© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

SAUTERIA 1 1986 193 - 210

VEGETATION, KLIMA UND LANDNUTZUNG IM WOHNGEBIET DER CALLAWAYA- INDIANER (BOLIVIANISCHE ANDEN)

von
SEIBERT, Paul

Keywords: vegetation, climate, land use, High Andies

Summary: In the living area of the Callawaya, situated about 50 km in the north of Lake Titicaca, the altitudinal belt of bush vegetation and agriculture was phytosociologically researched. The investigation area is about 210km², including the surroundings. The intensive studies after the system of BRAUN- BLANQUET brought one hundred vegetations units.
After giving a synsystematical overlook the plant societies are described on their floristical composition, structure, site and dispersion. The Zonale Vegetation consists of bush vegetation, grass vegetation, rock and mound vegetation and some forests. Azonale Vegetation contains swamp communities and communities of water and wet places. Agricultural use led to weed communities and ruderal vegetation. The real vegetation is shown in a general map 1 : 34 000 and five transect maps 1 : 15 000.
For the different vegetation units indicator values for elevation above sea level, temperature and humidity, were elaborated. Using these results the plant communities of the different altitudinal belts of vegetation are shown in ecograms.
In part "Anthropogene Vegetation" the relationships between altitudinal belt of vegetation and land use are described showing the adaptions of man to the ecological given site resources.
Finally from the results the Potential Natural Vegetation was deduced and the problem of natural wooded areas was discussed.

Einleitung

Unter dem Rahmenthema "Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Wohngebiet der Callawaya" werden seit 1977 mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft interdisziplinäre Forschungen in den nördlichen Anden Boliviens durchgeführt.

Ziel dieser Untersuchungen ist es, den Einfluß der noch sehr ursprünglichen Lebensweise dieser Indianerbevölkerung und ihrer Landnutzung auf die Umwelt und den Naturhaushalt und die Anpassungen der Bewohner an die Lebensbedingungen des Hochgebirges kennen zu lernen. Hierzu eignet sich das Gebiet dank seiner Vielseitigkeit in besonderer Weise, da alle Landnutzungen ausgeübt werden, mit denen

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
schon die Bevölkerung des Inkareiches die Möglichkeiten der verschiedenen Höhenlagen ausgenutzt hat. Oberhalb der Waldgrenze von 2700 bis 4100m Meereshöhe wird Ackerbau in Terrassenkulturen, teilweise mit Bewässerung, durchgeführt; darüber dehnt sich bis über 5000m Höhe das Gebiet der Weidewirtschaft mit Lamas und Alpakas aus (SEIBERT 1982 a, 1982 b, 1982 c).

Neben dem Verfasser (Geobotanik) als Initiator des Projektes sind zur Zeit Prof. Dr. W. LAUER, Bonn (Klimatologie, Geomorphologie), Prof. Dr. U. OBEREM, Bonn (Ethnohistorie), Dr. A. SCHÄFER, Aachen (Limnologie), Prof. Dr. SCHOOP, Aachen (Agrar- ,Siedlungs- und Wirtschaftsgeographie), Prof. Dr. Ina RÖSING, Ulm (Ethnomedizin), Prof. Dr. W. ZECH, Bayreuth (Bodengeographie) an den Forschungen beteiligt. Weitere Disziplinen sollen noch einbezogen werden.

Es zeichnet sich schon jetzt ab, daß die ansässige Bergbevölkerung des Callawaya-Gebietes mit Landnutzung, Siedlung, Wirtschaft und Organisationsformen der Umwelt des Hochgebirges in bester Weise angepaßt ist (ökologische Anpassung) und demzufolge die anthropogen bedingten Landschaftsschäden in ihrem Gebiet weitaus weniger auftreten als in anderen Teilen Boliviens. Für eine ökologisch angepaßte Landnutzung können sie für große Teile Boliviens und Perus Vorbild sein.

In diesem Beitrag soll nur über Vegetation, Klima und Landnutzung in der Gebüschstufe (2700-4100m) berichtet werden, die - bezogen auf die Landnutzung - der Ackerbaustufe entspricht.

1. Gliederung der naturnahen Vegetation

Die Vegetationsuntersuchung und -kartierung führte zur Ausscheidung und Abgrenzung zahlreicher natürlicher und naturnaher Pflanzengesellschaften (vgl. Tab. 1).

Diese sollen aber nicht in ihrer systematischen Reihenfolge besprochen werden, sondern sie sollen mit Hilfe von Zeigerwerten in Ökogramme getrennt nach Höhenstufen eingeordnet und ihrem ökologischen Verhalten entsprechend vorgestellt werden.

