

Major ex longinque reverentia.

Aus der Ferne besehen ist alles schön.
(Tacitus)

1 EINFÜHRUNG**1.1 Einleitung und Problemstellung**

Die genaue Quantifizierung von globalen Waldressourcen und die Erfassung von zeitlichen Veränderungen werden nicht zuletzt seit dem *Kyoto Protokoll*¹ des Jahres 1997 von mehreren Seiten gefordert (ROSENQVIST et al. 2003, KRANKINA et al. 2004). Im Zusammenhang mit der politischen Diskussion, wie der Kohlendioxid ausstoß als eine der Hauptursachen für die globale Erwärmung reduziert oder ausgeglichen werden kann, spielen die borealen Waldgebiete als essentielle Kohlendioxidseen für das globale Klimageschehen des 21. Jh. eine wichtige Rolle (BONAN et al. 1992; MYNENI et al. 1997). Gegenwärtig ist in vielen Regionen der Erde eine fortschreitende Waldzerstörung und eine Zunahme des Biodiversitätsverlustes zu beobachten (FAO 2006, CBD 2006). Hiervon betroffen sind neben den Tropenwäldern auch die borealen Wälder (TRN 2003), die das größte terrestrische Biom der Erde bilden und sich in Eurasien auf einer Breite zwischen 700 und 2000 km mit einer Längsausdehnung von etwa 7500 km erstrecken (TRETER 1990)². Als großflächige und über weite Teile noch in ihrem natürlichen Zustand bestehende Ökosysteme unterscheiden sich die borealen Wälder Sibiriens (auch Taiga genannt) grundsätzlich von den fragmentierten und durch den Menschen anderweitig veränderten Sekundärwäldern. Zu diesem grenzübergreifenden Ökosystem gehören auch die wirtschaftlich nutzbaren mongolischen Wälder, die sich auf die nördlichen Landesteile der Mongolei konzentrieren und eine Übergangszone zwischen der sibirischen Taiga und den weiter südlich gelegenen zentralasiatischen Steppen bilden (vgl. Kapitel 2.2). Die sibirische Taiga beherbergt reichhaltige Vorkommen an natürlichen Ressourcen, zu denen Bodenschätze und Nicht-Holz Waldprodukte gehören. Im Zuge der ökonomischen

Globalisierung und der Transformation der vormalig sozialistischen Staaten geraten diese Natur- und Kulturräume unter verstärkten Inwertsetzungs- und Anpassungsdruck.

Auch in der Mongolei, die für viele Menschen den Inbegriff einer traditionellen Kultur mit einer naturnah lebenden nomadischen Bevölkerung verkörpert, läuft derzeit ein massiver, umstrukturierender Prozess ab. Beinahe ein ganzes Jahrhundert lang war die Mongolei durch die sowjetische Bevormundung von ausländischen Einflüssen abgeschnitten. Der technische und gesellschaftliche Rückstand schützte passiv die natürlichen Ressourcen des Landes. So wurde eine Übernutzung der Waldressourcen durch lange Transportwege, fehlende Erschließung und vor allem durch die wirtschaftliche Abschirmung vor der Volksrepublik China bis Anfang der 1990er-Jahre verzögert. Inzwischen hat die Dynamik der Entwaldung in der Mongolei zugenommen und ist seit dem Zusammenbruch des sozialistischen Systems durch eine zunehmend unkontrollierte Holznutzung gekennzeichnet. Nach Meinung verschiedener Experten (z.B. CRISP et al. 2004, ERDENECHULUUN 2006) steckt die mongolische Waldwirtschaft derzeit in einer Krise, die durch eine unkoordinierte institutionelle Gesamtsituation, fehlende anwendungsorientierte Ausbildungsstrukturen an den Universitäten, eine schwache Umsetzung von rechtlichen Grundlagen und sehr lukrativen Gewinnen aus einer überwiegend illegalen Holznutzung gekennzeichnet ist. Diese Rahmenbedingungen behindern den Aufbau einer effizienten und nachhaltigen Planungskultur. Eine umfassende und verlässliche Dokumentation von Waldzerstörungen durch unkontrollierten Holzeinschlag, Feuer, Schädlingsbefall oder Ähnliches existiert nicht, und es wird angenommen, dass der Holzeinschlag in den mongolischen Wäldern durch Unterschätzungen in den Statistiken und durch Schattenwirtschaft größer ist, als die offiziellen Daten ausweisen.

