

BERICHTE UND MITTEILUNGEN

WALDVEGETATION IN DER OSTABDACHUNG DES TIBETISCHEN HOCHLANDS UND DIE HISTORISCHE UND GEGENWÄRTIGE ENTWALDUNG

Das Beispiel Jiuzhaigou (Zitsa Degu; NNW-Sichuan)

Mit 6 Abbildungen und 8 Photos

DANIEL WINKLER

Summary: The forest vegetation on the eastern slope of the Tibetan Plateau presented by the example of Jiuzhaigou (Zitsa Degu; NNW-Sichuan) and past and present deforestation

The vast forests of Eastern Tibet are still insufficiently investigated, while they are being reduced at an alarming rate. Chinese figures point to 50% forest reduction in W-Sichuan in the last 40 years, mainly caused by a state-controlled forest industry. A massive extraction of timber is taking place, neglecting ecological and economical principles. Reforestation and sustainable forest management are still widely absent.

Already in the past – extending over a period of millennia – substantial forest reduction was caused by man and his grazing animals. One of the main causes of Eastern Tibet's widespread phenomenon of forest-free south-facing slopes seems to be pastoralism. Previously the absence of forests on the south-facing slopes had been attributed primarily to climatic conditions. However new research has shown that in Jiuzhaigou human impact is the primary cause for the absence of forests on the southern slopes.

The forest vegetation of Eastern Tibet is presented by the example of Jiuzhaigou (Tibetan: Zitsa Degu). Jiuzhaigou Nature Reserve (103°46'-104°05' E / 32°55'-33°20' N) is located in NNW-Sichuan's Min Shan mountains. The high mountain climate (744 mm/a, annual mean temperature 7.3 °C at 2400 m) is subtropically influenced and typical for the moister fringe of the eastern slope of the Plateau.

The following altitudinal belts have been classified: 1. The montane mixed forest belt (2000–2700 m), which is differentiated into the lower montane belt (2000–2400 m), presently dominated by a pine-oak forest, interspersed with rare stands of hemlock mixed forest; and the upper montane forest belt (2400–2700 m), dominated by fir-spruce mixed forests. 2. The altomontane cloud forest belt (2700–3500 m) consisting of the bamboo cloud forest belt (2700–3200 m), dominated by bamboo-fir-spruce forests, and the Rhododendron cloud forest belt (3200–3500 m) with spruce forests on the sunny slopes and fir forests on the shady slope; 3. The subalpine forest belt (3500–3800 m) consisting of fir stands on the shady slope and juniper stands on the sunny slope. Timberline is found at 3800 m altitude.

Zusammenfassung: Die ausgedehnten Wälder des östlichen Tibet sind in ihrer Zusammensetzung immer noch unzureichend erforscht, werden aber in einem alarmierenden Umfang reduziert. Nach chinesischen Quellen wurde der Waldbestand in W-Sichuan während der vergangenen 40 Jahre vor allem durch die staatlich kontrollierte Forstwirtschaft um ca. 50% reduziert. Die umfangreiche Holzentnahme findet weitgehend ohne Berücksichtigung ökologischer Gegebenheiten und waldbaulicher Nutzungstechniken statt. Aufforstungen und eine auf Nachhaltigkeit bedachte Bewirtschaftung fehlen weitgehend.

Bereits in der Vergangenheit kam es durch Mensch und Weidevieh bedingt zu großflächigen Entwaldungen. Eine Hauptursache für das weitverbreitete Phänomen der waldfreien süd exponierten Hänge Osttibets dürfte in der Weidewirtschaft zu suchen sein. Bis jetzt wurde die Waldfreiheit dieser Hänge überwiegend klimatisch erklärt. Neuere Untersuchungen in Jiuzhaigou belegen jedoch den anthropo-zoogenen Einfluß als primäre Ursache.

Die Waldvegetation des östlichen Tibet wird am Beispiel von Jiuzhaigou – tibetisch ‚Zitsa Degu‘ – (103°46'104°05' E/ 32°55'-33°20' N) im Min Shan in NNW-Sichuan exemplarisch vorgestellt. Das Hochgebirgsklima (744 mm/a, Jahresmitteltemperatur 7,3 °C im Talgrund in 2400 m) ist subtropisch beeinflusst. Es folgt eine dreidimensionale Zonierung der Waldvegetation, in der die dominierenden Elemente der unterschiedlichen Bestandsschichten beschrieben werden.

Folgende Höhenstufen wurden ausgegliedert: 1. Die montane Mischwaldstufe (2000–2700 m), die unterteilt ist in die untere montane Mischwaldstufe (2000–2400 m), die von Kiefern-Eichenwald eingenommen wird und vereinzelt noch primäre Hemlocktannen-Mischwaldbestände enthält und die obere montane Mischwaldstufe (2400–2700 m), in der ein Tannen-Fichten-Mischwald vorherrscht; 2. die hochmontane Nebelwaldstufe (2700–3500 m), bestehend aus der Bambus-Nebelwald-Zone (2700–3200 m), die von Bambus-Fichten-Tannen-Wäldern eingenommen wird und dem Rhododendron-Nebelwald (3200–3500 m) mit Fichtenwäldern auf den Sonnhängen und Tannenwäldern auf den Schatthängen; 3. die subalpine Stufe (3500–3800 m) mit Tannenbeständen auf den Schatthängen und Wachholderbeständen auf den Sonnhängen. Die Waldgrenze liegt bei 3800 m.

Einführung

Im Südosten des Tibetischen Hochlands, der gegenwärtig von W-Sichuan, NW-Yunnan und SE-Xizang eingenommen wird und weitgehend identisch ist mit

der von den Tibetern als Kham bezeichneten Region, liegt das größte Waldgebiet Chinas. Die Region ist geprägt von einer sehr hohen Reliefenergie, bedingt durch die tief eingeschnittenen Flußtäler von Salwin, Mekong, Yangtse, Yarlung und Huang He sowie die

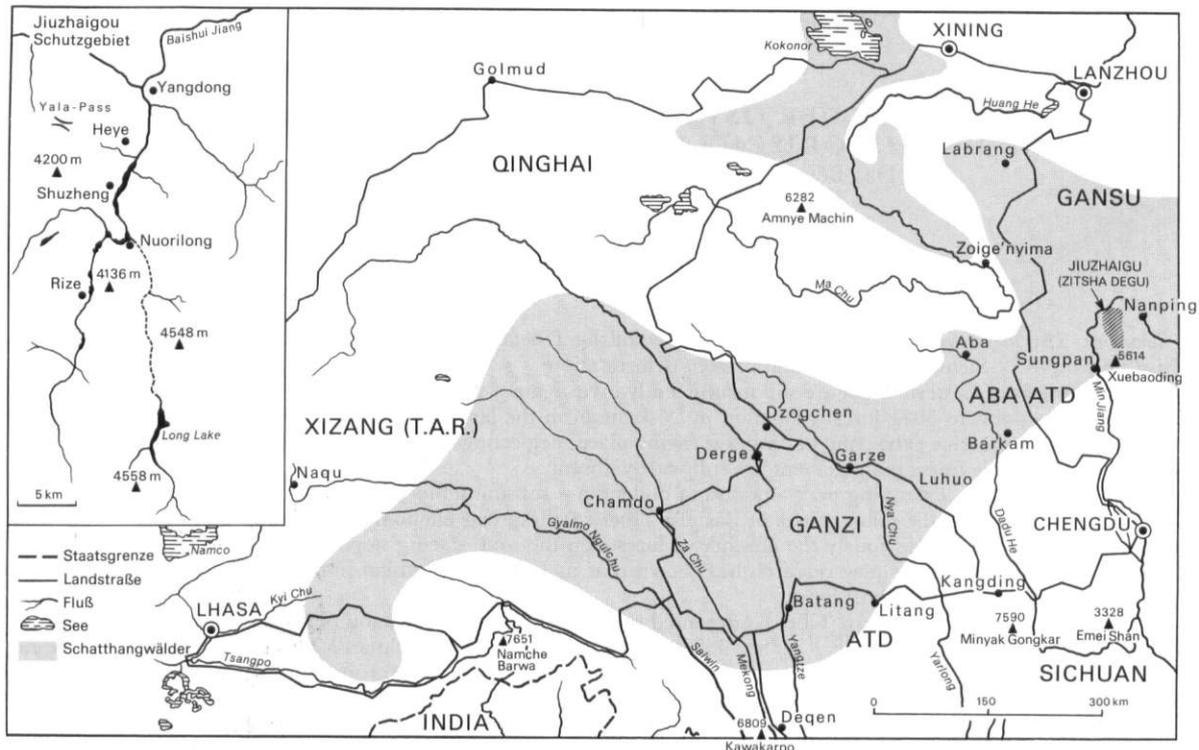


Abb. 1: Die Lage Jiuzhaigous (Zitsa Degu) im Südosten des Tibetischen Hochlandes. Das Verbreitungsgebiet der Schatt-hangwälder, bzw. der waldfreien Sonnhänge (basierend auf WISSMANN (1961, 25, Abb. 2) Kartierung), ist durch Punkt-rierung hervorgehoben. Der Bereich nördlich und westlich der Schatt-hangwälder ist fast gänzlich waldfrei

The southeast of the Tibetan Plateau with Jiuzhaigou (Zitsa Degu). The area of distribution of the forest free south-facing slopes and the forest-clad north-facing slopes (per WISSMANN 1961, 25, Abb. 2) is marked by dots. To the north and west of this area forests are presently almost absent

großen Höhen der Gebirgszüge bzw. Bergstöcke, wie z. B. Minyak Gongkar (Gongga Shan, 7590 m) und Kawakarpo (Meili Shan, 6809 m). Die Hänge entlang der Täler sind von einzigartigen Urwäldern bedeckt, die bei anhaltender Zerstörung in ihrem Fortbestand bedroht sind. Im Südosten des Tibetischen Hochlands trifft man auf eine in der Holarktis einzigartige Artenvielfalt. *Rhododendron* allein ist mit mehr als 400 Arten vertreten. *Primula*, *Gentiana*, *Clematis*, *Pedicularis*, *Corydalis*, *Sedum*, *Saxifraga* und *Senecio* stellen jeweils mehr als hundert Arten, dazu sind über 50 verschiedene Koniferenarten vertreten (WANG 1961). YANG (1986, 41) beschreibt über 80 verschiedene Waldformationen und 250 Waldtypen allein in W-Sichuan. Die Reichhaltigkeit der Flora und die Vielgestaltigkeit der Vegetation ist begünstigt durch die Lage, das Relief und die paläo-ökologischen Umstände, die auch in den Eiszeiten ein Ausweichen der Lebensgemeinschaften in tiefere oder südlichere Lagen und deren „Rückwanderung“ in den Inter-glazialen ermöglichten. So ist die Flora der Südost-abdachung von zahlreichen tertiären Relikten und Endemiten geprägt (CHEN 1987, 227).

Zwischen den Tal- und Gipfellagen der Ostab-dachung liegen klimatisch äußerst unterschiedlich

geprägte Höhenstufen, die sich aufgrund des deutlichen Kontinentalitätsgefälles vom feucht-warmen Südosten zum kalt-trockenen Nordwesten weiter differenzieren, was zu einer sehr großen Biodiversität führt. Beträgt der Jahresniederschlag in den extrem zertalten Randlagen ca. 1000–1500 mm, so kann in den wenig zertalten Plateaulandschaften Osttibets mit ca. 500 mm gerechnet werden. Mit dem Niederschlags- und Reliefenergie-rückgang nimmt auch die Komplexität der Höhenstufung ab. Die Höhenstufen werden schmaler und ihr Aufbau ändert sich, subtropische Elemente werden von temperierten abgelöst; generell kommt es zu einem Rückgang des Arten-reichtums und der Wüchsigkeit. Die Vegetations-spektren verarmen wesentlich mit zunehmender Kontinentalität, wobei Waldelemente rasch abneh-men, Wiesen-Steppen-Elemente dagegen an Einfluß gewinnen. Dadurch entsteht ein vollständiger Vegetationskomplex, der von subtropischen immergrünen Laubwäldern im Südosten bis zu alpinen Wiesen-Steppen im Nordwesten reicht (CHEN 1987, 196). Mit zunehmender Kontinentalität steigt die Waldgrenze von 3600 m in den Randlagen bis zu ca. 4700 m (etwa nahe Dzogchen, SCHÄFER 1938, 41, vgl. B. LI 1993) im Osten des inneren Plateaubereichs an.

Das Untersuchungsgebiet

Jiuzhaigou¹⁾, dessen eigentlicher tibetischer Name ‚Zitsa Degu‘ lautet, umfaßt ein von 2000 m bis 4764 m üNN reichendes 650 km² großes Einzugsgebiet, das vom Jiuzhai-Bach entwässert wird, der in den oberen Baishui Jiang (tib.: Pächu), einem Bailong Jiang-Zufluß, mündet. Das Tal ist berühmt für seine ‚108‘ malerischen Seen, die von bis zu 130 m breiten und über 20 m hohen Sinter-Barren (vgl. HÖVERMANN u. LEHMKUHL 1994, 29) aufgestaut werden. Das sich von Süden nach Norden absenkende Y-förmige Tal liegt im südlichen Min Shan in der mittleren Ostabdachung des Tibetischen Hochlandes (Abb. 1). Das Relief des aus intensiv gefaltetem paläozoischen Kalkstein aufgebauten Tals ist von großen Höhenunterschieden geprägt. Die Hänge fallen mit etwa 35° ein, der Talgrund ist verflacht. Die vorgefundenen Bodentypen, die den auf Kalkstein typischen Entwicklungsreihen entstammen, reichen von Syrosem (FAO: Lithosols) über Rendzinen (FAO: Rendzinas) bis hin zu Terrae fuscae (FAO: Chromic Cambisols) einschließlich unterschiedlicher Übergangsformen dieser Entwicklungsreihe. Alle aufgeschlossenen Böden verfügen über eine gute Nährstoffkapazität aufgrund des vorliegenden Ausgangsmaterials und dessen Verwitterungsstadien. Die Reaktion aller untersuchten Horizonte lag zwischen schwach sauer (pH 6,8) und schwach alkalisch (pH 8,1). Der größte Teil der Messungen lag im neutralen Bereich.