2. Erarbeitung von Zeigerwerten der Vegetationseinheiten

2.1 Gründe

Die Zuordnung von Pflanzen und Pflanzengesellschaften zu Zeigerwerten, die das ökologische Verhalten zu wichtigen Standortsfaktoren ausdrücken, ist heute im Zeitalter der "Bioindikatoren" immer mehr gebräuchlich geworden (vgl. ELLENBERG 1974, 1979). Der Versuch einer solchen Zuordnung ist gerade auch in wenig bekannten und untersuchten Gebieten sehr wertvoll, weil er dazu zwingt, sich über das ökologische Verhalten Gedanken zu machen und alle einschlägigen Beobachtungen hierzu auszuwerten. Dadurch, daß man alle Einheiten miteinander ökologisch vergleicht, ist fast immer auch eine relative Einordnung möglich.

2.2 Grundlagen

Das ist für die Arten unseres Gebietes noch nicht möglich, soll aber für die Gesellschaften versucht werden. Grundlage hierfür sind

a) die Lebensform der Pflanzen, aus denen die Pflanzengesellschaften zusammengesetzt sind,

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

b) deren Lage nach Meereshöhe, Exposition und Hangneigung,
c) deren äußerlich erkennbare, für die Wasserversorgung wichtige Bodeneigenschaften, z.B. grobe Körnung und Bodenwassereinfluß.

2.3 Einteilungen

Die ausgewählten Standortsfaktoren wurden nach den gegenwärtig gegebenen Möglichkeiten ausgesucht. Die Einteilung erfolgt jeweils in 9 Stufen.

Meereshöhe: Sie ist in dem stark reliefierten Gebiet sehr wichtig.

Die Abgrenzung der Stufen wurde so ausgewählt, daß diese möglichst mit den beobachteten Vegetationsgrenzen zusammenfallen. Die 9 Stufen erfassen das Gesamtgebiet. In die Gebüschstufe fallen nur die Stufen 2 bis 5, ausnahmsweise auch 6.

Höhenzahl (H)	1	2400 - 2700 m	
	2	2700 - 3000 m	
	3	3000 - 3300 m	
	4	3300 - 3600 m	Gebüschstufe
	5	3600 - 3900 m	
	6	3900 - 4200 m	
	7	4200 - 4500 m	
	8	4500 - 4800 m	
	9	4800 - 5100 m	

Temperatur: Die mittlere Temperatur des Jahres, ausgedrückt in etwa durch die Temperatur in 50 cm Bodentiefe, liegt im Wärmegefälle zwischen den gletschernahen Hochlagen und den warmen Bergwäldern der (oberen) Yungasstufe nach LAUER (1982) zwischen -1° und 21,5°C. Danach werden die Temperaturzahlen wie folgt festgesetzt.

Temperaturzahl (T)	1	-1,0 bis 1,5°C
	2	1,5 bis 4,0
	3	4,0 bis 6,5
	4	6,5 bis 9,0
	5	9,0 bis 11,5
	6	11,5 bis 14,0
	7	14,0 bis 16,5
	8	16,5 bis 19,0
	9	19,0 bis 21,5

Die Temperaturen werden in den verschiedenen Höhenlagen durch Exposition und Hangneigung abgewandelt. Infolgedessen ist es nicht zulässig, die Pflanzengesellschaften nur auf Grund der Höhenlage mit Temperaturzahlen zu versehen. Die Zuordnung der Temperaturzahlen erfolgte unter Berücksichtigung aller 3 Kriterien nach folgendem Schlüssel, der in Anlehnung an LAUER entwickelt wurde:

Meeres-höhe m	N 45°	N 30°	N 15°	W O 0°	S 15°	S 30°	S 45°
4800	1	1	1	1	1	1	1
4500	2	2	2	2	2	1	1
4000	4	4	4	3	3	3	2
3500	6	6	5	5	4	4	3
3000	8	8	7	6	5	5	4
2500	9	9	8	7	6	6	5

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Feuchtigkeit: Die für die Vegetation wirksame Feuchtigkeit ist in der Spanne "humid -arid" klimatisch bedingt; daneben wirken - besonders erkennbar in Extremfällen - Bodenfaktoren, die eine besonders schlechte Wasserversorgung verursachen wie grobkörnige und steinige Bodenarten oder durch Bodenwasser (Grundwasser, Stauwasser) eine zusätzliche Wasserversorgung bewirken und im Extremfall untergetaucht wachsende Pflanzengesellschaften ermöglichen. Dementsprechend entspricht unsere Feuchtezahl in etwa der Zusammenfassung der ELLENBERG-schen Kontinentalitätszahl mit seiner Feuchtezahl. Bei unseren Beispielen liegt sie in der Regel bei den Feuchtestufen 1 und 7 bis 9. Die Feuchtezahlen werden wie folgt definiert:

Feuchtezahl (F)
1 subarid oder sehr durchlässige feinerdearme Böden;
2 semiarid oder langandauernd trockene Böden;
3 schwach semiarid oder trockene Böden;
4 semihumid oder frische Böden;
5 subhumid oder feuchte Böden;
6 euhumid oder geringer Bodenwassereinfluß;
7 durchsickerte und durchfeuchtete Böden;
8 durchnäßte Böden oder zeitweise untergetaucht;
9 langandauernd untergetaucht.

