

Graduiertenkolleg Interdisziplinäre Umweltgeschichte

Bernd Herrmann (Hg.)

Beiträge  
zum Göttinger  
Umwelthistorischen  
Kolloquium  
2009 – 2010



Universitätsverlag Göttingen

## Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Die Veröffentlichung dieser Aufsatzsammlung dokumentiert Aktivitäten des DFG Graduiertenkollegs 1024 „Interdisziplinäre Umweltgeschichte. Naturale Umwelt und gesellschaftliches Handeln in Mitteleuropa“, in dessen Veranstaltungskanon das Umwelthistorische Kolloquium seit 2004 integriert ist.

Gedruckt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

### *Anschrift des Graduiertenkollegs:*

Graduiertenkolleg Interdisziplinäre Umweltgeschichte  
Naturale Umwelt und gesellschaftliches Handeln in Mitteleuropa  
Georg August Universität Göttingen  
Bürgerstrasse 50, 37073 Göttingen  
<http://www.anthro.uni-goettingen.de/gk/>

Dieses Buch ist auch als freie Onlineversion über die Homepage des Verlags sowie über den OPAC der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek (<http://www.sub.uni-goettingen.de>) erreichbar und darf gelesen, heruntergeladen sowie als Privatkopie ausgedruckt werden. Es gelten die Lizenzbestimmungen der Onlineversion. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

Satz und Redaktionelle Bearbeitung: Maike Gauger, Bernd Herrmann  
Umschlaggestaltung: Kilian Klapp und Maren Büttner  
Titelabbildung: Titelbild unter freundlich genehmigter Verwendung einer Abbildung aus MS 12322 Bibliothèque Nationale Paris, Section des Manuscrites Occidentaux.

© 2010 Universitätsverlag Göttingen  
<http://univerlag.uni-goettingen.de>  
ISBN: 978-3-941875-52-4

# Wald oder Weide? Zum Einfluss der nomadischen Viehhaltung auf die Grasländer Tibets

*Karsten Wesche, Georg Miebe & Knut Kaiser*

## 1 Einführung

Die Struktur der Vegetationsdecke ist eine der wichtigsten Eigenschaften von Landschaften. Insbesondere der Unterschied zwischen Wald und Offenland ist von fundamentaler Bedeutung für den Menschen, hängen damit doch ganz unterschiedliche Landnutzungskonzepte zusammen. Wo Wald wie in Mitteleuropa wächst oder zumindest wachsen kann, ist häufig auch das Klima für Ackerbau geeignet, während natürlicherweise waldfreie Standorte wie die zentralasiatischen Steppen oft zu trocken und / oder zu kalt für Feldfrüchte sind. Die Bevölkerung ist hier auf andere Landnutzungsformen angewiesen, und betreibt in Zentralasien daher z.B. nomadische Viehhaltung.

Das Beispiel von Mitteleuropa, das heute nur ca. zu einem Drittel bewaldet ist, zeigt aber auch, dass Waldfreiheit nicht immer klimatische Gründe haben muss. Gäbe es den Menschen nicht, würde sich als potentiell natürliche Vegetation auf den meisten Flächen Buchenwald ansiedeln, und auf den wenigen für Buchen ungeeigneten Standorten wüchsen wohl andere Gehölze, so dass >90% Mitteleuropas bewaldet wären (Ellenberg 1996, Bohn u. Gollub 2007). Dass die Walddecke in der Bundesrepublik Deutschland heute aber nur ca. 30% der Fläche ausmacht, ist eine Folge der menschlichen Landnutzung. Das Klima erlaubt eben eine intensive Landwirtschaft; entsprechend bedecken Äcker 37% und Dauergrünland weitere 16% der Landesfläche (Lind et al. 2009).

Die Waldarmut Mitteleuropas ist kein neues Phänomen, und war in der Zeit zwischen Mittelalter und Beginn der modernen Forstwirtschaft im 19. Jahrhundert zum Teil noch deutlicher ausgeprägt. Ein geschlossenes Waldland Mitteleuropa hat es also während der Ausbildung unserer heutigen Kultur und damit auch Wissenschaft nicht gegeben, und dennoch zweifelt niemand an der Waldfähigkeit der Region. So haben Pollenkundler schon vor Jahrzehnten die Waldgeschichte Mitteleuropas in den wesentlichen Zügen aufgeklärt und gezeigt, dass mit dem Ende der Eiszeit eine fast 10 000 Jahre andauernde Periode der Dominanz verschiedener Baumarten begann. Diese wurde erst mit dem Einsetzen menschlicher Rodungen in den letzten zweitausend Jahren unterbrochen, und erst in den letzten 1000 Jahren hat der Wald die Vorherrschaft verloren (Lang 1994).

Dass Mitteleuropa auch hinsichtlich des Erscheinungsbildes eine Kulturlandschaft ist, ist weder besonders neu noch strittig, die Frage ist aber, ob sich das Beispiel übertragen lässt. In vorliegendem Beitrag soll dieser Frage anhand einer heute nahezu waldfreien Region nachgegangen werden, für die die Vorstellung einer geschlossenen Walddecke als natürlicher Vegetation besonders schwer fällt. Im trockenen und relativ kalten tibetischen Hochland wachsen heute einerseits ausgedehnte alpine Steppen, die denen der tieferen Regionen Zentralasiens gleichen und andererseits kurzrasige Seggenweiden aus *Kobresia pygmaea*. Beide werden für natürlicherweise waldfrei gehalten. Wir werden hier einige neuere, zum Teil eigene Untersuchungen zusammenfassen, die gängige Annahmen zu korrigieren helfen.

## 2 Tibet: Naturräumliche Bedingungen und Siedlungsgeschichte

Mit mittleren Meereshöhen über 4000 mNN ist das tibetische Hochland das höchst gelegene Siedlungsgebiet der Erde. Die Temperaturen sind niedrig, liegen im Mittel nur um dem Gefrierpunkt und im Winter weit darunter (Miehe et al. 2001). Die Sommer sind für die Meereshöhen ungewöhnlich warm: Die Klimastation Gerze (4415 mNN) im zentralen Hochland hat Juli-Mitteltemperaturen von 12°C. Madeira, in gleicher Breitenkreislage, hat ein Julimittel von 16,5°C und hätte in der Meereshöhe von Gerze eine Juli-Mitteltemperatur von -9°C. Für Ackerbau ausreichende Niederschläge sind auf die Ostabdachung des Hochlandes beschränkt. Der weitaus größte Teil des Plateaus erhält Niederschläge von nur 300 bis sogar deutlich unter 100 mm (Atlas of Tibet Plateau 1990). Hier herrschen offene Kurzgrassteppen mit Polstern vor. Wald spielt heute in ganz Tibet keine nennenswerte Rolle. Dabei liegt die thermische Obergrenze des Waldes, also die alpine Waldgrenze, in Tibet höher als irgendwo sonst in Eurasien (Miehe et al. 2007). Die Waldgrenze steigt von 3800 m im Norden bis über 4800 mNN im Südosten; weite Teile des Plateaus sind also zumindest hinsichtlich der Sommertemperaturen waldfähig.

