

results of this study, however, it appears that the majority of parcel owners regard their lots as investments rather than as sites for vacation or second homes, places of retirement, or other uses. As such, the actual increase in residential use of remote subdivisions in Hawaii in the near future, when compared to potential use, can be expected to be both minimal and widely scattered.

References

- DICKINSON, T. E. and W. E. JOHNSTON: An Evaluation of Owner's Expectations of Building Within Remote Rural Subdivisions: Impacts on the Rural Community. Paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Association, Edmonton, Canada, August 1973.
- JOHNSTON, W. E. and D. E. HANSEN: Behavioral Characteristics of Purchasers of Remote Recreational Subdivision Parcels in Northern California. *Erdkunde*, Vol. 28 (September 1974), pp. 231–237.
- PARSONS, J. J.: Slicing up the Open Space: Subdivisions without Homes in Northern California. *Erdkunde*, Vol. 26 (March 1972), pp. 1–8.
- PLATT, R. H.: Backwoods Urban Growth: The Recreational Land Development Boom. *Proceedings of the Association of American Geographers*, Vol. 5 (1973), pp. 225–229.
- STEPHENSON, L. K. and J. I. NISHIDA: Little Pieces of Paradise: Land Ownership in Puna, Hawaii. Paper presented at the annual meeting of the Great Plains-Rocky Mountain Division of the Association of American Geographers, Logan, Utah, September 1975.
- STEPHENSON, L. K. and O. W. MATSUNAMI: Speculative Subdivision Land Values in Puna, Hawaii. Paper presented at the annual meeting of the Association of Pacific Coast Geographers, Tucson, Arizona, June 1976.

ZUR ÖKOLOGIE DER TROCKENTÄLER BHUTANS

MARCUS WÜRMLI

Mit 1 Abbildung

Observations on the ecology of climatically dry valleys in Bhutan.

Summary: The author refers about personal observations made during a 3 months expedition in Bhutan. The article is a supplement to two papers published by SCHWEINFURTH (1956, 1957). The valleys of Thimphu, Paro and Wangdiphodrang – Punakha are dry valleys (Abb. 1). A short description of the vegetation of the dry valleys is given. The sparse, dried up vegetation is anthropogenical. Originally the bottom and the slopes of the dry valleys were covered with a dry conifer forest mainly of *Pinus roxburghii*. The xerophilous vegetation of the dry valleys of Bhutan is similar to that of the alpine dry valleys (cf. BRAUN-BLANQUET 1961). The biologically important factors of the climatically dry valleys are discussed.

Im 10. Band (1956) dieser Zeitschrift hat U. SCHWEINFURTH eine Literaturübersicht über die klimatischen Trockentäler im Himalaya veröffentlicht. Im Jahre 1972 hatte ich das Glück, drei Monate in Bhutan weilen zu können (cf. BARONI URBANI, STEMMLER, WITTMER & WÜRMLI, 1973), in dem Land also, wo der Trockentalcharakter extrem ausgeprägt ist und wo

er in besonderem Kontrast zur allgemein hohen Feuchtigkeit steht. Die hier dargestellten Ergebnisse beruhen nur auf wenigen Beobachtungen, doch halte ich sie für mitteilenswert, da in naher Zukunft weitere Forschungstätigkeit in Bhutan wohl ausgeschlossen ist.

In der Abb. 1 ist die Ausdehnung der Trockentäler Westbhutans eingezeichnet. Das Tal des Wong-chu (topographische Nomenklatur weitgehend nach KARAN, 1967), in dem die Hauptstadt Thimphu liegt, ist ein Trockental. Der Trockentalcharakter beginnt beim Paß Semi-la und reicht im Norden ungefähr 8 km über Thimphu hinaus. Von diesem Tal zweigt bei „Confluence“ (ca. 20 km vor Thimphu) das Tal von Paro ab. Auch dieses ist von Confluence bis über das Kloster Taktsang hinaus ein Trockental. Die Täler von Paro und Thimphu liegen auf 2300–2400 m Höhe. Das Tal von Ha konnte ich nicht besuchen, vermute aber, daß es auch ein Trockental ist.

