

Sonderdruck aus / Tirage à part de / Reprint from:

Berichte der Internationalen Symposien
der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde
Herausgegeben von Reinhold Tüxen

Sukzessionsforschung

(Rinteln, 16. - 19.4.1973)

Redaktion

Wolfgang Schmidt



1975 · J. CRAMER

In der A.R. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft

FL-9094 VADUZ

SEKUNDÄR-SUKZESSIONEN AUF VON SCHWEINEN ZERSTÖRTEM GRASLAND
IM HAWAII VOLCANOES NATIONAL PARK, HAWAII

G. S p a t z

VORWORT

Der in Rinteln gehaltene Vortrag bezieht sich auf Material, das von G. SPATZ & D. MUELLER-DOMBOIS in englischer Sprache in "Technical" Report Nr. 15 des "Island Ecosystems IRP/U.S. IBP" zusammengestellt wurde und in Phytocoenologia veröffentlicht werden soll. Die Wiedergabe des Vortrags beschränkt sich daher auf das Aufzeigen der grundsätzlichen Sukzessionstendenzen ohne auf Einzelheiten genauer einzugehen. Der Vortrag ist als "Contribution Nr. 29, Islands IRP/IBP Hawaii" als Beitrag zum Hawaii IBP registriert.

EINLEITUNG

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der Insel Hawaii im sogenannten Berg-Parkland, das sich an der Ostflanke des Mauna Loa von 1300 bis 2000 m Höhenlage erstreckt (Fig. 1).

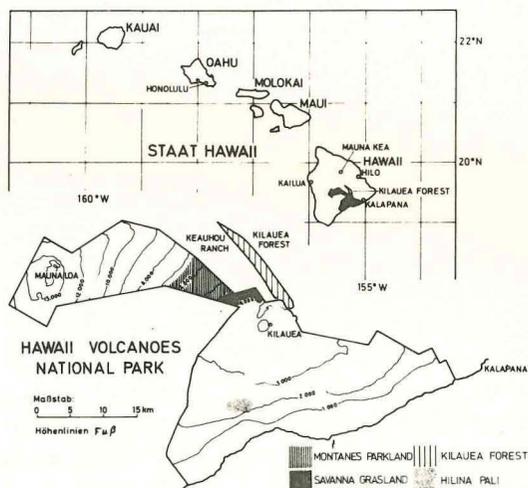


Fig. 1: Lageplan des hawaiischen Archipels und des Untersuchungsgebietes

Die Vegetation bildet ein Mosaik aus Baumkolonien der einheimischen Art *Acacia koa* var. *hawaiiensis*, Buschgruppen einheimischer Sträucher, in denen *Styphelia douglasii*, *Vaccinium peleanum* und *Dodonaea viscosa* vorherrschen, sowie ausgedehnten Grasflächen. Im Grasland dominieren die einheimischen Horstgräser *Deschampsia australis* und *Panicum tenuifolium*. Diese typische Vegetation im Untersuchungsgebiet wurde von FOSBERG 1959, KRAJINA 1963 und MUELLER-DOMBOIS 1967 beschrieben. In letzter Zeit scheinen sich mehr und mehr Kräuter der gemäßigten Zone wie *Hypochoeris radicata* und *Rumex acetosella*, ganz besonders aber das Gras *Holcus lanatus* auszubreiten. Es wird vermutet, daß die eingeschleppten Arten durch die Wühltätigkeit wilder Schweine (*Sus scrofa* L.), die sich in den letzten Jahren stark vermehrt haben, gefördert werden. So findet der aufmerksame Beobachter nicht nur zahlreiche frische Wühlstellen im Gelände, sondern er stößt auch auf kleinflächige Kolonien des Grases *Holcus lanatus* und anderer eingeschleppter Arten inmitten homogener Grasbestände aus *Deschampsia australis* und *Panicum tenuifolium*.

In den durchgeführten Untersuchungen wurde der Frage nachgegangen, ob das verwilderte Schwein dazu beiträgt, das einheimische Grasland in Bestände umzuwandeln, in denen eingeschleppte Arten vorherrschen.

