

## **Auswirkungen der Waldnutzung in einem Waldökosystem in Tamil Nadu, Süd-Indien**

Joachim Schmerbeck und Thomas Knoke  
Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung, TU München

### **1. Einführung**

Wald spielt in Indien eine wichtige Rolle im täglichen Leben eines großen Teils der ländlichen Bevölkerung, die über 70% der Gesamtbevölkerung Indiens ausmacht (Census of India 2001). Der Wald ist in vielen Gebieten die Hauptquelle für Brennholz und Viehfutter und liefert eine kaum übersehbare Anzahl sonstiger Produkte. 80% des nicht kommerziellen Energiebedarfs in Indien wird durch Brennholz aus dem Wald gedeckt (Rai und Chakrabarti 1996). Brennholz ist folglich das wichtigste Waldprodukt. Allerdings reicht die nachwachsende Holzmenge nicht aus, um den Bedarf zu decken. Nach Angaben der indischen Regierung übersteigt die Menge des entnommenen Holzes den Zuwachs um das vier bis fünffache (Government of India 1999). Die Nutzung erfolgt zudem meist unregelt und verschwenderisch (Singh 1992). Das wirkt sich negativ auf die Waldfläche und den Waldzustand aus. So liegt der Waldanteil Indiens heute zwar noch bei 19% (Forest Survey of India 1999), aber nur 60% der Wälder weisen einen Kronenschluss von über 40% auf (Government of India 1999).

Die Tatsache, dass sich die Waldbewirtschaftung grundlegend ändern muss und eine nachhaltige Nutzung nur unter Einbindung der daran beteiligten Bevölkerung möglich ist, wird auf breiter Linie anerkannt. Der aktuellste Versuch dies in die Tat umzusetzen ist die Einführung des „Joint Forest Management“ (JFM). Unter Beteiligung der Forstbehörde und der Vertreter der örtlichen Waldnutzer werden hierbei Bewirtschaftungspläne erstellt und vollzogen. Allerdings erfolgt in den seltensten Fällen eine Abstimmung des Bedarfs an Waldprodukten auf die nachhaltig nutzbare Menge.

In einer an der TU München erstellten Dissertation (Schmerbeck 2002) - die diesem Beitrag zugrunde liegt - wurde versucht für eine Modellregion in Südindien die notwendigen Grundlagen für eine solche Abstimmung bereit zu stellen. Ziel des im Rahmen der genannten Dissertation durchgeführten Forschungsprojektes war es, zum einen einen Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Umfeld der den Wald nutzenden Menschen und der Waldnutzung darzustellen und zum anderen den Waldzustand durch die Art und Intensität der Nutzung zu erklären. Die im Rahmen der Dissertation bearbeiteten Zusammenhänge sollen in

dem hier vorliegenden Artikel am Beispiel der Feuerholznutzung, dem wichtigsten Waldprodukt im Untersuchungsgebiet, dargestellt werden. Da hauptsächlich Bäume für die Feuerholzgewinnung Verwendung finden, soll hier auf die Bäume abgehoben werden.

Um den Auswirkungen der Feuerholznutzung auf den Baumbestand nachgehen zu können, wurden zwei Hypothesen formuliert. Mit der ersten Hypothese sollte geprüft werden, inwieweit der Baumbestand vom Standort beeinflusst wird. Sie lautet:

H1: Der Standort beeinflusst den Zustand des Baumbestandes nicht wesentlich.

Mit Hilfe der zweiten Hypothese sollte getestet werden, inwieweit der Zustand der Baumvegetation durch die Feuerholznutzung bedingt wird. Sie wurde wie folgt formuliert:

H2: Es existiert kein Zusammenhang zwischen der Intensität der Feuerholznutzung durch die lokale Bevölkerung und der Struktur des Baumbestandes.

## ***2. Das Untersuchungsgebiet***

Über 60% der Waldfläche Indiens befindet sich in einer Höhenlage unter 600 m. ü. NN (Government of India 1999), was eine Untersuchung in diesem Bereich nahe legte. Als Untersuchungsgebiet wurde deshalb ein ca. 40 km<sup>2</sup> umfassendes Gebiet in der Ebene Tamil Nadus, Süd Indien, am Fuß der Palni Hills, ausgewählt. Es liegt im Dindigul Distrikt nahe den Kleinstädten Batlagundu und Nilakkottai und schließt einen 10 km<sup>2</sup> großen Staatswald (Reserved Forest, RF) und 19 ihm naheliegende Dörfer ein. Der Wald befindet sich auf dem Kadavakurichi, einem kleinen Berg in der Mitte des Untersuchungsgebietes mit einer maximalen Höhe von 708 m ü. NN. Mit 758 mm jährlichem Niederschlag im 100-jährigen Mittel fiel der Bereich nach der Klassifikation von Champion und Seth (1968) in die Gruppe des trockenen Laubfallwaldes (Dry Deciduous Forst) und des tropischen Dornwaldes (Tropical Thorn Forest). Der Niederschlag liegt knapp unter der angegebenen Niederschlagsmenge für den trockenen immergrünen Wald (Dry Evergreen Forest).

