teil von Island ein Areal von 14000 Quadratkilometern. Das mit baumartiger Vegetation bestandene Land ist fast über alle bewohnte Gegenden zerstreut und beträgt im Ganzen, niedrig geschätzt, 600 km².

Das, sowohl Winter als Sommer, ganz unkontrollierte Weiden der Schafe hat fast die ganze baumartige Vegetation in ein wahres Karrikaturbild des Waldes verwandelt, und es ist deshalb kein Wunder, dass die Einfriedigungsarbeiten, die um die Jahrhundertwende begonnen wurden, glänzende Resultate aufweisen.

Da die Wälder alle auf einer vom Winde abgelagerten Erdschicht wachsen, müssen sie als Schutzwälder behandelt werden, d. h. bevor eine Generation des Waldes völlig, weggenommen wird, muss die nächste ganz oder doch zum grössten Teil den Boden bedecken.

Die Baumvegetation ist zum grössten Teil ein 1—3 Meter hohes dicht zusammengeflochtenes Gebüsch, in welchem, des starken Schattens wegen, nur eine sehr spärliche, oder gar keine, kräuterartige Vegetation den Boden deckt. Auf einem solchen Waldboden einen Kahlschlag zu machen, könnte man fast mit dem Anstecken eines Hauses vergleichen. Wie das Feuer alles verzehrt, wenn nichts getan wird, so fangen auf dem Kahlschlag nach kurzer Zeit die Abwehungen an, und zerstören alles was zu zerstören ist, bis die ganze mit Gebüschwald bedeckte Landstrecke in eine Sand- oder Steinwüste verwandelt ist.

Die Verjüngung des Waldes geschieht am leichtesten durch Stockausschläge, weil das Reproduktionsvermögen der Birke hier vielfach grösser ist als in südlicheren Ländern. In betreff künstlicher Verjüngung kommt, da das Anpflanzen von Wald, wenn auch nur der Kosten wegen, ausgeschlossen ist, allein Besamung in Betracht. Nur auf kleinen Arealen, wo man Deckmaterial und Bewässerung verwenden kann, wie in den Pflanzenschulen, geht es an, in bearbeiteten Löss zu säen. Wie früher flüchtig

erwähnt, wird der Lössboden durch den Frost sehr stark beeinflusst. Wo keine Vegetation ihn deckt, bilden sich kleine, spitzi-ge, dicht nebeneinander stehende Erdkegel, wodurch die ganz kleine Sämlinge völlig vernichtet werden; diese Erscheinung wird auf isländisch „Holklaki“ genannt. Auf grasbewachsenem nicht bebautem Lande ist die Oberfläche stets hügelig, bisweilen sind die Hügel so gross, dass es aussieht, als ob das Terrain früher als Kirchhof benutzt worden wäre.

Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen haben wir für die künstliche Besamung ein brauchbares Verfahren gefunden. Der Rasen wird mittels einer zweckmässig montierten Sense so dünn abgeschnitten, dass die Wunde im Wurzelnetz des Rasens liegt. Nachdem man die Wunde mit eisernem Rechen aufgerissen hat, werden die Samen auf dieselbe gestreut und mit dem Fuss festgestampft. Der Wurzelfilz ist sehr hygroskopisch. Am besten gelingt die Besamung auf feuchtem Lande und in Mooren, was wieder beweist, dass die Luft, trotz des in vielen Gegenden reichlichen Niederschlags und des kühlen Sommers, doch sehr trocken ist.

Eine andere Methode ist folgende: Der Rasen wird ganz abgenommen und das Rasenstück nebenbei mit dem Grase nach unten gelegt. Dies wird im Frühling oder im Frühsommer gemacht. Nach Verlauf eines Jahres werden die Rasenstücke wieder an ihren ursprünglichen Platz mit der Grasseite nach oben gelegt. Das Gras auf den Rasenstücken und auch dort, wohin sie zuerst gelegt wurden, ist dann ganz vermodert, ebenso wie ein Teil des Wurzelfilzes, und das Samenbett wird somit etwas gedüngt. Im Übrigen ist das Verfahren wie oben beschrieben.