

UNTERSUCHUNG EDAPHISCHER URSACHEN VON WACHSTUMSUNTERSCHIEDEN DER PINUS RADIATA D. DON AUF KREIDESANDSTEINBODEN IN DER PROVINZ VIZCAYA, SPANIEN

Max-W. v. Buch <sup>(1)</sup>

Aufgabenstellung. -

Der Verfasser führte in Zusammenarbeit mit dem Instituto Forestal Madrid vergleichende Untersuchungen über die Pinus radiata und ihre Böden in Nordspanien durch (Buch v. M. W. 1. 968 und 1. 972).

Aufgabe dieses Beitrages ist die Untersuchung edaphischer Ursachen von Wachstumsunterschieden der Pinus radiata mittels vergleichenden mikromorphologischen chemischen und physikalischen Bodenuntersuchungen in den Revieren Trucios und Durango der Provinz Vizcaya.

1. Die Pinus radiata-Region in der Vizcaya. -

Die unteren Lagen am Nordhang des Cantabrischen Scheidegebirges von O bis ca. 500 m Meereshöhe, - abzüglich eines ca. 10 km breiten dem Eucalyptusanbau vorbehaltenen Küstenstreifens, sind in der Provinz Vizcaya ein Hauptanbauggebiet der Pinus radiata D. Don. Das Klima entspricht den charakteristischen Verhältnissen des feuchten Nord- und Nordwestspaniens (España húmeda):

Jahresniederschlag 1200 mm, davon 35 mm in der Vegetationsperiode.

Trockenperioden und Fröste sind kurz und mild und treten nur episodisch auf,

wärmster Monat, Mittel	16- 20°
kältester Monat, Mittel	6- 7°

Die meist kalkfreien Sandsteinformationen der Mittleren- und Oberen Kreide sind im Bereich des Baskischen Tro-

(1) Institut für weltforstwirtschaft, Bundesforschungsanstalt für forst-holwirtschaft, Hamburg-Grainbek-Bundesrepublik Deutschland.

## PINUS RADIATA AUF KREIDESANDSTEINBODEN

ges bei einer NNW-SSE-Streichrichtung stark gefaltet und durch eingeerbte Flußtäler stark gegliedert, eine Hügellandschaft mit Hochgebirgsformen. Die Sandsteine haben unterschiedlich hohe Gehalte an Glimmern, Kaolinitisierten Feldspäten, tonigen Bindemitteln, oolithischen oder sapropelitischen Eisen und sind oft porös und scheidbar. Auf Kuppen, Kämmen und Riedeln sind die Sandsteine quarzitisch ausgebildet. Über 600 m hohe Hügelmasive führen Blockmeere die hangabwärts in sandig-leh-mige und lehmige Schuttdecken übergehen und sowohl mürbe Sandsteine aus dem Untergrund-Material als auch Quarzite von den Riedeln und Steinmeeren enthalten. Blockmeere und Schuttdecken sind als periglaziale Ablagerungen anzusprechen und nach analogen Befunden von Llopis Lladó und Fränzel aus anderen Provinzen Nordspaniens der letzten Eiszeit zuzuordnen. (Abb. 1).

### 2. Die Untersuchungsflächen bei Trucios und Durango

Bei Trucios und Durango unterstehen dem Distrito Forestal de Vizcaya ca. 1000 ha, von denen 80 % aufgeforstete sind. Die Flächen erstrecken sich von 150 bis 700 m über Meereshöhe, zu 70 % Hanglagen von 20 % bis 40 % Gefälle, die weniger geneigten Lagen konzentrieren sich auf Kuppen und Oberhänge.

In den lehmigen Periglazialschuttdecken über mürben angewitterten Sandsteinen und über kleinflächig verbreitetem älterem Fließlehm, haben sich tiefgründige podsolige Parabraunerden mit deutlichen aber ungleichförmigen Ton- und Eisenhydratanreicherungen und zahlreichen Leitbahnen ausgebildet. (Abb. 2). Unterhalb der Periglazialschuttdecke, im unteren Bt-Horizont sind viele Parabraunerden auffallend gefleckt, ohne daß sich durch Analysen und mikromorphologische Untersuchungen Pseudogley Hinweise feststellen ließen.

Zwischen dem Periglazialschutt, der kantengerunde-

te quarzitische Sandsteingerölle enthält und dem anstehenden angewitterten mürben Sandstein hat sich eine 20 bis 40 cm mächtige lettenartige Hangschuttfließerde mit ungerundeten aber stärker verwitterten Sandsteingeröllen ausgebildet. Ähnliche Bildungen auf Buntsandstein beschrieb H. Biebelriether 1.958. Die unterschiedliche Zusammensetzung und Porösität der stark angewitterten Sandsteine in der Hangfließerde und den obersten Partien des anstehenden Materiales bedingen eine fleckenförmige Bildungen beinhalten eine gewisse Verdichtung, haben im feuchten Zustand eine schmierige Konsistenz und führen den Lokalnamen "Cayuela".

Außer den gefleckten Parabraunerden kommen auch Pseudogleye vor. In Mulden und Hangfußlagen treten vereinzelt Hanggleye auf. Ein älterer Fließlehm kommt an Hangstufen in einer Mächtigkeit von 1,5 - 2,5 m unter dem lehmigen Periglazialschutt vor, (Abb. 1 u. Abb. 2). an einzelnen Stellen tritt er auch an der Oberfläche zutage. Dieser ältere Fließlehm besteht aus stark verwitterten Sandstein feinsandiger bis schluffiger Textur mit starken Sesquioxydischen Infiltrationen (Buch M. W. v. 1.972). Er stammt wahrscheinlich aus einem älteren Interglazial. Nach seiner Fließstruktur läßt er sich aber auch mit bestimmten Raña-Ablagerungen vergleichen, (Hernandez Pacheco, F. 1.965).

Im steinig-sanigen Periglazialschutt der oberen Hanglagen (Abb. 1) haben sich wenig entwickelte Parabraunerden, podsolige Braunerden und Ranker ausgebildet. Ein Teil dieser oberen Hanglagen sowie die Kuppen und Blockfelder sind aus klimatischen wie edaphischen Gründen nicht aufgeforstet und als Eichenbuschwald oder extensive Weiden verblieben.