Um die Beziehung zwischen der Nutzung und dem Waldzustand herleiten zu können, wurde das Untersuchungsgebiet in fünf Untereinheiten (Watersheds, WS) eingeteilt, die sich hinsichtlich der Nutzungsintensität unterscheiden. Jedes WS umfasst einen Teil des Waldes und die Dörfer, die ihm am nächsten liegen.

### **3. Methoden**

#### **3.1. Erhebung des Waldzustandes**

Der Waldzustand des Kadavakurichi wurde auf Probeflächen, die in einem regelmäßigen Raster über alle Watersheds angeordnet waren, erfasst (30 m<sup>2</sup> für Bäume und 9 m<sup>2</sup> für die restliche Vegetation). Insgesamt wurden 500 Probeflächen aufgenommen. Neben standörtlichen Parametern wie Höhenlage, Hangneigung, Exposition, Bodentiefe und Bodenart wurden zur Beschreibung der Baumschicht folgende Vegetationsparameter erhoben: Die Anzahl der Pflanzen je Fläche, die Höhe (Bäume größer als 50 cm), die Anzahl der Stämmchen am Wurzelhals und der Durchmesser der drei dicksten Stämmchen, acht Kronenradien und der Kronenansatz. Zusätzlich wurden Schnitt- und Brandspuren erfasst.

Auf der östlichen Seite des Berges befand sich ein kleiner Tempel, um den herum sich ein relativ ungestörter Wald von 0,15 ha Größe anschloss. Dieser Wald, im folgenden „Tempelwald“ genannt, zeichnete sich durch einen geringen menschlichen Einfluss und gut entwickelte Vegetation aus. Zur Erfassung der dort vorhandenen Vegetation wurden acht Probeflächen angelegt.

#### **3.2. Kennzahlen zur Beschreibung der Waldvegetation**

Aus den in der Vegetationsaufnahme erhobenen Daten wurden Kennzahlen errechnet, die mit der Menge an vorhandener Biomasse korrelieren. Für den Baumbestand wurden Indizes für das Holz- und Kronenvolumen der Bäume je Aufnahmefläche berechnet.

Weil Formzahlen für die im untersuchten Wald vorkommenden Baumarten fehlten, wurde ein Holzvolumenindex in m<sup>3</sup> aus der Stammgrundfläche und der Höhe des Baumes berechnet. Dabei wurde die am Stammfuß gemessene Stammgrundfläche des dicksten Stammes mit der Anzahl der Stämme multipliziert. Für die statistischen Berechnungen wurde die Summe der Volumenindizes einer Probefläche gebildet.

Zur Berechnung einer Maßzahl für das Kronenvolumen der Bäume wurde zunächst aus den Kronenradien die Kronenprojektion für ein Baumindividuum nach dem Teilkreismodell von Huber (1981) berechnet. Darauf aufbauend wurde ein Kronenvolumenindex in m<sup>3</sup> durch die Multiplikation der Kronenlänge mit der Kronenprojektionsfläche kalkuliert. Der Index der Kronenvolumen aller Baumindividuen einer Flächen ergab sich aus der Summe der Indizes der Einzelbäume.

### **3.3. Erhebungen zur Waldnutzung**

Um den Einfluss der menschlichen Nutzung auf den Wald zu erfassen, wurden in allen Dörfern die Haushalte, die den Wald nutzten, ausfindig gemacht. Jeder zweite Haushalt wurde dann auf die Waldnutzung hin befragt. Das ergab 222 Interviews, die dem Anteil der Waldnutzer entsprechend auf die WS verteilt waren. Von den Mitgliedern eines Haushaltes wurde diejenige Person befragt, die am stärksten an der Waldnutzung beteiligt war. Die Fragen bezogen sich unter anderem auf die Kastenzugehörigkeit, die Arbeitslosigkeit, das Geschlecht, die genutzten Produkte, die genutzten Pflanzenarten, die Häufigkeit und die Intensität der Nutzung, die Verfügbarkeit und Verwendung der gesammelten Produkte und die Alternativen für ihre Gewinnung. Um zu ermitteln, ob die den Wald nutzenden Menschen sich in ihren soziodemographischen Eigenschaften von denen, die den Wald nicht nutzen, unterscheiden, wurden zusätzlich Interviews in den den Wald nicht nutzenden Haushalten durchgeführt.

Zur Ermittlung der je Jahr und Hektar genutzten Menge an Feuerholz aus den jeweiligen Waldanteilen der einzelnen WS wurde mit Hilfe eines Indexes die angegebene Menge mit Hilfe der genannten Nutzungshäufigkeit auf eine täglich genutzte Menge umgerechnet. Der sich daraus für die einzelnen Personen ergebende Wert wurde je nach WS aufsummiert und auf den ha und ein Jahr bezogen.

### **3.4. Statistische Auswertung**

Die Hypothesen wurden mit Hilfe von zwei Regressionsmodellen geprüft. In einem ersten Schritt wurde mit einer logistischen Regression die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der ein Vegetationsmerkmal vorhanden war. Mit einer linearen Regression wurde anschließend, unter Ausschluß der Flächen für die der Wert des Vegetationsmerkmals null war, die Größe des Vegetationsmerkmals in Abhängigkeit von Standort und menschlichem Einfluss geprüft. Ein analoges statistisches Vorgehen wurde von Knoke und Schulz Wenderoth (2001) zur Beschreibung der Farbkernwahrscheinlichkeit bei der Rotbuche und zur Schätzung des Farbkerndurchmessers vorgestellt.