Die traditionelle Landnutzung in Tibet ist die nomadische Viehhaltung, die es erlaubt, auch in trockenen und kalten Regionen zu überleben. Ohne Yaks ist die tibetische Kultur nicht denkbar („kein Yak, keine Tibeter“, 10. Panchen Lama), denn sie liefern nicht nur Nahrung, sondern auch Wolle und Brennstoff (Rhode et al. 2007). Da der Nomadismus aber immer auch auf den Import von Kohlehydraten in Form von Gerste (geröstet als „*Tsampa*“) angewiesen war, konnte er sich erst parallel zur Entwicklung des Ackerbaus in den umgebenden Tiefländern ausbilden, und die ältesten neolithischen Spuren in Tibet reichen bis ca. 6000 BP zurück (Aldenderfer 2007). Jäger und Sammler waren aber wohl schon während der Eiszeit auf dem Plateau (Brantingham et al. 2007), so dass wir es auch in Tibet mit einer sehr lange besiedelten Landschaft, und in diesem Sinne mit einer Kulturlandschaft zu tun haben. Es ist zu erwarten, dass die jahrtausende alte Landnutzung ihre Spuren hinterlassen hat, und eine der Kernfragen lautet, ob nicht – in sehr weit gefasster Analogie zu Mitteleuropa – auch in Tibet ehemals ausgedehnte Wälder durch die Landnutzung zurück gedrängt wurden. Dafür spräche u.a. die große Bedeutung, die Holz in der Bauweise der Tibeter hat (Abb. 1), aber ganz konkret auch das vereinzelte Auftreten von Bäumen auf dem Plateau (Abb. 2). Im Folgenden werden wir auf einige neuere Befunde zu dieser Frage eingehen.



**Abb. 1:** Holzschnitzerei über einem Torbogen im Kloster Labrang (Provinz Gansu).

**Abb. 2:** Heiliger Wald (Fichte) in direkter Nachbarschaft des Klosters Labrang (Provinz Gansu, 2800 mNN).

### 3 Datenquellen und Untersuchungsmethoden

In der Paläoökologie werden zunehmend „Multi-Proxy“-Ansätze verfolgt, bei denen verschiedene umwelthistorische Informationsquellen zur Ableitung eines Gesamtbildes hinzugezogen werden. Dies ist besonders in solchen Regionen wichtig, wo standortkundliche Untersuchungen von Pflanzengesellschaften oder Kenntnisse ökologischer Zeigerwerte von Pflanzen (Ellenberg 1996) so gut wie fehlen und die Rekonstruktion der Landnahme und Nutzungsgeschichte in den Anfängen steckt. So ist verständlich, dass sich ein umweltgeschichtliches Standard-

verfahren wie die Pollenanalyse in einer Region wie Tibet, in der weder ökologische Zeigerwerte von Pflanzen noch die Pflanzengesellschaften wirklich bekannt sind, darauf beschränken muss, die weltweit gut dokumentierten spätquartären Klimaschwankungen auch regional zu bestätigen. Da die Pollenanalyse die Artenzusammensetzung der Pflanzendecke rekonstruiert, jene aber sowohl das Klima als auch die Nutzung spiegelt, fließen im Pollenspektrum sowohl Klima- als auch Kultursignale zusammen. Wenn die gängigen Pollentypen auf Gattungs- (*Artemisia*) oder Familienniveau (*Chenopodiaceae*) Arten zusammenfassen, die sowohl Klima- als auch Kulturzeiger sind, werden die Schlussfolgerungen beliebig, wenigstens dort, wo Menschen die Vegetation verändern. Da humide Biome mit geschlossener Pflanzendecke genügend brennbares Material liefern und Menschen wohl immer die Umwelt ihren Bedürfnissen durch Verwendung von Feuer angepasst haben, ist damit praktisch – außer in Trockengebieten und der Arktis – überall damit zu rechnen, dass die Pollenanalyse ein Mischsignal rekonstruiert. Dies ist besonders problematisch, wo eine ressourcen-erschöpfende Weidewirtschaft die Vegetation in ähnlicher Weise verändert wie abnehmender Niederschlag.

Es empfiehlt sich daher, die Ergebnisse der Pollenanalyse mit Methoden zu ergänzen, die unabhängiger vom Einfluss des Menschen sind. Leider steht der Umweltforschung in Gebirgen oft das eingeschränkte Vorstellungsvermögen der Hochgebirgsforscher selbst im Weg, denn ackerbaulich sozialisierte Bewohner dicht besiedelter Tiefländer – und das sind Hochgebirgsforscher zumeist – neigen dazu, die Landschaften dünn besiedelter und für sie peripherer Gebirge vorschnell als natürlich wahrzunehmen.

Böden sind wichtige Archive für multidisziplinäre Untersuchungsverbände. Durch äolische und Hangprozesse überlagerte Böden (fossile/begrabene Böden) bleiben über Jahrtausende sicht- und auch datierbar, und können damit Hinweise auf Phasen verstärkter Erosion und damit vielleicht Waldauflichtung / Beweidung liefern. In Böden werden auch Holzkohlepartikel konserviert, die wiederum nach Datierung Hinweise auf Brandereignisse geben, und bei größeren Stücken sogar eine Analyse der Herkunft, also i.d.R. der Pflanzengattung erlauben (Kaiser et al. 2006, Kaiser et al. 2008, Kaiser et al. 2009).

Die heutige Vegetation liefert weitere wichtige Information. Der Zweitautor hat Expeditionen in Tibet durchgeführt und dabei weitverstreute isolierte Baumgruppen oder nur isolierte Bäume finden können. Man kann nun versuchen, aus den Standortbedingungen der heutigen Waldinseln auf die potentielle Waldfähigkeit vergleichbarer Standorte zu schließen (Miehe et al. 2003). Voraussetzung ist, dass solche Waldinseln Normalstandorte besetzen und Baumjungwuchs aufkommen kann. Als gedankliche Hilfskonstruktion dient uns eine Idee, die wir „*Lonely Tooth Hypothesis*“ nennen wollen: Niemand würde zweifeln, dass der letzte Zahn in einem sonst zahnlosen Mund zu einem einst vollständigen Gebiss gehörte. Da Wald aus Bäumen besteht, würden wir aus dem Überleben des letzten Baumes auf den einstigen Wald schließen dürfen.

Als neuester Ansatz schließlich werden genetische Methoden zunehmend wichtiger. Heute noch wachsende Bäume können auf ihre genetische Struktur hin untersucht werden, dies erlaubt eine Abschätzung von Grad und evtl. Dauer der räumlichen Isolation, und – im Vergleich mit Tieflandspopulationen – auch eine Analyse der Besiedlungsgeschichte (Oppenoorth et al. 2010).