Vorbestand der Aufforstungen waren von Eichenbuschwald und Kastanien durchsetzte Weideländereien, in denen viel gebrannt, in früheren Zeiten auch geköhlt wur-

## PINUS RADIATA AUF KREIDESANDSTEINBODEN

de. Nach E. Guinea ist bis zu 450 m Meereshöhe *Quercus robur* verbreitet, über 450 m *Quercus pyrenaica* und *Quercus toza*, auf trockeneren Standorten auch *Quercus pubescens*. Im Unterstand der *Pinus radiata*-Aufforstungen sind Eichenstockausschläge und -Kernwüchse auch heute noch verbreitet, aus Gründen der Beschattung in den geringen *Radiata*-Bonitäten häufiger und wüchsiger als in den guten Kiefernbonitäten.

Die *Pinus radiata*-Aufforstungen begannen 1.940, die meisten erfolgten zwischen 1.950 und 1.955. Anpflanzungen mit anderen Koniferen sind weder dem Umfang noch der Wüchsigkeit nach erwähnenswert. Gepflanzt wurde – im Verband 1,5 × 1,5 bis 1,8 × 1,8, Durchforstungen ab Alter 9 in 3 jährigem Turnus. Betriebsziel ist im Wesentlichen Zellulose-Holz. Nach den Statuten kann ab Alter 9, nach der ersten Durchforstung, mit Rindvieh und Schafen beweidet werden. Auf vielen Standorten – zumindest an den Durchgangspfaden, erfolgte eine Beweidung bereits vor dem Dichtschluß der Kulturen. In älteren Beständen auf besseren Standorten wurde außerdem Schnittgras genutzt. Einschneidender war die Streunutzung, die in Trucios bis 1.970 stattfand.

### 3. Dichtschluß der Cayuela-Horizonte als Ursache geringerer Bonitäten.

In Ergänzung der Untersuchungen vom Jahre 1.965 (Buch M. W. v. 1.968) legte der Verfasser im Jahre 1.968 in Trucios und Durango weitere Dauerparzellen zur Bestimmung der Ertragsklassen nach Echevarria an. 16 bis 19 jährige *Pinus radiata*-Bestände auf lehmigen Periglazialschutt ergaben Bonitäten von II. 1 bis II. 4 nach Echevarria, was Mittelhöhen von 20 – 22 m entspricht. Drei andere Standorte mit *Radiata*-Beständen der gleichen Altersstufen, ebenfalls auf Periglazialschutt und Hanglagen, ergaben Bonitäten von IV. 1 bis IV. 3 bei Mit-

telhöhen von 11 bis 13 m. Bei der oben geschilderten ge-  
gleckten Ausbildung der Parabraunerden ergeben sich -  
grobmorphologisch zwischen den beiden Standortgruppen  
Keine signifikanten Profil-Unterschiede. Allerdings wie -  
sen Tiefwurzelausbildungen der Radiata auf Unterschie -  
de hin, aber in dem verwitterten Sandstein-Material ist  
die Wurzelverteilung zu ungleichmäßig, schwer zu verfol-  
gen und noch schwerer zu quantifizieren.

Eine weitgehende Klärung der Standortunterschiede  
zeigen dagegen folgende vergleichende Untersuchungen:  
Porenvolumenfraktionierung, Abb. 4 u. Tab. 1.

Die Summe von Grob- und Mittelporen ( $> 10\mu$ ) sinkt -  
in dem Bt | Cay - Horizont des gutwüchsigen Standor-  
tes Bustanza 1 nicht unter 4 %, in den schlechtwüch-  
sigen Bustanza 2 (ebenso wie in Las Ollas) auf 0,4  
und der Grobporengehalt erreicht hier 0 %.

Auch Mittel- und Oberböden sind in Bustanza 1 erheb-  
lich lockerer als in Bustanza 2.

Die Gehalte eingeschlammter Sesquioxide, dargestellt Fe d  
Mn d, Al d, und laugelöslichem Al (Abb. 4 und Tab.  
1) sind in Bustanza 2 weit höher und durchlaufen in-  
nerhalb des Profiles im Cayuela-Horizont bei 80 cm  
ein Maximum, während sich die Sesquioxyhydrat ein-  
schlammungen bei Bustanza 1 gleichmäßiger und an-  
scheinend auch tiefgründiger verteilen.

Unterschiede bei der Tonanreicherung treten weniger her-  
vor, nur in den Cayuela-Horizonten in Bustanza 2 -  
sind die Tongehalte merklich höher.

Mikromorphologische Untersuchungen ergeben, daß angewit-  
tertes Sandsteinmaterial, -teilweise entsprechend  
seinen sedimentären Strukturen, -von dunklen ses-  
quioxyhydratischen Substanzen flecken- und strei-  
fenförmig imprägniert und von Konkretionen durchsetzt  
ist.

Bei Bustanza 2 sind im Cayuela-Horizont auch die

## PINUS RADIATA AUF KREIDESANDSTEINBODEN

gröÙeren Poren und Leitbahnen durch helle Tonabscheidungen und dunklere eisenoxydhydrathaltige Tonsubstanzen verstopft, (Abb. 3c), an anderen Stellen auch durch goethitische Abscheidungen. Bei Bustanzan 1, Bt Cayuela sind die gröÙeren Poren zumindes-  
ten teilweise noch offen. (abb. 3a und b)

In San Roque Buru Vivero liegen besondere Verhältnisse vor: Das rotbraun-weiÙgraue Fleckenmosaik der Bt-Horizonte ist besonders grob gemustert, die Wurzelleitbahnen sind sehr breit und enthalten alte Eichenwurzelreste. Mittel- und Oberböden sind sehr hohlraumreich und im Ah-horizont liegen statt des sonstigen Silikatmoders mullartige Krümelaggregate vor. (Abb. 5, 3f)

Die günstige Oberbodenstruktur ist auf eine mindestens 10 jährige Nutzung dieses Standortes als Saatkamp und Pflanzgarten zurückzuführen.