Folgende Standortvariablen wurden ausgewählt: Höhenlage, Gefälle, Bodentiefe, Anteil Fels, Bodenart, und Exposition. Als erklärende Variable für die Waldnutzung wurde die jeweilige Flächenkategorie (WS I-V) bzw. Tempelwald) verwendet.

Die nicht metrischen Variablen, wie die Flächenkategorie, die Bodenart und die Exposition fanden über Indikatorvariablen in Form einer Kontrastkodierung Eingang in die Modelle. Als

zu erklärende Variablen wurden die Indizes für das Holz- und Kronenvolumen gewählt. Eine detaillierte Beschreibung des statistischen Vorgehens findet sich bei Schmerbeck (2002).

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Die Vegetation des Kadavakurichi RF

Der Kadavakurichi RF bestand aus einem im Durchschnitt zwei Meter hohen dornigen Gestrüpp mit Übergängen von savannenartiger Vegetation bis zu durch Feuer offen gehaltenen Grasflächen. In den 500 Flächen befanden sich 149 Pflanzenarten von denen ein großer Teil (31%) Baumarten waren.

Bäume deckten ein Drittel der Waldfläche. Somit fällt der Wald in die Kategorie des offenen Waldes, die von der indischen Regierung bei 10-40 % Kronenschluss ausgeschieden wird (Government of India 1999). Es fanden sich im Durchschnitt 1223 Bäume je Hektar mit einer mittleren Höhe von 2 Metern und einem Holzvolumenindex von im Mittel unter 0,03 m<sup>3</sup>. *Commiphora berryi* und *Euphorbia antiquorum* waren eindeutig die dominierenden Baumarten nach Häufigkeit und Deckung. Sie kamen in jeweils 68% (*C. berryi*) und 55% (*E. antiquorum*) aller Flächen vor und waren damit häufiger als jede andere Pflanzenart.

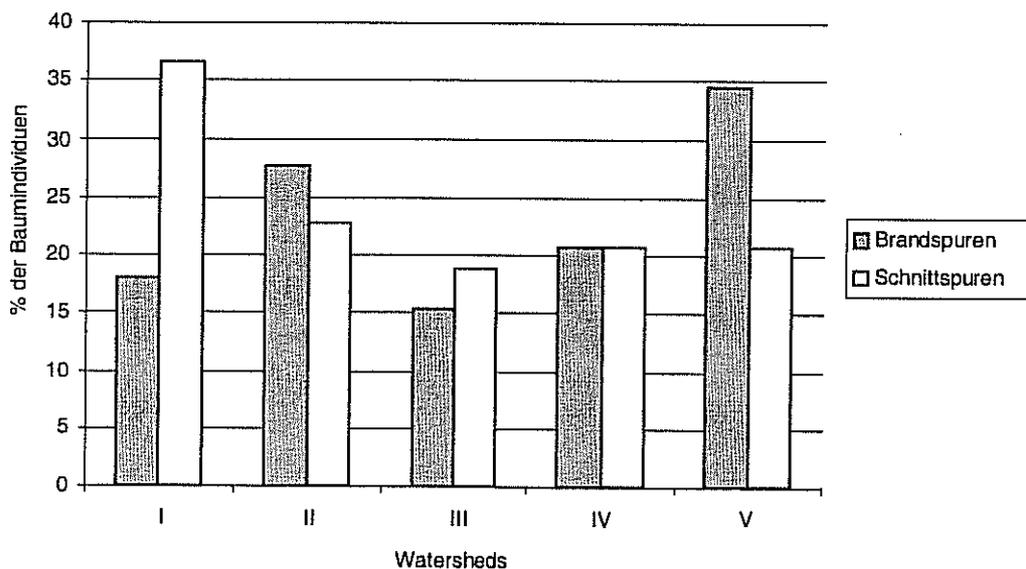


Abbildung 1: Anteil der Baumindividuen mit sichtbaren Spuren von Feuer und Holznutzung

Sträucher hatten einen bedeutenden Anteil an der Vegetation. Sie kamen in 73% aller Probeflächen vor und deckten im Durchschnitt 12% der Bodenoberfläche ab.

Auffallend war der hohe Anteil der Gräser. Sie waren auf fast 70% der Probeflächen vertreten und ihre Deckung lag im Durchschnitt mit 22% über der der Sträucher.

40% der Bäume und 35% der Sträucher wiesen Schäden auf, wobei Schnitt- und Brandverletzungen dominierten. Abbildung 1 zeigt dies beispielhaft für die Bäume.

In WS I bis III waren zum großen Teil Grasflächen mit keinem oder geringem Baumbestand von den Feuern betroffen, wodurch hier die Schäden an Bäumen relativ gering waren. In WS II brannte es, allerdings kurz vor der Datenerhebung und die Brandspuren waren deutlich sichtbar. In WS V mit einem sehr geringen Anteil an Grasflächen, wurde ein großer Teil der Bäume durch Feuer beschädigt. WS IV wies keine Grasflächen auf und somit waren hier bei Brandereignissen sehr häufig Bäume betroffen. Trotz der gefundenen Brandspuren wurden hier jedoch keine aktuellen Feuer beobachtet.