METHODEN

Auf verschiedenen Standorten im Berg-Parkland wurde die stattfindende Sekundärsukzession teils auf natürlich von Schweinen umgewühlten Flächen, teils auf künstlich angelegten Parzellen untersucht. Auf den angelegten Parzellen war die Vegetation zur Hälfte vollständig entfernt ("offen"), zur Hälfte umgegraben ("umgegraben") worden, Frequenz und Deckungsgrad der einwandernden Arten wurden in ein- bis zweimonatigen Intervallen gemessen. Hierzu dienten folgende Methoden: "Point Intercept Method", "Line Intercept Method", und "Quadrat Charting Method", die von MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974) näher beschrieben und diskutiert werden.

ERGEBNISSE

Im folgenden sollen einige Ergebnisse aufgezeigt und erläutert werden.

Sukzession auf künstlich angelegten Parzellen in 2.030 m Höhe

Auf diesem Standort waren zwei 1x10 m lange Parzellen mit "offenem" und "umgegrabenem" Teil angelegt worden. Parzelle 4 lag in einem Ausgangsbestand, in dem einheimische Arten klar dominierten. Auf Parzelle 11 dagegen überwogen eingeschleppte Arten bereits vor Versuchsbeginn.

Die ersten Keimpflänzchen (Fig. 2) erschienen nach der sommerlichen Trockenperiode im September. Die Frequenz stieg rasch an, erreichte im Februar einen Höhepunkt und blieb dann bis zum Ende der Untersuchungsperiode etwa gleich.

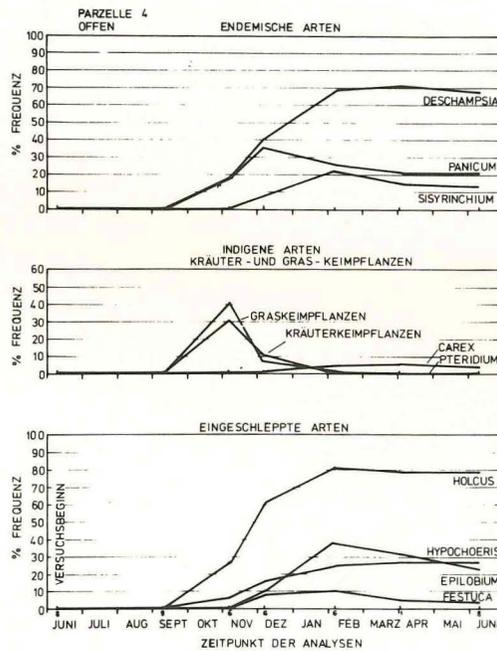


Fig. 2: Frequenz der einwandernden endemischen, indigenen und eingeschleppten Arten. Sämlinge, die anfangs zwar als monokotyl bzw. dikotyl identifiziert werden konnten, deren Artzugehörigkeit jedoch nicht zu erkennen war, erscheinen in der Teilabbildung für indigene Arten.

Werfen wir einen Blick auf die endemischen Arten, so fällt der schnelle Frequenzanstieg des Horstgrases *Deschampsia australis* auf, das offensichtlich rasch und erfolgreich einwanderte. Ein Vergleich mit den eingeschleppten Arten zeigt jedoch, daß *Holcus lanatus*, obwohl im Ausgangsbestand nur schwach vertreten, auf der gerodeten Fläche sehr schnell Fuß faßte. Mit 80% Frequenz war er der erfolgreichste Einwanderer. Schnell drangen auch die Kräuter *Hypochoeris radicata* und *Epilobium oligodontum* ein. Demgegenüber fiel die Frequenz des zweiten einheimischen Horstgrases *Panicum tenuifolium* nach der Novemberanalyse wieder ab.

Auf Parzelle 11 (Fig. 3) blieb die Frequenz der drei einheimischen Arten *Deschampsia australis*, *Panicum tenuifolium* und *Sisyrinchium acre* unbedeutend. *Holcus lanatus* dagegen erreichte 80%. Recht erfolgreich erwies sich auch die indigene Segge *Carex macloviana* mit einer Frequenz bis zu 40%.