Die grobgemusterten Bt-Horizonte ermöglichen getrennte Probenahmen und Analysen in rotbraune und weiÙgraue Flecken sowie in Wurzelleitbahnmaterial. Die großen Unterschiede im Mittel- und Grobporengehalt sowie die hohen Werte an Fe d, Mn d und Al d gehen aus Abb. 5 und Tab. 1 hervor. Die weiÙgrauen Flecken haben den höchsten Gehalt an laugelöslichem Al und die Wurzelleitbahnen an Fe ox. Abgesehen von den "roten Flecken" durchlaufen die Fe d und Mn d-Werte kein ausgeprägtes Maximum und liegen im allgemeinen niedriger als in den Bt-Horizonten von Bustanzan 1.

Die mosaikartige Imprägnierung des Sandsteinmaterials mit Ausfüllung der Feinporen tritt in den Cayuela-Horizonten aller untersuchten Böden auf und ist als charakteristisch anzusprechen.

In Bustanza 2 und ähnlichen Böden geringer Radiata-Bonitäten kommt aber die erheblich stärkere Sesquioxidanreicherung und der Verschluß der Leitbahnen hinzu, der die Cayuelas zu absoluten StauhORIZONTEN werden läßt, die gefleckte Parabraunerde in einen Pseudogley umwandelt und mit Sicherheit für den Bonitätsfall der P. radiata verantwortlich ist.

Unterscheiden sich die Prabraunerde-Standorte II. Ertragsklasse von den Pseudogley-Standorten IV. Ertragsklasse bezüglich ihres "Vorbestandes" Eichenbuschwald oder Weide? Höhere Eichenholzkohlegehalte sind im Ah-Horizont überall verbreitet. In San Roque Buru Vivero deuten auch die häufigen Eichenwurzelholzreste in den Leitbahnen auf die Wahrscheinlichkeit eines Eichen-Vorbestandes. Für Bustanza 1 (durchlässig) und Bustanza 2 (undurchlässig) können derartige Nachweise nicht erbracht werden. Die höhere Frequenz und Wüchsigkeit un-terständiger Eichen auf den Pseudogley-Standorten ist nicht sehr aussagekräftig, da die Eichen wegen der im Vergleich zu den besseren Radiata-Bonitäten hier bei geringerer Beschattung bessere Überlebenschancen haben und es sich nur zum Teil um Stockausschläge handelt. Dagegen weisen die Ergebnisse von San Roque Buru und vergleichende Beobachtungen an noch vorhandenen Eichenbuschresten auf die große Wurzelaktivität der Eiche auch auf diesen Böden hin und deuten auf die Wahrscheinlichkeit, daß Eichen die Wurzelleitbahnen offen halten und erweitern. Daher ist es möglich, daß die durchlässigen Böden mit guten und ausgeprägten Wurzelleitbahnen zu mindest eine eichenbuschreiche Weide zum Vorbestand hatten, die Pseudogley-Standorte dagegen eine seit längerer Zeit von Eichen entblöte Weide.

## PINUS RADIATA AUF KREIDESANDSTEINBODEN

### 4. Einflußstärkerer Beweidung

In Trucios und Durango stehen auf den Hochweiden der Kuppen und Oberhänge etwa 50 Stück Rindvieh und Pferde und die gleiche Anzahl Schafe. Die Zugänge zu diesen Hochweiden führen durch die Kiefern-Forsten. Gelegentlich – vor allem im Frühjahr, Herbst und in Trockenperioden, hält sich das Vieh auch in den Forsten auf. Schäden durch derartige gelegentliche Beweidung sind nicht nachweisbar. Anders verhält es sich bei den Aufforstungen, die im Gebiet der erwähnten Zugänge liegen.

In Macastuy Camino, einem derartigen Vieh-Durchgangsgelände, sind 9 und 12 jährige Douglasienanpflanzungen bei kaum noch feststellbarer Ertragsklasse ungleichmäßig und lückig ausgebildet. Die Verbißschäden sind nicht sonderlich stark aber der schluffigtonige Oberboden ist durch Viehtritt verdichtet, was sich besonders auf den Grobporengehalt des obersten Ah auswirkt. (Abb. 4 und Abb. 3 g) Auch der höhere Gehalt löslicher Phosphorsäure im Oberboden deutet auf die Weideeinflüsse. Sonstige edaphische Mangelfaktoren waren nicht festzustellen. Auch frühere Aufforstungsversuche sollen hier gescheitert sein.

### 5. Besondere Bodenverhältnisse.

Außer den bisher behandelten Böden Parabraunerde und Pseudogley, lehmiger Periglazialschutt über Sandstein, treten in geringer Flächenausdehnung noch folgende Böden auf:



Bestand Ort	Boden und Schichtung.	spez. edaph. Wachstumsfaktoren.	Ertragsklasse.
La Mota	lehmiger Periglazial schutt über älterem Fließlehm.	↓ durchlässig ↓ keine Cayuela.	II. 1
Avellanar 2.	oberflächlich anstehen der älteren Fließlehm (geköpfter Boden).	- Bodendurchlüftung. - Humus	IV. 3
Echeburu torre	lehmiger Periglazialschutt über Sandstein Hanglage.	↓ Hangwasser	II. 2
Borsil el Quico	sandig, steiniger Periglazialschutt Oberhang (480 m ü Mh).	- Wasserbindemöglichkeit.	V

Bei La Mota, lehmiger Periglazialschutt über Fließlehm (Abb. 2 und Abb. 3 e) drigen offene Leitbahnen und größere Poren ebenso wie die Sesquioxidyndinfiltrationen tief in den Flei lehm ein.

Ein den Dichtschlußbewirkender Cayuela-Horizont fehlt, da anstehender Sandstein hier erst bei 3,3 bis 4 m Tiefe auftritt. Sehr ungünstige Bodenverhältnisse liegen dagegen in Avellanar 2 vor, wo der Flie lehm wahrscheinlich infolge Profildekapitierung an der Oberfläche austritt. Der Boden ist dicht und steril. Die *P. Radiata* in Borsil el Quico steht auf einer wenig entwickelten sandig steinigen Parabraunerde. Außerdem wird sie klimatisch durch eine Höhenlage benachteiligt, die sich nahe der üblichen Anbaugrenze befindet.