2.4 Zuordnungen

Die Zuordnung der Pflanzengesellschaften zu den Höhen- und Temperaturzahlen erfolgte aufgrund der Verbreitung in der Vegetationskarte. Für die Festsetzung der Feuchtezahlen dienten die Geländebeobachtungen, die bei den Vegetationsaufnahmen, -kartierungen und sonstigen Begehungen angestellt werden konnten (Tab. 1).

3. Ökogramme nach Höhenstufen

3.1 Anordnung

Die in Tab. 1 wiedergegebenen Wertzahlen wurden in Ökogrammen, getrennt nach Höhenstufen, zusammengestellt. Hierbei wurden nur die Einheiten der zonalen Vegetation berücksichtigt, während die der azonalen weggelassen wurden.

Die Reihenfolge der Höhenzahlen geht von den oberen Lagen (H 8) zu den unteren (H 1).

Die Temperaturzahlen wurden parallel dazu angeordnet, indem die niedrigen Werte (T 1), die geringen Temperaturen entsprechen, oben stehen, die hohen (T 8) unten.

Bei den Feuchtezahlen stehen die niedrigen, Trockenheit ausdrückenden Werte (F 2) links - ihrer westlichen Lage entsprechend auch in der Karte links - und die hohen, Feuchtigkeit kennzeichnenden Werte (F 6) rechts - den im Osten liegenden humiden Gebieten entsprechend.

3.2 Die Ökogramme und ihre Pflanzengesellschaften

Die wichtigsten Pflanzengesellschaften sollen nach ihrer Stellung im Ökogramm kurz erläutert und im Bild vorgestellt werden.

H 8 (4500-4800m): Leitgesellschaft ist *Pycnophyllum*-Steppe

H 7 (4200-4500m): Leitgesellschaften sind *Aciachne*-Rasen und *Pycnophyllum*-Steppe, letztere nur im semihumiden Westen vorkommend.

H 6 (3900-4200m): Leitgesellschaften sind *Festuca dolichophylla*-Horstgrassteppe in steilen und *Aciachne*-Rasen in flacheren Lagen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
Satureja-Gebüsch nur in *Chuquiraga*-Ausbildung und *Festuca*-Fazies. Diese ersten 3 Höhenzahlen gehören noch zur Rasenstufe.
H 5 (3600-3900m): Leitgesellschaft ist *Satureja*-Gebüsch, auf Normalstandorten die *Calceolaria boliviana*-Ausbildung, auf Steilhängen *Festuca*-Fazies und *Festuca dolichophylla*- Horstgrassteppe, auf sonnseitigen Hängen die *Calceolaria*-Ausbildung des - *Satureja*-Gebüschs, im kühleren Bereich *Aciachne*-Rasen.
H 4 (3300-3600m): Leitgesellschaften sind *Baccharis pentlandii*-Gebüsch im feuchten-kühleren Bereich, und *Mutisia*-Gebüsch im trockeneren und wärmeren. Am trockensten ist der *Aristida*-Trockenrasen.
H 3(3000-3300m): Leitgesellschaften ebenfalls *Baccharis pentlandii*--Gebüsch und *Mutisia-Gebüsch*. Am trockensten wiederum der *Aristida*-Trockenrasen.
H 2 (2700-3000m): Leitgesellschaften sind die bodenwasserabhängigen *Eupatorium longepetiolatum*-Ausbildungen des *Baccharis pentlandii*- und des *Mutisia*-Gebüschs.
H 1 (2400-2700m): Leitgesellschaften sind Immergrüner und Laubabwerfender (tropischer) Bergwald.
Diese Höhenzahl gehört nicht mehr zur Gebüschstufe.