Insgesamt ist festzustellen, dass auf institutioneller Ebene ein Verantwortungsbewusstsein für die natürlichen Ressourcen noch wenig entwickelt ist, wenn auch die voranschreitende Umweltzerstörung mit ihren negativen Auswirkungen allgemein wahrgenommen wird. Eine staatliche Kontrolle bzw. der Wirkungsnachweis sozialer Kontrollen kann nur anhand von verlässlichen Daten erfolgen. Die derzeitige Planungssituation im Bereich des Forstmanagements und des Ressourcenschutzes ist jedoch durch einen erheblichen Mangel an aktuellen und hinreichend genauen Planungsunterlagen gekennzeichnet. Diese betreffen nicht nur die Daten selbst, sondern vielmehr nutzerorientierte Informationsprodukte, die zur verbesserten Raumplanung herangezogen werden könnten. Eine verlässliche Basis von Flächendaten des *Status quo* ist

¹ In *Kyoto* fand vom 1. bis 10. Dezember 1997 die 3. Konferenz der Vertragsparteien (COP 3) der Klimarahmenkonvention statt. Nach zähen Verhandlungen wurde das *Kyoto-Protokoll*, als Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) der Vereinten Nationen für den Klimaschutz, verabschiedet. Demzufolge sollen 38 Industrieländer ihre gemeinsamen Treibhausgasemissionen in den Jahren 2008 bis 2012 um durchschnittlich 5,2 %, bezogen auf das Niveau des Basisjahres 1990, reduzieren.

² Mit fast 3,5 Mio. km² verfügt Russland über 26 % der weltweiten Primärwälder, die vom *World Resources Institute* als „*Frontier Forests*“ definiert wurden. Damit ist Russland das Land mit der weltweit größten Fläche an *Frontier Forests* (FAO 2006).

jedoch die Grundvoraussetzung für längerfristige Beobachtungen der Waldressourcen und ihrer zukünftig zu erwartenden Veränderungen. Auf deren Mangel und eingeschränkte Verfügbarkeit, vor allem in Entwicklungsländern, wurde bereits während der UNCED³ im Jahr 1992 in Rio de Janeiro hingewiesen. Erst auf der Basis von möglichst umfassenden, aktuellen und zugänglichen Rauminformationen können qualifizierte Planungsentscheidungen zur nachhaltigen Ressourcennutzung und Sicherung der Biodiversität getroffen werden.

Methoden der modernen Informationsverarbeitung in Form von Geographischen Informationssystemen (GIS) in Verbindung mit Fernerkundungsdaten stellen inzwischen wichtige Werkzeuge dar, um im Sinne eines „*rapid appraisal*“ eine schnelle Erfassung und Dokumentation von natürlichen Ressourcen und deren zeitlicher Veränderung zu ermöglichen. Dabei dürfen sich der Schutz und der nachhaltige Umgang mit Ressourcen nicht nur auf eine Dokumentation der Veränderung der Erdoberfläche beschränken, sondern erfordern ein Datenmanagement, das einen vorausschauenden und voraushandelnden Schutz der Umweltgüter ermöglicht (BLASCHKE 2003). Die Begründung des Einsatzes von GIS und Fernerkundung für eine deskriptive und quantitative Bewertung auf Landschaftsebene lässt sich schon Ende der 80er, Anfang der 90er-Jahre aus Definitionen von *landscape ecology* in führenden Lehrbüchern ableiten (FORMAN 1986, RISSER 1987, NAVEH & LIEBERMANN 1993):

„The field of remote sensing and information science have a significant role to play in holistic landscape evaluation. They are of vital relevance in dealing with issues of total human ecosystems, where cultural and natural interactions need to be identified and clarified. One example of strides in the last decade has been the use of GIS for conservation and development planning“ (NAVEH & LIEBERMANN 1993:3).

Der kombinierte, synergetische Einsatz von Fernerkundung und GIS als Mittel für die Erkenntnisgewinnung hat vor allem aufgrund der Großräumigkeit und Unzugänglichkeit der mongolischen Waldgebiete einen hohen Stellenwert, sowohl als Entscheidungsgrundlage für die Planung von naturschutzrelevanten Maßnahmen als auch zu deren Erfolgskontrolle. Allerdings leistet das Wissen über vorhandene Ressourcen für sich allein noch keinen Beitrag zur nachhaltigen

Entwicklung. Diese wird erst durch qualifiziertes Informationsmanagement möglich. Hierzu müssen verschiedene räumliche Informationsebenen integriert und systematisch in Planungs- und Entscheidungsfindungsprozesse eingebunden werden.