## PINUS RADIATA AUF KREIDESANDSTEINBODEN

### 6. Test auf Nährelement-Mangelfaktoren durch Nadelanalyse.

Um Einblicke in etwaige Nährelement-Mangelfaktoren zu erhalten, wurden im Herbst 1.966 und 1.968 von den herrschenden und mitherrschenden Bäumen der Untersuchungspartellen Nadelproben entnommen. Da nach den Resultaten der ersten Nadelanalyse 1.966 Phosphor als Mangelfaktor in Erscheinung trat, erfolgten 1.968 ergänzende Probenahmen auf zitronensäurelösliche Phosphorsäure im Ah-Horizont (Abb. 6). Die Probe 1.966 - 6 Xiabre, Prov. Pontevedra, Galicia wurde hinzugenommen um mit einem armen Podsol und feststehender Mangelsituation in N, P, K und Ca Vergleiche anstellen zu Können. Auswertung der Nadel-Analysen:

N : Ausreichend bis gut versorgt.

An der Mangelgrenze : 66 Xiabre, 68 Avellanar 2,  
68 Borsil.

P : Knapp versorgt.

An der Mangelgrenze : 66 Xiabre, 68 Avellanar, 68  
Bustanzan 2 .

66 u. 68 El Secal (trotz guter Bonität).

Erhöht : 66 u. 68 San Roque Buru :  
Durch Düngung.  
: 68 Macastuy Camino : Durch  
Beweidung.

K : Gut bis reichlich versorgt

An der Mangelgrenze : 66 Xiabre

Erhöht : 66 u. 68 San Roque Buru:  
Durch Düngung

Ca : Ausreichend versorgt

An der Mangelgrenze : 66 Xiabre

Höchster Gehalt : 68 Echeburtorre : Hangwasser-  
einfluß .  
aus Ca- reicheren Sandstein.

Mg : Gut versorgt, auch in den ärmeren Standorten infolge hohen Mg-Gehaltes in den Sandsteinen.

Mn : Reichlich versorgt, besonders bei hohem Mn-Gehalt der Böden.

B : Reichlich . . .

Hinweis : Auf die Mangelgrenze bei 66 Macastuy 1 in P,K Ca und Mg wurde nicht hingewiesen, da diese Pinus radiata an Diplodea pinea = und Evetria buoliana =Be-fall litt mit hellgelben Nadeln und Harzfluß.

Das Wachstum beeinflussende Mangel-situationen können gegeben sein bei:

Phosphor : 68 Avellanar 2, Fließlehm  
68 Bustanzan 2, Pseudogley

Stickstoff : 68 Avellanar 2, Fließlehm  
68 Borsil el Quico, steinig sandiger Periglaziaschutt.

# PINUS RADIATA AUF KREIDESANDSTEINBODEN

## Volumina der Mittel- und Grobporen und Porenfüllungen

cm	Mor.	Porenvolumen in %			dithionit-lösliche in %		taugc-lösl. %		Oxals-lösl. %		Ton %
		7-50	50-100	7-100	Fed.	Mnd.	Ald.	Al	Fe ox	< 2	
San Roque Buru vivero											
Pflanzgarten	0-10	Ah	12,9	15,4	28,3	14,1	0,265	2,36	2,52	3,06	14,17
	10-25	Ah				16,3	0,195	2,50	2,84	2,90	14,22
	25-40	Bt	9,7	12,8	22,6	21,3	0,109	2,87	3,95	2,06	15,24
	40-50	Bt	8,8	6,7	15,5						
	50-70	Bt				18,4	0,053	2,91	4,37	0,90	17,38
rote Flecken	70-90	Bt Cay	0,0	1,2	1,2	24,3	0,087	3,84	3,67	1,34	19,24
Weißer "	70-90	Bt Cay	3,3	9,1	12,4	18,0	0,015	2,62	7,18	0,36	16,17
Wurzelleitbahnen	70-90	Bt Cay	7,3	8,6	15,9	16,8	0,114	2,58	4,16	1,87	15,06
	100-200	Bt Cay	1,6	7,0	8,6	16,5	0,045	2,83	3,22	0,37	9,23
Bustanzas 1 durchlässige Parabraunerde											
	0-10	Ah	7,2	5,1	12,3	14,9	0,375	2,88	3,46	3,28	17,11
	10-25	Ah	4,3	4,3	8,6	19,3	0,160	3,55	3,72	3,63	27,87
	25-40	Bt				21,7	0,184	3,75	4,52	3,98	26,13
	40-50	Bt	3,0	3,3	6,3						
	50-60	Bt				19,7	0,145	3,43	4,22	3,62	27,86
	60-80	Bt Cay	2,5	1,9	4,4	20,3	0,163	3,42	4,93	1,74	28,50
	100-120	Bt Cay	1,7	2,2	3,9	19,7	0,079	3,20	5,13	1,26	14,33
	120-140	Bt Cay				21,1	0,075	3,33	6,94	1,19	8,91
Bustanzas 2 undurchlässiger Pseudogley											
	0-10	Ah	3,8	3,9	7,7	15,2	0,258	2,85	3,15	2,92	19,41
	10-25	Al	1,5	3,2	4,7	18,3	0,168	3,65	4,06	2,68	20,19
	25-40	Al Bt				23,2	0,201	4,70	5,10	2,26	27,85
	40-50	Al Bt	1,1	1,9	3,0						
	50-70	Bg				25,4	0,051	5,45	6,04	0,82	29,22
	70-80	Bg Cay	0,5	1,5	2,0	33,3	0,018	5,80	7,32	0,52	30,05
	100-120	Bg Cay	0,0	0,4	0,4	27,7	0,018	5,69	6,44	0,45	21,10
	120-140	Bg Cay				29,1	0,027	4,95	5,29	0,37	10,33
Macastuy Camino verdichtet, beweidet											
	0-6	Ah	2,5	6,1	8,6	15,4	0,180	2,44	3,86	2,10	31,13
	6-15	Ah	2,9	7,2	9,9	19,1	0,213	2,86	4,15	1,95	30,45
	15-25	Al Bt	1,4	4,8	6,2	20,1	0,154	3,00	4,76	1,86	32,61
	25-40	Bt	1,2	3,8	5,0	22,2	0,175	3,20	5,22	1,92	30,91
	40-50	Bt	1,3	3,5	4,8	23,1	0,123	3,42	6,12	1,31	23,75