## 4 Belege für ehemals ausgedehntere Wälder in Tibet

### 4.1 Pollen und Böden

Das Pollendiagramm „Lake Luanhaizi“ liegt nahe der „Haibei Alpine Meadow Research Station“ (Abb. 3, Herzsuh et al. 2006) und bildet die Waldgeschichte Nordosttibets ab, einer Region, die durch das aktuell vorherrschende Weideland (*Alpine Meadows*, l.c.) als natürlicherweise waldfrei wahrgenommen wird. Isolierte Baumbestände von Fichte und Birke auf Schatthängen oder Wacholder auf Sonnhängen werden in ihrem Zeugenwert für die Waldfähigkeit der Region genauso wenig diskutiert wie die Klimaverhältnisse, die bezüglich Sommerwärme und Niederschlag ein Waldklima anzeigen. Die Pollentypen umfassen meist sehr artenreiche Familien (Brassicaceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae) oder Gattungen (*Saussurea*) die sich durch ihre weite Verbreitung im tibetischen Hochland und seinen Randgebirgen nicht einem spezifischen Ökosystem oder gar einer bestimmten Pflanzengesellschaft zuordnen lassen. Die Baumpollenwerte sind dagegen eindeutig interpretierbar, da es jeweils nur eine Birken- (*Betula*), Wacholder- (*Juniperus*) und Fichtenart (*Picea*) in der Region gibt, deren ökologische Zeigerwerte bekannt sind (Miehe et al. 2008a). Unter den Pollenkurven des zitierten Diagramms bietet sich der mit der Frage „Wald oder Weide?“ verknüpften Suche nach Hinweisen auf klima- oder kulturgesteuerte Umweltgeschichte Nordosttibets die *Picea*-Pollenkurve allein schon deshalb an, weil sie die augenfälligsten Schwankungen aufweist. Ihr deutlicher Anstieg nach Ende des letzten Hochglazials ist ein Klimasignal rasch zunehmender Feuchtigkeit und ansteigender Temperaturen im Übergang zum Holozän, wie es weltweit menschenunabhängige „Proxies“ (z.B.  $\delta^{18}\text{O}$ ) auch zeigen. Diese Waldphase endet abrupt vor 7000 Jahren, obwohl diese Zeit des Mittelholozäns mit Klimaoptimum ausweislich der klimaabhängigen Proxies erst ca. 2000 Jahre später endet. Da unabhängige Befunde für das Ende einer Klimagunstphase fehlen, ist die Erklärung plausibler, dass Menschen den Fichtenwald abgebrannt haben. Feuer ist in Bodenprofilen von Hängen direkt oberhalb der Lokalität des Pollendiagramms nachgewiesen durch Holzkohlen, die als Fichten bestimmt wurden (Abb. 3, s. Kaiser et al. 2007). Die Frage, ob Blitzzündung oder menschelegtes Feuer die Ursache war, ist nicht eindeutig beantwortbar. Einige Indizien sprechen für den Menschen, denn Gewitter sind meist auf die sommerliche Regenzeit beschränkt, in der natürliche Waldbrände sehr unwahrscheinlich sind.

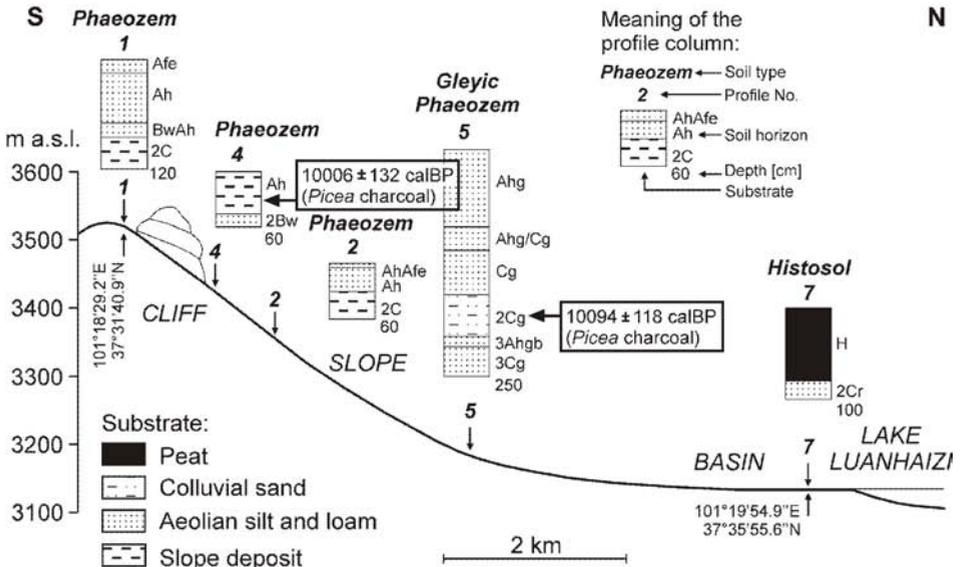
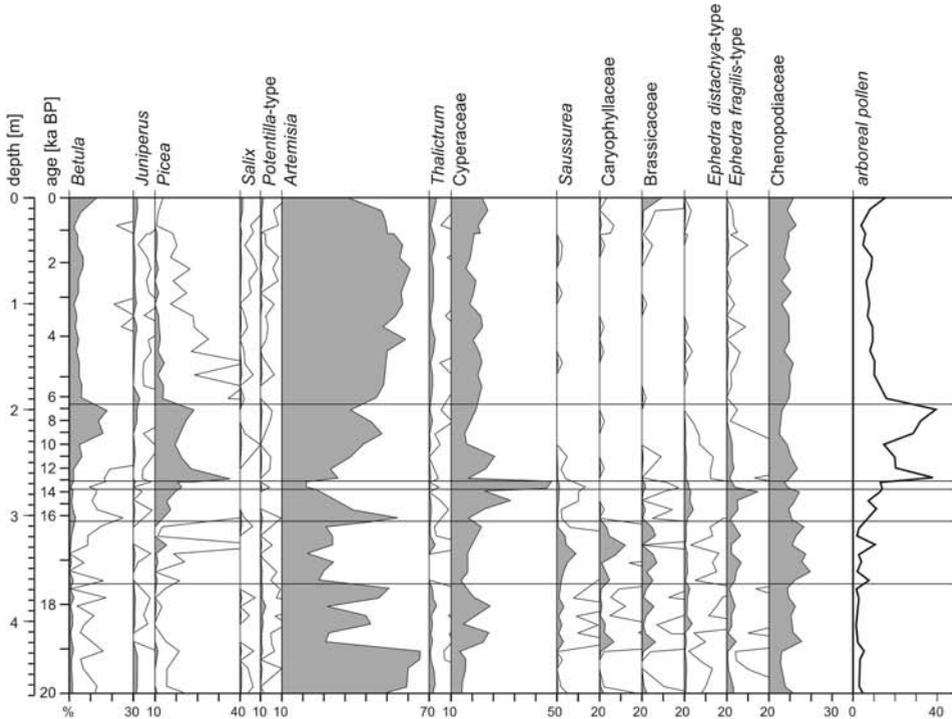


Abb. 3: Pollendiagramm ‚Lake Luanhaizi‘ (nach Herzschuh et al. 2006) und Bodenprofile eines nord-exponierten Hanges oberhalb des Sees (nach Kaiser et al. 2007).

Die Tatsache, dass sich der Wald nach diesem Ereignis nicht wieder regenerierte, spricht dafür, dass die hier lebenden Menschen, deren Anwesenheit in der Region durch Werkzeuge und Feuerstellen bezeugt ist (Brantingham et al. 2007), kein Interesse an einer Wiederbewaldung hatten, das Feuer also einsetzten, um die Wiederbewaldung zu unterdrücken. Ob dies Jagdfeuer waren, oder eine Landnahmeentscheidung von Viehhaltern, wissen wir noch nicht mit Gewissheit. Da für Viehhalter der Wald das Versteck von Raubtieren ist, wäre die Annahme, dass seither durch Weidepflege mittels Feuer eine nomadische Kulturlandschaft erhalten worden ist, nahe liegend.