Das noch subtropisch geprägte Klima wird im Sommerhalbjahr von Südost- und Südwest-Monsun bestimmt, die zumindest 75% der Niederschläge eintragen (Abb. 2). Das Winterhalbjahr wird von der Westwinddrift bestimmt. Die Kaltluftmassen des mongolisch-sibirischen Antizyklons, der im benachbarten Gansu noch wetterbestimmend ist, dringen nicht so weit südlich vor (ZHANG et al. 1981). Allerdings wird die Region in allen Vegetations- und Klimakarten im Übergangsbereich zwischen subtropischer und temperierter Zone verzeichnet.

Der Niederschlag beträgt im Talgrund im untersten Schwankungsbereich des Kondensationsniveaus in Nuorilong (2400 m) 761 mm/a, in den Hanglagen im Bereich der Nebelwaldstufe (2700–3500 m) mindestens ca. 1000 mm/a. Eine Obergrenze des sommermonunalen Kondensationsniveaus, wie dies z. B. MIEHE (1990, 37) für den Langtang Himal in ca. 3900 m aufzeigt, ließ sich nicht mit letzter Sicherheit ermitteln. Allerdings weist in ca. 3500 m Höhe der deutliche Rückgang des Epiphytenbesatzes der Schatthangwälder und das Aufkommen von Wacholderreinbeständen am Sonnhang, die bei Niederschlägen zwischen 400–600 mm/a dominieren (LI 1993, 60), eindeutig auf eine reduzierte Wasserverfügbarkeit durch Niederschlagsrückgang und erhöhte Evapotranspiration hin, was die Obergrenze des Kondensationsniveaus²⁾ anzeigen dürfte. Klimadaten von

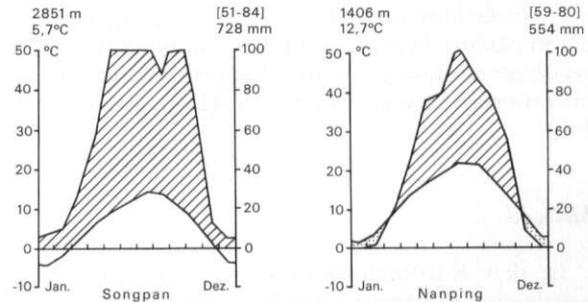


Abb. 2: Klimadiagramme von Songpan und Nanping

Quelle: LEHMKUHL a. LIU (1994)

Climographs of Songpan and Nanping

Meßstationen aus Hang- oder Gipfellagen liegen aus der Ostabdachung nicht vor. Alle Meßstationen befinden sich in weniger feuchten Talgunstlagen, die oftmals auch über ein von lokalen Windsystemen geprägtes Trockentalklima (vgl. SCHWEINFURTH 1956) verfügen³⁾. Auch die Messungen in Jiuzhaigou waren in einer Talgunstlage (Nuorilong) durchgeführt worden, die Meßstation war jedoch 1991 nicht mehr in Betrieb. YANG u. ZHENG (1990, 372) verzeichnen das Baishui-Tal um Nanping (Abb. 2) als „hot-dry valley“⁴⁾, der unterste Bereich Jiuzhaigous um Yangdong (2000 m) zeigt Trockentalcharakter. Im Winterhalbjahr fällt Schnee. Nuorilong (2400 m) hat im Januar und Februar zumeist eine geschlossene Schneedecke von 10–20 cm. Die Jahresmitteltemperatur beträgt in Nuorilong 7,3°C. Die Juni-Mitteltemperatur beträgt 16,8°C, die des Januars –3,7°C.

Das Untersuchungsgebiet⁵⁾ befindet sich im holarktischen Florenreich, in der sino-japanischen Florenregion, die hier an die osttibetische Provinz der zentralasiatischen Florenregion grenzt. Y. LIU et al. (1991, 478) verzeichnen 744 verschiedene Samenpflanzen, S. LIU et al. (1986, 117) berichten von allein über 150 Baumarten. Eine Vielzahl seltener Tiere, die typisch für den tibetisch-chinesischen Übergangsbereich sind, bewohnen speziell die Bambuswälder,

¹⁾ Jiuzhaigou wurde 1978 zu einem Naturschutzgebiet erklärt und 1992 als eine World Heritage Site aufgenommen.

²⁾ SCHALLER (1993, 207) berichtet, daß diese im Januar 1983 in Wolong in ca. 3200 m lag.

³⁾ LIU (1992, 77) berichtet von Barkam, das nach YANG a. ZHENG (1990) nicht in einem Trockental liegt, „the areas (with an elevation of 3000–3900 m) in the main forest belt show a striking increase in rainfall. For example, the rainfall of Kanzhugou (with an elevation of 3100 m) in Barkam County is 869.9 mm, 2.3 times that of the county seat [Barkam] in the corresponding period“.

⁴⁾ In SCHWEINFURTHS Übersichtskarte zu „Vegetation und Himalaya-Forschung“ (1993, 14, Abb. 1) ist das Bailong Jiang-Trockental eingezeichnet, das Baishui Jiang-Trockental aber ebensowenig wie das Min Jiang-Trockental.

u. a. Große Pandas⁶⁾ (*Ailuropoda melanoleuca*), Katzenbären (*Ailurus fulgens*), Goldstumpfnasen-Affen (*Rhinopithecus roxellanae*), Takins (*Budocras taxicolor*), Bambusratten (*Rhizomys sinense*) u. a. (LI u. ZHAO 1989, 140).

Methodik

In den Kardinalexpositionen jeder Höhenstufe wurde eine möglichst typische Aufnahme­fläche von 20 × 20 m vermessen, deren Vegetation zumeist ohne Pilze, Flechten und Moose nach der „Zürich-Montpellier-Schule“ (BRAUN-BLANQUET 1964) aufgezeichnet wurde. Die gleiche Grundfläche wurde für alle Bestandsschichten verwendet, um bei geringer Aufnahmezahl dennoch die Vegetationsverhältnisse umfassend zu dokumentieren. Da es nicht erlaubt war, das Herbar außer Landes zu nehmen, wurden die meisten Bestimmungen vom Autor anhand der ICONOGRAPHIA CORMOPHYTORUM SINICORUM vorgenommen. Dabei war eine für Jiuzhaigou erstellte Vegetationsliste WU ZHENGYIS (1994) von großer Hilfe. Nach Abschluß der Feldforschung wurden einige Belege von den Botanikern des Chengduer ‚Institute of Biology‘ (CAS) bestimmt. Ferner wurden bodenkundliche Untersuchungen im Bereich der Aufnahme­flächen durchgeführt.

Die dreidimensionale Zonierung der Waldvegetation

In der Darstellung der Vegetationsverhältnisse vom Talgrund bis zur Waldgrenze werden die für die Höhenstufe (Abb. 3) typische wirtschaftliche Nutzungsform und die klimatischen Gegebenheiten, so weit bekannt, sowie die vorherrschenden Bodentypen vorausgeschickt. Es folgt die Darstellung der Waldvegetation in ihrer gegenwärtigen Ausprägung unter spezieller Berücksichtigung der bestandsbildenden Baumarten. Eine graphische Übersicht zur dreidimensionalen Zonierung der bestandsbildenden

Baumarten ist Abbildung 4 zu entnehmen. Desweiteren wird die Strauch- und Krautschicht einschließlich des Lianen-, Moos- und Epiphytenbestandes beschrieben. Eine tabellarische Übersicht (Abb. 5) stellt die in den jeweiligen Wuchsschichten dominierenden Pflanzenarten dar. Die Ökogramme zu den unterschiedlichen Waldtypen (Abb. 6) vermögen einen Eindruck über deren Konkurrenzstärke in Abhängigkeit von Wasserverfügbarkeit (x-Achse) und Wärmeangebot (y-Achse) geben. Die Wasserverfügbarkeit gibt zudem Aufschluß über den dominanten Unterwuchs. Strahlungsgeschützte und feuchte Standorte sind i. d. R. straucharm und moosreich, Standorte mit guter Wasserfügbarkeit strauchreich, während der Unterwuchs exponierter Standorte von Gräsern und Seggen dominiert wird. In der Vorlage CHENS (1987, 215f) ist auf der unteren Hälfte der ‚Wärmeachse‘ *Sinarundinaria* (lies: *Fargesia* / *Sinarundinaria*) und auf der oberen *Rhododendron* verzeichnet. Diese Kennzeichnung wäre aber für das Untersuchungsgebiet irreführend. Aufgrund des Trockentalcharakters, der in Jiuzhaigou durch einen deutlich reduzierten Feuchtigkeitseintrag in der Montanstufe gekennzeichnet ist, fehlt hier fast durchweg Bambus, der aber am Schatthang der unteren Montanstufe von *Rhododendron* ersetzt wird. Erst im Bereich des Kondensationsniveaus wird der Unterwuchs von Bambus dominiert, der in Sichuan zumindest 900 mm Jahresniederschlag benötigt (CAMPBELL a. QIN 1983, 2). Die Höhenstufen Jiuzhaigous (Abb. 3) wurden in Anlehnung an MIEHES (1991) Vegetationszonierung für den Zentralen Himalaya ausgegliedert. Würde die Höhenstufung gemäß der englischsprachigen chinesischen Literatur (z. B. ZHANG et al. 1981, YANG 1992, LI 1993) vorgenommen, müßte die gesamte hochmontane Nebelwaldstufe einschließlich der subalpinen Waldstufe als „subalpine forest belt“ klassifiziert werden. Eine detaillierte Darstellung der Waldvegetation und der Böden Jiuzhaigous ist WINKLER (1994) zu entnehmen.

Die Montane Mischwaldstufe (2000–2700 m)

Untere Montane Mischwaldstufe (2000–2400 m)

Der Talgrund der Trogtäler ist bis 2400 m, am Sonnhang auch bis 2600 m, geprägt durch intensive landwirtschaftliche Nutzung. Es ist die bevorzugte Siedlungsstufe der ca. 800 einheimischen Tibeter, die noch die vorbuddhistische Bön-Religion praktizieren. Sie leben von Viehzucht (Rinder, Dris und Yaks) und Ackerbau. Auf den lößreichen Böden werden hauptsächlich Mais⁷⁾, Kartoffeln, Leguminosen, Gerste und Weizen angebaut. In Dorfnähe werden

⁵⁾ Die Auswahl des Untersuchungsgebietes ging auf Prof. TANG vom ‚Institute of Mountain Disaster and Environment‘ (IMDE) in Chengdu (CAS) zurück, das eine Forschungsstation in Jiuzhaigou unterhält. Die Kooperation mit einer fünf­wöchigen Feldarbeit im Sommer 1991 ging aus einer Initiative des Verfassers zur Erstellung einer Diplomarbeit hervor, die 1992 bei Prof. ERGENZINGER (Geographisches Institut, FU-Berlin) eingereicht wurde. Wissenschaftlich betreut wurde sie von Prof. MIEHE, Marburg. Für die spätere Veröffentlichung (1994) wurde sie überarbeitet und aktualisiert.

⁶⁾ Bis jetzt war der Ursprung des Namens ‚Panda‘ der Forschung ein Rätsel. Der populäre Name ‚Panda‘ scheint aus dem Osttibetischen zu stammen, wobei ‚Pa‘ (‚spra‘) Affe bedeutet und ‚da‘ (‚khra‘) gestreift. Das ‚n‘ ist ein Fugenlaut (schriftl. Mitt. P. WANGYAL).

⁷⁾ Bereits im Jahre 1574 wurde Maisanbau in Yunnan aufgezeichnet, wohin er über Indien gelangte (CLARKE 1990, 253).

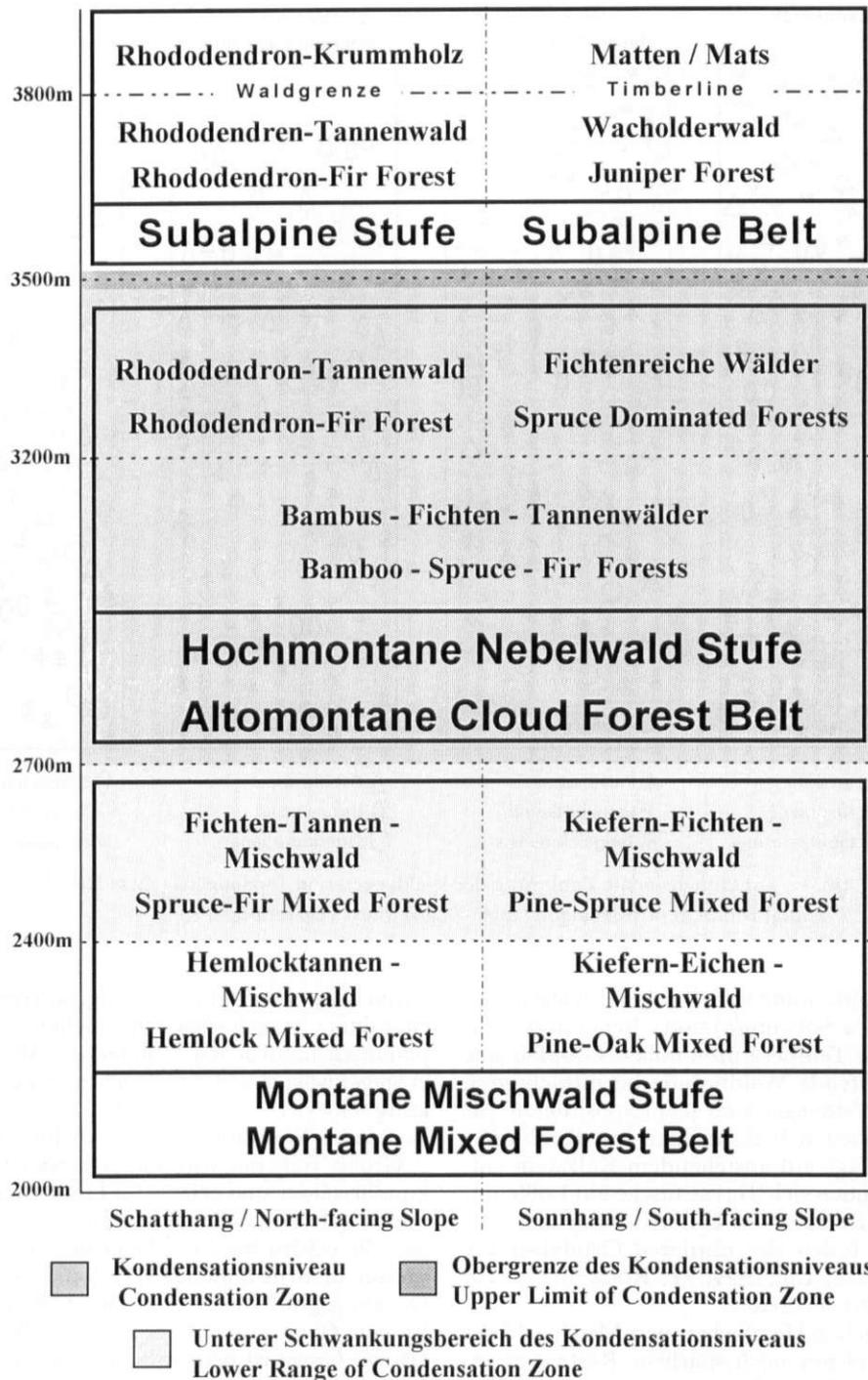


Abb. 3: Höhenstufen Jiuzaigou (Zitsa Degu)
Altitudinal belts of Jiuzaigou (Zitsa Degu)