Das Tal des Mo-chu, von Wangdiphodrang bis Punakha (1400–1500 m), ist ein extremes Trockental. Wo die Grenze im Süden liegt, ist mir unbekannt. Die trockene unbewaldete Talsohle beginnt sicher 5 km vor Wandiphodrang. Auch das Tal des Phochu, der bei Wandiphodrang in den Mo-chu fließt, ist bis nach

Sampa (ca. 10 km nordöstlich Wangdiphodrang) trockenen. Zwischen Wandiphodrang und Punakha finden wir einige Sandgebiete mit interessanter Fauna und beginnender Dünenbildung.

Trockentäler erkennt man zunächst an der Vegetation. Ihre Talstufe trägt – wie es SCHWEINFURTH (1956, 1957) schon beschrieben hat – eine spärliche, niedrige, steppenartige Vegetation. Die Talsohle und die Hänge sind oft nackt und nur von wenigen Vegetationsbüscheln bekleidet. Der Trockentalcharakter und der Wechsel der Vegetation wird besonders deutlich, wenn man von einem Paß in ein Trockental hinabsteigt. Auf der Paßhöhe des Dochu-la (3100 m) zwischen Thimphu und Wandiphodrang beispielsweise findet man einen herrlichen, immergrünen Höhen- und Nebelwald (Rhododendron, Koniferen). Bei etwa 2700 m kommen wir in einen Koniferenwald, der die Trockenheit schon ahnen läßt. Der Mensch hat ihn mancherorten aber stark geschlagen, so daß der Übergang vom feuchten, grünen Wald in das Trockental abrupt erfolgt.

In der Umgebung von Wangdiphodrang ist diese Trockenvegetation extrem ausgebildet. Die Talsohle, wie auch die des Thimphu- und Parotales ist weitgehend für den Reisanbau terrassiert und genutzt. An den Hängen herrscht eine grünlichgelbe, xerophile und xeromorphe Vegetation; Sträucher oder Bäume sind selten. Je weiter wir uns aber von menschlichen Ansiedlungen entfernen, um so eher treten sie wieder auf. Die Täler von Paro und Thimphu sind wohl wegen der größeren Höhe etwas feuchter; Bäume und Sträucher sind denn auch häufiger. Besonders fallen hier auf: *Berberis Elaeagnus*, *Juniperus*, *Pinus Roxburghii*, *Quercus semecarpifolia*, *Ribes*, *Rosa sericea* und andere Rosa-Arten, *Rubus*. Für Trockentäler charakteristisch ist die schöne rote *Euphorbiacee Tithymalus Griffithii*. Die Flora der Trockentäler ist viel eher holarktisch als palaeotropisch, ja sie mutet mitteleuropäisch an. Die floristischen und physiognomischen Ähnlichkeiten mit der Vegetation der inneralpinen Trockentäler (BRAUN-BLANQUET, 1961) ist auffallend, besonders etwa mit den Berberis-Rosengebüschen, wie dem *Berberideto-Rosetum* des Unterengadin. Der kurze Rasenbewuchs der bhutanesischen Trockentäler erinnert an die subkontinentalen Steppenrasen (*Festucetalia vallesiaceae*). Auch die Fauna ist ähnlich (cf. WÜRMLI, in Vorbereitung). Wir dürfen in diesem Zusammenhang wohl von Isozöosen sprechen. Der Koniferenwald, der an die eigentliche Trockentalstufe in Bhutan anschließt, hat seinerseits wiederum eine große Ähnlichkeit mit den Steppenföhrenwäldern (*Ononipinion*) der inneralpinen Trockentäler.

Die Vegetation der Talstufe der Täler von Thimphu, Paro und Wangdiphodrang ist sicher anthropogen. Ursprünglich stand auch in der Talsohle ein Koniferenwald vorwiegend aus *Pinus Roxburghii*. Die Nachfrage nach Bau- und Brennholz bewog den Menschen, die Wälder abzuholzen. Noch heute oder besonders heute ist die Brennholzsuche im Tale des Mo-chu sehr zeitraubend und der Bhutaner muß deswegen weit entlegene Plätze aufsuchen. Der Holzschlag führte durch die radikale Änderung des Bodenklimas zu schwer reversiblen Prozessen. Die starken tageszeit-

lichen Winde können ungehindert angreifen, austrocknen und abtransportieren. Die Niederschläge fließen schnell ab. Durch die mangelnde Zufuhr organischen Materials verändert sich auch die Krümelstruktur und das Ergebnis ist eine typische Terra rossa. Die Tatsache, daß in siedlungsfernen Gebieten noch Waldreste vorhanden sind, weist deutlich auf den anthropogenen Ursprung der Trockentalvegetation hin. Auch in den inneralpinen Trockentälern trägt der Mensch dazu bei, die Ausdehnung der Trockenvegetation zu erhalten oder zu vergrößern (BRAUN-BLANQUET, 1961).