Im Tempelwald erreichte der Deckungsgrad der Bäume fast 100%. Einzelne Individuen außerhalb der aufgenommenen Flächen erreichten eine Höhe von bis zu 12 Metern und einen Holzvolumenindex von bis zu 3 m<sup>3</sup>. Baumindividuen mit nur annähernd denselben Dimensionen konnten auf dem gesamten Berg nicht gefunden werden. Die Pflanzen des Tempelwaldes zeigten nur zu geringen Teilen leichte Schäden.

Der Kadavakurichi RF kann aufgrund der erhobenen Arten nach der Klassifizierung von Champion und Seth (1968) sowohl als degradiertes trockener Laubfallwald als auch als eine degradierte Form des trockenen immergrünen Waldes angesehen werden. Die Artenzusammensetzung des Tempelwaldes lässt auf einen hohen Anteil immergrüner Baumarten bei ungestörter Entwicklung schließen.

#### ***4.2. Die Waldnutzung durch die lokale Bevölkerung***

Von allen Haushalten im Untersuchungsgebiet nutzten nur 15% den Wald in irgendeiner Form. Die Wald nutzenden Haushalte unterschieden sich in einigen soziodemographischen Merkmalen von denen, die nicht an der Waldnutzung beteiligt waren. Der auffälligste Unterschied war die Kastenzugehörigkeit. Von den 19 Kasten, auf die sich alle Befragten verteilten, gehörten die Waldnutzer nur zehn an. Die dominierende Kaste bei den Waldnutzern war mit einem Anteil von 54% die Moopar Kaste. Ein weiterer wichtiger Unterschied zwischen Waldnutzern und den Wald nicht nutzenden Haushalten waren die Beschäftigungsverhältnisse. Während letztere „nur“ zu 21% ohne Beschäftigung waren, waren von den Waldnutzern 62% ohne Einkommen, wenn man vom Einkommen aus der Waldnutzung absieht.

Wie Tabelle 1 zeigt, war Feuerholz eindeutig das am stärksten genutzte Produkt.

Neben der Feuerholznutzung war noch die Waldweide und die Nutzung von Gründümpflanzen relativ stark vertreten.

Genutztes Produkt	Anzahl Nennungen	Anteil unter den Waldnutzern in %
Feuerholz	144	66
Waldweide	33	15
Gründümpflanzen	24	11
Honig	18	8
Medizinische Pflanzen	13	6
Zaunmaterial	9	4
Material zur Dachabdeckung	9	4
Schwaches Bauholz	5	2
Wild	2	1
Wurzeln	1	<1
Summe befragter Waldnutzer	222	

Tabelle 1: Genutzte Waldprodukte und ihre Verteilung auf die Waldnutzer (Mehrfachnennungen waren möglich)

Auf die Frage, welches von den gesammelten Produkten das wichtigste sei, gaben fast 90% der befragten Feuerholznutzer Feuerholz an. Das unterstreicht die zentrale Rolle des Feuerholzes aus dem Wald für die Haushalte.

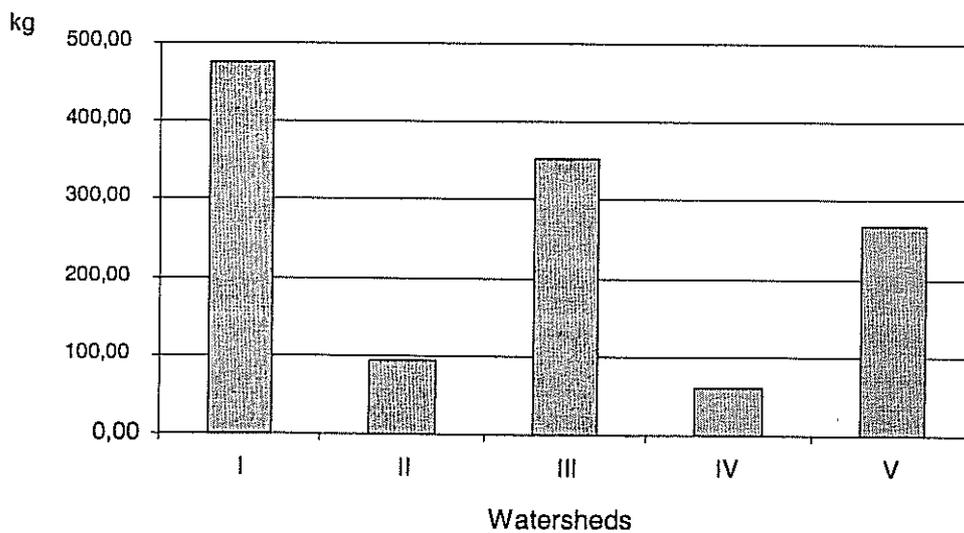


Abbildung 2: Jährlich in den Waldbereichen der einzelnen Watersheds genutzte Menge Feuerholz in kg ha<sup>-1</sup>

Die hauptsächlich genutzten Pflanzen waren Bäume und hier wiederum die im Wald am häufigsten vorkommenden Arten *Commiphora berryi* und *Euphorbia antiquorum*.