Für die Hochgebirgshalbwüsten Südtibets in der Umgebung von Lhasa lässt sich die Entwicklung einer tibetischen Kulturlandschaft aufgrund besser aufgelöster Pollendiagramme, kombiniert mit bodenkundlichen Befunden und historischen Dokumenten, für die letzten 5000 Jahre verfolgen. Die Ausgangslage in Südtibet ist ähnlich; auch hier wird die aktuelle Vegetation eines durch Dornstrauchheiden dominierten baumlosen Trockengebiets für natürlich gehalten, obwohl Wärme und Niederschlag für Baumwuchs ausreichen und isolierte Klosterwälder mit religiös verehrtem Wacholder das Waldpotenzial zeigen (Miehe et al. 2008b). Das Pollendiagramm „Lhasa 1“ (Abb. 4) zeigt an seiner Basis einen deutlichen Rückgang von Wacholderpollen vor ca. 4700 Jahren, gefolgt von *Riccia*-Sporen. Dieses Lebermoos überzieht heute durch Viehtritt nur schütter bewachsene Lehmböden in der Regenzeit. Zeitgleich treten Pollenformen auf, die wahrscheinlich eher Getreide zuzuordnen sind („*Hordeum* type“, „*Triticum* type“) und Pollen von Ruderalpflanzen (*Polygonum aviculare*). Die Annahme, dass es sich um neolithischen Getreideanbau handelt, ist gestützt durch molekulargenetische Untersuchungen an Gerste, die für Südtibet eine sehr frühe Züchtung annehmen lassen (Wang et al. 2009). Eine zweite weit intensivere Nutzungsphase, die letztlich zur heutigen baumlosen Hochgebirgshalbwüste geführt haben mag, beginnt mit der historischen Periode in Südtibet und seiner Hauptstadt Lhasa seit dem 7. Jh. AD. Für Tempelbauten wird Bauholz auf den umgebenden Hängen geschlagen, wie Abb. 5 (undatiertes Wandgemälde im Jokhang, dem ältesten Tempel Lhasas) zeigt. Im 15. Jh. AD folgt der Bau sehr großer Klöster (Drepung, Sera Ganden), die in bewässerten Walnussoasen liegen. Auch heute noch häufige Ruderalpflanzen sind seither nachweisbar (*Erodium*, *Malva*, *Plantago*, *Tribulus*), so dass wir annehmen dürfen, dass der hohe Butterbedarf der Klöster (Buttertee, Butterlampen) die Viehwirtschaft stimulierte und seither selektiver Weidegang sowie Viehtritt die heute vorherrschenden Triftweiden entstehen ließen. Die Dornstrauchheiden Tibets wären demnach ähnlich „natürlich“ wie die Zwergstrauchbestände der Lüneburger Heide.

Die bodenkundlichen Untersuchungen an Hängen oberhalb von Lhasa (Abb. 6) zeigen mehrfache und z. T. meterdicke Umlagerungen, die wir als menschenverursachte Eingriffe in eine schützende Pflanzendecke interpretieren. Auch hier sind determinierte Wacholderholzkohlen unterschiedlichen Alters nachweisbar (Kaiser et al. 2006).

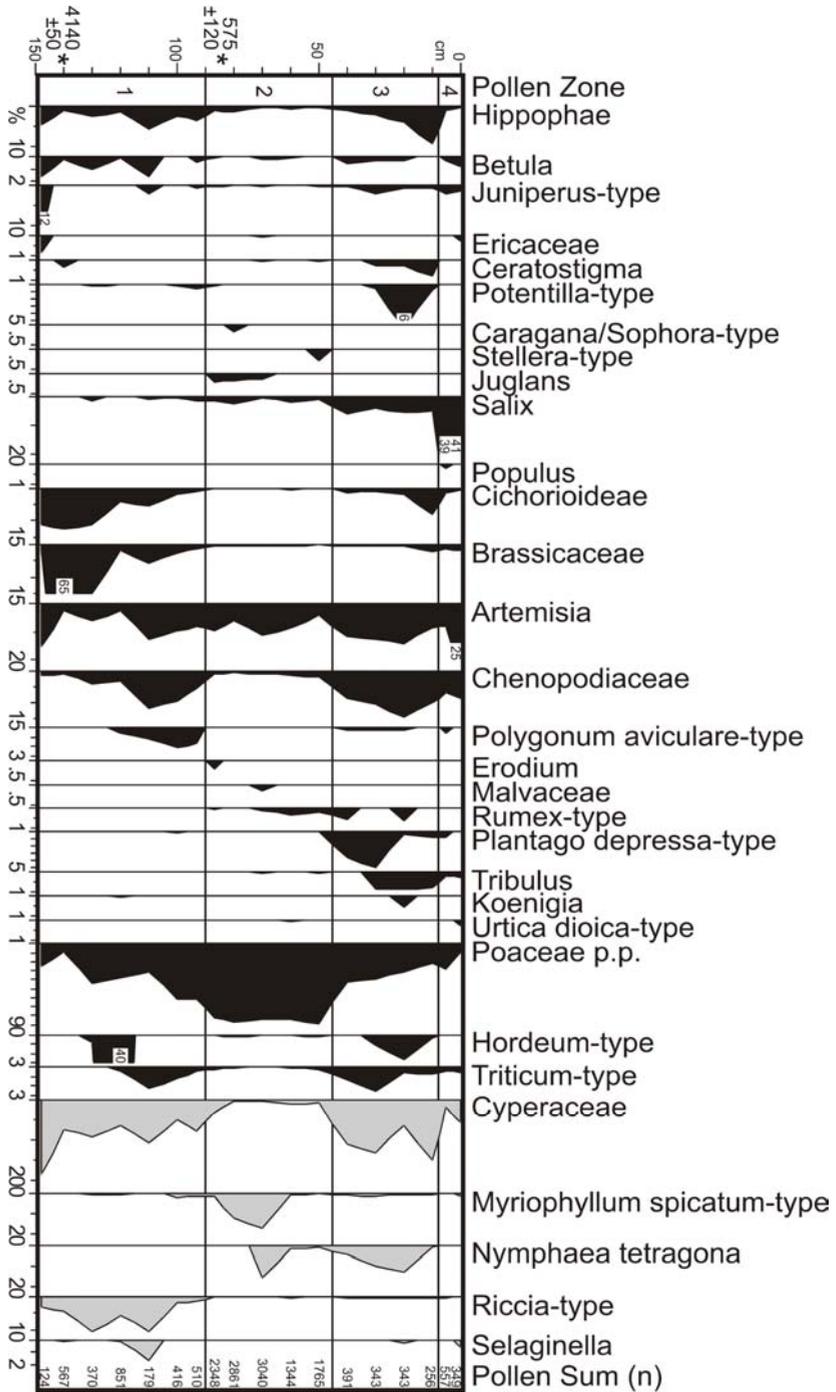


Abb. 4: Pollendiagramm ,Lhasa 1' (Schlütz in Kaiser et al. 2006).



**Abb. 5:** Undatiertes Wandgemälde im ältesten Stadttempel von Lhasa, das den Bau des Tempels darstellt (Photo: S. Mieke).