Eichen in Niederwaldwirtschaft genutzt (Photo 1). Seit den 80er Jahren prägt der stark zunehmende Tourismus – 1991 kamen über 130 000 Besucher – das Erscheinungsbild. Es wurde eine Vielzahl von Herbergen errichtet, zumeist von Neusiedlern. Zwischen

2000 m und 2400 m Höhe am Schatthang bzw. max. 2600 m am Sonnhang liegt die wärmste und am wenigsten feuchte Höhenstufe. Speziell am Taleingang in Yangdong (2000 m) zeigen das Klima und die Vegetation klaren Trockentalcharakter, der aber mit

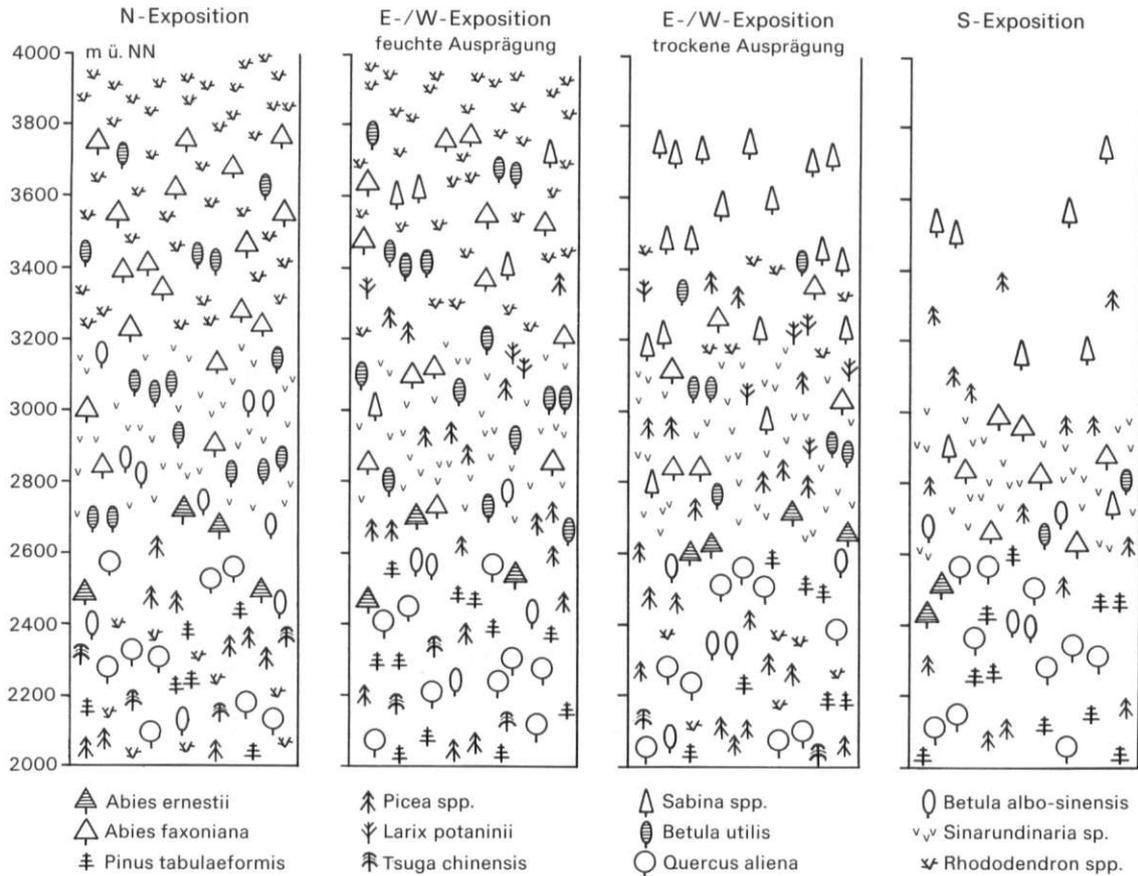


Abb. 4: Dreidimensionale Zonierung der Waldvegetation Jiuzhaigous (Zitsa Degu)
Spatial zonation of Jiuzhaigou (Zitsa Degu) forest vegetation

zunehmender Entfernung vom Baishui-Tal abnimmt. Niederschläge (ca. 650 mm/a) sind seltener und weniger ergiebig, die Temperaturen höher. Großflächige bestandsvernichtende Waldbrände beeinträchtigen wiederholt die Waldvegetation aller Expositionen. Als Bodentypen haben sich Rendzinen mit Rohhumus oder Moderauflage auf anstehendem Kalkstein entwickelt, dazu finden sich Terrae fuscae auf Lößlehm. Löß ist in den Tallagen des Untersuchungsgebietes, wie in weiten Teilen der mittleren Ostabdachung (vgl. LEHMKUHL a. LIU 1994, 11; ROCK 1933, 120; TAFEL 1914, 276) verbreitet.

Vom artenreichen Hemlocktannen-Mischwald des Schatthangs sind nur noch spärliche Reste vorhanden. Neben erheblicher Bestandsreduzierung durch rezente Feuer dürften die klimatischen Bedingungen des Trockentals *Tsuga*-Bestände auf feuchte Schatthangstandorte beschränkt haben. Hemlocktannen treten in der Region erst ab Niederschlägen von 700 mm/a und Temperaturen von 7,1–11,1 °C im Jahresmittel auf (LI 1993, 61). Heute stockt in der unteren Montanwaldstufe fast ausschließlich ein relativ artenarmer Kiefern-Eichenwald, der zumeist sekun-

dären Charakter aufweist. Aufgrund des Trockentalcharakters ist er höchstwahrscheinlich auch Teil der potentiell natürlichen Vegetation. Allerdings dürfte er gegenwärtig bedingt durch rezente Feuereinwirkung sehr viel weiter verbreitet sein, als vor dem verheerenden Waldbrand vor 35–40 Jahren.

Große Teile der vorhandenen Kiefern-Eichen-Sekundärwälder sind erst ca. 35 Jahre alt. Die 1. Baumschicht (B_1) wird alleine von *Pinus tabulaeformis* gebildet. Sie wächst bis 20 m Höhe auf bei einem Durchmesser in Brusthöhe (DBH) von 35 cm und einem Deckungsgrad von 40%⁸⁾. Die 2. Baumschicht (B_2) ist von *Quercus aliena*⁹⁾ dominiert, die immergrüne *Quercus baronii* ist beigemischt. Am Sonnhang ist die 1. Strauchschicht (S_1) von *Cotinus coggygria* dominiert unter Beimischung von *Lonicera tangutica*, am Schatt-

⁸⁾ Im folgenden werden diese Angaben gekürzt wiedergegeben, wobei sich Angaben in ,m' auf die Höhe, in ,cm' auf den DBH und in ,%' auf den Deckungsgrad beziehen.

⁹⁾ Nach CHEN (1987, 212) *Quercus liaotungensis*. Auch scheint er *Rhododendron micranthum* als *Rh. parvifolium* (1987, 213) zu verzeichnen.

Subalpine Waldstufe / Subalpine Forest Belt (3500m-3800m)

B1: *Abies faxoniana*[^], *Sabina convallium**, *Sabina saltuaria**, *Larix potaninii*^o.
B2: *Betula utilis*[^]. **S:** *Rhododendron watsonii*[^], *Rhododendron* spp.[^], *Sorbus* spp.[^], *Ribes glaciale*,
Rosa omeiensis, *Berberis dasystachia**, *Spiraea* sp.*. **K:** *Cardamine macrophylla*[^], *Tiarella polyphylla*[^],
Polygonum viviparum[^], *Fragaria orientalis*[^], *Carex* spp., *Pedicularis* spp., *Allium cyaneum*, *Gentiana sino-ornata*.

Hochmontane Rhododendren-Nebelwaldstufe / Altomontane Rhododendron Cloud Forest Belt (3200m -3500m)

B1: *Abies faxoniana*, *Picea purpurea**, *Larix potaninii*^o. **B2:** *Betula utilis*, *Sabina* spp.*.
S: *Rhododendron watsonii*, *Rh. przewalskii*, *Rh. aganniphum*, *Rosa omeiensis*, *Sorbus koehneana*, *Lonicera tangutica*,
Ribes glaciale, *Acer* spp.. **K:** *Carex* spp., *Pedicularis moupinensis*, *Rubus pileatus*, *Beesia calthaeifolia*,
Smilancina henryi, *Salvia omeiana*, *Polygonum viviparum*, *Aconitum sinomontanum*. **E:** *Usnea longissima*.

Hochmontane Bambus-Nebelwaldstufe / Altomontane Bamboo Cloud Forest Belt (2700m-3200m)

B1: *Abies faxoniana*, *Picea asperata*, *Picea wilsonii*, *Picea purpurea*, *Larix potaninii*^o. **B2:** *Betula utilis*,
Betula albo-sinensis, *Acer caesium* ssp. *giraldii*. **B3:** *Acer davidii*, *A. fulvescens* ssp. *pentalobum*, *Maddenia hypoleuca*.
S: *Fargesia nitida*, *Helwingia japonica*, *Sorbus koehneana*, *Philadelphus incanus*, *Euonymus* spp..
K: *Panax bipinnatifidus*, *Chrysosplenium* sp., *Asarum himalaicum*, *Maianthemum bifolium*, *Cystopteris fragilis*,
Pseudocystopteris subtriangularis. **L:** *Clemathoclethera actinoides*, *Actinidia maloides*.
E: *Lobaria* spp., *Lepisorus eilophyllus*, *Usnea longissima*.

Obere Montane Mischwaldstufe / Upper Montane Mixed Forest Belt (2400m-2700m)

B1: *Abies ernestii*[^], *Picea wilsonii*, *Picea asperata*, *Pinus tabulaeformis**, *Pinus armandii*.
B2: *Quercus aliena*, *Betula albo-sinensis*, *Carpinus turczaninowii*, *Juniperus formosana*. **B3:** *Acer davidii*,
Acer fulvescens ssp. *pentalobum*, *Tilia tuan*, *Tilia chinensis*, *Lindera cercidifolia*, *Litsea* sp., *Cephalotaxus fortunei*[^].
S: *Abelia* sp., *Dipelta ventricosa*, *Deutzia longifolia*, *Viburnum schensianum*, *Cotonaster adpressa*, *Zanthoxylum simulans*.
K: *Phlomis umbrosa*, *Anemone vitifolia*, *Saussurea pteridophylla*, *Asparagus filicinus*, *Brachypodium sylvaticum*,
Carex spp.. **L:** *Rubia membranacea*. **E:** *Lepisorus* spp.[^], *Drynaria baronii*[^].

Untere Montane Mischwaldstufe / Lower Montane Mixed Forest Belt (2000m-2400m)

B1: *Pinus tabulaeformis*, *Tsuga chinensis*[^], *Picea wilsonii*[^], *Pinus armandii*[^], *Koelreuteria paniculata*[^].
B2: *Quercus aliena*, *Quercus baronii*, *Juniperus formosana*, *Fraxinus suaveolens**, *Acer* spp.[^].
S1: *Cotinus coggygria**, *Rhododendron micranthum*[^], *Lonicera tangutica*, *Viburnum* spp.[^], *Cotoneaster* spp.[^],
Abelia sp.[^]. **S2:** *Lespedeza bicolor*, *Campylotropis macrocarpa*, *Smilax stans*, *Daphne giraldii*.
K: *Thalictrum petaloideum*, *Carex* spp., *Brachypodium sylvaticum*, *Melica przewalskii*.
L: *Dioscorea althacoides*, *Clematis argenteilucida*. **E:** *Lepisorus macrosphaerus*[^], *Lepisorus eilophyllus*[^].

[^] Strahlungsgeschützte Standorte / shaded sites * Strahlungsexponierte Standorte / exposed sites ^o Initial Standorte / pioneering
* Primärwald / primary forest **B:** Baumschicht / tree layer **B1/2/3:** 1./2./3. Baumschicht / primary/secondary/tertiary tree layer
S: Strauchschicht / shrub layer **K:** Krautschicht / herb layer **L:** Lianen / vines **E:** Epiphyten / epiphytes

Abb. 5: Vegetation der Waldstufen Jiuzhaigou (Zitsa Degu)
Vegetation of the forest belts of Jiuzhaigou (Zitsa Degu)

hang deckt der kleinblättrige *Rhododendron micranthum* über 50%, hinzu kommen etliche Caprifoliaceen und *Cotoneaster*-Arten. In der S₂ sind kleine holzige

Leguminosen allgegenwärtig. Die Krautschicht (30%) ist spärlich ausgebildet. Eine Mooschicht fehlt fast gänzlich, Epiphytenbesatz ist die Ausnahme.