Die Herleitung der genutzten Holzmenge ergab folgendes Resultat für die einzelnen WS (Abbildung 2).

WS I, III und V sind die Watersheds in deren Waldbereichen das meiste Feuerholz genutzt wird. Die meisten Nutzer gaben an, nur tote Pflanzenteile und Äste zu nutzen, was als Schutzbehauptung gewertet werden kann, da das Forstamt nur das Sammeln von toten Ästen erlaubt. 16% der Nennungen bezogen sich auf die Nutzung der ganzen Pflanze. Personen, die diese Angaben machten, kamen ausschließlich aus den WS I bis III. Ein Großteil der Feuerholznutzung in WS V wurde von Personen aus WS I getätigt.

### 4.3. Die Häufigkeit von Waldfeuern

Während der zweijährigen Studie wurden mehrfach Feuer auf Waldflächen in der Umgebung und im untersuchten Wald selbst beobachtet. Auf dem Kadavakurichi ereigneten sie sich zwischen Februar und September und in Höhenlagen über 400 Meter. In der folgenden Tabelle 2 sind die einzelnen Brände und ihre Verteilung auf die WS und Höhenstufen aufgeführt.

Monat	Watershed	Höhenlage in m	Bemerkung
Feb. 1999	III	400-500	kleinflächig
Juni 1999	V	400-600	kleinflächig
Juli 1999	I und V	über 500	In V kleinflächig
	III	über 600	großflächig
Sept. 1999	II	über 400	großflächig
Mai 2000	I, II	über 500	großflächig
	III	über 600	großflächig
Juli 2000	II	über 400	großflächig
	III	über 600	großflächig

Tabelle 2: Beobachtete Brandereignisse auf dem Kadavakurichi

### 4.4. Der Zustand des Waldes

#### 4.4.1. Zum Einfluss des Standortes auf den Baumbestand

Das Vorhandensein von Bäumen konnte nicht gut durch den Standort erklärt werden. Das Modell gab für die Höhenlage die höchste Erklärungskraft an, allerdings mit negativem Vorzeichen. Je höher eine Fläche auf dem Berg lag, desto geringer war die Wahrscheinlichkeit, dass sie Bäume enthielt. Das ist vermutlich auf die größere Feuerhäufigkeit in den höheren Lagen zurückzuführen. Allerdings war der beschriebene Zusammenhang nur schwach.

Ähnliches gilt für den Holz- sowie den Kronenvolumenindex der Bäume. Die lineare Regression ergab als Maß für die Korrelation zwischen der erklärenden und der zu erklärenden Variablen das in Tabelle 3 angegebene Bestimmtheitsmaß  $r^2$ . Je näher dieser Wert an 1 liegt, desto straffer ist der Zusammenhang (Garson 2000).

Erklärende Variable	Unabhängige Variable	
	Holzvolumen	Kronenvolumen
Höhenlage	0,07	/
Gefälle	/	/
Bodentiefe	/	0,04
Anteil Fels	/	/
Bodenart	0,07	/
Exposition	/	0,05
Summe	0,14	0,09

Tabelle 3: Partielle  $r^2$  für den Einfluss der Standortvariablen auf die Ausprägung der Bäume

Sowohl die Erklärungskraft der einzelnen Variablen als auch die Erklärungskraft für die Summe der Standortfaktoren, die vom Modell als signifikant für die einzelnen betrachteten Baumparameter bestimmt wurden, ist gering. Der Index des Holzvolumens der Bäume auf einer Fläche lässt sich auf diesem Niveau sehr schwach durch die Höhenlage und die Bodenart erklären. Er nimmt sowohl mit zunehmender Höhe als auch auf besseren Böden zu.

Ersteres scheint vordergründig ein Gegensatz zu der oben aufgeführten geringeren Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Bäumen in höheren Lagen zu sein. Die Zusammenhänge werden klarer, wenn man sich vor Augen führt, dass unter einer hohen Feuerfrequenz die Bäume sich nur schwer oder gar nicht etablieren können. Sind sie aber einmal aus dem Bereich des Bodenfeuers herausgewachsen, entwickeln sie sich besser als in niederen Höhenlagen. Das gilt allerdings nur für den Holzvolumenindex. Für die Baumkronen gibt das Modell keinen solchen Zusammenhang an. Auch wenn die Erklärungskraft gering ist, kann davon ausgegangen werden, dass Bäume in niederen Höhenlagen eher in Strauchform auftreten, also häufiger im Zuge der Holznutzung auf den Stock gesetzt werden, als in höheren Lagen. Damit geht der sich abzeichnende Einfluss eher auf menschliche Aktivität zurück, als auf den Standort an sich. Das zeichnet sich auch bei dem vom Modell angedeutetem Zusammenhang zwischen Exposition und Kronenvolumen ab. Mit schwacher Erklärungskraft prognostiziert das Modell höhere Werte für südliche Expositionen, die wegen der stärkeren Sonneneinstrahlung eher als ungünstige Standorte angesprochen werden müssen.