4. Erläuterung der Vegetationskarte

Neben 5 nicht entzerrten Transektkarten im Maßstab 1 : 15 000 (Feldkartierung 1 : 7000) wurde eine maßstabgerechte Vegetationskarte der gesamten Gebüschstufe und angrenzender Teile der Rasenstufe im Maßstab 1 : 34 000 erarbeitet.
An Hand dieser Karte soll die gesetzmäßige Verbreitung der Pflanzengesellschaften etwas näher erläutert werden.
Die natürlichen und naturnahen Pflanzengesellschaften sind in flächendeckenden Farben dargestellt, während die Ackerkulturen durch eine Gittersignatur in den Farben der natürlichen Ausgangsgesellschaft wiedergegeben sind.
Die allseits von Rasengesellschaften umgebene Gebüschstufe zeigt eine deutliche Dreigliederung. Den östlichen niederschlagsreicheren und humiden Teil, der an den Tropischen Bergwald anschließt, nimmt das *Baccharis pentlandii*-Gebüsch ein. In dem schwach semiariden bis semihumiden Teil, der bedeutend ausgedehnter ist, überwiegt das *Mutisia*-Gebüsch in den Höhenlagen unter 3600 m, das *Satureja*-Gebüsch darüber. Dessen obere Grenze zu den *Aciachne*-Rasen liegt bei 3900 bis 4000 m. Auf den Steilhängen, die wegen des hohen Sonnenstandes eine geringere Strahlung erhalten, dominieren die *Festuca*-Fazies des *Baccharis pentlandii*-Gebüschs und des *Satureja*-Gebüschs sowie die *Festuca dolichophylla*-Horstgrassteppe. Die sonnseitigen Hänge sind über eine große Höhenerstreckung (3000-3900 m) von der *Calceolaria parviflora*-Ausbildung des *Satureja*-Gebüschs bedeckt. In ihrem Zentrum liegt der *Aristida*-Trockenrasen.
Im *Baccharis pentlandii*-Gebiet liegen unten die *Siphocampylus*-Ausbildungen mit tropischen Differentialarten. Die *Eryngium*-Ausbildung ist die *Festuca dolichophylla*-Horstgrassteppe des humideren Gebietsteiles.
Im Talgrund liegen die bodenwasserabhängigen *Eupatorium* - *longepetiolatum*-Ausbildungen des *Baccharis pentlandii*- und des *Mutisia*-Gebüschs.

© Verlag Alexander Just, Karlsruhe - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

5. Anthropogene Vegetation

5.1 Landnutzung nach Höhenstufen

Mit dem Thema "Landnutzung" hat sich im Rahmen des Gesamtprojektes L. MAHNKE, ein Schüler von Prof. SCHOOP, Aachen befaßt (MAHNKE 1982). Er fand in den verschiedenen Höhenstufen unterschiedliche Fruchtfolgen, deren Grenzen in der Regel auch mit den Grenzen von Vegetationsgebieten zusammenfallen. Beziehen wir seine Einteilung auf unsere Höhenzahlen, so ergibt sich folgendes Bild:

H 6: 3900 - 4200 m
Leitgesellschaften: *Festuca dolichophylla*-Horstgrassteppe und *Aciachne-Rasen;*
Fruchtwechsel: Bitterkartoffel - (Oka) - (Hafer), mindestens 8 Jahre Brache;
Lama-, Alpaca- und Schafweide.

H 5: 3600 - 3900 m
Leitgesellschaft: *Satureja-Gebüsch;*
Fruchtwechsel: Kartoffel - Oka - (Papalisa) - Gerste, 3-4 Jahre Brache;
Schafweide auf Bracheflächen.

H 4: 3300 - 3600 m
Leitgesellschaften: *Baccharis pentlandii*-Gebüsch im feuchten-kühleren Bereich, *Mutisia*-Gebüsch im trocken-wärmeren Bereich;
Fruchtwechsel: Weizen - Saubohne/Erbsen - (Gerste), mit Brache;
Rinder- und Schafweide auf Bracheflächen.

H 3: 3000 - 3300 m
Leitgesellschaften: *Baccharis pentlandii*-Gebüsch im feuchteren Gebiet, *Mutisia*-Gebüsch im trockeneren Bereich;
Fruchtwechsel: Weizen - Saubohne/Erbsen - (Gerste) - Mais. Mais nur mit Bewässerung; Kompostdüngung, keine Brache;
Rinder- und Schafweide auf Bracheflächen.

H 2: 2700 - 3000 m
Baccharis pentlandii-Gebüsch im feuchteren Gebiet, *Mutisia*- Gebüsch im trockeneren Bereich; bevorzugt sind deren bodenfeuchte *Eupatorium longepetiolatum*-Ausbildungen;
Fruchtwechsel: Weizen - Saubohne - Mais. Bewässerung wo keine natürliche Bodenfeuchtigkeit; Kompostdüngung, keine Brache.

5.2 Ersatzgesellschaften

5.21 Ackerunkrautgesellschaften in den bestellten Feldfluren. Hochstete Arten sind *Veronica persica* und *Erodium cicutarium*. Daneben überwiegen einheimische Arten. Auch noch andere europäische Unkräuter.

5.22 Brache - Sukzessions-Stadien
Grundstock zunächst Unkräuter und Pionierarten. Mit zunehmendem Alter immer mehr Arten der Gebüschgesellschaften; zunächst am auffälligsten *Baccharis*.