Tab. 1

## Nährstoffkonzentration in Pinus rad.-Nadeln

	bezogen auf Trockengewicht %						ppm	
	Ertrags- klasse Echevarria	N	P	K	Ca	Mg	Mn	B
1966*								
1. San Roque Buru vivero	II - III	2,02	0,44	1,43	0,29	0,16	165	50
2. La Mota	I - II	2,09	0,23	1,05	0,35	0,20	n.b.	45
3. El Secal	II - III	1,96	0,11	1,17	0,21	0,17	360	32
4. Bustanzen	II - III	1,86	0,28	1,30	0,22	0,17	950	50
5. Macastuy 1.	III - IV	2,24	0,08	1,00	0,11	0,10	241	70
6. Xiabre Galicia	II - III	1,59	0,11	0,70	0,09	0,14	475	22
1968								
1. San Roque Buru vivero	II <sub>2</sub>	2,15	0,51	1,51	0,31	0,17	205	60
2. La Mota	II <sub>1</sub>	2,04	0,29	1,10	0,42	0,16	235	53
3. El Secal	II <sub>3</sub>	1,90	0,14	1,25	0,25	0,18	390	35
4. Bustanzen 1	II <sub>3</sub>	1,95	0,36	1,38	0,28	0,19	890	60
5. Echeburutorre	II <sub>2</sub>	2,13	0,31	1,42	0,45	0,25	365	45
6. Bustanzen 2 Pseudogley-verdichtet	IV <sub>1</sub>	2,08	0,11	1,20	0,18	0,17	1020	35
7. Avellanar 2 Fließlehm, verdichtet	IV <sub>3</sub>	1,62	0,08	1,21	0,20	0,18	873	44
8. Borsil el Quico Sand, trocken	V	1,70	0,26	1,25	0,32	0,19	475	50
9. Macastuy Camino beweidet	III <sub>8</sub> - >V	2,36	0,53	1,34	0,22	0,21	435	60
Grenzwerte nach C.M. Will Neuseeland	1968	1,6	0,10	0,7-1,1	n.b.	0,08-0,11	n.b.	n.b.
Grenzwerte nach W. Moll Valdivia, Chile	1973	1,6	0,16	0,55	0,15	0,11	90	9
Optimalwerte nach W. Moll bis zu..		2,6	0,3	1,2	0,50	0,36	500	35

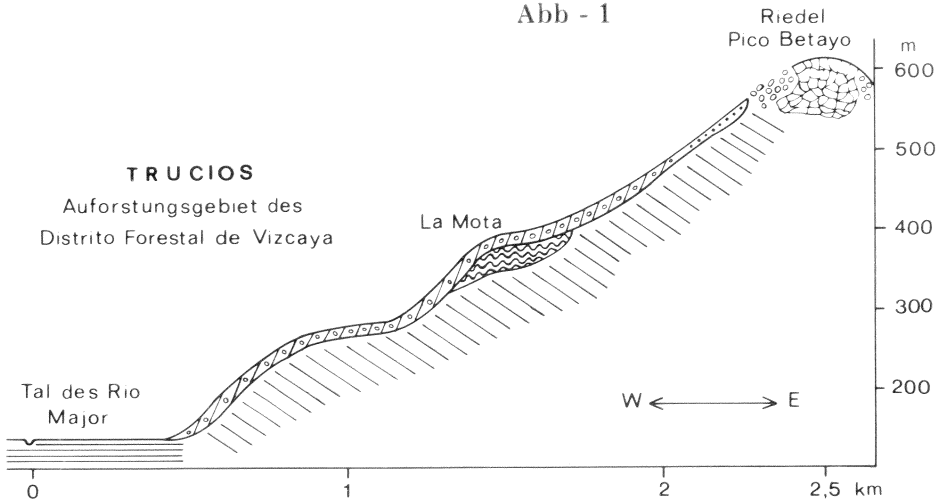
\* Nadelanalysen 1966 von Dr. Emilio González Esparcia. Instituto Forestal Madrid.

Tab. 2

## PINUS RADIATA AUF KREIDESANDSTEINBODEN

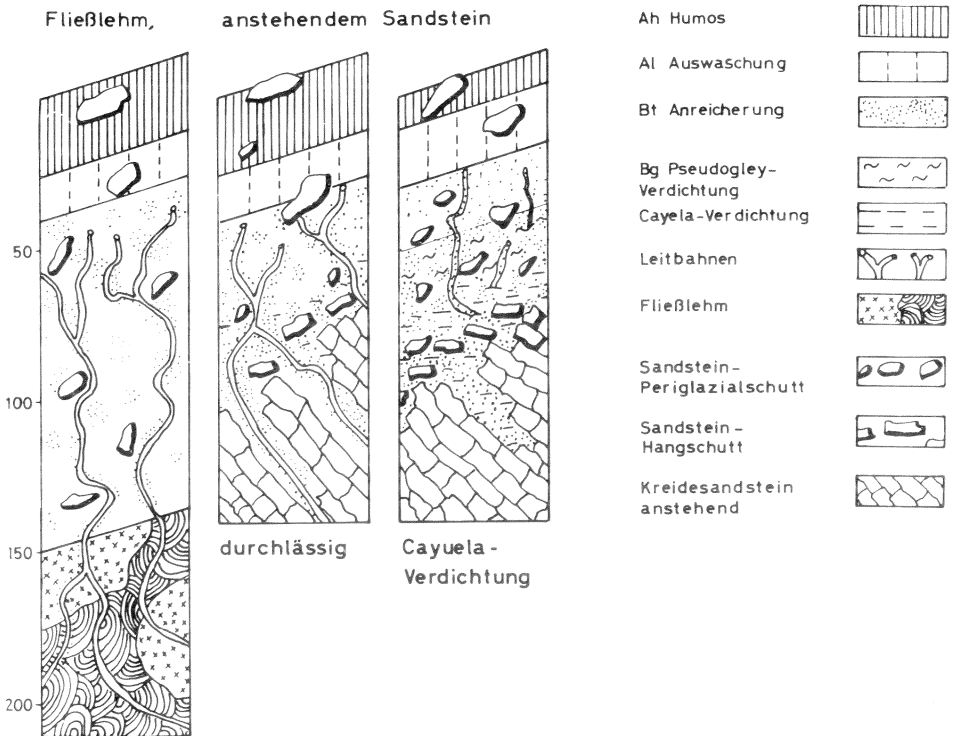
- Abb. 3 a .- BUSTANZAN 1 Bt 80 cm, inkurstierter Sandstein-Verwitterungslehm. Offene Poren mit Tonauskleidungen. Durchlicht. Vergr. 30 fach.
- Abb. 3 b.- SAN ROQUE BURU VIVERO Bt 80 cm, teilweise offene Leitbahnen Inkurstierte Sandstein verwitterung. Durchlicht. Vergr. 30 fach.
- Abb. 3 c.- BUSTANZAN 2. Bg 80 cm, Leitbahn dicht verstopft starke Inkrustierung und Konkretionsbildung Durchlicht. Vergr. 30 fach.
- Abb. 3 d.- AVELLANAR 2. Bg 50 cm, Älterer Fließlehm Schluff verschlossene große Leitbahn Durchlicht. Vergr. 30 fach.
- Abb. 3 e.- LA MOTA, 270 cm Alterer Flie lehm, Fein sand, teilweise offene Leitbahnen gekreuzte Nikols Durchlicht. Vergr. 30 fach.
- Abb. 3 f.- SAN ROQUE BURU VIVERO Ah 30 cm, Krümelgefüge, mullartig Durchlicht. Vergr. 30 fach.
- Abb. 3 g.- MACASTUY CAMINO Ah 3 cm Verdichtung durch Viehtritt Durchlicht. Vergr. 30 fach.