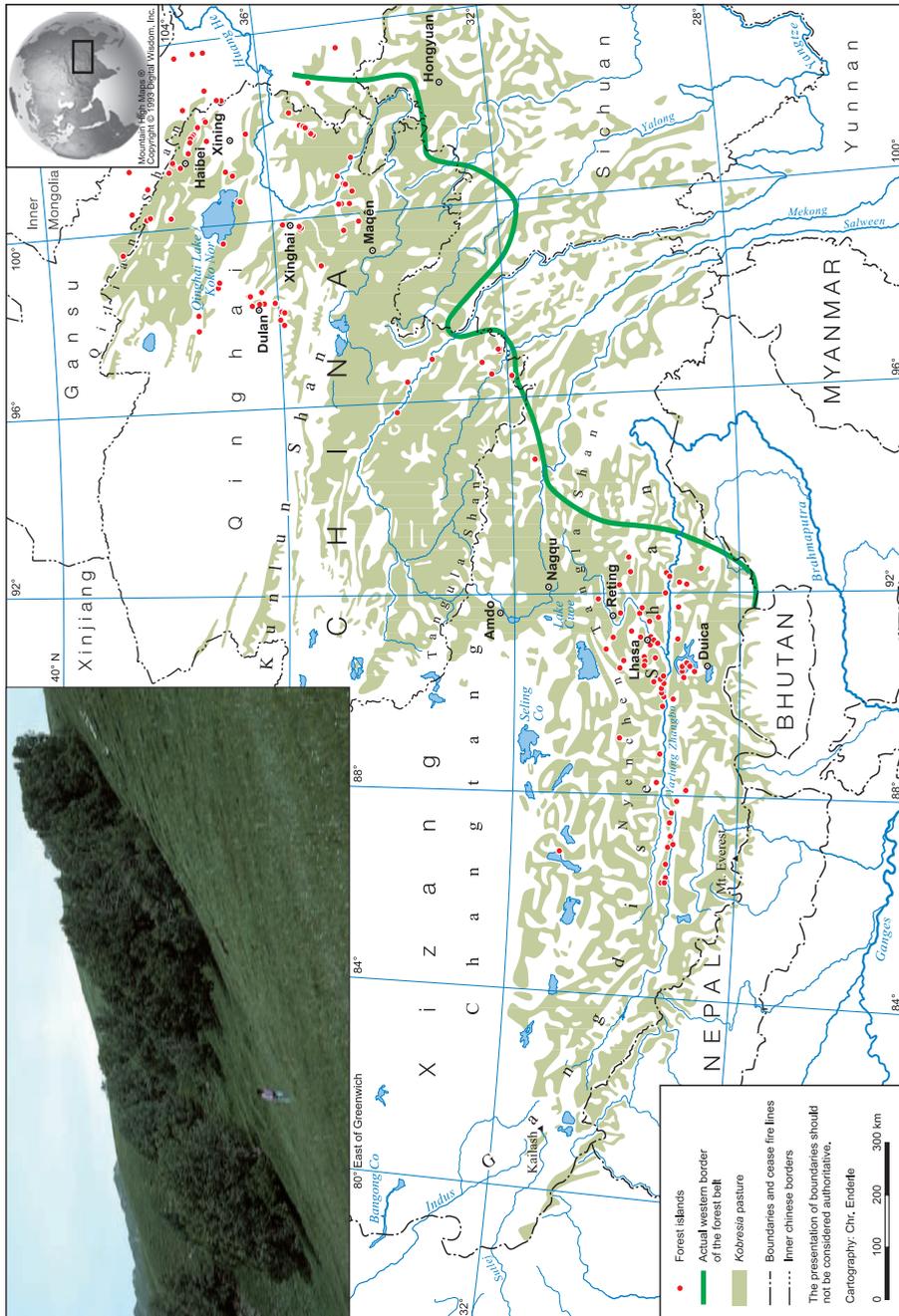
Im Bodenprofil DRE 2 (3654 mNN) auf einem Schwemmfächer unterhalb des Klosters Drepung sind noch Wacholderholzkohlen für die erste Hälfte des 19. Jhs. nachgewiesen; ob diese Holzkohlelage das Abbrennen eines Wacholderbestands bezeugt oder lediglich das Verbrennen des für religiöse Zeremonien verwendeten Wacholderholzes in der Nähe buddhistischer Heiligtümer oder lediglich ein Herdfeuer von Pilgern ist, bleibt ungewiss. Der Anteil von Weidenholz im Spektrum deutet eher auf ein Teefeuer von Pilgern hin.

Im Bodenprofil DRE 9 (4583 mNN) sind Holzkohlen von Wacholder bestimmt und datiert worden, die die Existenz von Wacholderbeständen auf diesem Hang vor 2200 Jahren vermuten lassen. Diese Bestände lagen nahe der klimatischen oberen Waldgrenze, deren letzte Relikte nur noch in unzugänglichen Felsklippen zu finden sind.

## 4.2 Aktuelle Vegetation

Baumbestände sind im östlichen Tibet keineswegs so selten wie früher angenommen. Insbesondere in der Nähe von Klöstern (Abb. 2) wachsen oft größere Wälder, die als heilig gelten. Diese bewaldeten Hänge zeigen keine ungewöhnlichen Standortbedingungen, und Wald wächst in verschiedenen Expositionen, ist also nicht nur auf sonnengeschützte etwas feuchtere Nordhänge beschränkt (Mieke et al. 2003).





**Abb. 7:** Tibetisches Hochland mit der Ausdehnung der *Kobresia pygmaea*-Matten. Die Punkte zeigen Lokalitäten mit Waldresten oder Einzelbäumen. Geländeerhebungen des Zweitautors. Das Photo zeigt eine Waldinsel aus *Juniperus przewalskii* in Nordost-Tibet.

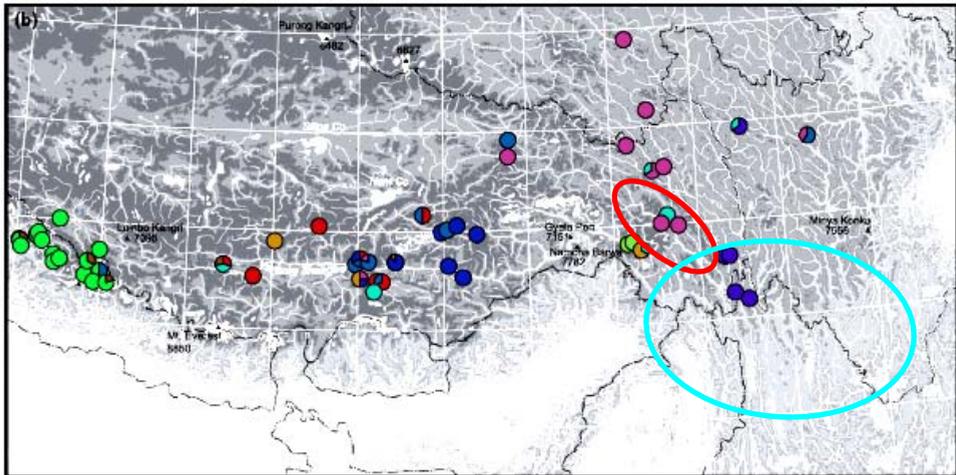
Eine Inventur entlang des Yarlung Zhangbo in Südtibet lässt bis 650 km westlich des heutigen geschlossenen Waldlandes in Südosttibet anhand von Wacholderrelikten auf einst größere Waldvorkommen schließen. In Nordost-Tibet reichen isolierte Waldinseln von Wacholder und Fichte bis 450 km westlich des aktuellen Waldgürtels (Abb. 7).

Diese Geländebefunde geben also gleich in mehrfacher Hinsicht Hinweise darauf, dass die heutige Waldfreiheit des östlichen Plateaus nicht rein klimatische Gründe haben kann: Die insgesamt große Zahl der Bestände spricht dagegen, dass es sich hier um reine Ausnahmen handelt; auch zeigt die Analyse der Standortbedingungen, dass es sich hier keinesfalls um völlig ungewöhnliche Lebensräume handelt. Wacholder kommen häufig entlang von Talflanken und kleinen Hügeln vor, also nicht in ausgesprochenen Wasserzufuhrlagen. Vielmehr hat man im Gelände den Eindruck, dass die besiedelten Flanken durch ihren heiligen Status oder auch durch ihre abgelegene Lage oder sonst wie geringe Zugänglichkeit vor den Effekten der Landnutzung geschützt sind. Dass in einigen Beständen Verjüngung auftritt, weist darauf hin, dass es sich nicht um Relikte möglicherweise vormals günstiger Klimaphasen handelt, sondern dass auch unter heutigen Klimabedingungen die Bestände zumindest zum Teil vital sind. Schließlich zeigen experimentelle Auspflanzungen von Wacholder-Sämlingen, dass bei Beweidungsausschluss und Feuerschutz auch heute rund um Lhasa Wacholder nachwachsen können (Miehe et al. 2006).