5.23 Ruderalfluren

Vor allem in den Dörfern. Verschiedene Gesellschaften, von denen die *Rudbeckia*-Fazies des *Mutisia*-Gebüschs die wichtigste ist. *Rudbeckia*

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
ist in dem *Mutisia*-Gebüsch eine stete Art. Doch tritt sie in den Dörfern faziesbildend auf und verdrängt dabei die anderen Arten der Gebüsche, so daß man fast von einer eigenen Gesellschaft reden könnte. Außerhalb von Siedlungen tritt die Gesellschaft nur an den Hängen südlich des Amareteflusses, also bei Atique und Viscachani, hier allerdings großflächig auf. Dieses Vorkommen verdient unsere besondere Aufmerksamkeit, weil ja der offensichtlich vorhandene Ruderaleinfluß nicht durch gegenwärtig vorhandene Siedlungen gedeutet werden kann. Der Gedanke liegt nahe, daß hier schon sehr lange bewirtschaftete oder früher intensiver bearbeitete Terrassenkulturen vorliegen. Diese Spekulation erhält eine Stütze durch den Fund eines Tongefäßes aus einer Grabstätte (Chullpa) dieser Gegend, das vom Archäologischen Institut in La Paz in die Mollo-Zeit (1200-1485 n. Chr.), also Vor-Inka datiert wird.

5.3 Zur Frage der natürlichen Bewaldung

Unter dem Kapitel "Anthropogene Vegetation" nimmt die Frage nach der natürlichen Bewaldung immer einen besonderen Stellenwert ein. Auf unser Gebiet bezogen lautet die Frage konkret: Sind die Gebüschgesellschaften oder Teile von ihnen Ersatzgesellschaften von natürlichen Waldgesellschaften?
GRAF (1979) hat durch pollenanalytische Untersuchungen in Bolivien, von denen einige auch in unserem Arbeitsgebiet durchgeführt wurden, gezeigt, daß die allgemeine These von einer ursprünglichen Bewaldung der Puna, die ELLENBERG (1958) vertreten hat, nicht haltbar ist. Für unser Arbeitsgebiet, das mit relativ geringen Meereshöhen an das Waldgebiet grenzt, muß die Frage jedoch gestellt und eine Antwort versucht werden.
Für die Möglichkeit einer ursprünglichen Bewaldung, wenigstens der Gebüschstufe, spricht

1. eine Meereshöhe zwischen 2700 und 3900 m.
Nach HUECK (1966) reichen an den mittleren Anden-Osthängen der Obere Yungaswald und die Cejagehölze bis 3600 m Meereshöhe. Unter diesem Aspekt könnte ein Teil der Gebüschstufe von Natur aus Wald sein.

2. ein euhumides Klima im östlichen Teil der Gebüschstufe dürfte ebenfalls Waldwachstum gestatten.
Tatsächlich fehlt aber im engeren Untersuchungsgebiet, von ganz kleinen Relikten abgesehen, Wald über 2700 m. Solche Waldrelikte liegen als Tropischer Bergwald östlich des Curva-Tales, als Andenerlen-Bestände an Bachläufen und als *Polylepis*-Wäldchen in Bachschluchten.
Gleich außerhalb des Untersuchungsgebietes liegt die Waldgrenze tatsächlich höher. Hier ist an den Hängen östlich des Charazani- Tales der obere Yungaswald bis 2800/3000 m entwickelt; er geht allmählich in die Cejagehölze über, die östlich Chullina fast bis an den Saumpfad nach Carijana, d.h. bis in 3500 m Höhe reichen. Andererseits gibt es, von den eben genannten Fällen abgesehen, in der Gebüschstufe keinen Baumbewuchs, auch nicht an unzugänglichen Stellen wie Felsbändern und Steilhängen, an denen z.B. im Zongo-Tal bei La Paz Bäume anzutreffen sind. Auch gibt die Artenkombination der Gebüschgesellschaften keinen Hinweis auf Verwandtschaft zu den Waldgesellschaften, mit 2 wichtigen Ausnahmen:
1. die Ausbildung mit *Siphocamphylus* des *Baccharis pentlandii*-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
Gebüsches. Deren Differentialarten sind im wesentlichen Arten der Waldstufe.
Deshalb möchten wir diese Ausbildungen als Ersatzgesellschaften im wesentlichen wohl des Oberen Yungaswaldes betrachten und ihr Verbreitungsgebiet der natürlichen Waldstufe zuordnen. Für die anderen Einheiten des *Baccharis pentlandii*-Gebüschs besteht im Moment kein Anlaß, sie ebenfalls als Ersatzgesellschaften zu betrachten, wenn auch diese Gesellschaft von allen Gebüschen den Waldgesellschaften am nächsten steht.
2. Die Ausbildungen mit *Eupatorium longepetiolatum* des *Mutisia*- und des *Baccharis pentlandii*-Gebüsches. Diese bachbegleitenden und grundwasserabhängigen Gesellschaften haben gelegentlich die Andenerle (*Alnus jorullensis*). Deshalb liegt nahe, diese Gebüsche als Ersatzgesellschaften eines bachbegleitenden Andenerlenwaldes anzusehen.