Photo 1: Das Dorf Shuzheng (2350 m). Der traditionelle Baustil der Bauernhäuser spiegelt sowohl den Holz- als auch den Niederschlagsreichtum wieder. Die Heuharfen (1) weisen zudem auf spätsommerlichen Regenreichtum hin. Am Dorfrand stocken durch Niederwaldwirtschaft in Strauchform gehaltene *Quercus aliena*-Bestände (2) mit *Pinus tabulaeformis*. Im Hintergrund *Pinus tabulaeformis*-Wald mit einigen Fichten. 2350 m, Blickrichtung ESE

Photo: D. WINKLER, 23. 7. 91

The village of Shuzheng. The traditional farm houses reflect the abundance of timber as well as precipitation. The drying racks (1) indicate an abundance of rain in late summer. *Quercus aliena*-secondary growth, kept as coppice (2), and *Pinus tabulaeformis* are growing around the village. In the background *Pinus tabulaeformis* forest with some spruces (2350 m, facing ESE)

Obere Montane Mischwaldstufe (2400–2700 m)

Ab 2400 m am Schatthang, bzw. 2500 m am Sonnhang, bis etwa 2700 m kommt der artenreiche Tannen-Fichten-Mischwald auf. Ein erhöhter Feuchtigkeitseintrag ist dadurch gegeben, daß er sich bereits im unteren Schwankungsbereich des Kondensationsniveaus befindet. Die Klimadaten Nuorilongs (744 mm/a, Jahresmitteltemperatur 7,3 °C in 2400 m) geben einen Hinweis auf das Klima im unteren Bereich dieser Stufe. Der Tannen-Fichten-Mischwald stockt zumeist auf Rendzinen unterschiedlicher Entwicklungsstufen, deren Humusformen (zumeist Moder) im Vergleich zur unteren Montanwaldstufe, bedingt durch die feuchtere Witterung und geringere Insolation bei günstigem Temperaturgang, besser ausfallen. Der Kronenschluß des vielschichtigen Waldes (50 m/80 cm) ist dicht. Der Wald ist deutlich durch den Menschen beeinträchtigt: in den Hanglagen durch selektiven Einschlag, der durch den

gegenwärtigen „Bauboom“ stark zunimmt; ferner durch Brennholzentnahme und Waldbrand, speziell am Sonnhang, sowie in den Tallagen in der Vergangenheit durch Rodung für Viehweiden. Bestandslücken, nach selektiven Einschlag oder Baumsturz, werden von Birken (*Betula albo-sinensis*) und Pappeln (*Populus davidiana*) geschlossen.

Die Tanne *Abies ernestii* dominiert die tiefgründigeren strahlungsgeschützten Standorte (Photo 2), in mittleren Standorten sind die Fichten *Picea wilsonii* und *P. asperata* (CHEN 1987, 205) konkurrenzstark. *Pinus tabulaeformis* herrscht einerseits edaphisch- und expositionsbedingt in trockeneren Lagen vor, andererseits an degradierten Standorten. *Pinus armandii* ist vereinzelt eingesprengt. In der B₂ ist *Quercus aliena* (18 m/70 cm) durch Astbruch geschwächt¹⁰⁾, die rotberindete *Betula albo-sinensis* (15 m/40 cm) ist häufig beigemischt. Eine Vielzahl kleiner Laubbäume (4–6 m/20 cm), wie etwa Ahorne, Linden und Lauraceen, sowie in stark schattigen Lagen die seltene



Photo 2: Strauchreicher *Abies ernestii*- (1) Wald mit *Carpinus turczaniniowii* (2) und *Lindera cercidifolia* (3, Blätter) der oberen Montanen Mischwaldstufe. Zum Größenvergleich steht Lei Chi (+) neben einem Stamm der bis zu 50 m hohen Tannen. NNW-Exposition, nahe Shuzheng, 2350 m

Photo: D. WINKLER, 13. 7. 91

Shrub rich *Abies ernestii* (1) forest with *Carpinus turczaniniowii* (2) and *Lindera cercidifolia* (3, leaves) of the upper montane mixed forest belt. At the base of the 50 m high fir tree stands Lei Chi (+). NNW-exposition, near Shuzheng, 2350 m

Kopfeibe *Cephalotaxus fortunei*, sind in der B₃ verzahnt mit zahlreichen Caprifoliaceen-Sträuchern, die bis zu 5 m aufwachsen. Bambus tritt nur vereinzelt fleckweise auf. Der Krautschicht deckt ca 50%, in lichten grasreichen Beständen bis über 75%. Moose sind nur in schattigen Lagen deutlich ausgeprägt, in denen auch epiphytische Farne zunehmen.

¹⁰⁾ SCHALLER (1993, 193) berichtet aus dem nahen Tangjiahe Reserve: „Almost every oak has broken branches, some trees so damaged that only trunk and brunch stumps remain“. Dies führt er einzig auf Kragenbären (*Ursus thibetanus*) zurück, die bei der „Eichelernte“ ganze Äste abbrechen. Astbruch durch Epiphytenbesatz in Verbindung mit Fäulnis und Schneeeauflage wurden nicht in Betracht gezogen.

Die Hochmontane Nebelwaldstufe (2700–3500 m)

Bambus-Nebelwaldstufe (2700–3200 m)

Ab 2700 m bis 3200 m herrscht der Bambuswald vor, dessen Witterung durch sehr hohe Niederschläge (min. 1000 mm/a) und einen Temperaturgang frei von strengen Winterfrösten charakterisiert ist. Er zeichnet das äußerst nebelreiche untere Kondensationsniveau¹¹⁾ nach und deckt ca. 15% der Fläche Jiuzhaigous. Die Bambus-Nebelwaldstufe wird u. a. vom Großen Panda bewohnt und beherbergte 1980 noch ca. 40 Pandas (SCHALLER et al. 1985, 9 ff). Traditionell wurden nur die Gunstlagen am Sonnhang oder im Talgrund als Weiden und Almen genutzt (Photo 3), von denen gegenwärtig aber viele brachliegen. Die Wälder des Schatthangfußes wurden vielerorts in den 70er Jahren großflächig abgeholzt (Photo 6)¹²⁾ und teilweise mit *Picea purpurea* wiederaufgeforstet. Waldbrandspuren sind in strahlungsexponierten Lagen vorhanden, feuchte Schatthanglagen zeigen keine Feuereinwirkung.

In mittleren bis feuchten Standorten auf (Mull-) Rendzinen und Terrae fuscae stockt ein Tannen-Fichten-Wald (Photo 4; 35 m/60 cm bei Fichten, 80 cm bei Tannen / > 80%). *Abies faxoniana* dominiert mit *Picea asperata* und *Picea wilsonii*. Letztere ist im unteren Bereich konkurrenzstark und wird ab um 3000 m von *Picea purpurea* abgelöst. Die B₂ (15 m) besteht aus *Betula utilis* und *B. albo-sinensis*, vereinzelt ist *Acer caesium* spp. *giraldii* (10 m/50 cm) eingesprengt. Die B₃ (6 m/20 cm) ist von Ahornen und *Maddenia hypoleuca* dominiert. Die kleinwüchsigen Bäume konkurrieren mit Sträuchern und speziell *Fargesia nitida*-Bambus, das flächendeckend den gesamten Unterwuchs beherrscht (4 m/1 cm/60–90%), was SCHÄFER (1938a, 29) als „kornfeldähnlich“ bezeichnet. In strahlungsgeschützten tiefgründigen Lagen konkurriert es mit *Helwingia japonica* (Cornaceae), die wie Bambus nur eine Stammachse hat. Grundsätzlich sind Sträucher und kleinere Bäume in ihrer Entfaltung durch den Bambusbestand stark beeinträchtigt. Rhododendren (*Rh. przewalskii* u. a.) sind nur vereinzelt anzutreffen, etwa auf rezent sedimentierten und noch bambusfreien Standorten. Auffallend sind die holzigen Lianen *Clemathoclethera actinoides* und *Actinidia maloides*, die in lichtreichen Bestandslücken, in denen Birkenreinbestände aufwachsen, bis in die Kronen der Koniferen steigen. Die Krautschicht ist,

¹¹⁾ SCHALLER (1985, 30) beschreibt den monsunalen Nebelintrag in Wolong: „Even when it did not rain, fog continued to swirl along the slopes, everything remained sodden, and everywhere water trickled and dripped. The sun seldom appeared. Humidity remained above 85%, and even on sunny days it seldom dropped as low as 50%“.

¹²⁾ „Jiuzhaigou was established as a reserve only after it had been logged, after one of China’s loveliest places has been degraded“ (SCHALLER 1993, 140).

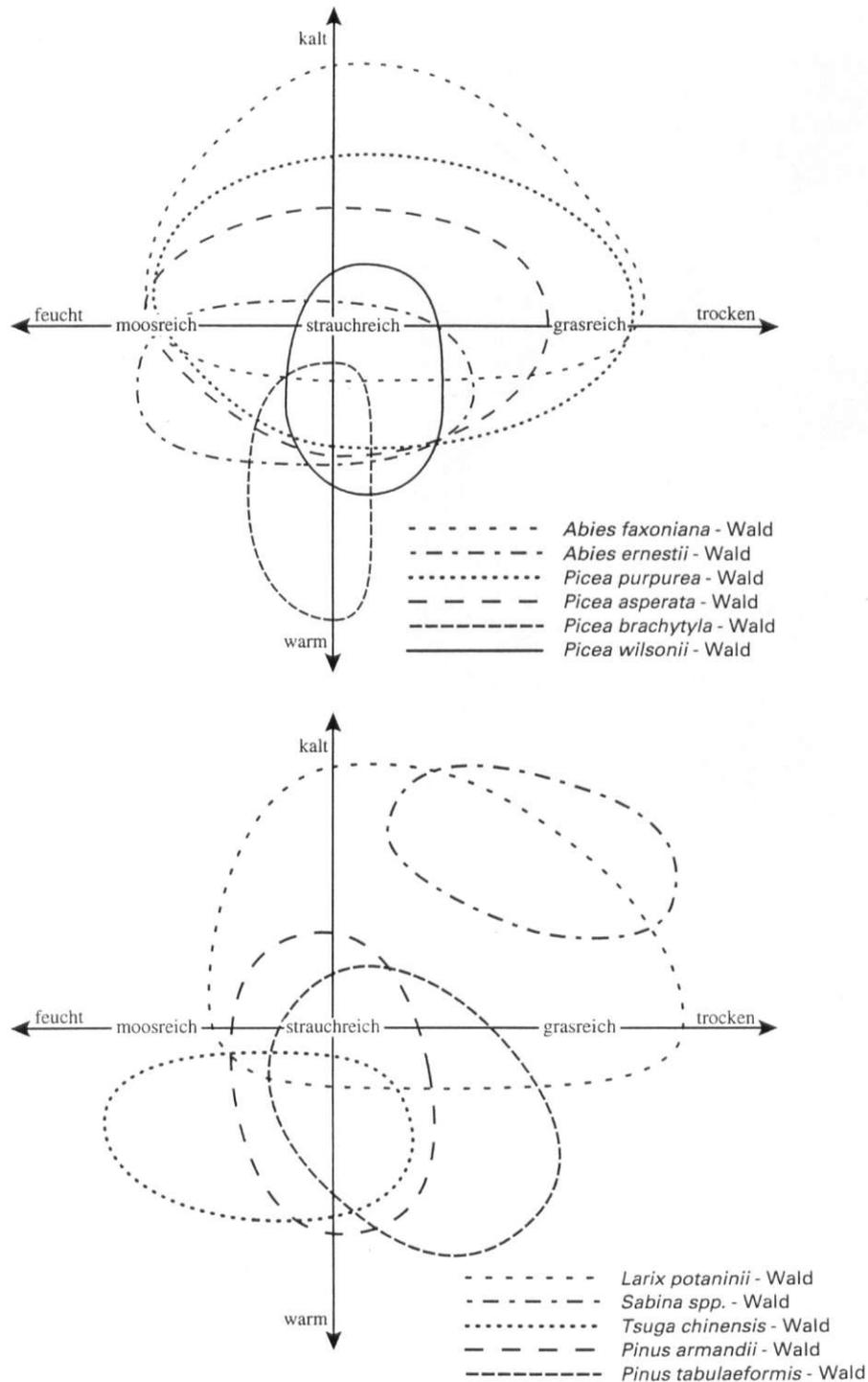


Abb. 6: Ökogramme der Wälder der mittleren Ostabdachung des Tibetischen Hochlandes
 Quelle: Verändert nach CHEN 1987, 215–217

Forest ecograms of the middle of the eastern slope of the Tibetan Plateau

bei nicht zu dichtem Bambusbestand, üppig ausgeprägt. Die Mooschicht (u. a. *Hylocomium splendens*,

Abietinella abietina und *Actinothuidium hookeri*) profitiert deutlich von dem hohen Feuchtigkeitseintrag und der



Photo 3: Blick in ein westliches Seitental (2800–4300 m) des Rize-Tals. Im Vordergrund ehemalige Weideflächen mit *Salix spp.*, *Betula chinensis* und *Populus davidiana* Sekundärbewuchs (1) und aufgeforsteten *Picea purpurea*-Beständen (2); dahinter Kahlschlagsfläche (3). Der bambusreiche *Abies faxoniana*-*Betula utilis*-Wald (4) des Schatthangs ist von Großen Pandas bewohnt. Im Talgrund und Talschlußlagen stocken Bambus-Tannen-Fichten-Wälder (5). Der Sonnhang (+) mit nur wenigen Waldresten (6, *Picea spp.*) ist stark durch Vieh und Feuer degradiert. Auf dem ebenfalls durch Waldbrand geschädigten Schatthang (7), hat sich bereits eine sekundäre Wiederbewaldung eingestellt. Blickrichtung West
Photo: D. WINKLER, 4. 8. 91

A valley (2800–4300 m) west of Rize. In the foreground former pastures now with *Salix sp.*, *Betula chinensis*, and *Populus davidiana* secondary growth (1) and reforested *Picea purpurea* (2). Former clearcut area (3). The shady slope's *Abies faxoniana*-*Betula utilis*-bamboo forest (4) is Giant Pandas habitat. On the valley floor fir-spruce-bamboo forests (5) are growing. The south-facing slope's forest (+) was destroyed by fire as well as by man and his grazing animals; little remains (6, *Picea spp.*). On the shady slope (7), which was also destroyed several decades ago by forest fires, a secondary forest is growing (facing W)

geringen Evapotranspiration in der Nebelwaldstufe. Abgesehen von den strahlungsexponierten Standorten sind die Äste der großen Koniferen mit dicken Moosmanschetten umgeben, in denen *Lobaria*-Flechten und *Lepisorus eilophyllus* siedeln. An den Ästen hängen *Usnea longissima*-Bartflechten. Ast- und Gipfelbruch ist verbreitet, bedingt durch das Gewicht der Moosmanschetten, speziell bei zusätzlicher Schneelast. Ferner begünstigt der Epiphytenreichtum Fäulnis, die Ast- und Gipfelbruch ebenfalls Vorschub leistet. Ist der intensiv wurzelnde Bambusbestand durch schlechte Wasserrückhaltekapazität des Bodens begünstigt, z. B. auf Blockschutt, so ist der Tannen-Fichten-Wald äußerst artenarm, da abgesehen von der B₁ und B₂ alle Wuchsschichten in ihrer Entfal-

tung durch den äußerst konkurrenzstarken Bambus (> 90%) behindert werden.