### 4.3 Genetische Untersuchungen

Das Team des Zweitautors konnte insgesamt 590 Gewebeproben von Wacholdern auf dem südöstlichen Plateau und in den angrenzenden Gebirgsketten sammeln. Diese Wacholder gehören alle in den wenig verstandenen *Juniperus tibetica* Artkomplex, der die Taxa *Juniperus convallium*, *J. saltuaria*, *J. indica* und *J. microsperma* umfasst (Ogennoorth et al. 2010).

Bisher war die gängige Annahme, dass diese Wacholder während der Eiszeit auf dem Plateau ausgestorben waren und in Refugien etwa im Bereich des oberen oder mittleren Yangtze überdauert haben (Tang u. Shen 1996, Frenzel et al. 2003). Von dort wäre dann eine nacheiszeitliche Wiedereinwanderung erfolgt. Auf der genetischen Ebene würde dies implizieren, dass die genetische Diversität im Kerngebiet besonders hoch geblieben ist, während mit steigendem Abstand zum Refugium die Diversität innerhalb der Populationen abnimmt, weil die (Wieder-) Besiedlung neuer Standorte durch wenige Individuen erfolgte, die nur einen Ausschnitt der Diversität repräsentieren. Auch sind stark isolierte, oft kleine Populationen starker genetischer Drift ausgesetzt sind, die zu weiteren Verlusten genetischer Diversität führt. Die entfernteren Populationen sollten also nur aus wenigen Genotypen bestehen, und auf dem Plateau sollte ein Subset der genetischen Typen vorkommen, die heute noch im Refugium zu finden sind.



**Abb. 8:** Räumliche Verteilung genetisch untersuchter *Juniperus tibetica* Populationen im südlichen und östlichen Tibet. Die verschiedenen Schattierungen in den Tortendiagrammen zeigen den Prozentsatz verschiedener Ökotypen in den Populationen an, die großen Ellipsen geben die Lage von früher vermuteten Eiszeitrefugien (nach Opgenoorth et al. 2010, verändert).

Eine Analyse der Chloroplasten-Genome (also von Haplotypen) zeigt dagegen ein ganz anderes Muster (Opgenoorth et al. 2010). Die genetische Diversität ist mitnichten höher in den vermuteten Refugien, und relativ diverse Populationen, die aus mehreren Genotypen aufgebaut werden, kommen westwärts bis ins südliche Mittel Tibet vor (Abb. 8). Noch überraschender ist, dass auf dem Plateau verschiedene Haplotypen vorkommen, die es im vermuteten Refugialraum heute nicht mehr gibt. So sind im Lhasa-Tal sehr eigenständige Haplotypen zu finden, die sich deutlich von den östlichen Wachholdern unterscheiden. Da die untersuchten Gen-Loci nur recht langsam evolvieren / mutieren, kann abgeschätzt werden, dass diese Haplotypen sich über lange Zeiträume getrennt entwickelt haben. Dabei geht es um Zehntausende, vielleicht Hunderttausende von Jahren. Damit kann als sicher gelten, dass auch während der letzten Eiszeit Wacholder in Tibet überdauert haben. Da die niedrigsten Höhen im Lhasa-Tal über 3500 mNN liegen, hat es also in Tibet aller Wahrscheinlichkeit nach auch während der Eiszeit Wald in >3500 mNN gegeben. Dies ist die bislang weltweit höchste nachgewiesene alpine Waldgrenze während der Eiszeit.

## 5 Warum sollten Waldinseln und Triftweiden Tibets natürlich sein?

Isolierte Baumvorkommen und verstreute Waldinseln lassen den Schluss zu, dass Tibet innerhalb der für Baumwuchs zuträglichen Temperatur- und Niederschlagsbereiche zumindest zum Teil bewaldet war. Die unbestrittene Erfahrung, dass Wald aus Bäumen besteht, lässt den Umkehrschluss, dass ein einzelner Baum ein Waldzeuge sei, trivial erscheinen. Die genetische Diversität der heute isolierten Waldvorposten im Osten des Hochlandes zwingt aber zur differenzierten Betrachtung: Populationen von *Picea crassifolia* (Meng et al. 2007) und *Juniperus przewalskii* (Zhang et al. 2005) aus Waldinseln im nordöstlichen tibetischen Hochland haben jeweils alle den gleichen Haplotyp. Dies spricht für junge Wiedereinwanderung nach der letzten Kaltzeit und eine noch jüngere Fragmentierung durch die Brandrodungslandnahme tibetischer Viehhalter. In Südtibet gehören die Waldinseln von *Juniperus tibetica* aber zu eigenständigen Haplotypen, was auf sehr lange Isolation zwischen den Populationen hinweist. Die Annahme eines für Südtibet geschlossenen Wacholderwaldgürtels wäre demnach widerlegt. Da Wacholderpollen nur in unmittelbarer Umgebung der Bäume in Oberflächenproben nachzuweisen ist (Miehe et al. 2006), könnte es sein, dass Genfluss schon auf geringe Distanz unterbrochen ist, wir also von größeren Wäldern, aber keinem geschlossenen Waldgürtel ausgehen sollten.

Die Viehweiden des tibetischen Hochlandes gelten als natürlich. Dies erscheint allein durch ihre Ausdehnung und Uniformität plausibel. Die alpinen Steppen im nordwestlichen Hochland erstrecken sich auf einer Fläche von 800.000 km<sup>2</sup>, die *Kobresia pygmaea*-Rasen des südöstlichen Hochlandes und seiner Randgebirge nehmen eine Fläche von 450.000 km<sup>2</sup> ein (Miehe u. Miehe 2000). Sowohl in den alpinen Steppen als auch in den *Kobresia pygmaea*-Rasen überwiegen weideangepasste Pflanzen in auffälliger Weise, darunter endemische Seggenarten, die ihre Reproduktionsorgane gänzlich in Bodennähe haben und sich so vor Abweidung schützen (Abb. 9). Es ist ausgeschlossen, dass die relative junge Haustierweide seit dem Beginn der Weidewirtschaft in Tibet für eine Koevolution zwischen Weidegängern und Weideressource als ursächlich angenommen werden darf. Wir müssen annehmen, dass große Wildtierherden (Wildyaks, Tibetische Wildesel, Blauschafe, Marco Polo-Schafe, Antilopen, Gazellen) diesen Selektionsdruck erzeugten. In welchem Maß diese Wildtiere zur Offenhaltung der Vegetation beigetragen haben, wird aber ähnlich schwierig zu bewerten sein, wie in den nordamerikanischen Prärien (Craine u. McLauchlan 2004). Auch sind die in so auffälliger Weise an Beweidung angepassten Wuchsformen der Pflanzen mit Sicherheit Ergebnis evolutionärer Entwicklung, nicht aber notwendigerweise die Artenzusammensetzung der heutigen Pflanzendecke. Wir wissen noch immer nicht, um wie viel intensiver die Haustierweide ist als die Beweidung durch Wildtiere. Es wäre denkbar, dass die heutige Pflanzendecke das Resultat eines verstärkten Weidedrucks der Haustierherden ist, unter dem sich die am besten weideangepassten Arten neu kombiniert haben. Da

im tibetischen Hochland keine unberührten natürlichen Grasländer gefunden wurden und Haustierweide überall vorherrscht, besteht derzeit keine Möglichkeit, diese Frage durch Vergleich von haustierbeweideten und rein wildtierbeweideten Flächen zu beantworten. Die heutige Zusammensetzung der Triftweiden ist aber mit Sicherheit in großen Bereichen der *Kobresia pygmaea*-Matten nicht natürlich. Wären diese „Golfrasen“ natürlich, würden sie sich bei Weideausschluss nicht verändern. Tatsächlich haben gezäunte experimentelle Weideausschlussflächen schon im ersten Sommer nach Weideausschluss einen weitgehenden Wechsel von Weiderasen zu kniehohen staudenreichen Wiesensteppen gezeigt (Miehe et al. 2006). Diese seit 1997 in Südtibet und seit 2002 in Nordosttibet durchgeführten Experimente betreffen jedoch Triftweiden, die im potenziellen Waldgürtel liegen und wahrscheinlich in ähnlicher Weise Wald ersetzen, wie z.B. Kalkmagerrasen in der Umgebung Göttingens. Welchen Einfluss der Weideausschluss in alpinen Weidegebieten hat, wissen wir noch nicht. Die im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1372 der Deutschen Forschungsgemeinschaft seit 2009 laufenden Untersuchungen geben vielleicht in wenigen Jahren eine Antwort.