Die erste Hypothese „H<sub>1</sub>: der Standort beeinflusst den Zustand des Baumbestandes nicht wesentlich“ kann insgesamt aufgrund der nur äußerst schwachen Zusammenhänge zwischen Vegetationszustand und Standortfaktoren nicht verworfen werden.

#### 4.4.2. Einfluss der Feuerholznutzung auf den Waldzustand

Die Frage ob sich die Vegetationsausprägung durch die Nutzungsintensität erklären lässt, wurde unter Berücksichtigung der Probeflächen der fünf Watersheds und des Tempelwaldes als kontrast-kodierte Variablen geprüft.

Erklärende Variable	Unabhängige Variabale	
	Holzvolumen Bäume	Kronenvolumen Bäume
Höhenlage	0,06	/
Gefälle	/	/
Bodentiefe	/	0,05
Anteil Fels	/	/
Bodenart	0,07	0,02
Exposition	/	0,01
Watersheds/Tempel	0,04	0,10
Summe	0,17	0,18

Tabelle 4: Partielle  $r^2$  für den Einfluss der Standortfaktoren und der Watersheds auf Holz- und Kronenvolumen der Bäume

Die die WS und den Tempelwald berücksichtigenden Variablen waren hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit, dass Bäume auftreten, jedoch nicht signifikant.

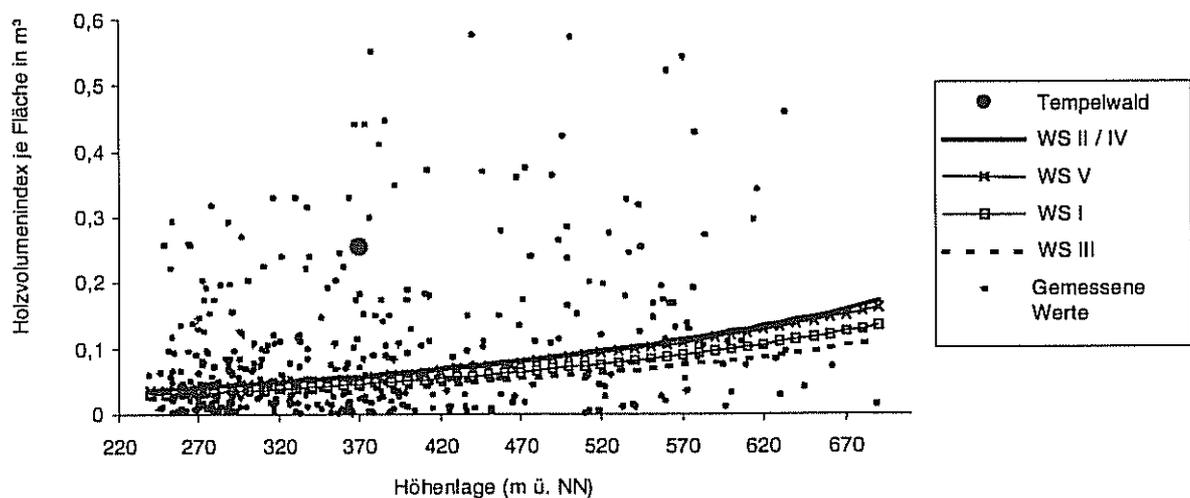


Abbildung 3: Holzvolumen der Bäume in Abhängigkeit von Höhenlage und Watershed-Zugehörigkeit (für den Tempelwald gibt es nur einen Wert bezüglich der Höhenlage)

In Bezug auf die Indizes für das Holz- bzw. Kronenvolumen erhöhte die Einführung der neuen Variablen zwar die Erklärungskraft für die getesteten Parameter, dennoch fiel diese Erhöhung nur überraschend gering aus (Tabelle 4).

Den vergleichsweise stärksten Zusammenhang zeigte die die Nutzungsintensität charakterisierenden Variablen zur Kontrastierung der Watersheds und des Tempelwaldes mit dem Index für das Kronenvolumen. Alle anderen Variablen hatten eine sehr geringe Erklärungskraft sowohl für das Holz- als auch für das Kronenvolumen der Bäume.

Die Abbildung 3 zeigt den schwach ausgeprägten Zusammenhang zwischen Holzvolumenindex und Höhenlage für die einzelnen WS.

Eine Reihung der einzelnen Waldbereiche nach der Nutzungsintensität für Feuerholz deutet sich an. Das Modell prognostiziert die geringsten Werte für die am stärksten genutzten WS I und III und die höchsten Werte für die am wenigsten durch menschlichen Nutzung beeinflussten Flächen im Tempelwald. Abbildung 3 zeigt allerdings, dass der Unterschied zwischen den prognostizierten Werten der WS vergleichsweise gering ist. Zudem fällt auf, dass das noch relativ intensiv genutzte WS V ein vergleichsweise hohes Holzvolumen aufweist. Das lässt darauf schließen, dass die Feuerholznutzung nicht als alleiniger Faktor zur Erklärung der Vegetationsausprägung angesehen werden kann. Wird die während des Aufnahmezeitraumes beobachtete Feuerintensität mit einbezogen (Tabelle 2), so zeichnet sich hier eine bessere Erklärung ab. Die beobachteten Feuer in WS V waren kleinflächiger und weniger häufig als die in WS I-III. Die Feuerintensität kann demnach als ein zusätzlicher Einflussfaktor angesehen werden, der sich stärker als die Holznutzung auswirkt.