Auf strahlungsarmen feuchten Hangstandorten in reiner N-Exposition stocken *Abies faxoniana*-Reinbestände auf humosen *Terrae fuscae*, deren B₂ von Birken gebildet werden. Aufgrund von Lichtmangel ist dieser Waldtyp artenärmer als der Tannen-Fichten-Wald. In der Strauchschicht dominiert der konkurrenzstarke Bambus. Die Krautschicht ist von *Cardamine macrophylla* und *Chrysosplenium sp.* (*C. griffithii* nach CHEN 1987, 203) und Farnen dominiert. Eingestreut ist hier die seltene *Kingdonia uniflora*. Der hygromorphe Charakter vieler Kräuter weist auf die in der Wachstumsphase durchgehend vorhandene hohe Feuchtigkeit hin. Die trockenste Variante der Bam-

buswälder ist der Lärchen-Fichtenwald, der in strahlungsexponierten Lagen auf flachgründigen (Moder-)Rendzinen stockt. *Picea wilsonii* ist noch im unteren Bereich konkurrenzstark, *P. asperata* und *P. purpurea* ab ca. 3000 m, wo Baumwacholder¹³⁾ und *Larix potaninii* beginnen, konkurrenzfähig zu werden. Die heliophile Lärche besiedelt strahlungsexponierte Standorte initial.

Vielerorts war das Erscheinungsbild des Waldes von abgestorbenem Bambus geprägt. Die kahlen, braunen holzigen Halme, die über viele Jahre hinweg stehenbleiben, sind die Zeugen eines Bambusblühens, wobei fast der gesamte Bestand einer Art gleichzeitig erblüht. Dies ereignet sich bei *Fargesia* ca. alle 70–80 Jahre (SCHALLER et al. 1985, 254, vgl. CAMPBELL 1987). Im Jiuzhai-Tal blühte *Fargesia nitida*¹⁴⁾ in mehreren Etappen in den 70er und 80er Jahren. Nach der Blüte stirbt der Altbestand ab. Die Samen keimen erst nach einigen Jahren und die Keimlinge wachsen sehr langsam. Dies hatte im Min Shan ein Panda sterben zur Folge, bei dem 138 Pandas verhungert aufgefunden wurden. Die Keimung bei *Fargesia fangiana* zum Beispiel setzt erst nach mindestens drei Jahren ein, die Keimlinge benötigen vier weitere Jahre, um eine Höhe von 10–15 cm zu erreichen (REID et al. 1991, 255), insgesamt vergehen 15–20 Jahre bis der Bambus wieder seine ursprüngliche Größe erreicht (TAYLOR a. QIN 1992). Voraussetzung für eine erfolgreiche Keimung ist ein feuchter, beschatteter Standort. Nach Kahlschlag oder Feuer ist der bereits bestehende Bambusbestand zunächst begünstigt, da die pachyomorphen Rhizomsysteme sofort wieder austreiben und sich nun verstärkt – dank vermehrtem Lichtangebot und geringerer Konkurrenz – vegetativ ausbreiten können. Allerdings kann sich *Fargesia* ohne ausreichende Beschattung nach der Blüte nicht mehr regenerieren. Während sich Birken bei ausreichendem Lichtangebot, etwa nach Baumfall oder selektiven Einschlag, trotz Bambusbestand verjüngen, ist für die umfassende Naturverjüngung der Koniferenbestände das Absterben des Bambusses nach der Massenblüte notwendig, da deren Regenerierung bei dichtem Bambusbestand stark beeinträchtigt ist (TAYLOR a. QIN 1989, 103).

Rhododendren-Nebelwaldstufe (3200–3500 m)

Um 3200 m fallen viele subtropische Arten aufgrund von Wärmemangel aus. Auffällig ist neben dem Ausbleiben der Araliaceen (*Panax bipinnatifidus*, *Acanthopanax giraldii* u. a.) und der kletternden Actinidiaceen besonders der Ausfall von Bambus. Der hohe Feuchtigkeitseintrag der Bambus-Nebelwaldstufe setzt

¹³⁾ *Juniperus* wird in China in *Sabina* und *Juniperus* differenziert.

¹⁴⁾ SCHALLER (1985, 253) und LIU et al. (1991, 476) listen *Fargesia nitida* [(Mitford) Keng] = *Sinarundinaria nitida* (Mitford) [Nakai] als einzige Bambusart Jiuzhaigous.

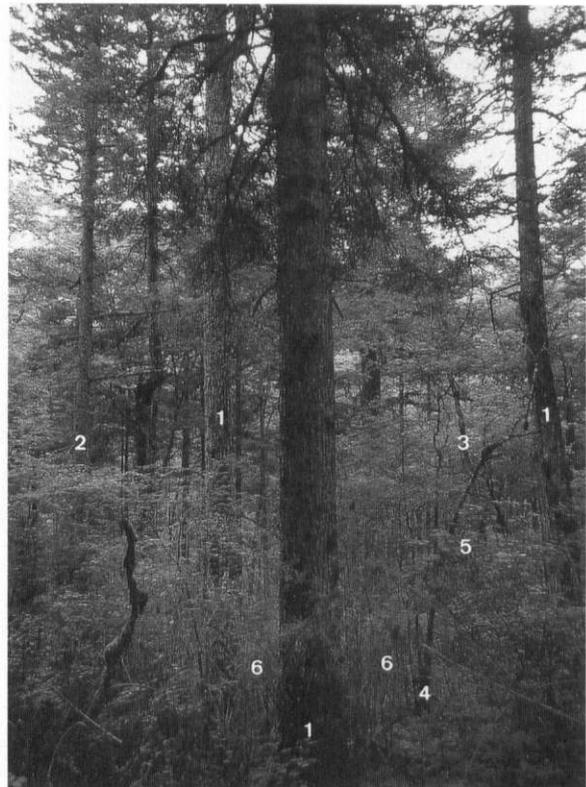


Photo 4: Artenreichste Variante des Bambus-Tannen-Fichten-Waldes in Schluchtlage auf Mull-Rendzina über Murengrus-Kalkschutt in der unteren Nebelwaldstufe. *Abies faxoniana* (1) und *Picea wilsonii* (2) dominieren die 1. Baumschicht (B_1). Die B_2 wird von *Betula utilis* (3) gebildet; In der B_3 herrschen *Maddenia hypoleuca* (4) und Acer-Arten vor. In der S_1 konkurriert *Helwingia japonica* (5) mit dem Bambus *Fargesia nitida* (6). 2840 m, O-Exposition

Photo: D. WINKLER, 5. 8. 91

Species-rich bamboo-fir-spruce forest in ravine (2840 m) on rendzina on limestone debris in the lower cloud-forest belt. *Abies faxoniana* (1) and *Picea wilsonii* (2) dominate the top canopy (35 m). The secondary canopy consists of *Betula utilis* (3). The tertiary canopy is dominated by *Maddenia hypoleuca* (4) and Acer-species. In the shrub layer *Helwingia japonica* (5) competes with *Fargesia nitida*-bamboo (6). 2840 m, E-exposition

sich fort. Besonders schattseitig zeichnet starker Epiphytenbesatz den hohen Feuchtigkeitseintrag bis ca. 3500 m nach.

Am Schatthang und anderen strahlungsgeschützten Standorten, die den ganzen Winter hindurch über eine geschlossene Schneedecke verfügen, herrschen flachgründig ausgebildete Terrae fuscae mit Mullauflage vor. Die *Abies faxoniana*-Reinbestände der Nordexposition der Bambus-Nebelwaldstufe setzen sich fort und dominieren nun den gesamten Schatthang (Photo 5), dies allerdings mit nachlassender Wüchsigkeit (25 m/40 cm/60%). Ihre Äste sind von mächtigen Moosmanschetten umgeben. Beigemischt

in der B₂ ist *Betula utilis* (10 m/20%), die stellenweise auch Reinbestände ausbildet. Die Strauchschicht (5 m/40%) wird gänzlich von Rhododendren (*Rhododendron watsonii*, *Rh. przewalskii* und *Rh. aganniphum*, letzterer nach CHEN 1987, 202) dominiert, daneben sind *Rosa omeiensis*, *Sorbus koehneana*, *Lonicera tangutica* und *Ribes glaciale* vertreten. Der Bambusausfall gibt zudem vermehrten Raum für Ahorne. Die Krautschicht, die die dünne Moosschicht überwuchert, profitiert von der geringeren Deckung der Baum- und Strauchschicht. Es dominieren *Carex*-Arten (*C. alpina*?, CHEN 1987, 203), *Pedicularis moupinensis* und *Rubus pileatus*.

Am Sonnhang, d. h. in den noch bewaldeten SE- und SW-Expositionen, ist *Picea purpurea* besonders konkurrenzstark und bildet gemeinsam mit Wachholdern, die in der B₂ dominieren, Bestände aus. Tiefgründigere Standorte sind durchsetzt mit *Abies faxoniana* und *Betula utilis*, auf flachgründigeren Standorten kommt *Larix potaninii* zu *Picea purpurea* hinzu. Die Strauchschicht wird allein von Rhododendren dominiert, allerdings mit geringerer Deckung und Wüchsigkeit (3–4 m) als am Schatthang. Auf stark exponierten flachgründigen Standorten ist unter Beimischung von Baumwachholdern die Lärche konkurrenzstark (Photo 6). Diese Standorte besiedelt *Larix potaninii* initial.

Die Subalpine Stufe (3500–3800 m)

Das Ausbleiben der Nebellagen, die speziell in der Wachstumsperiode den täglichen Temperaturgang abmildern, reduziert den Feuchtigkeitseintrag deutlich und hat zudem eine erhöhte Evapotranspiration zur Folge. Untersuchungen zu den klimatischen und edaphischen Gegebenheiten liegen aus dieser Höhenstufe nicht vor. Detaillierte Untersuchungen in der Subalpinen Stufe konnten aufgrund chinesischer Auflagen nicht durchgeführt werden.

Der deutliche Temperaturrückgang und die Abwesenheit von häufigen Nebellagen wirken sich am Sonn- und Schatthang sehr unterschiedlich aus. Am gesamten Schatthang setzen sich die *Abies faxoniana*-Reinbestände – unter Beimischung von *Betula utilis* in der B₂ – mit weiter reduzierter Wüchsigkeit und geringerer Deckung (< 50%) bis zur Waldgrenze¹⁵⁾ fort. Dies und der Ausfall der Ahorne begünstigen die Rhododendren (4 m/80%), die alleine die S₁ bilden. In der Krautschicht (90%) dominieren *Cardamine macrophylla*, *Tiarella polyphylla* und *Polygonum viviparum*. Der Epiphytenbesatz ist im Vergleich zur Nebelwaldstufe stark reduziert.

Am Yala-Paß (3650 m) zeigen Tannen und Baumwachholder kleinräumlich Strahlungsunterschiede an. Während aus den dichten Rhododendron-Sträuchern

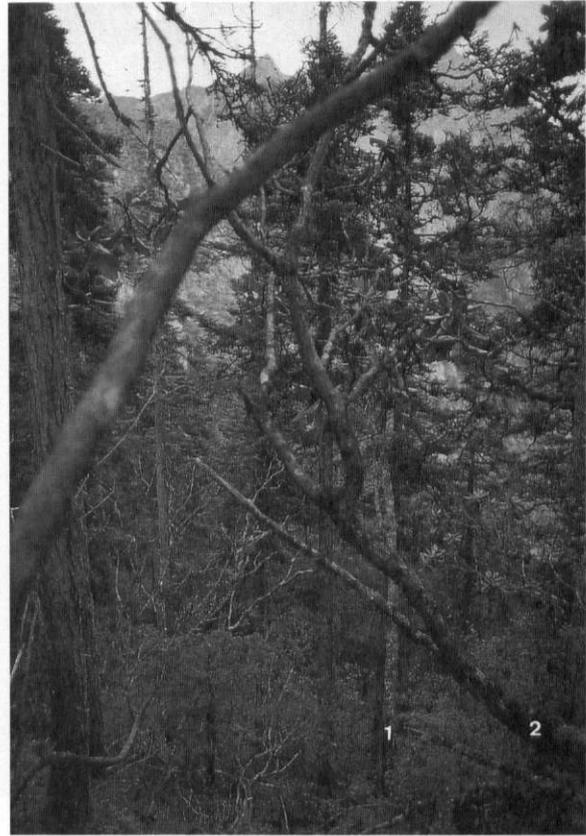


Photo 5: Rhododendron-Tannenwald der oberen Nebelwaldstufe. *Abies faxoniana*-Reinbestand mit *Betula utilis* (1) in der B₂, in der Strauchschicht dominiert *Rhododendron watsonii* (2), der im Winter 1990/91 stark unter Erfrierungen litt, dazu *Acer sp.*, *Sorbus koehneana* und *Rosa omeiensis*. Über Danzhou, 3450 m, N-Exposition

Photo: D. WINKLER, 17. 8. 91

Rhododendron-fir forest of the upper cloud-forest belt. Pure stands of *Abies faxoniana* with *Betula utilis* (1) in the secondary canopy. The shrub layer is dominated by *Rhododendron watsonii* (2) which was heavily affected by unusually strong frosts in the winter of 1990/91. In addition *Acer sp.*, *Sorbus koehneana* and *Rosa omeiensis* (above Danzhou, 3450 m, N-exposition)

der NE-Exposition *Abies faxoniana* ragt, wächst aus dem bereits lichterem Rhododendron-Unterwuchs der ENE-Exposition ein Baumwachholderbestand auf. Wacholderwälder, die normalerweise bei einem Jahresniederschlag von unter 600 mm dominieren (LI 1993, 60), stocken am Sonnhang in Jiuzhaigou ab 3500 m (Photo 7). Hier in exponierten Lagen über der Obergrenze des Kondensationsniveaus fallen *Picea purpurea*, *Abies faxoniana*, *Betula utilis* und *Rhododendron* aus. *Sabina convallium* und *Sabina saltuaria* (8–12 m/40 cm/< 50%) bilden lichte Reinbestände mit einem stracharmen, von Seggen dominierten Unterwuchs aus. Der moos- und epiphytenarme Wacholderwald bildet an den Sonnhängen die Waldgrenze auch in 3800 m aus. Die von CHENG (1939, 172), CHEN (1987,

¹⁵⁾ Eine sehr interessante Studie zur Waldgrenze in der Autonomen Region Tibet hat B. LI (1993) veröffentlicht.