1.2 Zielsetzung und Gliederung

Die vorliegende Arbeit wurde in Anlehnung an die bereits skizzierte Problemstellung bewusst anwendungsorientiert konzipiert und verfolgt einen holistischen Ansatz, indem sie sich im Grenzbereich zwischen den methodischen Aspekten eines GIS, den regionalen und sozioökonomischen Aspekten der Untersuchungsgebiete und gleichzeitig im Überlappungsbereich verschiedener Fachdisziplinen bewegt. Trotz einer historisch gewachsenen Wissenschaftskultur im Bereich der Ökosystemforschung ist der anwendungsbezogene Einsatz von GIS und Fernerkundung zum Schutz der natürlichen Ressourcen in der Mongolei bisher stark unterrepräsentiert. In den Jahren 2001 bis 2004 wurden im Rahmen einer ersten Orientierungsphase zur Einführung von GIS und Fernerkundungsmethoden modellhafte Untersuchungen und Trainingsmaßnahmen im Rahmen von GTZ-Aktivitäten, zuletzt im GTZ-Projekt *„Schutz und Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen“* (SBNR), durchgeführt. Diese konzentrierten sich auf ausgewählte Projektgebiete im Randzonenbereich des *Khan Khentii* Schutzgebietes im Norden der Mongolei. Zu Anfang der projektbezogenen Arbeiten lag das primäre Ziel in der Evaluierung des Potenzials von GIS und Fernerkundung für eine flächenhafte Erfassung, Monitoring und Schadenskartierung von Waldbeständen in den einzelnen Projektgebieten. Aufgrund des Fehlens von aktuellen thematischen Karten und sehr inkonsistenten qualitativen und quantitativen Grundlagen in Bezug auf die bestehenden Waldressourcen sowie fehlende vergleichbare Untersuchungen wurden für diesen Anwendungsbeereich wesentliche Grundlagen erarbeitet.

Das übergeordnete Ziel der Arbeit lag in der Entwicklung eines methodischen Leitfadens zur nachhaltigen Einführung von GIS und Fernerkundungsmethoden zur Unterstützung des Waldmanagements in der Mongolei. Dabei sollten angepasste Methoden zur praktischen Unterstützung und Modernisierung der traditionellen Erfassungsmethoden entwickelt und im Rahmen von Trainingsmaßnahmen umgesetzt werden. Die projektbezogenen Arbeiten orientierten sich an dem Grundsatz, dass eine nachhaltige Implementierung von GIS und Fernerkundung im Rahmen der EZ nur durch kontinuierlich angelegte Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, die über die Lieferung von Hard- und Software sowie technische Schulung des Personals hinausgehen, langfristig Aussicht auf Erfolg

³ „United Nations Konferenz on Environment and Development“. Die Internationale Konferenz galt als Meilenstein für die Integration von Umwelt und Entwicklungsbestrebungen auf globaler Ebene. Wichtige Ergebnisse der UNCED waren die Agenda 21, die Klimarahmenkonvention, die Wüstenkonvention und die Biodiversitätskonvention. Als Nachfolgekonferenzen fand 1997 die Konferenz Rio +5 in New York und 2002 der Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung „World Summit on Sustainable Development“ (WSSD) in Johannesburg statt.

haben. Somit lag das Ziel in der Erarbeitung einer ganzheitlichen und breit gefächerten Methodik, welche sich an den bestehenden Bedürfnissen, traditionellen Arbeitsweisen und an den institutionellen und organisatorischen Rahmenbedingungen orientieren sollte. Zur Vorbereitung und Durchführung der praxisbezogenen und wissenschaftlichen Untersuchungen waren somit auch grundlegende Informationen über die physisch-geographischen, sozioökonomischen und politischen Rahmenbedingungen erforderlich.