Für das Kronenvolumen der Bäume werden wie beim Holzvolumen die größten Werte für den Tempelwald prognostiziert. Erstaunlich hohe Werte weist WS V auf. Sie liegen deutlich über denen der übrigen Watersheds. Weder die Feuerholznutzung noch die beobachtete Feuerfrequenz geben hier eine ausreichende Erklärung (Abbildung 4).

Aufgrund der Holznutzungsintensität und der beobachteten Feuer wäre zu vermuten gewesen, dass die Bäume in WS IV größere Kronen haben als in WS V. Dass das Modell für WS IV Werte prognostiziert, die sich von den übrigen Watersheds kaum unterscheiden, ist zunächst überraschend. In der Diskussion (Punkt 5) wird darauf noch einzugehen sein.

In Bezug auf die zweite Hypothese: „H<sub>2</sub>: Es existiert kein Zusammenhang zwischen der Intensität der Feuerholznutzung durch die lokale Bevölkerung und der Struktur des Baumbestandes“ kann folgendes festgehalten werden: Wenngleich auch die die Nutzungsintensität berücksichtigenden Erklärungsmodelle bei weitem keine befriedigende

Erklärung erlaubten, verbesserte die Integration der die Nutzungsintensität charakterisierenden WS-Variablen die Zusammenhänge dennoch wesentlich. Wäre die Integration der ebenfalls anthropogen bedingten Variable Feuer in das statistische Modell möglich gewesen, hätten sich sicher wesentlich straffere Zusammenhänge ergeben. An der Gültigkeit der zweiten Hypothese bestehen somit erhebliche Zweifel.

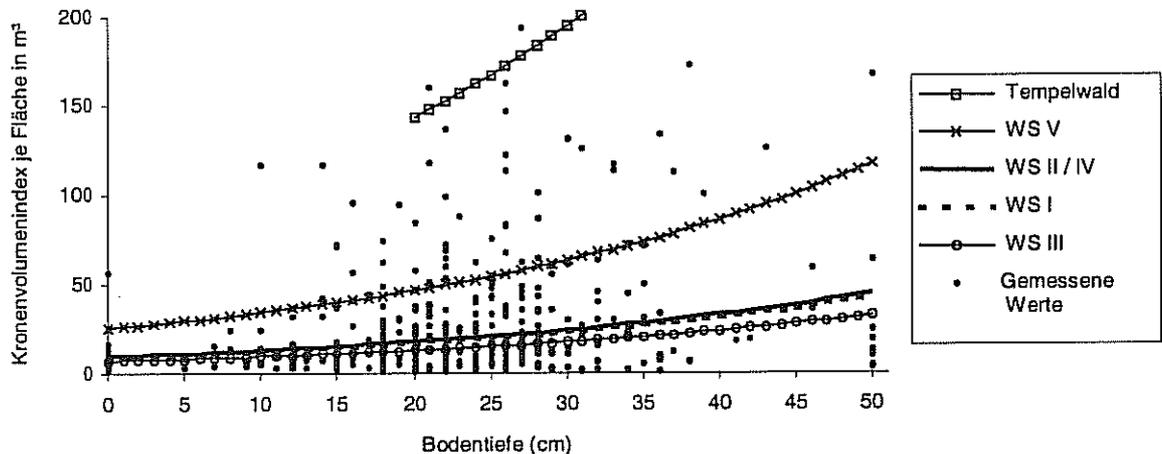


Abbildung 4: Kronenvolumenindex der Bäume in Abhängigkeit von Bodentiefe und Watershed-Zugehörigkeit

## 5. Diskussion

Der Kadavakurichi RF ist praktisch überall stark von der menschlichen Nutzung geprägt. Feuerholz ist das am meisten genutzte Produkt. Es ist davon auszugehen, dass dabei hauptsächlich einer oder mehrere Stämmchen eines Baumes oder Strauches genutzt werden. Das kann erklären, warum das Modell für die am intensivsten genutzten Watersheds die kleinsten Werte für das Baum- bzw. Kronenvolumen schätzte. Allerdings sind Watersheds mit geringem Baum- und Kronenvolumen auch unter denen, die am stärksten von Feuer betroffen waren. Hinsichtlich der Feuer ist davon auszugehen, dass diese das Holzvolumen ebenfalls reduzieren - zumindest gilt dies für relativ kleine Bäume. Wird der Index für das Holzvolumen allein betrachtet, ergibt sich in dieser Hinsicht eine etwas bessere Erklärung. Die relativ häufigen Feuer in WS I und III erlauben dem Baumbestand nicht, sich über ein gewisses Maß hinaus zu entwickeln, während für WS IV und V, wo keine oder nur geringe Feuer beobachtet wurden, etwas höhere Werte prognostiziert werden. Noch deutlicher wird dieser Zusammenhang bei der Betrachtung der Baumkronen. Der Wald in WS V wird relativ stark zur Feuerholzgewinnung genutzt, er zeigt aber unter den WS eindeutig die größten

Kronen. Die seltenen Feuer lassen hier noch einen ausgeprägteren Baumbestand zu. Dort wo Feuer weniger häufig auftreten, werden die Kronen nicht nachhaltig beeinträchtigt. Die Feuer verhindern aber die Weiterentwicklung der Kronen sowie ein Fortschreiten der Sukzession, wie es etwa im Tempelwald geschehen ist. Dort, wo die Feuer häufiger sind (WS I bis III), erreichen die Bäume nicht die Ausprägung wie in WS V.