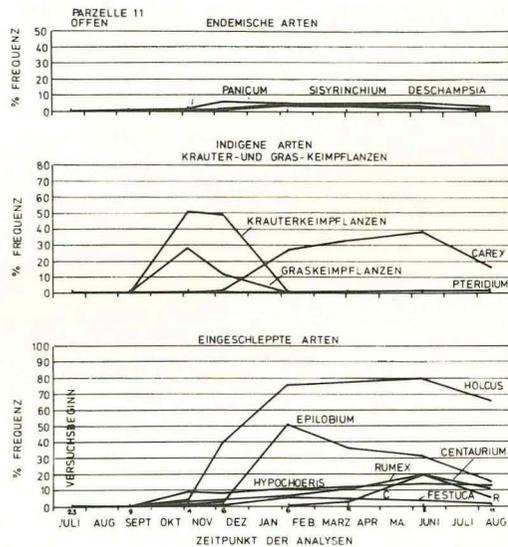


Fig. 3:

Frequenz der einwandernden endemischen, indigenen und eingeschleppten Arten. In der umgebenden Vegetation dominieren eingeschleppte Arten.

Die Betrachtung der Sukzession mit Hilfe der Artendeckung bringt die starke Überlegenheit der eingeschleppten Arten noch deutlicher zum Ausdruck (Tab. 1).

Tab. 1: Deckungsgrad der Arten im Ausgangsbestand von Parzelle 4 und 11

E = endemische Art
 I = indigene Art
 X = eingeschleppte Art
 a = später gerodete Parzellenhälfte
 b = später umgegrabene Parzellenhälfte

Arten	Parzelle 4		Parzelle 11	
	a	b	a	b
E <i>Deschampsia australis</i>	53.0	71.4	2.4	8.4
E <i>Panicum tenuifolium</i>	8.5	5.5	0.8	2.4
I <i>Carex macloviana</i>	1.5	-	-	3.4
X <i>Holcus lanatus</i>	29.4	21.3	75.0	59.2
X <i>Hypochoeris radicata</i>	2.1	0.3	3.2	3.6
X <i>Epilobium oligodontum</i>	0.8	0.5	14.0	4.0
X <i>Rumex acetosella</i>	-	-	1.6	0.6
X <i>Festuca megalura</i>	-	-	-	9.6
E =	61.5	76.9	3.2	10.8
I =	1.5	-	-	3.4
X =	32.3	22.1	93.8	77.0
Deckung gesamt	95.3	99.0	97.0	91.2

Auf Parzelle 4 waren vor dem Entfernen der Vegetation 61.5% bis 76.9% der Fläche mit einheimischen Arten bedeckt, während auf Parzelle 11 eingeschleppte Arten mit 77% bis 93.8% Deckungsgrad vorherrschten.

Generell verlaufen die Kurven der Deckungsgrade ähnlich wie die der Frequenz. Nach Eintritt der ersten Regenfälle im September stiegen sie steil an. Im Gegensatz zur Frequenz setzte sich dieser Anstieg jedoch über die gesamte Beobachtungsdauer fort (Fig. 4 und 5),

Auf Parzelle 4 eroberte sich *Holcus lanatus* auf der offenen Teilfläche einen relativen Anteil an der Gesamtdeckung von 52.1% (12,4 : 23,4 x 100), vor der Rodung hatte er nur 30% (29,4 : 59,3 x 100) betragen,

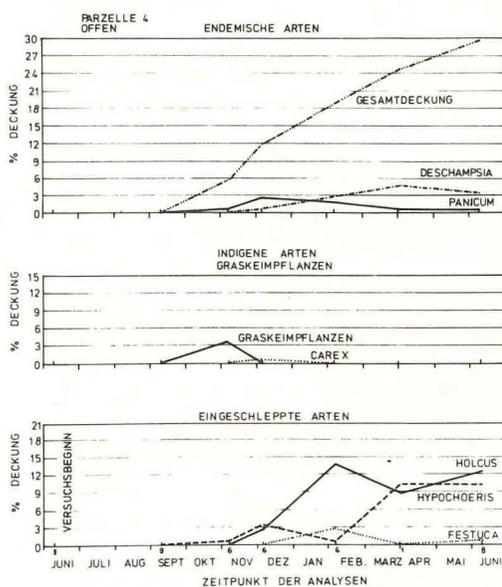


Fig. 4:
Deckungsgrad der einwandernden Arten. In der umgebenden Vegetation dominieren einheimische Arten.