Wegen der Überlappung mehrerer Disziplinen wurde trotz erster Bedenken eine deduktive Vorgehensweise für den Aufbau der Arbeit gewählt. Die Arbeit besteht aus fünf Abschnitten mit unterschiedlichen Schwerpunkten, die aufeinander aufbauen und zu immer konkreteren Inhalten und Anwendungsbeispielen führen. Im ersten Abschnitt der Arbeit (Kapitel 2 u. 3) werden die für die Aufgabenstellung relevanten Hintergrundinformationen und Rahmenbedingungen analysiert. Dieser Teil der Arbeit basiert weitestgehend auf einer konventionellen Literaturlauswertung und wurde in Teilbereichen durch Zusatzinformationen und Erfahrungen aus den Geländeaufenthalten ergänzt. Der Abschnitt umfasst die physisch-geographischen Grundlagen und die aktuellen sozioökonomischen Rahmenbedingungen der Mongolei. Weiterhin wird ein Überblick über die räumliche Verteilung der Waldressourcen und der dominierenden Baumarten gegeben und die derzeit bestehende Umwelt- und Forstgesetzgebung kritisch beleuchtet. Eine detaillierte Aufarbeitung der gegenwärtigen und historischen Probleme der Waldnutzung und die daraus resultierenden Konsequenzen für ein nachhaltiges Management erfolgt in Kapitel 3 der Arbeit. Ein Schwerpunkt bildet die Waldbrandproblematik, die in der Vergangenheit wie auch aktuell zu erheblichen Flächenverlusten geführt hat. Neben den natürlichen und anthropogenen Ursachen werden die derzeitigen Bemühungen zur Dokumentation, Monitoring und Prävention von Waldbränden beleuchtet.

Im zweiten Abschnitt (Kapitel 4) wird auf die Stellung des Ressourcenschutzes in der Entwicklungszusammenarbeit eingegangen. Nach einer kurzen Einführung der entwicklungspolitischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland werden die Projektmaßnahmen und Programmregionen der GTZ in der Mongolei erläutert, in deren Rahmen die regionalen Untersuchungen und Trainingsmaßnahmen eingebunden waren. Das Kapitel gibt weiterhin eine kurze Übersicht über bestehende Kooperationen und Programme im Rahmen der internationalen Entwicklungszusammenarbeit. Zum Abschluss erfolgt eine kurze Diskussion zur Problematik bezüglich der nachhaltigen Einführung von GIS und Fernerkundungsmethoden im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit.

Der dritte Abschnitt (Kapitel 5) zeigt die Potenziale aber auch die Grenzen von Fernerkundungsdaten für die Klassifizierung von Waldbeständen sowie für die Erfassung und das Monitoring von Waldbränden. Dabei werden verschiedene Sensoren, die auch im Rahmen der Projektbearbeitung Anwendung fanden, anhand ihrer spektralen, geometrischen und zeitlichen Auflösungen vergleichend betrachtet.

Der vierte Abschnitt (Kapitel 6 und 7) bildet den Kern der Arbeit. Hier wird auf die Lage und naturräumliche Ausstattung der GTZ-Projektgebiete im Randzonenbereich des *Khan Khentii* eingegangen. Neben einer kurzen Darstellung der verwendeten Datengrundlagen liegt der inhaltliche Schwerpunkt auf der chronologischen Beschreibung der Arbeitsmethodik im Rahmen der durchgeführten Trainingsmaßnahmen in ausgewählten Modellregionen unter Beteiligung verschiedener Institutionen. Arbeitsschwerpunkte lagen in der Evaluierung der Interpretierbarkeit von multitemporalen Satellitenbildkarten unter Einbeziehung traditioneller Arbeitsgrundlagen und in der Erprobung von flächenbezogenen terrestrischen Waldinventuren sowie in der Durchführung von GIS-Schulungen zum Aufbau der lokalen Kompetenzen. In Kapitel 7 werden verschiedene Anwendungsbeispiele zur Synthetisierung der erhobenen Daten vorgestellt. Ein weiterer Anwendungsschwerpunkt lag in der systematischen Erfassung und Dokumentation von Waldbränden auf der Basis von mittelauflösenden Satellitenbilddaten für die Jahre 2000 bis 2005.

Basierend auf den Arbeits- und Forschungsergebnissen in Abschnitt vier wird im fünften Abschnitt der Arbeit (Kapitel 8) auf die Potenziale und die Notwendigkeit der Implementierung von GIS und Fernerkundung in der Mongolei eingegangen. Es werden Empfehlungen zum Aufbau eines sektoralen „Forstinformationssystems“ (FIS) unter den bestehenden Rahmenbedingungen gegeben.

Eine Schlussbetrachtung und ein Ausblick (Kapitel 9) schließen die Arbeit ab.