Abb - 1



- |                           |                                 |                                |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Blockfelder               | weicherer Sandstein angewittert | harter quarzitischer Sandstein |
| Periglazialschutt steinig | Alluvium                        | älterer Fließlehm              |
| Periglazialschutt lehmig  |                                 |                                |

Parabraunerden auf Sandstein, Periglazialschutt über







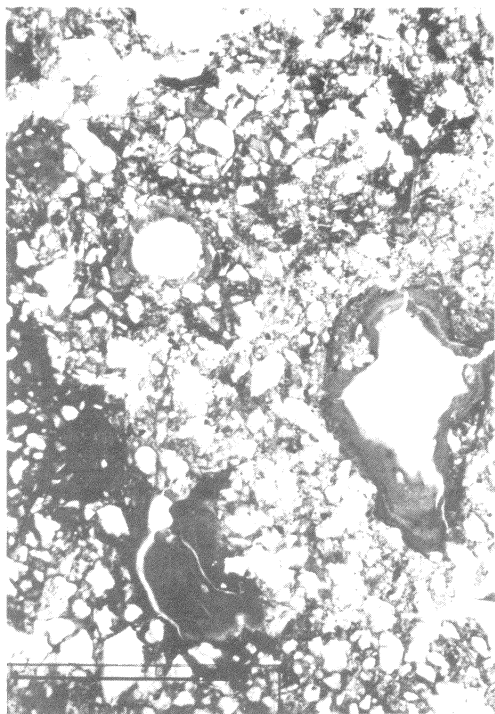


Abb- 3a

Abb- 3c

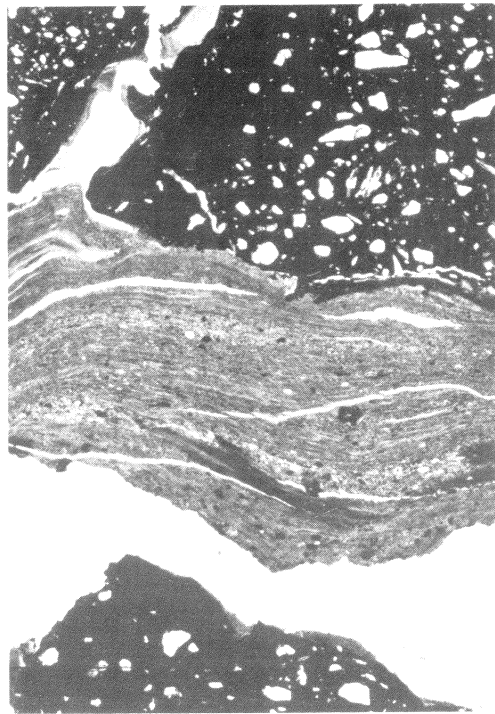
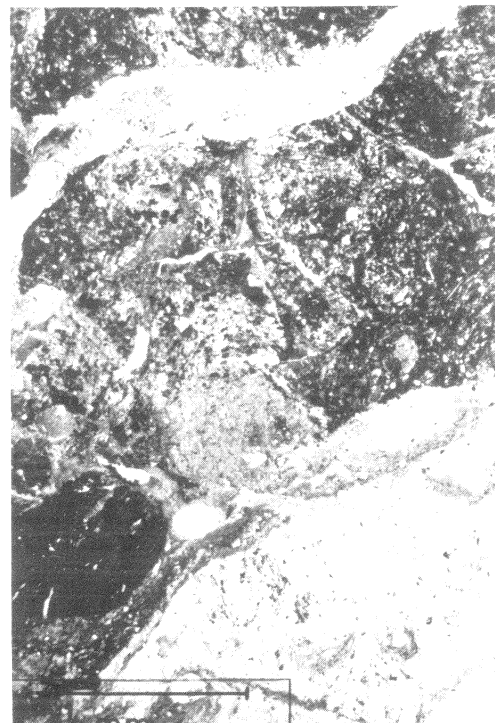
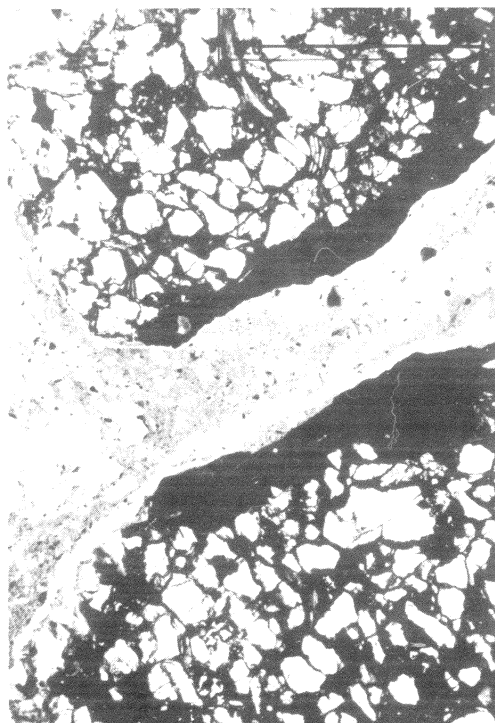