Weniger günstig sieht derselbe Vergleich für das einheimische Gras *Deschampsia australis* aus. Vor der Anlage der Versuchsparzelle hielt es einen Deckungsanteil von 55.6% ($53 : 95.3 \times 100$), der nach einem Jahr Sukzession auf 10% ($2.4 : 23.8 \times 100$) abgesunken war. Ähnlich verhielt sich *Panicum tenuifolium*, das im November einen absoluten Deckungsgrad von 3% erreichte, der dann sogar noch abfiel,

Auf dem gerodeten Teil von Parzelle 11, die bereits vor Versuchsbeginn von *Holcus lanatus* beherrscht war, blieb der Deckungsgrad von *Deschampsia australis* minimal. Die nach dem Entfernen der Vegetation eintretende Sukzession war gänzlich von *Holcus lanatus* beherrscht.

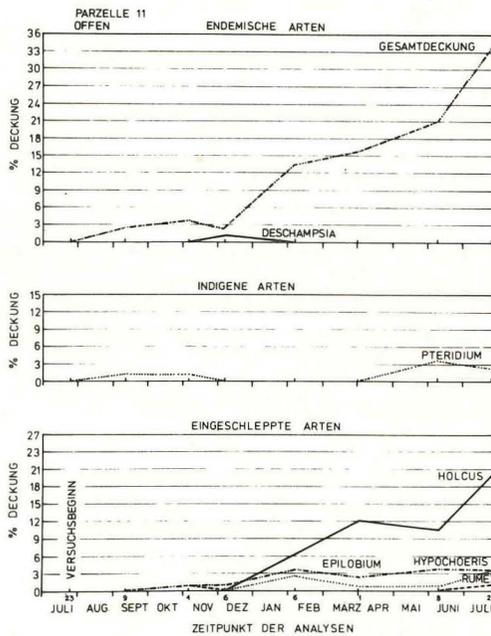


Fig. 5:
Deckungsgrad der einwandernden Arten. In der umgebenden Vegetation dominieren eingeschleppte Arten.

Auf den umgegrabenen Teilen beider Parzellen war der Anteil der nach einem Jahr eingewanderten einheimischen Gräser so gering, daß ihr Deckungsgrad nicht gemessen werden konnte, *Holcus lanatus* entwickelte sich auch dort sehr vital und erreichte am Ende der Versuchszeit über 20% Deckung.

Sukzession auf einer teilweise wiederbegrüntem Wühlfläche

Diese 3x5 m messende Parzelle lag in einem Gebiet mit hoher Schweineaktivität, Besonders das Zentrum der Parzelle war in Mitleidenschaft gezogen worden, Obwohl sich die Sukzession im Versuchsbeginn bereits in einem fortgeschrittenen Stadium befand, waren noch große Flächen vegetationslos, Die Frequenz der

meisten Arten blieb während des Untersuchungsjahres recht gleichmäßig, nur *Holcus lanatus* steigerte seine Frequenz von 20% auf 40% (Fig. 6).

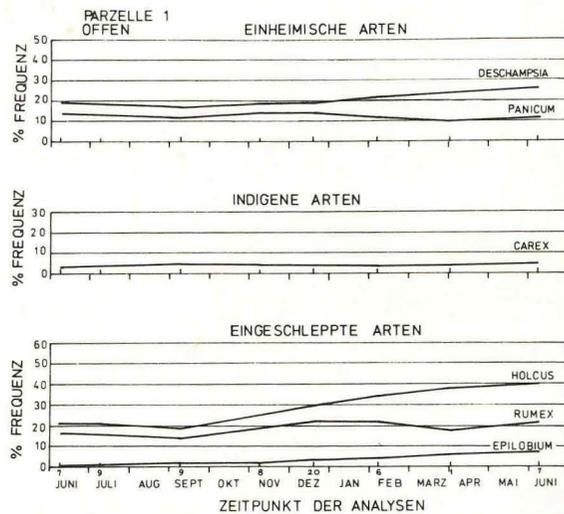


Fig. 6: Frequenzverschiebungen auf einer zum Untersuchungsbeginn teilweise wiederbegrüntem Fläche.