Wie die inneralpinen Trockentäler viele submediterrane oder mediterrane Elemente aufweisen, so sind auch die bhutanesischen Trockentäler für den Zoogeographen von Interesse: Es scheint, daß manche orientalische Arten der verschiedensten Tiergruppen den Trockentälern entlang tief in den Himalaya eindringen. Das Tal von Wangdiphodrang ist beispielsweise ein endemisches Malariagebiet.

Die Trockentäler haben eine klimatische und meteorologische Sonderstellung. Die umgebenden Bergkämme sind stets in Wolken gehüllt (Kondensation, Nebelwald), während die Talsohle fast immer im Sonnenschein liegt. Die Tagesmaxima sind entsprechend hoch. Dieses Phänomen ist auch während des Monsuns zu beobachten. Die Trockentäler sind im Vergleich zum umgebenden Gebiet ziemlich stark abgeschirmt; der Monsun fällt weniger reich. Leider sind keinerlei Klimamessungen bekannt. Der Winter ist in den Trockentälern milde: Punakha war Winterhauptstadt. In Thimphu fällt das Thermometer selten unter den Gefrierpunkt.

Charakteristisch für die Trockentäler Bhutans sind die tageszeitlichen Winde. Ab etwa 3 Uhr nachmittags weht ein trockenheißer Wind talaufwärts. Er kann äußerst heftig werden. So hat er vor einigen Jahren in Wangdiphodrang eine Hängebrücke wohl durch Resonanz zerstört. Nachts ist bisweilen ein leichter, talabwärts wehender Wind spürbar. In etwa 100 m über der Sohle des Mo-chu-Tales konnte ich oft ein starkes Flimmern beobachten (und fotografieren), das wohl auf Mischungsvorgänge zurückgeht.

Zusammenfassend lassen sich die biologisch bedeutsamen Faktoren des Trockentales mit folgenden Stichworten beschreiben:

- Starke tageszeitliche, trockenheiße Winde; wesentlich geringere Niederschlagsmenge und höhere Durchschnittstemperatur im Tages- und Jahresverlauf als im umgebenden Gebiet; hohe Tagesmaxima der Temperatur; starke Insolation, große Lichtfülle.

- Starke Deflation organischen und anorganischen Materials im Boden, mangelnde Zufuhr organischen Materials, dadurch Verarmung des Bodens, ungenügende Krümelstruktur, ungenügendes Wasserhaltevermögen besonders während des Monsuns, beträchtliche Erosion; im Bodenklima abrupter Wechsel von trocken-feucht und heiß-kühl, besonders wegen der starken Insolation.

Nach der Verbreitungskarte von SCHWEINFURTH (1956, Abb. 1) sind auch die Täler von Tongsa, Bya-