Hinweise zu den Quellenangaben und Abbildungen: In der Regel sind die Quellenangaben in den Text integriert, ausser bei Angaben aus dem Internet, bei denen der Hinweis in der Fußnote aufgeführt ist. Alle Abbildungen und Kartenbeispiele entstammen der GIS-Datenbank und wurden vom Autor erstellt. Im Gegensatz zu den zumeist sehr schematisch gehaltenen Abbildungen sind im Anhang der Arbeit Beispielkarten enthalten, die im Rahmen der GTZ-Projektarbeiten erstellt wurden und in Englisch vorliegen.

1.3 Stand der Forschung

Bildung und Wissenschaft wurden wie vieles in der Mongolei durch die Sowjetunion dominiert. So stammen die ersten vegetationskundlichen Untersuchungen aus dem 18. Jh. Nach der Gründung der Mongolischen Volksrepublik (MVR) im Jahr 1924 nahmen diese einen systematischeren Charakter an. Bedeutende Fortschritte brachten die Gründung der staatlichen Hochschule in Ulaanbaatar im Jahr 1942 und der mongolischen Akademie der Wissenschaften (MAS) im Jahr 1961, wodurch auch einheimischen Forschern die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Ausbildung in Kooperation mit russischen Botanikern und Vegetationsgeographen eröffnet wurde. Zwischen 1940 und 1947 unternahmen TSATSENKIN und YUNATOV von der russischen Wissenschaftsakademie die erste Expedition in die südliche Gobi, um die Auswirkungen von Weidewirtschaft auf die Pflanzengesellschaften zu untersuchen. Danach folgten etliche floristische und pflanzengeographische Expeditionen, die im Jahr 1979 zur Herstellung einer ersten Vegetationskarte der Mongolei im Maßstab 1: 1.5 Mio. führten. YUNATOV initiierte auch die Gründung der sowjetischen-mongolischen biologischen Expedition der Wissenschaftsakademien beider Länder, starb aber, bevor die Expedition in den 1970ern stattfinden konnte. Die wissenschaftlich großräumig angelegten Expeditionen wurden in den 1980er-Jahren unter anderem von LAVRENKO fortgeführt und umfassten landesweite Untersuchungen zu Flora, Fauna, Vegetation und Landwirtschaft auf der Basis von Luftbildern und russischem Satellitenbildmaterial mit einer jährlichen Teilnahme von ca. 200 bis 300 russischen und mongolischen Wissenschaftlern aus den Bereichen Botanik, Zoologie, Klimatologie, Geomorphologie und Bodenkunde (GUNIN et al. 1999). Erstmals wurden in dieser Phase auch die Waldgebiete der Mongolei systematisch erforscht und in der „Karte der Waldvegetation der MVR“ (LAVRENKO et al. 1983) dargestellt.

Die Ergebnisse aus diesen breit angelegten wissenschaftlichen Expeditionen stellen, mit wenigen Ausnahmen, auch heute noch die einzige landesweite geoökologische Grundlage und bilden die thematische Basis für den im Jahr 1990 herausgegebenen nationalen Atlas der Mongolei. Aufgrund der führenden Rolle der russischen Wissenschaftler in den Bereichen Vegetationsbedeckung liegen derzeit überwiegend Publikationen und wissenschaftliche Untersuchungen in russischer Sprache vor. Erste Kooperationen mit deutschen Wissenschaftlern begannen Anfang der 60er-Jahre und erreichten ihren Höhepunkt in 1967 durch eine Kooperation der Martin Luther Universität (MLU) in Halle-Wittenberg mit der „National University of Mongolia“ (NUM), die die Basis für zahlreiche weiterführende Untersuchungen bildete⁴. Die sowjeti-

schen Experten und Wissenschaftler zogen nach der Wende ab und rissen damit eine Lücke ins Hochschulsystem der Mongolei. Heute wird angewandte Forschung nur noch an der mongolischen Akademie der Wissenschaften (MAS) betrieben.