Zu Beginn der Untersuchungen war das Vegetationsmosaik noch relativ einfach, wurde aber mit fortschreitender Beobachtungsdauer zunehmend komplexer (Fig. 7). Im Juni 1971 dominierten kräftige Horste der einheimischen Gräser *Deschampsia australis*, *Panicum tenuifolium* sowie von *Carex macloviana* entlang der Parzellentränder, wo sie die Wühlstätigkeit der Schweine überlebt hatten. Im zerwühlten Zentrum hatten sich Jungpflanzen von *Holcus lanatus*, *Deschampsia australis* und *Panicum tenuifolium* angesiedelt. Mit Beginn der feuchten Jahreszeit setzte eine schnelle Umschichtung ein. In erster Linie nutzte *Holcus lanatus* die Feuchtigkeit aus, indem es im ehemals zerwühlten Zentrum ausgedehnte Nester bildete und in den umgebenden Kranz aus *Deschampsia* und *Panicum* einwanderte. Am Ende der Beobachtungszeit im Juni 1972 hatte sich die Situation seit der ersten Aufnahme grundlegend geändert. Das vormalig

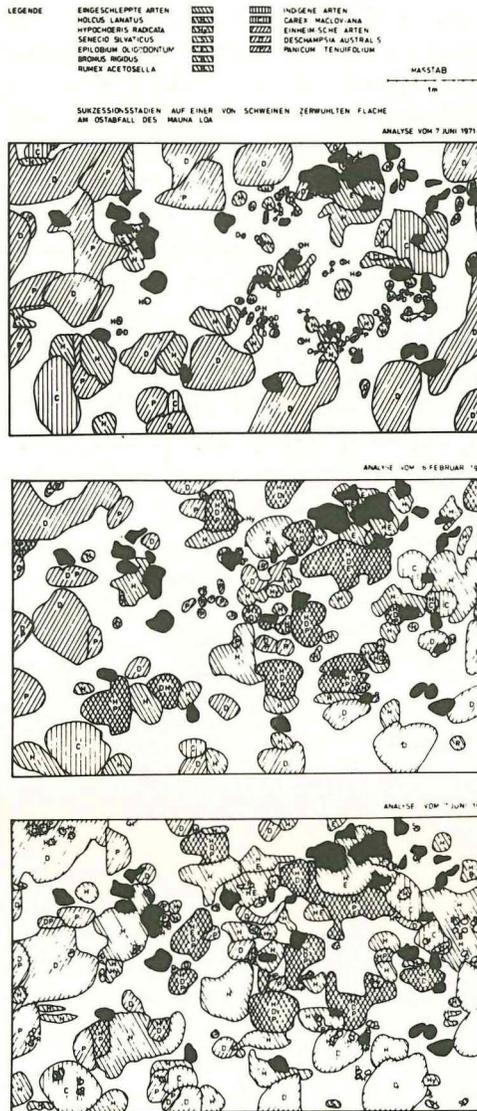


Fig. 7: Sukzessionsstadien auf einer von Schweinen zerwühlten Fläche, Oben; Ausgangsbestand; Mitte; Bestand nach 7 Monaten; Unten; Bestand nach 13 Monaten.

nur spärlich bewachsene Parzelleninnere war bedeckt von Beständen aus *Holcus lanatus*, aber auch *Deschampsia australis* und *Panicum tenuifolium*, die großenteils ineinanderwuchsen. Nester von *Holcus lanatus* waren über die ganze Fläche verteilt. In der oberen rechten Ecke war ein *Deschampsia australis*-Horst vollkommen verschwunden. Eine große *Holcus lanatus*-Gruppe hatte sich im Zentrum aus vielen Einzelpflanzen gebildet. Andererseits war in verschiedenen Fällen die dichte, hohe Horste bildende *Deschampsia australis*, wenn es zu direktem Wettbewerb mit *Holcus lanatus* kam, überlegen.

Werden die Deckungsgrade der verschiedenen Arten in Prozent ausgedrückt, so zeigte sich, daß *Holcus lanatus* als erfolgreichster Einwanderer seinen Deckungsgrad nahezu verdoppeln konnte. *Epilobium oligodontum* steigerte seinen Anfangsanteil von 0.4% auf 2.2%. Der Deckungsgrad der einheimischen Gräser *Deschampsia australis* und *Panicum tenuifolium* schwankte im Verlauf des Jahres. Deutlich sank er während der kühlen und nassen Jahreszeit von November bis März. Trotzdem konnte *Deschampsia australis* seinen endgültigen Deckungsgrad ein wenig erhöhen, während der von *Panicum tenuifolium* von 7% auf 5% zurückging.