Photo 6: Hochmontaner Lärchen- (*Larix potaninii*, 1) Wacholder- (*Sabina sp.*, 2) Fichten- (*Picea purpurea*, 3) Waldrest des Sonnhangs. Darüber *Abies faxoniana* (4), die bereits am Schatthang stocken. Im Vordergrund und dahinter durch Feuer zerstörte Wälder. Im Hintergrund Kahlschlagsflächen der 70er Jahre (5) und waldfreie Südexpositionen (6). Über Danzhou, 3300 m, SW-Exposition

Photo: D. WINKLER, 17. 8. 91

Altomontane larch- (*Larix potaninii*, 1) juniper- (*Sabina sp.*, 2) spruce (*Picea purpurea*, 3) forest on the south-facing slope of a ridge, which was spared by a recent forest fire. The northern slope's *Abies faxoniana* (4) is visible over the ridgeline. In the background clearcut areas from the 70ties (5) and forest free south exposition (6). Above Danzhou, 3450 m, SW-exposition

210) und WALKER (1941, 592) an der oberen Waldgrenze beschriebenen Lärchenbestände, die Wacholderbestände nach Feuer ersetzen dürften, konnten vom Autor nicht beobachtet werden.

Die Matten über der gegenwärtigen Waldgrenze werden als Sommerweiden für Yaks und Dris (Yak-Rinder-Kreuzungen) genutzt. Stellenweise hat das Weidevieh die Vegetation stark degradiert, was zu einer Depression der Krummholz- und Waldgrenze führte, speziell dort, wo zudem der Mensch Holz entnimmt. Nach dem Ausfallen der Baumvegetation am Schatthang aufgrund von Wärmemangel setzt sich der großblättrige Rhododendron-Bestand (3 m/80%, vgl. Photo 7) mit dem gleichen krautigen Unterwuchs (s.o.) weiter fort. Mit zunehmender Höhe verliert das Rhododendron-Krummholz an Wüchsigkeit und kleinblättrigere Rhododendron-Arten dominieren. Der Boden wird von *Cassiope abbreviata* gedeckt, deren Bestände von Polstermoosen und Lobaria-Flechten durchsetzt sind. Sorbus-Arten und *Rosa omeiensis* sind

neben *Salix spp.* beigemischt und überragen in winterlichen Leelagen, d. h. in Ostexpositionen, in denen es zur Schneeakkumulation kommt, das Rhododendron-Krummholz. Sie zeigen das Vorherrschen westlicher Windrichtungen in den Wintermonaten an. Weiden-Krummholz (*Salix spp.*) siedelt initial nach Rutschungen. Das Ausbleiben der Baumwacholder am Sonnhang um 3800 m leitet zu straucharmen Matten über. Vereinzelt stocken *Lonicera spp.* und *Spiraea spp.* Seggen (*Carex spp.*, *Kobresia spp.*) bilden eine geschlossene Grasnarbe.

Waldfreie Sonnhänge

Südexponierte Hänge sind oberhalb 3000 m in Jiuzhaigou zumeist wald- und oft auch strauchfrei. TAFEL (1914), ROCK (1930; 1956), WEIGOLD (1935), SCHÄFER (1938), KU a. CHEO (1941), TENG (1947) u. a. berichten alle von dem weitverbreiteten Phänomen der waldfreien Sonnhänge¹⁶⁾ und den dicht bewaldeten Schatthängen im osttibetischen Raum



Photo 7: Am Yala-Pass. Im Vordergrund subalpines Rhododendron-Krummholz des Schatthanges mit Weiden (*Salix spp.*) und *Rosa omeiensis*. Dahinter *Abies faxoniana*-Wald (1) und waldfreie Südexpositionen (2). Linke Bildseite (Sonnhang): Subalpiner Baumwacholderwald (3, *Sabina convallium*, *S. saltuaria*) mit Passhütte und Weide, der auch in voller Südexposition stockt (nicht im Bild). Im Tal bis 2600 m landwirtschaftliche Nutzung (4). 3640 m, Blickrichtung ENE

Photo: D. WINKLER, 21. 8. 91

Yala-Pass: In the foreground the shady slope's subalpine Rhododendron-Krummholz with *Salix spp.* and *Rosa omeiensis*. Behind *Abies faxoniana* forest (1) and forest-free south exposures (2). On the left (sunny slope): Subalpine juniper- (*Sabina convallium*, *S. saltuaria*) forest (3) with hut and pasture, which grows as well in full south exposure. In the valley agriculture up to 2600 m (4). 3640 m, facing ENE

(Abb. 1, Photo 8). Abweichend von den stärker kontinental geprägten Lagen Osttibets ist in Jiuzhaigou zumeist nur die strikte Südexposition waldfrei und nicht der gesamte Sonnhang, was durch die Lage am Rande des Hochlands erklärbar ist, die durch einen weniger kontinentalen Temperaturgang und deutlich höhere Niederschläge gekennzeichnet ist.

Die Waldfreiheit der Sonnhänge ist bis jetzt fast ausschließlich auf deren klimatische Bedingungen zurückgeführt worden. WISSMANN (1960, 268), SCHÄFERS Erklärungsansatz zusammenfassend, schreibt: „Die stark bestrahlten Südhänge bleiben im trockenen Winter fast ganz schneefrei. Die hohe Verdunstung in Verbindung mit sehr großen Temperaturdifferenzen – Auftauen am Tag, nachts gewöhnlich auf -15° bis -20° herabgehend – kann zwar von der Gras-

narbe, nicht aber von Bäumen und Sträuchern überstanden werden“. Jedoch sind sowohl die waldfreien Südexpositionen des Untersuchungsgebietes als auch die Sonnhänge der kontinentaleren Lagen Osttibets nicht frei von Gehölzen. Selbst in den Photographien SCHÄFERS (1938, 57), die die waldfreien Sonnhänge zeigen, sind freistehende Koniferen zu erkennen¹⁷⁾. An den Südhängen Jiuzhaigous finden sich dazu vereinzelt Wacholder und Fichten, die als Waldzeugen betrachtet werden müssen. Sträucher wie *Lonicera hispida*, *Spiraea mongolica*, *Berberis dasystachya* und Zwergwacholder sind verbreitet. In 3650 m stockt dazu auf einem voll südexponierten Grat am Yala-Paß ein Wacholderwald (Photo 7). Die langsamwachsenden Baumwacholder sind dem kalt-trockenen Lebensraum des Sonnhanges bestens angepaßt und

¹⁶⁾ Eine detaillierte Ausarbeitung zur Frage der waldfreien Sonnhänge ist WINKLER (1996; 1997b) zu entnehmen.

¹⁷⁾ „Wo ein Baum wächst, könnten neben ihm weitere wachsen, wenn der Mensch und seine Tiere es zuließen, vorausgesetzt, daß der Boden genügend tiefgründig ist“ (ELLENBERG 1978, 521).



Photo 8: Die Wälder des Schatthangs im Vordergrund wurden gänzlich abgeholzt, nur das für einen Primärwald typische Totholz wurde zurückgelassen. Spuren der Wiederbewaldung auf den Kahlschlagsflächen fehlen. Im Hintergrund links läßt sich das typische Waldverteilungsmuster noch deutlich erkennen; Die Schatthänge sind bewaldet, die Sonnhänge waldfrei. Rechterhand ist das Waldverteilungsmuster gestört, da der Schatthangwald bereits abgeholzt wurde. Allerdings lassen sich die Schatthänge noch an einer mächtigeren Schneedecke erkennen. Die Schneedecke der Sonnhänge ist vom Vortag (nahe Longriba, ca. 150 km SW von Jiuzhaigou)

Photo: B. BAUMANN, 22. 2. 1994

The forests of the north-facing slope (foreground) have been removed totally leaving behind vast clear-cut areas without any signs of reforestation. The abundance of snags and trunks is typical of primary forests. To the right in the background the particular forest distribution pattern is clearly developed. North-facing slopes are forest-clad, south-facing slopes are free of forests. To the left fresh clear-cuts have destroyed the pattern, yet the north-facing slopes are recognizable by a 'whiter' snow cover. South-facing slopes were covered the day before by a snow storm (near Longriba, about 150 km SW of Jiuzhaigou)

halten den extremen Temperaturwechseln im Tagesverlauf am Sonnhang stand.

Das Phänomen der Waldfreiheit der Sonnhänge ist nicht allein durch eine im Vergleich zum Schatthang extrem reduzierte Wasserverfügbarkeit (WEIGOLD 1935; KU a. CHEO 1941; ROCK 1930) oder durch Temperaturwechsel und Frosttrocknis (SCHÄFER 1938; WISSMANN 1960) zu erklären. Auch sind in Jiuzhaigou die Böden der untersuchten Südexposition keinesfalls geringmächtiger als die der umliegenden Schatthänge, sogar das Gegenteil war der Fall, wie Grabungen zeigten (WINKLER 1994, 49). Spuren aktueller solifluidaler Prozesse, die eine Waldbestockung verhindern könnten, fehlen in den untersuchten Höhenstufen Jiuzhaigous. Ebenso wenig kann ein rezenter Temperaturrückgang als Erklärung für das

Ausbleiben einer natürlichen Waldregenerierung etliche Hunderte von Höhenmetern unter der Waldgrenze herangezogen werden.

Im Untersuchungsgebiet ist die heutige Waldfreiheit der Südexposition oberhalb von 3000 m durch wiederholte Einwirkung von Feuer (Photo 3 u. 7) und kontinuierliche Beweidung bedingt. Erst die für den Waldbestand vernichtenden weitverbreiteten Praktiken im Zusammenhang mit der Weidewirtschaft, speziell Brandrodung und Schwenden, verhindern eine natürliche Regenerierung des Sonnhangwaldes. In Jiuzhaigou bestätigen einheimische Tibeter, daß die Südhänge geschwendet werden, um sie strauchfrei zu halten. Obendrein sind Waldbrände ein weitverbreitetes Phänomen in Osttibet, speziell in strahlungsexponierten Lagen während der nieder-

schlagsarmen strahlungsreichen Wintermonate (YANG 1987; CHEN 1987, 223). Die Erschließung der Sonnhänge als Winterweidegründe hat eine Schlüsselfunktion für die Viehhaltung, da hier das Vieh in der durch Futterknappheit gezeichneten Jahreszeit noch Nahrung finden kann. Aufgrund der Intensität der im Winter nahezu vertikal einfallenden Sonnenstrahlung, die durch die Höhe und die subtropische Lage noch verstärkt ist, taut eine Schneebedeckung im Winter normalerweise innerhalb weniger Tage ab.

Im direkt nördlich angrenzenden SW-Gansu beobachtete TENG, daß nach der Zerstörung der Sonnhangwälder – sei es aufgrund von Holzgewinnung oder Brandrodung – zunächst Strauchgesellschaften dominieren. „Repeated fires have been responsible for converting the scrub areas into grasslands. This condition has led certain observers to uphold the erroneous view that southern slopes are natural grassland“ (1947, 196). TAFEL, den das Phänomen der waldfreien Sonnhänge beschäftigte, kommt gar zu dem Schluß: „Der tibetische Nomade ist, wie jeder Hirte, der geschworene Feind allen Waldes“; „er brennt rücksichtslos den Wald nieder“ (1914, 254). Auch die paläo-ökologischen Studien von FRENZEL (1994; 1995) legen den Schluß nahe, daß weite Bereiche Osttibets durch den Einfluß der Hirtenkulturen entwaldet worden sind. Denn einerseits finden sich unter heutigen Steppenböden Osttibets noch Waldböden, andererseits zeigen Pollendiagramme einen Rückgang an Baumpollen zugunsten von Graspollen, ohne daß die klimatischen Bedingungen solch einen Vegetationswandel nahelegen würden. In einem Diagramm aus dem 125 km südwestlich von Jiuzhaigou liegenden Hongyuan¹⁸⁾ setzt der Baumpollenrückgang bereits vor etwa 5100 Jahren ein. Zu dieser Zeit siedelten Menschen nicht nur in den fruchtbareren Tälern, etwa im Mekongtal südlich von Qamdo, sondern dehnten ihre Aktivitäten auch in die alpinen Steppen aus (HUANG 1994). Ab etwa 2000 Jahre vor heute zeichnet sich in Hongyuan dann eine erhebliche Waldreduzierung ab.

In Jiuzhaigou zeigen sich an den untersuchten süd-exponierten Hängen in der Höhenstufe von 3000 m–3500 m klare Anzeichen für eine Sukzession hin zur Wiederbewaldung. Waldzeugen sind zahlreich vorhanden, in 3650 m gar ein Wacholderwald. Einige abgelegene Weideflächen in südlichen Expositionen sind in den letzten Jahrzehnten verbuscht und von Birkenwäldern eingenommen worden¹⁹⁾. Dieser Prozeß läuft allerdings in klarer Südexposition deutlich langsamer ab als in anderen Sonnhangexpositionen.

¹⁸⁾ Noch vorhandene Schatthangwaldreste (3900 m) nahe Hongyuan werden von *Picea purpurea*, *Abies faxoniana*, *Betula albo-sinensis*, *Rhododendron spp.*, *Rosa omeiensis*, *Sorbus kaufmanni* und *Ribes glacialis* dominiert (FRENZEL 1994, 151). Alle diese Arten (*S. kaufmanni*?) sind auch in Jiuzhaigou dominant.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß in Jiuzhaigou anthropo-zoogene Einflußnahme mittels Schwenden und Beweidung die eindeutige Ursache für die gegenwärtig andauernde Waldfreiheit der Südexpositionen ist. Weiterer Feldforschung bedarf die endgültige Klärung der Frage, ob sich ohne die fortgesetzten Eingriffe des Menschen und seines Weideviehs unter den momentanen klimatischen und edaphischen Bedingungen auch in kontinentaler geprägten Bereichen Osttibets wieder eine Bewaldung der Sonnhänge einstellen würde.