In jüngster Zeit erschienen zwei weitere Arbeiten (HILBIG 1995, GUNIN et al. 1999), die einen umfassenden Überblick über die Vegetation der Mongolei geben. Detaillierte Untersuchungen zur Biodiversität, zur Waldstruktur und zum Naturpotenzial der *Khentii*-Region, dem Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit, liefern Arbeiten von MÜHLENBERG et al. 2000, 2004a, 2004b und DULAMSUREN 2004, die im Rahmen einer gemeinsamen Forschungsstation des Zentrums für Naturschutz der Universität Göttingen (ZfN) und der NUM errichtet wurde. Seit 2003 existiert ebenfalls ein Universitätsvertrag zwischen der ZfN und dem GTZ-Projekt „SBNR“ mit Arbeiten vor Ort und Auswertungen in Göttingen. Themenbereiche sind die natürliche Verjüngung in verschiedenen Waldbeständen, Untersuchungen zur Abschätzung einer nachhaltigen Nutzung von *Pinus sibirica*-Samen (Zirbelnüsse) sowie die Erarbeitung von Grundlagen und wissenschaftlichen Argumenten zur Einschätzung des Naturschutzwertes vom *West-Khentii*. Im Rahmen der Dissertation von HARTWIG (2006) sind umfassende sozioökonomische Untersuchungen in zwei Untersuchungsgebieten der westlichen und östlichen Pufferzone des *Khan Khentii*-Schutzgebietes durchgeführt worden. Die Arbeit gibt eine sehr detaillierte Zusammenstellung der historischen und gegenwärtigen Entwicklung der Nutzung von Nicht-Holz-Waldprodukten und Bodenschätzen in der Mongolei.

Erste Ansätze zur Nutzung von hochauflösenden Satellitenbilddaten zur Erfassung und zum Monitoring von Waldressourcen in der Mongolei bildete in der jüngeren Vergangenheit das „Forest Resource management Study Selenge Province“ Projekt, welches im Zeitraum von 1994 bis 1997 von der „Japan International Cooperation Agency“ (JICA) in einem Projektgebiet von 160.000 Hektar nahe der russischen Staatsgrenze durchgeführt wurde (vgl. Kapitel 3.2.3). Seitdem existieren keine weiterführenden methodischen Arbeiten zur satellitenbildgestützten Waldzustandserfassung. So wird im Rahmen der Forsteinrichtungsarbeiten weiterhin auf traditionelle terrestrische Inventurarbeiten zurückgegriffen. An dieser Stelle sind auch die methodischen Arbeiten im Rahmen des multidisziplinär ausgerichteten EU-Projekt „Copernicus 2 – Gobi-Deser-

⁴ Hieraus gingen zahlreiche Veröffentlichungen zur landschaftsökologischen Gliederung sowie zu Pflanzengesellschaften und Waldverbreitung in deutscher Sprache hervor (BARTHEL 1988, HILBIG 1987, HILBIG 1990).

tification⁵ zu nennen, die der Autor in den Jahren 2001 bis 2004 unterstützte (MEISSNER et al. 2004). Ziel des Projektes war die detaillierte Erfassung von Ökosystemen und deren anthropogen bedingten Veränderungen im *Bulgan Soum* (Gobi) auf der Basis von sozio-ökonomischen Untersuchungen, multitemporalem Satellitenbildmaterial und historischen, thematischen Karten zur Ökosystemkartierung, die im Rahmen der oben genannten russisch-mongolischen Expeditionen entstanden⁶.

In Ulaanbaatar existieren inzwischen einige staatliche Institutionen, die GIS und Fernerkundungstechnologien im Rahmen von Umweltbeobachtungen nutzen (vgl. Kapitel 6.2). Allerdings sind die Aktivitäten durch eine fehlende Koordination und Kooperation zwischen den Institutionen gekennzeichnet. Ebenfalls fehlen verlässliche Informationen über bereits verfügbare digitale Daten und deren Qualität, so dass der Datenaustausch erheblich erschwert wird. An erster Stelle ist das „*Information and Computer Center*“ (ICC) des Ministeriums für Natur- und Umweltschutz (MNE) in Ulaanbaatar zu nennen, welches 1987 mit der Errichtung einer Empfangsstation für NOAA-Satellitenbilddaten gegründet wurde und heute eine Organisation darstellt, die sich als Dienstleistungs- und Forschungseinrichtung des MNE versteht. Zu den Aufgaben des ICC gehören der Aufbau eines Umweltinformationssystems, die Bereitstellung von Geodaten und die Umweltbeobachtung, hier insbesondere die Erfassung und Dokumentation von Wald- und Steppenbränden, Dürreereignissen und Vegetationsveränderungen⁷. Abgesehen von den NOAA-Auswertungen sind die erhältlichen räumlichen Daten jedoch stark veraltet und basieren, bis auf wenige Ausnahmen, auf den erwähnten russisch-mongolischen Expeditionen aus den 1980er-Jahren. Einige Bereiche der angewandten Forschung sowie zukünftige Bemühungen zum Aufbau der nationalen GIS und Fernerkundungsressourcen in Kooperation mit multilateralen Entwicklungsorganisationen (vgl. Kapitel 4.2), wurden im Rahmen der 27. Tagung der ACRS („*Asian Conference on Remote Sensing*“)⁸ im Oktober 2006 in Ulaanbaatar vorgestellt.