Diskussion und Folgerung

Die Frage, ob das verwilderte Schwein dazu beiträgt, das einheimische Grasland an der Ostflanke des Mauna Loa in Bestände zu verwandeln, die in erster Linie von eingeschleppten Arten beherrscht werden, kann zumindest teilweise bejaht werden.

Die Wühltätigkeit der Schweine beeinflusst eindeutig die Zusammensetzung der Folgevegetation. Nach der Zerstörung des Ausgangsbestandes hat das schnellwüchsige Gras *Holcus lanatus* Wettbewerbsvorteile gegenüber dem in seiner Anfangsentwicklung wesentlich langsameren Horstgras *Deschampsia australis*. Wie aus dem Beispiel der Parzellen 4 und 11 geschlossen werden kann, führt wiederholtes Umbrechen der Grasnarbe zu einer Verdrängung von *Deschampsia australis* und noch drastischer von *Panicum tenuifolium*, das bereits nach einer einzigen Wühlaktion fast gänzlich ausgeschaltet worden war.

Günstig auf die Konkurrenzkraft von *Deschampsia australis* und *Panicum tenuifolium* wirkte sich trocken-warmes Wetter aus. *Holcus lanatus* wurde mehr durch kühl-feuchte Witterung gefördert. Es erscheint auch wahrscheinlich, daß sich *Deschampsia australis* über längere Sukzessionsperioden hinweg wiederum gegen *Holcus lanatus* durchsetzen kann, soweit der Störungsfaktor ausgeschaltet bleibt. Dies konnte am Beispiel der kartierten Parzelle angedeutet werden, die sich in fortgeschrittenerem Sukzessionsstadium befand. Solange jedoch die gegenwärtig sehr hohe Schweine-Aktivität anhält, wird der Störungsfaktor stark genug bleiben, um eine weitere Ausbreitung von *Holcus lanatus* auf Kosten einheimischer Gräser zu ermöglichen. Wiederholte Wühltätigkeit führt zu einer schrittweisen Verdrängung der einheimischen Florenelemente und gefährdet schließlich ihre Existenz. Im Gebiet des Berg-Parklandes sind strengste Kontrollmaßnahmen die absolute Voraussetzung, um das derzeit noch vorherrschende *Deschampsia australis*-*Panicum tenuifolium*-Grasland zu erhalten, das diesem Ökosystem sein besonderes Gepräge verleiht.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Berg-Parkland zwischen 1.600 und 2.000 m Höhe am Ostabfall des Mauna Loa, Hawaii, herrscht neben Baum- und Buschgruppen ein Grasland vor, das von den einheimischen Horstgräsern *Deschampsia australis* und *Panicum tenuifolium* geprägt wird. Stellenweise haben sich eingeschleppte Arten wie *Hypochoeris radicata*, *Rumex acetosella*, *Epilobium oligodontum* und vor allem *Holcus lanatus* ausgebreitet und sind örtlich dominant geworden. Die Sekundärsukzession auf von verwilderten Schweinen umgewühlten Flächen wurde über 14 Monate hinweg verfolgt.

Zur Ergänzung der vorhandenen Wühlstellen dienten Parzellen, auf denen die Narbe teils völlig entfernt, teils umgegraben worden war. Mit Hilfe der "Line Intercept Method", "Point Intercept Method" und "Quadrat Charting Method" wurden Deckungsgrad und Frequenz der einwandernden Arten in ein- bis zweimonatigen Abständen bestimmt.

Die Sukzession auf den Wühlstellen war von eingeschleppten Arten,

vor allem *Holcus lanatus*, geprägt. Die einheimische *Deschampsia australis* konnte sich relativ gut behaupten, soweit sie im Ausgangsbestand beherrschend gewesen war. *Panicum tenuifolium* verschwand nach einem Wühlvorgang fast vollständig. Während die einheimischen Arten nach Frequenz noch relativ stark an der Sukzession beteiligt waren, erreichten sie nur in wenigen Fällen einen Deckungsgrad, der meßbar war. *Holcus lanatus* dagegen wies zum Ende der Untersuchungsperiode durchweg einen absoluten Deckungsgrad von über 20% auf. Blieb der Störungsfaktor längere Zeit ausgeschaltet, konnte sich *Deschampsia australis* wieder besser durchsetzen. Trockenwarmes Wetter förderte die einheimischen Horstgräser, naßkaltes Wetter *Holcus lanatus*.