Gegenwärtige Entwaldung

Bei der Beschäftigung mit den Wäldern Osttibets ist die gegenwärtige Waldzerstörung nicht zu übersehen. Zwar wurde in Jiuzhaigou die Holzentnahme 1978 gestoppt und sogar Wiederbewaldungsmaßnahmen durchgeführt, andernorts hält die Waldzerstörung unvermindert an. Während sich die Entwaldung bis jetzt allmählich über Jahrhunderte und Jahrtausende hingezogen hat, beschleunigt sich die Waldzerstörung dramatisch seit den späten 50er Jahren (YANG 1987, 74) mit Beginn der staatlich organisierten Holzentnahme seitens der Chinesen. Auf die gegenwärtige Entwaldung machten zuerst CAMPBELL u. QIN (1983), SMIL (1983; 1984), CAMPBELL (1984), SCHALLER et al. (1985), DONG (1986), YANG 1986; 1987) und ZHENG (1986) aufmerksam. Es folgten RICHARDSON (1988), IVES u. MESSERLI (1989), o. Verf. (1990), HE (1991), DIIR (1992), ZHAO (1992), SCHALLER (1993), LEHMKUHL (1994; 1995), WINKLER (1994; 1995; 1996; 1997a) und PALDEN (1996).

Während nur sehr wenige quantitative Angaben²⁰⁾ über die Waldwirtschaft in SE-Xizang (TAR) vorliegen, obschon Xizang gegenwärtig die holzreichste ‚Provinz‘ Chinas ist (XINHUA 1994), lassen sich inzwischen in W-Sichuan das Ausmaß und auch die Umstände der Entwaldung nachvollziehen. Für ganz W-Sichuan beziffert LI (1993, 95) den Rückgang der Waldfläche („forest cover“) von 30% in den 50er Jahren auf 14% in den 80er Jahren. In Aba (Ngawa) Tibetisch Autonome Präfektur (TAP²¹⁾), zu dem auch das Untersuchungsgebiet gehört, ist seit den 50er Jahren nach YANG die Waldfläche von 29,5% auf 14% reduziert worden, wobei 60% des Holzvorrates entnommen wurden. In Garze (Kandze, Ganzi)

¹⁹⁾ Als Ursache kommt die vermehrte Nutzung von talnahen Weideflächen auf den Kahlschlägen der 70er Jahre in Betracht. Aber auch eine Viehbestandsreduzierung mit der Einrichtung des Naturschutzgebietes, sowie ein mögliches Verbot des Schwendens, könnten dazu beigetragen haben.

²⁰⁾ Zahlen chinesischer Forststatistiken sind mit Vorsicht zu genießen, wie ZHANG (1988) deutlich darlegt. RICHARDSON (1988, 258) warnt ebenso: „The availability of electronic calculators leads to the appearance of a precision which is an illusion“.

²¹⁾ Eigentlich ‚Aba Tibetisch u. Qiang Autonome Präfektur‘ und ‚Garze Tibetisch Autonome Präfektur‘.

TAP, entlang des Yarlung (Nyachu), wurde der Waldbestand von 19,4% auf 10% verringert (1986, 41). Über die Region am Oberlauf des Min Jiang berichtet ZHENG (1986, 34): „forest coverage decreased from about 50% in the Yuan Dynasty (more than 600 years ago) to 30% at the founding of New China²²⁾. And since then it has fallen to 18,8%“ (inzwischen 16,1% nach ZHAO (1992, 57)).

Anders als mancherorts im Himalaya oder in Yunan ist im dünnbesiedelten Osttibet das Ausmaß der Entwaldung nicht auf den regionalen Bevölkerungsdruck oder die Wirren der Kulturrevolution zurückzuführen, wie dies u. a. ZHENG (1986, 34) und LI u. ZHANG (1986, 9) versuchen. SMIL (1984, 19) kommt zu dem Schluß: „What must be termed planned destruction has been one of the leading causes of Sichuan deforestation“. Ebenso führt HE (1991, 26) die Waldzerstörung auf die unkontrollierten Aktivitäten kommunaler und provinzieller Staatsunternehmen zurück, seit der Wirtschaftsliberalisierung nun aber auch auf die Profitgier Einzelner. ZHAO (1992), der in einer Studie die Krise der Holzwirtschaft in Aba und Garze TAP für das „Policy Research Department des Sichuan Committee“ der KP China untersucht hat, nennt als Hauptursache für das immense Ausmaß des Raubbaus die staatliche Holzquotenregelung. Die Staatsforstbetriebe, die den Großteil der Holzressourcen kontrollieren, müssen jährlich vorgegebene Quoten erfüllen. Allerdings bezahlt der Staat für Quotenholz ungefähr nur ein Drittel des Marktpreises, was zudem noch deutlich unter den Produktionskosten liegt (ZHAO 1992, 57). Somit müssen die Staatsforstbetriebe zur Finanzierung der auferlegten Staatsquoten auch noch einen Überschuß für den freien Markt produzieren. Die Staatsquoten allein betragen schon das Zwei- bis Dreifache des jährlichen Zuwachses (SMIL 1984, 19; ZHENG 1986, 34). Die tatsächliche jährliche Gesamtentnahme wurde für Aba TAP von einer staatlichen Untersuchungskommission allerdings auf über das Vierfache, d. h. eine Gesamtentnahme von ca. 980 000 m³ Holz bei einem jährlichen Zuwachs von nur ca. 200 000 m³, beziffert (o. Verf. 1990). Obendrein bereitet den Staatsforstbetrieben der Unterhalt der ehemaligen Waldarbeiter, die bereits die Zahl der aktiven Waldarbeiter überstiegen hat, erhebliche Schwierigkeiten. Zur Finanzierung der Pensionen müssen Schutz- und Bannwälder gefällt werden (ZHAO 1992, 57). HE (1991, 26) berichtet am Beispiel

²²⁾ Diese Zahlenangaben zur Waldbestandsreduzierung werden häufig zitiert. Allerdings hat die kommerzielle chinesische Holzentnahme entlang des Min Jiang bereits vor 100 Jahren begonnen (CAMPBELL a. QIN 1983, 22). Den verbreiteten kommerziellen Raubbau der 30er Jahre beschrieben KU a. CHEO (1941, 95). Somit könnte ein beträchtlicher Teil der (vermuteten?) Waldbestandsreduzierung von 50% auf 30% in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts stattgefunden haben.

des Staatsforstbetriebes von Luhuo (Drango, Garze TAP), daß alleine zur Finanzierung der 2500 Waldarbeiter und Pensionisten der jährliche Einschlag das Dreifache der natürlichen Produktion betragen muß. Wiederaufforstung, die eigentlich gesetzlich vorgeschrieben ist, bleibt ein nicht zu finanzierender Luxus. Zudem führen Koordinationsschwierigkeiten im staatlichen Sektor zu enormen Verlusten. So beobachteten z. B. auch IVES a. MESSERLI (1989, 227) ausgedehnte Kahlschlagsflächen, von denen das eingeschlagene Holz nie abtransportiert wurde und vor Ort verrottete (vgl. PALDEN 1996, 17). Von den 11 Staatsforstbetrieben in Aba TAP haben nach ZHAO (1992, 57) bereits 8 ihre Ressourcen erschöpft; im Bereich von 5 sind sogar keine zusammenhängenden forstlich nutzbaren Waldbestände mehr vorhanden. Die Wälder des Staatsforstbetriebes von Nanping, in dessen Bereich auch Jiuzhaigou liegt, waren bis vor kurzem vergleichsweise gering beeinträchtigt worden, gegenwärtig aber müssen sie allein 50% der inzwischen aufgrund von Ressourcenerschöpfung stark reduzierten Staatsquote von Aba TAP (0,1 Mm³ Holz) erfüllen. Auch in Garze TAP, wohin sich der Schwerpunkt der Holzentnahme jetzt verlagert hat – 1990 mußte Garze 43,3% von Sichuans Gesamtholzquote erfüllen – haben 5 der 7 Staatsbetriebe ihre Holzressourcen bereits erschöpft oder werden sie noch in diesem Jahrzehnt erschöpft haben (ZHAO 1992, 57). Der ehemalige chinesische Vize-Forstminister DONG (1986, 55) bestätigt: „Administration of forest industry has not conformed to natural and economic principles“.

Die Holzproduktion ist der wichtigste Wirtschaftsfaktor der Region und war die treibende Kraft in der Verkehrserschließung. Allerdings ist die Produktion in den tieflandnahen Gebieten aufgrund von Ressourcenerschöpfung seit den 80er Jahren stark rückläufig. Verluste müssen fast überall hingenommen werden. Davon sind auch die Forstbetriebe betroffen, die von örtlichen Verwaltungen geführt werden. Etliche Sägewerke wurden bereits stillgelegt. Im Jahre 1960 mußte Aba TAP noch alleine 84% (2,6 Mm³ Holz) der Staatsquote Sichuans erfüllen bei einer Gesamtholzentnahme in Aba von 3 Mm³, 1980 waren es gerade noch 15% (0,6 Mm³) der Staatsquote. Der Forstsektor betrug 1980 noch 70,1% der gesamten Industrieproduktion und erbrachte 64% des Gesamtsteueraufkommens. 1987 allerdings erbrachte er nur noch 34% des Gesamtsteueraufkommens und die Industrieproduktion sank um 45%. Im Rahmen der Wirtschaftsliberalisierung schreitet nun auch der privatwirtschaftliche Raubbau voran. Inzwischen werden Bäume auf eigene Faust geschlagen und am Straßenrand an Lastwagenfahrer verkauft, die die Stämme ins Tiefland transportieren.

Wiederbewaldung der zumeist großflächigen Kahlschläge (Photo 8) stellt weiterhin die Ausnahme dar, obschon sich inzwischen eine Intensivierung der Aufforstungsbemühungen speziell in Forstämtern mit

bereits erschöpften Ressourcen abzeichnet. LI (1993, 103) beziffert die wiederbewaldete Fläche auf nur 12.7% der abgeholzten Flächen, wobei die Überlebensrate von Wiederaufforstungen unter 30% liegt, obschon Versuchspflanzungen eine Überlebensrate von 85% erzielen (YANG 1992, 22). Regenerierung der großflächigen Kahlschläge ist aufgrund hoher täglicher Temperaturschwankungen schwierig; Setzlinge leiden dazu stark unter Frosthub. Falls nicht gleich Weidevieh eindringt, verbuschen die Kahlschläge schnell, was eine spätere Wiederbewaldung sehr erschwert. Deutlich kleinere Einschnitte würden für eine schnelle Regenerierung hilfreich sein (YANG 1986, 43). Die Umsetzung forstwissenschaftlicher Erkenntnisse geschieht jedoch nur allzu sporadisch. Obschon eine Vielzahl waldbaulicher Untersuchungen durchgeführt wurden (LI 1990; SICHUAN SENLIN 1992; YANG a. ZHANG 1992; LI 1993), scheint der Einfluß der Wissenschaft auf die wirtschaftlichen Interessen im Holzgeschäft unerheblich. DONG (1986, 55) berichtet: „As a whole, there has not been any attempt to manage the forest“.

Dabei wäre eine derart kurzsichtige Waldzerstörung zu vermeiden gewesen. Eine ökologisch angepaßte und wirtschaftlich nachhaltige Forstwirtschaft wie DONG sie fordert, könnte dies ändern. Bereits 1941 schlossen KU a. CHEO (1941, 131) ihre Untersuchungen mit dem Fazit: „the forests [...] should be put under scientific management as soon as possible in order to conserve them, utilize them and develop them properly“. Als einziger Hoffnungsschimmer bleibt derzeit der Einfluß der Wasserwirtschaft. So führt eine staatliche Untersuchungskommission (o. Verf. 1990) stark reduzierte Abflußregime zwischen Januar und Mai am Min Jiang und oberen Yangtse, was Ernteverluste in Höhe von Hunderten von Millionen Mark jährlich aufgrund von Bewässerungswassermangel zur Folge hat, auf die gegenwärtige Entwaldung zurück. Auch die Häufigkeit von Überschwemmungskatastrophen in W-Sichuan ist nach ZHAO (1992, 58) bereits von einmal in 15 Jahren auf einmal in 5 Jahren gestiegen. Zudem wird seit den 80er Jahren von offizieller chinesischer Seite ein Zusammenhang zwischen rezenter Waldzerstörung am Oberlauf des Yangtse und sich häufenden Flutkatastrophen in Sichuan und anderen Provinzen flußabwärts hergestellt. Der Baubeginn des gigantischen „Drei Schluchten Staudammes“ rückt nun hoffentlich auch den Zustand der Wälder Osttibets ins Interesse der Wasserwirtschaft. Es bleibt zu hoffen, daß sich HES (1991, 26) alarmierenden Prognose, „If the unrestrained activities [...] continue at this rate, the western Sichuan forest will not last more than 13 years“ nicht bewahrheitet und daß die in der ‚Agenda 21‘, dem auf der Rio-Konferenz basierenden ambitionierten chinesischen Naturschutzkonzept, proklamierte Einführung nachhaltiger Waldwirtschaft sobald wie möglich vollzogen wird.

Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde, Wien.
- CAMPBELL, J. J. N. (1984): Giant panda conservation and bamboo forest destruction. In: VEZIROGLU, T. N. (Ed.): The biosphere – problems and solutions. Amsterdam, 599–616.
- (1987): The history of Sino-Himalayan bamboo flowering, droughts and sun-spots. In: Jour. Bamboo Res. 6.1, 2–15.
- CAMPBELL, J. J. N. a. QIN, Z. S. (1983): Interaction of pandas, bamboos and people. In: Jour. Amer. Bamboo Soc. 4, 1–35.
- CHEN, C. G. (1987): Standörtliche, vegetationskundliche und waldbauliche Analyse chinesischer Gebirgsnadelwälder und Anwendung alpiner Gebirgswaldbau-Methoden im chinesischen fichtenreichen Gebirgsnadelwald. Diss. Univ. Bodenkultur Wien 30.
- CHENG, W. C. (1939): Les forêts du Se-tchouan et du Sikang oriental. In: Trav. Labor. Forestier de Toulouse, Sect. 1, Vol. 1.2, 1–231.
- CLARKE, G. E. (1990): The movement of population to the West of China: Tibet and Qinghai. In: BROWN, J. M. a. FOOT, R. (Eds.): Migration – the Asian experience. New York, 221–257.
- DIIR (1992): Tibet: Environment and development issues 1992. Central Tibetan Administration, Dharamsala, India.
- DONG, Z. Y. (1986): Present situation of forest administration in SW region of China and its role in river basin management. In: LI, W. H. a. PANDAY, K. K. (Eds.): Watershed management – Proc. intern. workshop watershed management in the Hindukush-Himalaya Region. ICIMOD/CAS, Kathmandu, 53–57.
- ELLENBERG, H. (1978): Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Stuttgart.
- FRENZEL, B. (1994): Über Probleme der holozänen Vegetationsgeschichte Osttibets. In: Göttinger Geogr. Abh. 95, 143–166.
- FRENZEL, B.; LI, J. a. LIU, S. J. (1995): On the Upper Quaternary paleoecology of Eastern Tibet – Preliminary results of an expedition to the Eastern Tibetan Plateau, 1992. In: Science in China (Ser. B) 38.4, 485–494.
- HE, B. C. (1991): China on the edge – the crisis of ecology and development. San Francisco.
- HÖVERMANN, J. u. LEHMKUHL, F. (1994): Vorzeitliche und rezente geomorphologische Höhenstufen in Ost- und Zentraltibet – Eine Bestandsaufnahme. In: Göttinger Geogr. Abh. 95, 15–69.
- HUANG, W. W. (1994): The prehistoric human occupation of the Xizang-Qinghai Plateau. In: Göttinger Geogr. Abh. 95, 201–219.
- Iconographia Cormophytorum Sinicorum, Thomus I-V (1973), Supp. I-II (1987), Beijing (Chin.).
- IVES, J. a. MESSERLI, B. (1989): The Himalayan dilemma – reconciling development and conservation. NYC/London.
- KU, C. C. a. CHEO, Y. C. (1941): A preliminary survey of the forests in Western China. In: Sinensia 12, 81–113.
- LEHMKUHL, F. (1995): Aktuelle Inwertsetzung und Gefährdung im Hochgebirgsraum am Ost- und Nordrand des tibetischen Plateaus. In: Regensburger Geogr. Schriften 25, 75–93.

- LEHMKUHL, F. a. LIU, S. J. (1994): An outline of physical geography including pleistocene glacial landforms of Eastern Tibet (Provinces Sichuan and Qinghai). In: *Geo-Journal* 34.1, 7-30.
- LI, B. S. (1993): The Alpine timberline of Tibet. In: ALDEN, J.; MASTRANTONIO, J. L. a. ODUM, S. (Eds.): *Forest development in cold climates*. Plenum Press., NYC., 511-527.
- LI, C. B. (Ed.) (1990): *Ecological study of Sichuan forest 1984-90*. Chengdu (Chin., Engl. abstracts).
- LI, W. H. (1993): Forests of the Himalayan Hengduan Mountains of China and a strategy for their sustainable development. ICIMOD, Kathmandu.
- LI, W. H. a. PANDAY, K. K. (Eds.) (1986): *Watershed management - Proc. Intern. Workshop watershed management in the Hindukush-Himalaya Region*. ICIMOD/CAS, Kathmandu.
- LI, W. H. a. ZHANG, M. T. (1986): *Watershed management in mountain region of SW-China*. In: LI, W. H. a. PANDAY, K. K. (Eds.): *Watershed management - Proc. Intern. Workshop watershed management in the Hindukush-Himalaya Region*. ICIMOD/CAS, Kathmandu, 3-23.
- LI, W. H. a. ZHAO, X. Y. (1989): *China's Nature Reserves*. Beijing.
- LIU, S. Q.; TANG, B.; TAN, W. a. LIU, S. (1986): *Debris flow and their prevention in Jiuzhaigou scenic spots*. In: LI, W. H. a. PANDAY, K. K. (Eds.): *Watershed management Proc. Intern. Workshop watershed management in the Hindukush-Himalaya Region*. ICIMOD/CAS, Kathmandu, 117-121.
- LIU, X. H. (1992): *Research into the dynamics of soil ecology of alpine dark coniferous forests in SW China*. In: YANG, Y. P. a. ZHANG, J. L. (Eds.) (1992): *Protection and management of mountain forests*. Proc. 5th Intern. IUFRO Workshop 1990. Beijing, 76-81.
- LIU, Y. C.; FANG, R. a. ZHOU, B. (1991): *An analysis of the carpophytis floral composition in Jiuzhaigou nature sanctuary*. In: *Jour. SW-China Teachers Univ.* 16.4, 471-478 (Chin., Engl. abstract).
- MIEHE, G. (1990): *Langtang Himal - Flora und Vegetation als Klimazeiger und -zeugen im Himalaya*. Diss. Bot. 158, Berlin, Stuttgart.
- (1991): *Der Himalaya, eine multizonale Gebirgsregion*. In: WALTER, H. u. BRECKLE, S.-W. (Hg.): *Ökologie der Erde*. Stuttgart, Bd.4, 181-230.
- o. Verf. (1990): *Environmental deterioration in NW-Sichuan and the reversal of damages by comprehensive utilization - Environmental Protection Investigation Group of the Political Association (Chinese People's Political Consultation Conference) of Sichuan*. In: *Bull. Soil and Water Conservation* 10.1, 20-25 (Chin.).
- PALDEN, T. (1996): *Forestry in Tibet: problems and solutions*. In: *Green Tibet - Annual Newsletter* 95/96, Dharamsala, 12-19.
- REID, D.; TAYLOR, A.; HU, J. a. QIN, Z. S. (1991a): *Environmental influences on bamboo *Bashania fangiana* growth and implications for giant panda conservation*. In: *Jour. Applied Ecology* 28, 855-868.
- (1991b): *Spatial patterns and environmental associates of bamboo (*Bashania fangiana* Yi) after mass-flowering in SW-China*. In: *Bull. Torrey Bot. Club* 118.3, 247-254.
- RICHARDSON, S. D. (1988): *The forest economy of Tibet*. In: *Commonwealth Forestry Rev.* 67,3, 253-262.
- (1990): *Forests and forestry in China*. Washington, D.C.
- ROCK, J. F. (1930): *Seeking the Mountains of Mystery - An expedition on the China-Tibet frontier to the unexplored Amnyi Machen Range*. In: *Nat. Geogr. Mag.* 57, 131-163.
- (1933): *The Land of the Tebbus*. In: *Geogr. Jour.* 81, 108-127.
- (1947): *The ancient Na-khi kingdom of SW China*. Cambridge, 2 vol.
- (1956): *The Amnye Ma-chen Range and adjacent regions. A monographic study*. In: *Ser. Orientale* 12, Roma.
- SCHÄFER, E. (1938): *Ornithologische Ergebnisse zweier Forschungsreisen nach Tibet*. In: *Jour. Ornithologie* 86, Sonderheft, Berlin.
- (1938a): *Der Bambusbär (*Ailuropodus melanoleucus*)*. In: *Der Zoologische Garten* 10.1, 21-31.
- (1942): *Tiergeographisch-ökologische Abhandlung über das Tibetische Hochland*. Unveröff. Habil. Schrift Naturwiss. Fak. München.
- SCHALLER, G. B.; HU, J.; PAN, W. a. ZHU, J. (1985): *The giant pandas of Wolong*. Chicago.
- SCHALLER, G. B. (1993): *The last panda*. Chicago.
- SCHWEINFURTH, U. (1956): *Über klimatische Trockentäler im Himalaya*. In: *Erdkunde* 10, 297-302.
- (1972): *The eastern marches of High Asia and the river gorge country*. In: *Erdwiss. Forschung* 5, 276-287.
- (1986): *Zur Landschaftsgliederung im chinesisch-tibetischen Übergangsraum*. In: *Berl. Geogr. Studien* 20, 237-49.
- (1993): *Vegetation und Himalaya-Forschung*. In: *Erdwiss. Forschung* 112, 11-29.
- SICHUAN SENLIN (1992): *Editorial board of „Forests in Sichuan“*. China Forestry Publ. House.
- SICHUAN ZHIBEI (1980): *Editorial board of „Sichuan's Vegetation“*. Chengdu, Sichuan's People's Press (Vegetation Sichuans, in Chinesisch).
- SMIL, V. (1983): *Deforestation in China*. In: *Ambio* 12.5, 226-231.
- (1984): *The bad earth - environmental degradation in China*. London.
- TAFEL, A. (1914): *Meine Tibetreise*. Stuttgart.
- TANG, B. X.; LIU, S. J. a. LIU, S. Q. (1994): *Mountain desaster formation in Northwest Sichuan*. In: *Geojournal* 34.1, 41-46.
- TAYLOR, A. H. a. QIN, Z. S. (1987): *Culm dynamics and dry matter production of bamboos in the Wolong and Tangjiahe Giant Panda Reserves, Sichuan, China*. In: *Jour. Applied Ecology* 24, 419-433.
- (1988a): *Regeneration patterns in old growth *Abies-Betula* forests in the Wolong Natural Reserve*. In: *Jour. Ecology* 76, 1204-1218.
- (1988b): *Tree replacement patterns in subalpine *Abies-Betula* forests, Wolong Natural Reserve*. In: *Vegetatio* 78, 141-149.
- (1988c): *Regeneration from seed of *Sinarundinaria fangiana*, a bamboo, in the Wolong Giant Panda Reserve*. In: *Amer. Jour. Botany* 75/7, 1065-1073.
- (1989): *Structure and composition of selectively cut and uncut *Abies-Tsuga* forest in Wolong Natural Reserve and implications for panda conservation in China*. In: *Biol. Conservation* 47, 83-108.
- TENG, S. C. (1947): *The forest regions of Kansu and their ecological aspect*. In: *Bot. Bull. Academia Sinica* 1.3, Taipeh, 187-200.

- WALKER, E. H. (1941): Plants collected by R.C. Ching in S-Mongolia and Kansu Province. In: Contrib. US National Museum 28.4, 563-675.
- WANG, C. W. (1961): The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. Maria Moors Cabot Foundation, Publ. No. 5, Cambridge, Ma.
- WEIGOLD, H. (1935): Südost-Tibet als Lebensraum. In: Jahrb. Geogr. Ges. Hannover, 203-247.
- WINKLER, D. (1994): Die Waldvegetation in der Ostabdachung des Tibetischen Hochlandes – Dreidimensionale Vegetationszonierung mit Bodenuntersuchungen am Beispiel des Jiuzhai-Tals in NNW-Sichuan. Berliner Geogr. Abh. – Beiheft 2.
- (1995): Die Waldzerstörung in Osttibet. In: Tibet Forum 2, Bonn, 27-30.
- (1996): The forests, forest economy and deforestation in the Tibetan Prefectures of West Sichuan. In: Commonwealth Forestry Review 75.4, 295-301.
- (1997a): Deforestation in Eastern Tibet. Human impact past and present: In: CLARKE, G. E. (Ed.): Development, Society and Environment in Tibet. Proc. 7th Sem. Intern. Assoc. Tibetan Studies (IATS) 1995 – Seggau, Austria. Vienna (submitted).
- (1997b): Die waldfreien Sonnhänge Ost-Tibets am Beispiel Jiuzhaigous (Zitsa Degu) und der Einfluß von Feuer und Weidewirtschaft. In: PACHUR, H. J. u. WÜNNEMANN B. (Hg.): Geowissenschaftliche Forschungen in Zentralasien. Petermanns Geographische Mitteilungen, Sonderband (im Druck).
- WISSMANN, H. V. (1960; 1961): Stufen und Gürtel der Vegetation und des Klimas in Hochasien und seinen Randgebieten. In: Erdkunde 14; 15, 249-272; 19-44.
- WU, Z. Y. (1994): Ausführliche Pflanzenliste Jiuzhaigous. In: WINKLER, D. (1994): Die Waldvegetation in der Ostabdachung des Tibetischen Hochlandes – Dreidimensionale Vegetationszonierung mit Bodenuntersuchungen am Beispiel des Jiuzhai-Tals in NNW-Sichuan. Berliner Geogr. Abh. – Beiheft 2, 104-112.
- XINHUA (1994): The 'Tibet Autonomous Region' tops all provinces in China and regions in the stands of timber. In: Xinhua 3.3.94, nach: News from China Vol. VI, No. 10, 9.3.94.
- YANG, Q. Y. a. ZHENG, D. (1990): On altitudinal land use zonation of the Hengduan Mountain Region in SW China. In: GeoJournal 20.4, 369-374.
- YANG, Y. P. (1986): Importance of the ecological balance of the subalpine forest of W-Sichuan. In: INTECOL Bull. 13, 41-44.
- (1987): Alpine forests in Western Sichuan, China and the effects of forest management. In: FUJIMORI, T. a. KIMURA, M. (Eds.): Human impact and management of mountain forests. Proc. Intern. IUFRO Workshop 1987. Ibaraki, Japan, 67-79.
- (1992): Historical development of felling and regeneration of subalpine forests in Western Sichuan. In: YANG, Y. P. a. ZHANG, J. L. (Eds.): Protection and management of mountain forests. Proc. 5th Intern. IUFRO Workshop 1990. Beijing, 18-23.
- YANG, Y. P. a. ZHANG, J. L. (Eds.) (1992): Protection and management of mountain forests. Proc. 5th Intern. IUFRO Workshop 1990. Beijing.
- ZHANG, H. L. (1988): Past, present and future development tendencies of the forest resources in China. In: Journal of Natural Resources 3.3, 201-214 (Chin., Engl. abstract).
- ZHANG, J. W.; WANG, J. T.; CHEN, W. L. a. LI, B. S. (1981): On latitudinal zoning of vegetation in the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau. In: Scientia Sinica 24.8, 1134-1165.
- ZHAO, A. (1992): The crisis of the forest industry in the Tibetan areas of Sichuan and ways toward positive development. In: Jinji Dili (Economic Geography) 12.1, Changsha, 55-61 (Chin.).
- ZHENG, D. (1986): A comparative study of geoecological and environmental problems between the Himalayas and the Hengduan Mountains. In: LI, W. H. a. PANDAY, K. K. (Eds.): Watershed management – Proc. Intern. Workshop watershed management in the Hindukush-Himalaya Region. ICIMOD/CAS, Kathmandu, 25-38.