Abb- 3b

Abb- 3d





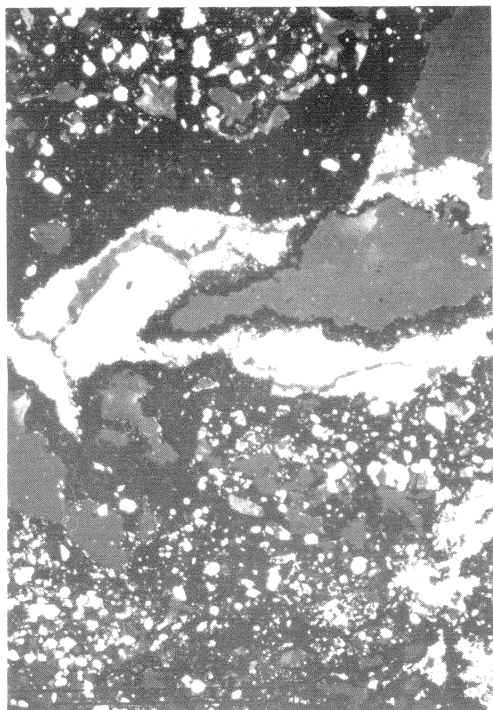


Abb- 3c

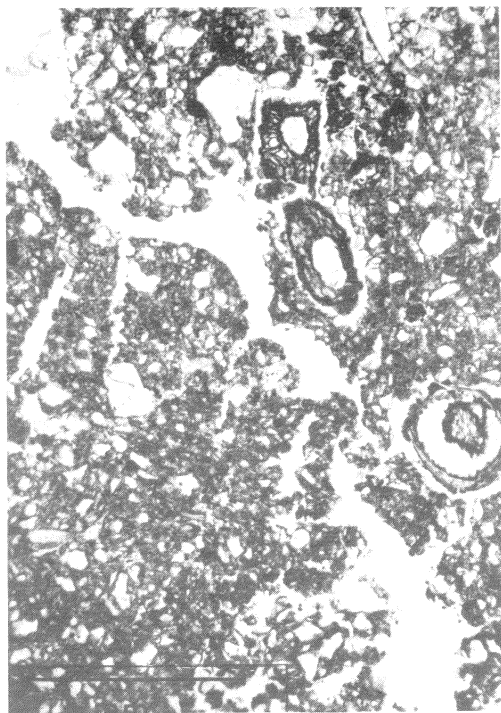


Abb- 3f

Abb- 3g

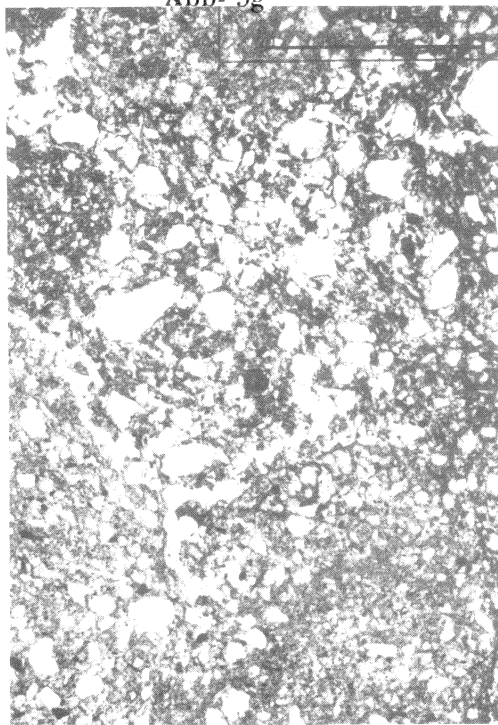
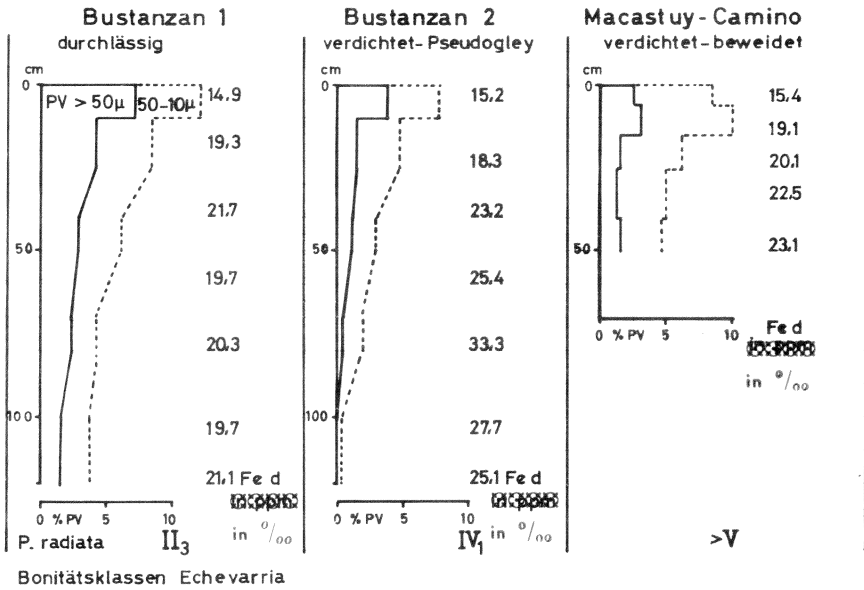




Abb - 4

Mittel- + Grobporengehalt u. dithionit-Fe bei unterschiedlicher Durchlässigkeit



Mittel- + Grobporengehalt und dithionit-Fe an Roque Buru, Vivero (alter Pflanzgarten)