Wiederholte Wühltätigkeit der Schweine führt zu einer schrittweisen Verdrängung des einheimischen Graslandes zugunsten eines von *Holcus lanatus* beherrschten Bestandes. Soll die im Berg-Parkland noch vorherrschende einheimische Vegetation erhalten bleiben, sind strengste Kontrollmaßnahmen gegen die Schweine durchzuführen.

SUMMARY

The influence of feral pigs on the composition of grassland communities in the "Mountain Parkland" on the east flank of Mauna Loa, Hawaii, was studied for the period from July 1971 to August 1972. Actual pig - disturbed areas as well as artificially scalped plots were included in the study. The succession on those plots was measured by both, frequency and cover measurements.

Deschampsia australis an endemic bunchgrass and *Holcus lanatus*, which was introduced from the temperate zone, are the two main competitors in this area. Immediately following a pig digging action *Holcus lanatus* had the competitive advantage. Repeated pig diggings cause a gradual replacement of *Deschampsia australis* and even more rapidly of an other endemic bunchgrass *Panicum tenuifolium*, as was shown on plot 4 and 11.

While endemic species were relatively successful in terms of frequency, their cover was mostly to less only to be measured.

In opposite *Holcus lanatus* achieved an absolut cover of 20 to 40 percent in any case at the end of the observation period. It seems possible however that *Deschampsia australis* becomes dominant over *Holcus lanatus* after a longer period of succession. *Deschampsia australis* was relatively more successful on plot 1 which showed a more advanced stage of succession than newly dug up plots.

Holcus lanatus is favored by wet, cool weather conditions. *Deschampsia australis* and *Panicum tenuifolium* are more competitive during the warm, dry season.

As long as the high levels of pig activity continue, the factor of disturbance is strong enough to enable *Holcus lanatus* to gradually take over the native grassland.

Strict pig control measures are required, if the native *Deschampsia australis*-*Panicum tenuifolium* grassland is to be preserved in the "Mountain-Parkland"-ecosystem.

This paper is registered under Contribution Nr. 29, Island Ecosystems IRP/IBP Hawaii.

LITERATUR

- FOSBERG, F.R. - 1959 - Upper limits of vegetation on Mauna Loa, Hawaii. Ecology 40: 11-146.
- 1972 - Check list of vascular plants in Hawaii Volcanoes National Park. Unveröffentlicht.
- KRAJINA, V.J. - 1963 - Biogeoclimatic zones of the Hawaiian Islands, Newsletter of the Hawaiian Bot.Soc.2:93-98.
- MUELLER-DOMBOIS, D. - 1967 - Ecological relations in the alpine and subalpine vegetation on Mauna Loa, Hawaii. J. of the Indian Bot.Soc.46:403-411.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG - 1974 - Aims and Methods of Vegetation Ecology. J.Wiley & Sons. New York.
- SPATZ, G. & D. MUELLER-DOMBOIS - 1972 - Succession patterns after pig digging in grassland communities on Mauna Loa, Hawaii, Island Ecosystem IRP/U.S., International Biological Program, Technical Report Nr, 15.

H.H. BRACKER

Eine Schwierigkeit, die immer wieder festzustellen ist, ist die Dauer der Beobachtung, Wenn wir einen Versuch mit *Deschampsia caespitosa* lange Zeit beobachten, dann möchte ich sagen, daß nach

einiger Zeit eine Wiederbesiedlung statt mit *Holcus lanatus* auch wieder mit *Deschampsia caespitosa* erfolgen kann. Die Faktoren, die dabei eine Rolle spielen, sind die unterschiedlichen Nährstoffbedingungen in den beobachteten Parzellen, indem wir einmal mit Stickstoff arbeiten und einmal ohne Stickstoff. In den Parzellen, wo wir gedüngt haben, setzt sich nach *Holcus lanatus* eine Fazies mit *Festuca pratensis* durch. *Holcus lanatus* ist ja eigentlich eine etwas kurzlebige Pflanze und wird nicht viel älter als vielleicht 3-4 Jahre. Wir haben Beobachtungen gemacht, daß z.B. die ursprüngliche Narbe aus einem Flutrasen entwickelt worden ist. Dieser Flutrasen ist durch ganz verschiedene Tiere zerstört worden, z.B. durch Weidetiere, aber wir haben auch *Tipula*-Larven beobachtet, die dasselbe Bild hervorzauberten. Es gibt die verschiedensten Möglichkeiten für eine Störung in der Grasnarbe, wo sich dann *Holcus lanatus* durchsetzen kann, aber immer unter nitrophilen Bedingungen.