Die *Polylepis*wäldchen sind dagegen immer an Bachschluchten, also insbesondere an luftfeuchte Standorte gebunden, außer wenn im Bereich der Siedlungen *Polylepis* angepflanzt ist. Man kann sich schwer vorstellen, daß *Polylepis* an anderen Standorten bestandsbildend durchhält.
Auf der Karte betrachtet würden also von Natur aus die Wälder im Curvatal und seinem östlichen Seitental weiter nach Norden reichen und als grundwasserabhängige Erlenwälder auch den Talboden des Charazanitales bis oberhalb Charazani auskleiden.

6. Zusammenfassung

In dem etwa 50 km nördlich des Titicasees gelegenen Wohngebiet der Callawaya wurde die mit den Randgebieten 210 qkm umfassende Gebüsch- oder Ackerbaustufe vegetationskundlich bearbeitet.
Die intensiven pflanzensoziologischen Studien nach BRAUN- BLANQUET erbrachten etwa 100 Vegetationseinheiten. Nach der synsystematischen Gesamtübersicht werden die Pflanzengesellschaften nach floristischer Zusammensetzung, Struktur, Standort und Verbreitung beschrieben. Die zonale Vegetation enthält Gebüsche, Wildgrasfluren, Fels- und Schuttfluren und etwas Wälder. Zur azonalen Vegetation gehören Moore, Feucht- und Wasserpflanzengesellschaften. Landwirtschaftliche Nutzung und Besiedlung führten zum Aufkommen von Ackerunkraut- und Ruderalgesellschaften.
Diese reale Vegetation ist in einer Übersichtskarte 1 : 34 000 und 5 Transektkarten 1 : 15 000 dargestellt.
Für die verschiedenen Vegetationseinheiten wurden Zeigerwerte für Meereshöhe, Temperatur und Feuchtigkeit erarbeitet. Auf ihrer Basis sind die Pflanzengesellschaften in Ökogrammen für die verschiedenen Höhenstufen zusammengestellt.
Im Abschnitt "Anthropogene Vegetation" sind die Beziehungen zwischen den Höhenstufen der Vegetation und Landnutzung beschrieben, welche die Anpassung des Menschen an die ökologisch gegebenen Standortspotentiale zeigt.
Schließlich wurde auch die potentielle natürliche Vegetation abgeleitet und zur Frage der natürlichen Bewaldung Stellung genommen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

ELLENBERG, H., 1958: Wald oder Steppe? Die natürliche Pflanzendecke der Anden Perus I und II. Umschau 58: 645-648, 679-681.

ELLENBERG, H., 1974, 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9. Göttingen: 122 pp

GRAF, K. J., 1979: Untersuchungen zur rezenten Pollen- und Sporenflora in der nördlichen Zentralkordillere Boliviens und Versuch einer Auswertung von Profilen aus postglazialen Torfmooren. Zürich.

HUECK, K., 1966: Die Wälder Südamerikas. Stuttgart: 422 pp

LAUER, W., 1982: Zur Ökoklimatologie der Kallawaya-Region (Bolivien). Erdkunde 36: 223-247.

MAHNKE, L., 1982: Zur indianischen Landwirtschaft im Siedlungsgebiet der Kallawayas (Bolivien). Erdkunde 36: 247-254.

SEIBERT, P., 1982 a: Ökosystemforschung in den bolivianischen Anden. Naturwiss. Rundschau 35: 147-157.

SEIBERT, P., 1982 b: The Callawaya Indians. A relict of the Incas. germ research, Reports of the DFG 1/82. Bonn: 6-9.

SEIBERT, P., 1982c: Investigación de ecosistemas en la zona de Callawaya (Andes bolivianos).
Ecologia en Bolivia 2. La Paz: 27-39.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Paul Seibert
Lehreinheit Vegetationskunde
Forstwissenschaftliche Fakultät
der Universität München

Schellingstraße 14
D-8000 München 40,

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 2 Ökogramme (Temperatur/Feuchtigkeit) nach Höhenstufen

	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
H 8 4500-4800 m					
T 1			Pycnophyllum-Steppe, Stipa brachyphylla-A.	Pycnophyllum-Steppe, Calamagrostis minima-A.	Aciachne-Rasen, Offene A.
			Pycnophyllum-Steppe, Offene A.	Senecio-Blockschuttflur	
H 7 4200-4500 m					
T 2			Pycnophyllum-Steppe, Stipa brachyphylla-A.	Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Calamagrostis curvula-A.	Aciachne-Rasen, Liabum-A.
			Pycnophyllum-Steppe, Offene A.	Pycnophyllum-Steppe, Calamagrostis minima-A.	Aciachne-Rasen, Azorella-A.
				Senecio-Blockschuttflur	Aciachne-Rasen, Offene A.
					Aciachne-Rasen, Scirpus-A.
					Aciachne-Rasen, Chuquiraga-A.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