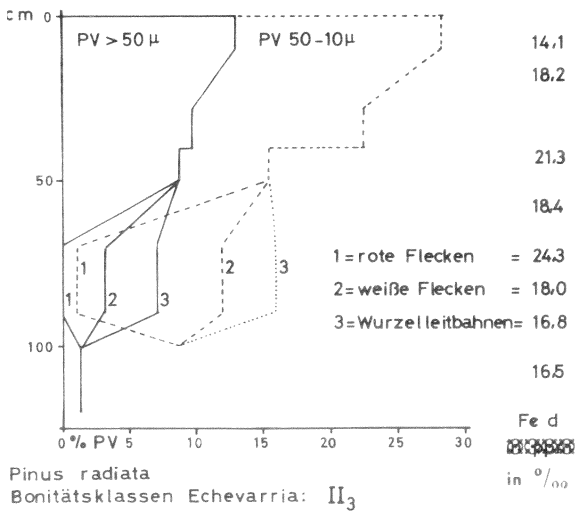


Abb - 5

Gehalte zitronensäurelöslicher Phosphorsäure auf Pinus radiata-Standorten

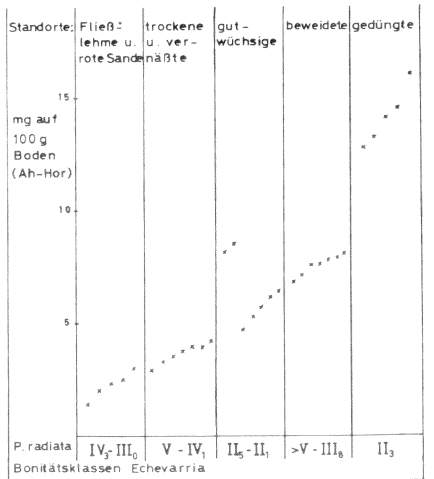


Abb - 6



## SUMMARY

In the province of Vizcaya, Pinus radiata afforestations on cenoman sandstone soils, related periglacial debris layers and older drifting loam exhibit strongly differing growth rates.

On the predominating slopes loam, and sandy to stony soils have developed into parabraunerde, pseudo-gleyic influences are observable in certain locations. The originally coarse and porous sandstone becomes cemented by clay and hydrated sesquioxide illuviation, forming the so-called cayuela, which is (nearly) impenetrable by plant roots and leads to stagnath water at a depth of 70-100 cm.

Comparative micromorphological soil investigations and chemical and physical analyses revealed that differences in site class (after ECHEVARRIA) of P. radiata plantations are mainly influenced by the depth and permeability of the soil in connection with water stagnation due to cayuela formation. Site classes are up to two classes lower under adverse conditions. In addition, top soil compaction as a result of intensive grazing can be of significance.

## LITERATUR .-

- ALTEMULLER, H. J. : Beitrag zur mikromorphologischen Differenzierung von durchschlammter Parabraunerde, Podsol-Braunerde und Humus-Podsol. Zeitschrift Pflanzenern. Düngung und Bodenkunde, 98 (143), 247-258, 1.962.
- BABEL, U. : Die Verwendung Humusmikromorphologischer Merkmale zur Untersuchung standortkundlicher Fragen. Rutherford. Soil Microscopy, 223-239, Kingston 1.974.

## PINUS RADIATA AUF KREIDESANDSTEINBODEN

- BENCKISER, G. : Ökologische Untersuchungen an aufgeforsteten Weideflächen. Daten und Dokumente zum Umweltschutz. H. 14, 31-37, Stuttgart, 1.975.
- BARRATT, B. C. : A revised classification and nomenclature of microscopic soil materials with particular reference to organic components. Geoderma Vol. 2, No. 4, 257-271, 1.969.
- BIEBERLRIETHER, H. : Diluviale Bodenbildungen im Spessart.
- SPERBER, G. S. : Allgem. Forstzeitschrift 13, No. 30, 421-424, 1.958.
- BUCH, M. W. v. : Analysis de la producción del Pinus radiata. D. Don en algunas localidades del Norte de España y del Sur de Chile. Instituto Forestal Com. 34, Madrid 1.968.
- BUCH, M. W. v. : Konkretionen und Pseudokonkretionen als Reliktformen in Sandstein-Periglazialschuttböden der Provinz Vizcaya, Nordspanien. Third International Working Meeting on Soil Micromorphology, Wrocław, 1.969. Zeszyty Problemove postepow nauk Rolniczych, 1.972, z. 123, 169-181.
- ECHEVARRIA, J. : "El Pinus insignis" en el Norte de España. Crecimiento y producción en el Norte de España y aplicación a la elaboración de pastas de celulosa. Instituto Forestal Madrid, 17 (15), 1.956.
- GUINEA, E. : Vizcaya y su paisaje vegetal. Bilbao 1.949.
- HERNANDEZ Pacheco, F. : La formación de la raña. Bull. de la Real Soc. Esp. de Histor. Natural. T. 63 No. 1, 5-16, Madrid 1.965.
- LLOPIS LLADO, N.
- JORDA, F. Mapa del Cuaternario de Asturias. Inqua. V. Congress. Intern. Oviedo. 1.957.
- LOTZE, F. : Zum alter Nordwestspanischer Quarzit-Sandsteinfolgen N. Jb. Geolog. Paläont. (10). 464-471, 1.957.



- LOTZE, F. : Prinzipien zur Gliederung des Baskischen Komplexes (im wesentlichen Unterkreide ) in Nordspanien. I N. Jb. Geol. Paläont. (11), 520-533, 1.961. II N. Jb. Geol. Paläont. (12), 567-587, 1.962.
- SCHLATTER, I.E. : Ökologische Problematik beim Anbau von Nadelholzreinbeständen am Beispiel einer Literaturübersicht über *Pinus radiata* und experimentellen Untersuchungen an *Picea abies*. Diss. Göttingen, 1.974.
- SCOTT, C.W. : *Pinus insignis* (*Pinus radiata* D. Don). FAO, Roma, 1.961.
- WILL, G.M. : The uptake, cycling and removal of mineral nutrients by crops of *Pinus radiata*. Proc. N.Z.Ecol. Soc. No. 15, 20-4, 1.968.