**Abb. 9a:** *Kobresia pygmaea*, die bei weitem wichtigste Art der Weidegebiete auf dem östlichen tibetischen Plateau. Die Blütenstände sind max. 3-4 cm hoch und so vor Fraß durch große Huftiere geschützt.

**Abb. 9b:** *Carex tanguluschanensis*, ebenfalls eine Segge, die ihre Früchte dadurch vor Fraß schützt, dass diese sich kaum über die Rosette erheben.

## 6 Schlussbemerkung: Schein und Sein

Das Beispiel Tibets macht deutlich, dass der Ist-Zustand einer Landschaft nicht notgedrungen auch ihren potentiellen Charakter widerspiegelt. Das ist eine an sich triviale Feststellung, wie die einführenden Gedanken zur mitteleuropäischen Vegetationsgeschichte deutlich gemacht haben. Jedem deutschen Landwirt ist klar, dass er ein Grünland aktiv bewirtschaften muss, damit keine Gehölze aufkommen. Entsprechend geht es in weiten Teilen der Diskussion im heimischen Naturschutz

letztlich um die Frage, wie verhindert werden kann, dass die natürliche Vegetation, also der Wald, die aus heutiger Naturschutzsicht wertvollen Offenbiotope, also letztlich die sekundäre Vegetation, bei Nutzungsaufgabe verdrängt.

Dennoch haben sich Vegetationskundler, Geographen und Vertreter verwandter Disziplinen bei der Erkundung fremder Regionen, die mindestens seit A. von Humboldt von wissenschaftlichem Anspruch geprägt ist, sehr auf die Bewertung des *Status quo* verlassen. Häufig wurde angenommen, dass das heutige Landschaftsbild wenig von menschlichen Einflüssen geprägt wurde, und eher durch klimatische Umweltbedingungen zu erklären ist, also als Naturlandschaft gelten kann. Osttibet ist nur ein Beispiel, weitere lassen sich finden.

In den nördlich an Tibet angrenzenden Steppen ist Waldwachstum trockenheitsbedingt zum Teil unmöglich, aber selbst in den Wüstengebieten der südmongolischen Gobi gab es zumindest in Wasserzufuhrlagen ausgedehnte Ulmenwälder, von denen heute nur noch bei genauem Nachsuchen Relikte zu finden sind (Wesche et al. in press). Im Norden der Mongolei, einer breiten Übergangszone zwischen Steppe und Wald, ist der Wald nur auf Nordhänge beschränkt, was rein klimatisch erklärt wurde. Die Diskussion über die Natürlichkeit der Vegetationsmuster dauert bis heute an (Hilbig 1987, Dulamsuren et al. 2005). Sicher ist aber, dass diese zum Teil von Feuer geprägt sind, und dass auch auf Südhängen zumindest vereinzelt Bäume wachsen und sich neu etablieren können (Dulamsuren et al. 2009). Ein letztes Beispiel stammt wieder aus Hochgebirgen: Die Waldverteilung in den Hochlagen tropischer Gebirge, die früher mit Temperaturlimitierung erklärt wurde, wird heute weitgehend auf anthropogene Feuer zurückgeführt (Miehe u. Miehe 1994, Wesche et al. 2000).

In all diesen Fällen sind ehemals ausgedehntere Wälder durch menschlichen Einfluss zurück gedrängt worden. Auch wenn es hier in der Regel nicht um geschlossenen Laubwald wie in Mitteleuropa ging, so überrascht doch, dass oft die Möglichkeit eines evtl. Vorhandenseins von Wäldern gar nicht berücksichtigt wurde. Es wäre eine eigene Studie wert, die Ursachen hierfür zu untersuchen. Leider gibt es dergleichen Arbeiten noch kaum, wohl auch weil die belastbaren Belege für eine Neubewertung früherer Ideen zum ungestörten Charakter einer gegebenen Vegetation meist noch neu sind. Wir möchten abschließend aber mit zwei Gedanken aufzeigen, dass sich eine wissenschaftshistorische Untersuchung durchaus lohnen könnte.

Der erste Gedanke ergibt sich daraus, dass die oben geschilderten Beispiele gemeinsam haben, dass es um „extreme“ Umwelten geht. Die Gebiete sind einerseits hochgelegen und damit kalt (tropische Hochgebirge), oder sie sind trocken wie die zentralasiatischen Wüsten und Steppen (Gobi, Mongolei), oder beides (weite Teile von Tibet). Ökophysiologen haben aber immer wieder darauf hingewiesen, dass ein anscheinend stressreiches Klima nicht bedeuten muss, dass z.B. Pflanzen auch Stresssymptome zeigen; oft sind sie gut angepasst, oder nutzen bestimmte Mikrohabitate (Körner 2003). Bei der Bewertung machen sich – einfach gesagt – Vorurteile auch der wissenschaftlichen Beobachter bemerkbar. Weicht eine Klima-

region von dem ab, was wir gewohnt sind, gilt die Umgebung als harsch, lebensfeindlich und für Menschen ungeeignet. Dass andersherum praktisch überall in solchen vermeintlich unzumutbaren Gegenden Menschen leben und über lange Zeiträume gelebt haben, ist hinreichend häufig belegt worden. Dennoch ist auch in der Wissenschaft solcher „Europa-Zentrismus“ nach wie vor zu finden. So werden die Grasländer Zentralasiens und damit auch Tibets unter dem Begriff „temperate Grasländer“ zusammengefasst, weil sie in der temperaten Zone liegen, wie eben auch z.B. Mitteleuropa. Was an diesen Breitengraden „wohl temperiert“ bzw. *gemäßigt* sein soll, mag sich einem Mitteleuropäer erschließen, und dies besonders im Vergleich mit den Tropen. Einem Tropenbewohner hingegen scheinen unsere Klimabedingungen unwirtlich kalt, und vielleicht würde es Landschaftsforschern mit tropischer Herkunft sehr schwer fallen, sich in den kalten Regionen Mitteleuropas ausgedehntere Wälder vorzustellen.

Der letzte Gedanke ist provozierender. Die zumindest ehemals bis in die Wissenschaft verbreitete Vernachlässigung des menschlichen Einflusses in vermeintlichen abgelegenen (und doch oft bloß von Europa entfernten) Regionen, mag auch mit einem kulturellen Vorurteil zu tun haben. In Gegenden, die scheinbar menschenfeindlich sind, erwartet man keine hoch entwickelten Kulturen, und vielleicht traute man Nomaden oder Jäger und Sammler-Gruppen schlicht nicht zu, dass sie ihre Umwelt nach ihren Bedürfnissen verändert haben, ähnlich wie wir das mit Mitteleuropa getan haben. Positiv könnte man auch die Idee formulieren, dass derlei Kulturen eher im Einklang mit der Natur gelebt haben, dass hier also eine stärkere Harmonie mit der Natur herrschte, wie sie ja von verschiedensten Autoren in Europa immer wieder beschworen wurde. Es ist fraglich, ob sich die Umweltforschung heute von diesem historisch gewachsenen Ballast wirklich vollständig befreit hat.