H 6 3900-4200 m		
T 2	Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Reine Baccharis-A.	Baccharis pentlandii-Gebüsch, Reine A. mit Berberis
T 3	Satureja-Gebüsch, Chuquiraga-A.	Buddleia-Wald
	Satureja-Gebüsch, Festuca-Fazies	Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Calamagrostis rigida-A.
	Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Baccharis-A. m. Satureja	Aciachne-Rasen, Liabum-A.
	Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Baccharis-A. mit Puya	Aciachne-Rasen, Azorella-A.
	Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Reine Baccharis-A.	
	Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Calamagrostis curvula-A.	
T 4		Satureja-Gebüsch, Festuca-Fazies mit Loricaria

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
H 5 3600-3900 m					
T 3					Baccharis pentlandii-Gebüsch, Reine A. Baccharis pentlandii-Gebüsch, Festuca-Fazies Baccharis pentlandii-Gebüsch, Reine Ausbildung mit Berberis
T 4				Satureja-Gebüsch, Chuquiraga-A. Satureja-Gebüsch, Calceolaria boliviana-A. Satureja-Gebüsch, Festuca-Fazies Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Eryngium-A. Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Baccharis-A. m. Satur. Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Baccharis-A. m. Puya Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Reine Baccharis-A.	Polylepis-Wald Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Calamagrostis rigida-A. Aciachne-Rasen, Liabum-A. Aciachne Rasen, Azorella-A.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

T 5			Satureja-Gebüsch, Calceolaria parv.-A.		Festuca dolichophylla- Horstgrassteppe, Baccharis-A. m. Satur. Festuca dolichophylla- Horstgrassteppe Baccharis-A. m. Puya	Polylepis-Wald
H 4 3300-3600 m						
T 4				Baccharis pentlandii- Gebüsch, Senna-A. mit Calceolaria boliviana	Baccharis pentlandii- Gebüsch, Senna-A. mit Sipho- campylus	Baccharis pentlandii- Gebüsch, Reine A. Baccharis pentlandii- Gebüsch, Festuca-Fazies Baccharis pentlandii- Gebüsch, Reine A. m. Berberis
T 5				Mutisia-Gebüsch, Reine A. Mutisia-Gebüsch, Rudbeckia-Fazies	Satureja-Gebüsch, Festuca-Fazies Festuca dolichophylla- Horstgrassteppe, Eryngium-A.	Festuca dolichophylla- Horstgrassteppe, Humide A.
T 6		Aristida-Trockenrasen	Satureja-Gebüsch, Calceolaria parviflora-A. Mutisia-Gebüsch, Cereus-A.			

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
H 3 3000-3300 m					
T 5			Baccharis pentlandii-Gebüsch, Reine Senna-A. Baccharis pentlandii-Gebüsch, Senna-A. mit Calceolaria boliviana	Baccharis pentlandii-Gebüsch, Senna-A. mit Siphocampylus	Immergrüner Bergwald
T 6	Aristida-Trockenrasen	Mutisia-Gebüsch, Reine A. Mutisia-Gebüsch, Rudbeckia-Fazies		Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Eryngium-A.	Baccharis pentlandii-Gebüsch, Eupatorium longepetiolatum-A. Mutisia-Gebüsch, Eupatorium longepetiolatum-A. Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Humide A.
T 7		Satureja-Gebüsch, Calceolaria parviflora-A. Mutisia-Gebüsch, Cereus-A.			

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

H 2 2700-3000 m				
T 6	Mutisia-Gebüsch, Reine A. Mutisia-Gebüsch, Rudbeckia-Fazies	Baccharis pentlandii-Gebüsch, Reine Senna-A.	Baccharis pentlandii-Gebüsch, Senna-A. mit Siphocampylus Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Eryngium-A.	Immergrüner Bergwald Baccharis pentlandii-Gebüsch, Colletia-A. Mutisia-Gebüsch, Eupatorium longepetiolatum-A. Mutisia-Gebüsch, Colletia-A.
T 7				Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe, Humide-A.
T 8	Mutisia-Gebüsch, Cereus-A.			
H 1 2400-2700 m				
T 7				Immergrüner Bergwald
T 8			Laubabwerfender Bergwald	

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1 Höhen- (H), Temperatur- (T) und Feuchtezahlen (F) der Pflanzengesellschaften nach ihrer Hauptverbreitung