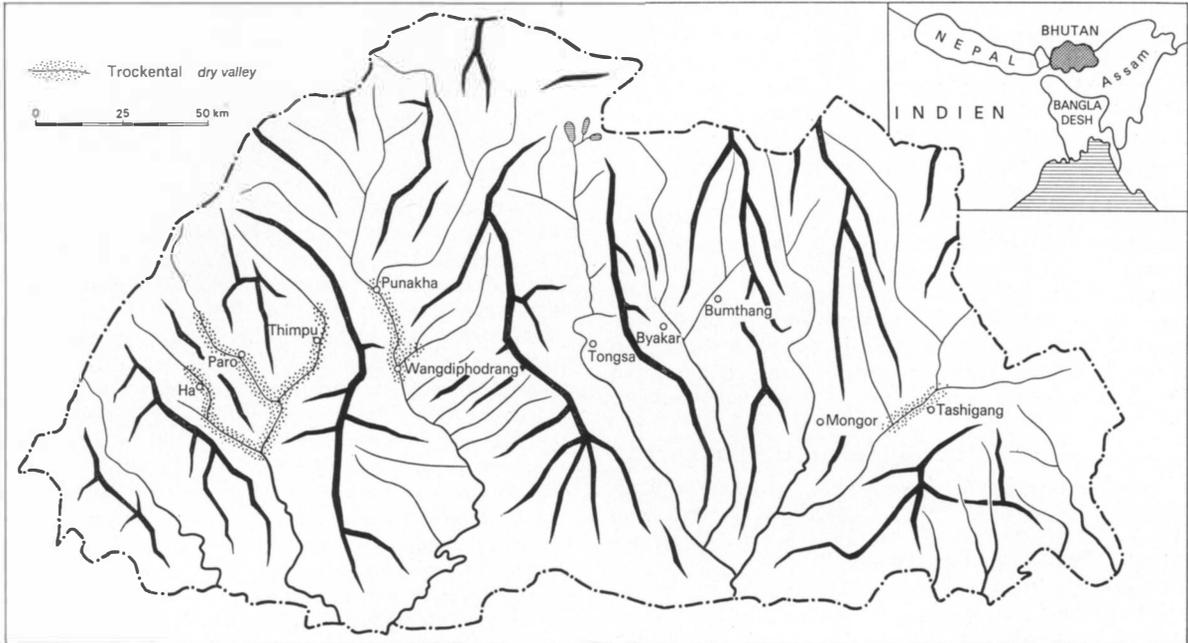


Abb. 1: Karte von Bhutan.

kar, Bumthang, Mongor und Tashigang Trockentäler. Mindestens im Falle von Tongsa trifft dies aber nicht zu. Ich habe den zentralen Teil des Tales (um Tongsa) bereist und keinerlei Trockenvegetation noch tageszeitliche Winde gefunden. Auch der Monsun, der sonst Trockentäler eher schont, ist ebenso stark wie in den umgebenden Bergzügen. Auch die Täler von Bumthang und Mongor Dzong sollen nach Auskunft der Bhutaner keine Trockentäler sein. Tashigang hingegen liegt in einem ausgeprägten Trockental (Auskunft von KEIJI NISHIOKA, Colombo-Plan Experte, Paro). Warum das Tal von Tongsa kein Trockental ist, bleibt unklar. Das Tal ist stark eingeschnitten und weist keine breite Talsohle auf. Möglicherweise sind aber die Black Mountains die Ursache. Sie verlaufen in nord-südlicher Richtung und teilen Bhutan in zwei Teile, die biogeographisch und auch ethnologisch-linguistisch voneinander wohl unterschieden sind.

Zitierte Literatur

- BARONI URBANI, C., O. STEMMLER, W. WITTMER & M. WÜRMLI: Zoologische Expedition des Naturhistorischen Museums Basel in das Königreich Bhutan. Verh. Naturf. Ges. Basel 83, 319–336, 1973.
- BRAUN-BLANQUET, J.: Die inneralpine Trockenvegetation. Von der Provence bis zur Steiermark. Stuttgart 1961.
- KARAN, P. P.: Bhutan. A physical and cultural geography. Lexington 1967.
- SCHWEINFURTH, U.: Über klimatische Trockentäler im Himalaya. Erdkunde 10, 297–302, 1957.
- : Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. Bonn. Geogr. Abh. 20, 373 p., 2 Karten, 1957.
- WÜRMLI, M.: Zur Kenntnis der Bodenfauna des Festucopulsatilletum halleri im Vispertal. In Vorbereitung.

BUCHBESPRECHUNGEN

RATERS, E.: Die Entwicklung des raumbezogenen Versorgungsverhaltens und des zentralörtlichen Versorgungsgefüges unter besonderer Berücksichtigung von Veränderungen des Einkommens und des Raumwiderstandes. 179 S., 30 Abb., 8 Tab. In: Schriften zu Regional- und Verkehrsproblemen in Industrie- und Entwicklungsländern (hrsg.

von H.-J. MÜLLER und T. DAMS), Bd. 19. Verlag Duncker u. Humblot, Berlin 1976. DM 29,80.

RATERS benutzt für seine auf Probleme der kommerziellen Zentralität eingeschränkte Untersuchung einen am Konsumentenverhalten orientierten Ansatz. Nachfrage und