G. SPATZ

Ich habe bei der Kartierung darauf hingewiesen, daß ein *Deschampsia australis*-Horst an Umfang wieder zunahm und wir sind der Meinung, daß dieses Überhandnehmen von *Holcus lanatus* nur temporärer Natur ist. Das Entscheidende ist aber: Wenn dieser Zerstörungsfaktor, also dies Umwühlen von Schweinen sich immer wieder wiederholt, dann wird es tatsächlich zu einer Umwandlung kommen. Wenn aber der Zerstörungsfaktor für längere Zeit ausgeschaltet bleibt, dann wird sich unserer Meinung nach *Deschampsia* wieder durchsetzen können. Es ist klar, daß diese Wühltätigkeit auch zu einer besseren Stickstoffversorgung führt, was dann wieder *Holcus lanatus* begünstigt. Ich hatte nur 1 Jahr lang Gelegenheit, die Sukzession zu verfolgen. In der Zwischenzeit wurden die Parzellen eingezäunt, damit keine Schweine mehr eindringen können, und es wird weiter verfolgt werden. Wir rechnen damit, daß sich *Deschampsia australis* mit der Zeit wieder durchsetzen kann.

D. MUELLER-DOMBOIS

Der Vormarsch von *Holcus lanatus* geht ziemlich rapide vor sich. Wenn die Zahl der Schweine weiterhin so hoch und ihre Wühltätigkeit weiterhin so intensiv ist, dann kann die einheimische Art *Deschampsia australis* soweit zurückgedrängt werden, daß die Wiederwanderung nach Abschließen der Schweine ein sehr langsamer

Prozeß sein kann und u.U. nicht mehr vollständig stattfinden wird.

M.J.A. WERGER

Ich finde es ganz interessant, daß in Hawaii, wo hohe Niederschläge fallen, unter dem Einfluß nicht einheimischer Tiere die Vegetationsänderung die nicht einheimischen Pflanzen bevorzugt. In Südafrika wird sowohl in den ariden als auch in den feuchteren Gebieten (wo nicht soviel Regen fällt wie in Hawaii) durch importierte Tierarten (z.B. Schafe und Ziegen) die einheimische Flora im Vegetationsaufbau stärker gefördert. Ferner fiel mir auf, daß in Hawaii eine Vegetationsänderung nicht so sehr mit einer prinzipiellen Strukturänderung verbunden ist, während dies in Südafrika häufig zu beobachten ist. Entweder wird die Vegetation so zerstört, daß nur ein annueller Rasen, ein ganz offener Rasen, übrigbleibt, aber meistens ist es so, daß in Südafrika die Verbuschung mit hohen Dornsträuchern oder als Zwergstrauchsteppe eintritt.

G. SPATZ

Es kann in Hawaii schon auch zu einer prinzipiellen Veränderung der Vegetation kommen. Das geschieht aber dann mehr unter dem Einfluß der wilden Ziegen. Wir haben auch das studiert und darüber gearbeitet. Es gibt Gebiete, wo die Beweidung nicht zu einer Verbuschung führte, sondern zu einem annuellen Grasland, wenn die Ziegenpopulation sehr hoch ist. Natürlich ist es noch ein wesentlicher Unterschied, daß die einheimische Vegetation in Hawaii in keiner Weise auf den Einfluß von Pflanzenfressern oder Wühlern abgestellt ist. Die Evolution der einheimischen Flora hat stattgefunden, ohne daß da auch nur ein größeres Säugetier vorhanden war; deswegen reagieren die einheimischen Pflanzen sehr negativ auf importierte Herbivoren und es kann zum Verschwinden dieser Arten kommen.