⁵ An dem Projekt waren die folgenden Institutionen beteiligt: Institut für Geoforschung an der Tfh-Berlin, (Geo3) Moskow State University (MSU) unter der Federführung von PETER GUNIN, die Ural State University (USU), das Institut für biologische Wissenschaften der Mongolei (MAS), MONMAP Engineering Services, Mongolei und die Ben-Gurion Universität, Jacob Blaustein Institut für Wüstenforschung und Fernerkundung, Israel.

⁶ Ergebnisse der multidisziplinären Arbeiten sind online im Internet unter: http://gfm14.tfh-berlin.de/gobi_web/index.html [Stand: 14.12.2006] erhältlich.

⁷ Eine Übersicht des UIS ist online im Internet unter: <http://icc.mn> [Stand: 18.10.2006] erhältlich.

Trotz des bisherigen Fehlens von nationalen Initiativen und Möglichkeiten zur GIS- und fernerkundungsgestützten Erfassung von Waldressourcen und deren zeitlichen Veränderungen existieren eine Reihe von international ausgerichteten, wissenschaftlichen Untersuchungen und Initiativen, die sich auch auf die borealen Waldgebiete beziehen (vgl. Kapitel 5.2). In diesem Zusammenhang sind insbesondere die von der EU geförderten multinationalen Klimaforschungsprogramme SIBERIA und das Folgeprojekt SIBERIA II⁹ zu nennen, die unter Federführung der Universität Jena bis 2005 Veränderungen innerhalb der borealen Waldgebiete in Zentralsibirien mit Hilfe von Radar- und optischen Sensoren untersuchten (SCHMULLIUS 2001). Das SIBERIA II Projekt war Teil des GOFC-GOLD („*Global Observation of Land Dynamics*“) in Verbindung mit dem IGBP (*International Geosphere-Biosphere Programme*)¹⁰. Innerhalb des GOFC-GOLD Projektes existieren verschiedene Arbeitsgruppen, die für die globale Koordinierung und Dokumentation von Vegetationsveränderungen zuständig sind¹¹. Ziele des SIBERIA Projektes lagen, neben der Entwicklung von methodischen Vorgehensweisen, im Aufbau eines Multisensor-Informationssystems, um relevante Indikatoren zur Zustandsbeschreibung der terrestrischen Ökosysteme abzuleiten, und in der Bereitstellung von digitalen, multitemporalen Kartengrundlagen in den Maßstäben 1: 200.000 und 1: 1.000.000 für das Moni-

⁸ Die ACRS fand im Jahr 2006 zum zweiten Mal nach 1992 vom 9. bis 13. Oktober in Ulaanbaatar statt und wurde durch die AARS („*Asian Association of Remote Sensing*“), die *Mongolian Society for Photogrammetry & Remote Sensing* sowie vom *Ministry of Education, Culture & Science* organisiert. Im Rahmen der Konferenz war der Autor mit zwei Beiträgen zu den methodischen Arbeiten zum Management von Waldressourcen innerhalb der GTZ-Projekte sowie zum Bereich des Brandmonitorings mit Hilfe von MODIS Satellitenbilddaten beteiligt.

⁹ Informationen zum SIBERIA II-Projekt sind online im Internet unter <http://www.siberia2.uni-jena.de> [Stand: 18.10.2006] erhältlich.

¹⁰ Das Internationale Geosphären-Biosphären-Programm ist eines von vier weltweiten Forschungsprogrammen, die zusammengenommen die interaktiven physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse des globalen Wandels in seiner gesamten Breite untersuchen. Hinzu kommen das Welt-Klima-Forschungsprogramm (WCRP), das Internationale Programm der menschlichen Dimension des globalen Wandels („*International Human Dimensions Programme on Global Environment Change*“) (IHDP) und DIVERSITAS, einem internationalen Programm zur Biodiversität. Eines der Kernprojekte des IGBP ist das LUCS – „*Land-Use / Cover Change-Projekt*“. Informationen hierzu sind online unter <http://www.igbp.kva.se> [Stand: 24.08.2006] erhältlich.