	Meereshöhe m	H	T	F
Wälder				
Alnus-Wald	3100-3500	3,4	6,5	7
Polylepis-Wald	3600-3900	5	5,4	6
Buddleia-Wald	3800-4100	6	3	6
Immergrüner Bergwald	2600-3300	1,2,3	7,6,5	6
Laubabwerfender Bergwald	2600	1	8	5
Gebüsche				
Baccharis pentlandii-Gebüsch				
Eupatorium longepetiolatum-Ausb.	3100-3400	3	6	6
Colletia-Ausbildung	2700-2800	2	6	6
Reine Senna-Ausbildung	3000-3400	2,3	6,5	4
Senna-Ausbildung mit Calceolaria boliviana	3100-3700	3,4	5,4	4
Senna-Ausbildung mit Siphocampylus	2700-3600	2,3,4	6,5,4	5
Reine Ausbildung mit Siphocampylus	desgl.n.k.			
Reine Ausbildung	3300-3900	4,5	4,3	6
Festuca-Fazies	3200-3900	4,5	4,3	6
Reine Ausbildung mit Berberis	3400-4300	4,5,6	4,3,2	6
Satureja-Gebüsch				
Chuquiraga-Ausbildung	3500-3900	5,6	4,3	5
Calceolaria boliviana-Ausb.	3500-3800	5	4	5
Calceolaria parviflora-Ausb.	3000-3900	3,4,5	7,6,5	3
Festuca-Fazies	3200-4300	4,5,6	5,4,3	5
Festuca-Fazies mit Loricaria	3800-4100	6	4	6
Senna-Ausbildung	n.k.			
Senna-Ausbildung mit Calceolaria parviflora	n.k.			

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

	Meereshöhe	H	T	F
Mutisia-Gebüsch				
Cereus-Ausbildung	2700-3600	2,3,4	8,7,6	3
Reine Ausbildung	2700-3600	2,3,4	6,5	3
Eupatorium longepetiolatum-Ausb.	2700-3200	2,3	6	6
Colletia-Ausbildung	2800-2900	2	6	6
Rudbeckia-Fazies	2800-3700	2,3,4	6,5	3
Steppen und Rasen				
Aristida-Trockenrasen	3200-3500	3,4	6	2
Festuca dolichophylla-Horstgrassteppe				
Eryngium-Ausbildung (rein)	3000-3600	3,4	6,5,4	5
(mit Puya)	2700-4000	2,3,4,5	6,5,4	5
Baccharis-Ausbildung mit Satureja	3600-4100	5,6	5,4,3	5
Baccharis-Ausbildung mit Puya	3600-4200	5,6	5,4,3	5
Reine Baccharis-Ausbildung	3600-4300	5,6	4,3,2	5
Calamagrostis rigida-Ausbildung	3600-4200	5,6	4,3	6
Calamagrostis curvula-Ausbildung	3900-4400	6,7	3,2	5
Humide Ausbildung	2600-3700	2,3,4	7,6,5	6
Pycnophyllum-Steppe				
Calamagrostis minima-Ausbildung	4400-4700	7,8	2,1	5
Stipa brachyphylla-Ausbildung	4400-4600	7,8	2,1	4
Offene Ausbildung	4400-4600	7,8	2,1	4
Aciachne-Rasen				
Liabum-Ausbildung	3700-4600	5,6,7	4,3,2	6
Azorella-Ausbildung	3900-4400	5,6,7	4,3,2	6
Offene Ausbildung	4300-4600	7,8	2,1	6
Scirpus-Ausbildung	4200-4400	7	2	6
Chuquiraga-Ausbildung	4200-4300	7	2	6

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Download unter www.biologiezentrum.at

	Meereshöhe	H	T	F
Fels- und Schuttfluren				
Tillandsia usneoides-Felsflur	2700-3600	2,3,4	6	1
Tillandsia capillaris-Felsflur	n.k.			
Tillandsia sp.-Felsflur (rein)	2800	2	6	1
" " (mit Cereus)	2800-3600	2,3,4		
Puya-Felsflur	2700-4200	2,3,4,5 6	5,4,3	1
Senecio-Blockschuttflur	4200-4600	7,8	2,1	5
Saxifraga-Blockschuttflur	2700, n.k.			
Werneria-Feinschuttflur	4500-4700	7,8	2,1	7
Feuchtgesellschaften				
Pteris-Gesellschaft	3400-4200	4,5,6	5,4,3	8
Cortaderia-Gesellschaft	3400-3700	4	5	7
Gunnera-Gesellschaft	n.k.			
Sonstige Feuchtgesellschaften	3300-4000	3,4,5	7,6,5, 4,3,2	8
Moore und Wasserpflanzengesellschaften				
Plantago-Moore	4000-4500	6,7	5,4,3 2	7
Distichia-Moore	4200-4600	7,8	2,1	8
Moorschlenkengesellschaften	4200-4600 n. k.			
Wasserpflanzengesellschaften	n. k.			

n.k. = nicht kartiert

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Seibert Paul

Artikel/Article: Vegetation, Klima und Landnutzung im Wohngebiet der Callaway-Indianer (Bolivianische Anden) 193-210