## Danksagung

Wir danken den vielen Kollegen, mit denen wir die kurz geschilderten Arbeiten gemeinsam durchführen konnten, ihrer Namen sind in der Publikationsliste umfassend dokumentiert. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der VW-Stiftung, dem DAAD und der Schimper-Stiftung danken wir für jahrzehntelange Förderung. Dem GK Umweltgeschichte und insbesondere B. Herrmann danken wir für die Gelegenheit, unsere Arbeiten auf diese Weise zusammenfassend darstellen zu können.

## Literatur

- Aldenderfer M (2007) Modeling the Neolithic on the Tibetan Plateau. *Developments in Quaternary Sciences* 9: 151-165.
- Atlas of The Tibet Plateau (1990) Institute of Geography - Chinese Academy of Sciences, Beijing.
- Bohn U, Gollub G (2007) Buchenwälder als natürliche Vegetation in in Europa. *Natur und Landschaft* 82: 391-397.
- Brantingham PJ, Gao X, Olsen JW, Ma HZ, Rhode DE, Zhang HY, Madsen DB (2007) A short chronology for the peopling of the Tibetan plateau. *Developments in Quaternary Sciences* 9: 129-150.
- Craine JM, McLauchlan KK (2004) The influence of biotic drivers on North American paleorecords: alternatives to climate. *The Holocene* 14: 787-791.
- Dulamsuren C, Hauck M, Mühlenberg M (2005) Ground vegetation in the Mongolian taiga forest-steppe ecotone does not offer evidence for the human origin of grasslands. *Applied Vegetation Science* 8: 149-155.
- Dulamsuren C, Hauck M, Nyambayar S, Osokhjargal D, Leuschner C (2009) Establishment of *Ulmus pumila* seedlings on steppe slopes of the northern Mongolian mountain taiga. *Acta Oecologica* 35: 563-572.
- Ellenberg H (1996) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Ulmer, Stuttgart.
- Frenzel B, Bräuning A, Adamczyk S (2003) On the problem of possible last-glacial forest-refuge areas within the deep valleys of Eastern Tibet. *Erdkunde* 57: 182-198.
- Herzschuh U, Kürschner H, Mischke S (2006) Temperature variability and vertical vegetation belt shifts during the last ~ 50,000 yr in the Qilian Mountains (NE margin of the Tibetan Plateau, China). *Quaternary Research* 66: 133-146.
- Hilbig W (1987) Zur Problematik der ursprünglichen Waldverbreitung in der mongolischen Volksrepublik. *Flora* 179: 1-15.
- Kaiser K, Mieke G, Barthelmes A, Ehrmann O, Scharf A, Schult M, Schlütz F, Adamczyk S, Frenzel B (2008) Turf-bearing topsoils on the central Tibetan Plateau, China: Pedology, botany, geochronology. *Catena* 3: 300-311.
- Kaiser K, Mieke G, Schoch WH, Zander A, Schluetz F (2006) Relief, soil and lost forests: Late Holocene environmental changes in southern Tibet under human impact. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F. Suppl.* 142: 149-173.

- Kaiser K, Opgenoorth L, Schoch WH, Miede G (2009) Charcoal and fossil wood from palaeosols, sediments and artificial structures indicating Late Holocene woodland decline in southern Tibet. *Quaternary Science Reviews* 28: 1539-1554.
- Kaiser K, Schoch WH, Miede G (2007) Holocene palaeosols and colluvial sediments in Northeast Tibet (Qinghai Province, China): Properties, dating and palaeoenvironmental implications. *Catena* 69: 91-102.
- Körner C (2003) *Alpine Plant Life*, 2nd edition. Springer, Berlin.
- Lang G (1994) *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas*. G. Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- Lind B, Stein S, Kärcher A, Klein M (2009) Where have all the flowers gone? Grünland im Umbruch. Bundesamt für Naturschutz, Bonn - Bad Godesberg.
- Meng L, Yang RUI, Abbott RJ, Miede G, Hu T, Liu J (2007) Mitochondrial and chloroplast phylogeography of *Picea crassifolia* Kom. (Pinaceae) in the Qinghai-Tibetan Plateau and adjacent highlands. *Molecular Ecology* 16: 4128-4137.
- Miede G, Kaiser K, Co S, Xinquan Z, Jianquan L (2008a) Geo-ecological transect studies in northeast Tibet (Qinghai, China) reveal human-made mid-holocene environmental changes in the upper Yellow River catchment changing forest to grassland. *Erdkunde* 62: 187-199.
- Miede G, Miede S (1994) Zur oberen Waldgrenze in tropischen Gebirgen. *Phytocoenologia* 24: 43-110.
- Miede G, Miede S (2000) Environmental changes in the pastures of Xizang. *Marburger Geographische Schriften* 135: 282-311.
- Miede G, Miede S, Koch K, Will M (2003) Sacred forests in Tibet: Using geographical information systems for forest rehabilitation. *Mountain Research and Development* 23: 324-328.
- Miede G, Miede S, Schlütz F, Kaiser H, Duo L (2006) Palaeoecological and experimental evidence of former forests and woodlands in the treeless desert pastures of Southern Tibet (Lhasa, A.R. Xizang, China). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 242: 54-67.
- Miede G, Miede S, Vogel J, Co S, Duo L (2007) Highest treeline in the northern hemisphere found in southern Tibet. *Mountain Research and Development* 27: 169-273.
- Miede G, Miede S, Will M, Opgenoorth L, Duo L, Dorgeh T, Liu J (2008b) An inventory of forest relicts in the pastures of Southern Tibet (Xizang A.R., China). *Plant Ecology* 194: 157.

- Miehe G, Winiger M, Böhner J, Zhang Y (2001) The climatic diagram map of Central Asia: Purpose and concepts. *Erdkunde* 55: 94-97.
- Opgenoorth L, Vendramin G, Mao K, Miehe G, Miehe S, Liepelt S, Liu J, Ziegenhagen B (2010) Tree endurance on the Tibetan Plateau marks the world's highest known tree line of the Last Glacial Maximum. *New Phytologist* 185: 332-342.
- Rhode DE, Madsen DB, Brantingham PJ, Dargye T (2007) Yaks, yak dung and prehistoric human habitation of the Tibetan plateau. *Developments in Quaternary Sciences* 9: 205-226.
- Tang LY, Shen CM (1996) Late Cenozoic vegetational history and climatic characteristics of Qinghai-Xizang Plateau. *Acta Micropalaeontologica Sinica* 13: 321-337.
- Wang A, Yu Z, Ding Y (2009) Genetic diversity analysis of wild close relatives of barley from Tibet and the Middle East by ISSR and SSR markers. *Comptes Rendus Biologies* 332: 393-403.
- Wesche K, Miehe G, Kaepfeli M (2000) The significance of fire for afroalpine ericaceous vegetation. *Mountain Research and Development* 20: 340-347.
- Wesche K, Walther D, von Wehrden H, Hensen I (in press) Trees in the desert: Reproduction and genetic structure of fragmented *Ulmus pumila* forests in Mongolian drylands. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*.
- Zhang Q, Chiang TY, Miehe G, Liu JQ, Abbott RJ (2005) Phylogeography of the Qinghai-Tibetan Plateau endemic *Juniperus przewalskii* (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA sequence variation. *Molecular Ecology* 14: 3513-3524.