¹¹ Arbeitsgruppen umfassen beispielsweise das GOFC-GOLD „*Land Cover Implementation Team*“ unter Federführung der Universität Jena (Online unter: <http://www.gofc-gold.uni-jena.de>, Stand: 20.09.2006) oder das „*Fire Mapping and Monitoring Team*“ in Zusammenarbeit mit dem GLCF (*Global Land Cover Facility*) der University of Maryland, USA und dem GFMC (*Global Fire Monitoring Centre*) in Freiburg (Online unter: <http://www.fire.uni-freiburg.de>, Stand: 20.09.2006). Aktuelle Aktivitäten umfassen beispielsweise das Symposium „*Land cover and Forest observations*“, welches im März 2006 in Jena stattfand sowie die 2nd International Conference on „*Land cover / Land use study using Remote Sensing and Geographic Information Systems*“ in Ulaanbaatar, welches im Juni 2006 gehalten wurde.

toring von Vegetationsveränderungen auf einer Fläche von insgesamt 2 Mio. km². Im Rahmen eines FAO-geförderten Projektes wurde dieser methodische Ansatz im Jahr 2004 auch auf Teilgebiete der *Khentii*-Region übertragen, in denen „*community-based-forestry*“-Konzepte erprobt werden (FROTSCHER 2004). Ein Schwerpunkt lag hier auch auf Trainingsmaßnahmen im Bereich GIS und Fernerkundung am MNE in Ulaanbaatar. Im Rahmen des GOF-C-GOLD Land Cover Projektes steht seit Anfang des Jahres 2006 TERRANORTE¹², ein Projekt der russischen Akademie der Wissenschaften („*Space Research Institute*“), zur Verfügung, das speziell auf die borealen Ökosysteme ausgerichtet ist. Die interaktive Website bietet Informationen bezüglich des Zustandes und der räumlichen Dynamik von terrestrischen Ökosystemen auf der Basis von hochauflösenden Satellitenbilddaten (z.B. Landsat TM/ETM+) sowie Satellitenaufnahmen mit einer mittleren Auflösung (SPOT-VGT, MODIS Terra/Aqua, Envisat-MERIS). Auf deren Basis werden lokale, regionale und globale Kartenprodukte abgeleitet, die durch die Berücksichtigung von Zeitreihenanalysen Informationen über Waldbrände und Flächenveränderungen liefern (vgl. Kapitel 5.1.6).

Die verlässlichsten Daten zu globalen Waldbränden, die in den Taiga- und Subtaigawäldern einen natürlichen ökologischen Faktor darstellen, in der Mongolei jedoch vor allem seit den 1990er-Jahren durch anthropogenen Einfluss an Intensität und Anzahl stark zugenommen haben, liefert die FAO, die seit 1948 in mehrjährigen Abständen eine Bestandsaufnahme zum Zustand der Wälder veröffentlicht¹³. Aufgrund der Großräumigkeit der sibirischen Taiga und der limitierten Informationslage wurden die betroffenen Länder in den letzten Jahren aufgerufen, sich an der regelmäßigen Erfassung und Dokumentation von Bränden zu beteiligen, zuletzt im Rahmen des FRA 2005 („*Global Forest Resource Assessment*“)¹⁴. So auch das ICC des MNE in Ulaanbaatar, das seit der Errichtung der Empfangsstation für NOAA-AVHRR Satellitenbilddaten im Jahre 1987 eine Feuerdatenbank pflegt (vgl. Kapitel 3.3.2). Das „*Global Fire Monitoring Center*“ (GFMC) der Universität Freiburg ist zurzeit unter Leitung von JOHANN GOLDAMMER im Bereich der Forschung und der globalen Koordination des Feuermonitorings federführend¹⁵.

¹² Die Website ist online unter: <http://terranorte.iki.rssi.ru> [Stand: 15.11.2006] aufrufbar.

¹³ Der letzte Bericht der FAO (Global Forest Resources Assessment) ist im März 2006 erschienen (FAO 2006).

¹⁴ Weitere Informationen sind online unter: <http://www.fire.uni-freiburg.de/inventory/assessment.htm> [Stand: 15.08.2006] erhältlich.

¹⁵ Das GFMC entstand als Initiative des UN-geförderten Projektes ISDR („International Strategy for Disaster Reduction“), das zusammen mit dem FAO/ECE/ILO – Komitee in regelmäßigen Abständen das IFFN („International Forest Fire News“) publiziert.