Auffällig ist die Stellung von WS IV. Hier findet die geringste Feuerholznutzung durch die Dorfbevölkerung statt und auch Feuer konnte nicht beobachtet werden. Trotzdem prognostiziert das Modell einen relativ geringen Wert für das Kronenvolumen. Allerdings deuteten vorhandene Brand- und Schnittspuren nicht nur eine Beeinflussung durch Feuer an, sondern auch auf eine zusätzliche Feuerholznutzung durch andere Gruppen als die lokale Bevölkerung (Abbildung 2).

Aus dieser Analyse wird folgendes deutlich: Zum einen ist die Feuerholznutzung nicht der allein prägende Faktor für den Zustand des Baumbestandes. Es muss davon ausgegangen werden, dass das Feuer hier einen stärkeren Einfluss ausübt. Es ist omnipräsent und beeinflusst auch da den Baumbestand, wo es lediglich in größeren zeitlichen Abständen auftritt.

Zum anderen zeigen die weit verbreiteten Schnittspuren in Verbindung mit den Ergebnissen hinsichtlich des Holz- und Kronenvolumens, dass offensichtlich neben der Holznutzung durch die lokale Bevölkerung noch andere Gruppen von außerhalb der Dörfer Holz aus dem Wald gewinnen.

Beide Punkte sind für die zukünftige Waldbewirtschaftung von Bedeutung. Gemeinsame Bewirtschaftungsmaßnahmen der lokalen Bevölkerung und der Forstbehörde führen nicht zu einer Verbesserung der Situation des Waldes, wenn Holz auch von Dritten genutzt wird. Eine Holznutzung durch Personen oder Gruppen, die nicht aus dem Untersuchungsgebiet stammen, also nicht zu den an der Planung beteiligten Parteien gehören, muss deshalb unterbunden werden.

Noch wichtiger aber ist es, das Feuer als einen - wenn nicht den - ausschlaggebenden Einflussfaktor auf den Wald zu erkennen und entsprechend mit in die Waldbewirtschaftung einzubinden. Dabei stellt sich die Frage nach der Ursache der Feuer, die allerdings nur schwer zu beantworten ist. Im Zuge der im Untersuchungsgebiet durchgeführten Interviews wurde auch nach der Meinung über die Feuerursache gefragt. Aufgrund der Antworten und der Beobachtungen im Untersuchungsgebiet können natürliche Ursachen weitgehend ausgeschlossen werden. Es zeichnete sich ab, dass die Feuer allgemein zur Offenhaltung des

Waldes und zur Gewinnung von Feuerholz eingesetzt werden. Letzteres wird verständlich wenn man weiß, dass das zuständige Forstamt nur die Nutzung von totem Holz erlaubt. Das Feuer macht die Bäume nicht nur zugänglicher, sondern bewirkt auch das Absterben der Pflanzen, so dass diese quasi „legal“ als totes Holz genutzt werden können.

Allerdings erklärt das nicht die Feuer auf den Grassflächen in den höheren Lagen. Hier scheinen traditionelle und religiöse Gründe, wie etwa der Glaube, durch die Feuer Regen bewirken zu können, eine Rolle zu spielen. Es konnte jedoch keine Person, die an der Feuerlegung beteiligt war, ausfindig gemacht werden.

## **6. Schlussfolgerungen**

Feuer spielen für den Zustand und die Entwicklung des Waldes im Untersuchungsgebiet eine zentrale Rolle. Beobachtungen in der Ebene Süd-Indiens zeigen, dass dies bei weitem nicht auf das Untersuchungsgebiet beschränkt ist. Deshalb ist es dringend geboten, Feuer in die Pläne zur Waldbewirtschaftung zu integrieren. Dazu bedarf es allerdings erst der Schaffung einer rechtlichen Grundlage. Momentan sind Feuer in den Wäldern Indiens verboten und das Legen von Bränden wird strafrechtlich verfolgt. Hier kann erst dann sinnvoll gearbeitet werden, wenn ein geregelter Einsatz des Feuer erlaubt wird. Darüber hinaus ist es dringend geboten, zum einen die Wirkung von Feuer auf den Wald genauer zu erforschen und in Relation zu anderen Einflüssen auf den Wald zu setzen. Zum anderen bedarf es der Erforschung der Motivation, die hinter dem Abbrennen des Waldes steht. Weiterhin müssen die an der Waldnutzung beteiligten Gruppen und die sie kennzeichnenden soziodemographischen Gegebenheiten bekannt sein. Nur so können waldbauliche Konzepte, die eine Verbesserung der Waldsituation in Indien zum Ziel haben, entwickelt und erfolgreich implementiert werden.

## **7. Summary**

### **Human impact on a forest ecosystem in Tamil Nadu, South India**

This is a study of the influence of fuelwood collection on the structure of a degraded dry deciduous forest situated in the Tamil Nadu plains, South India. It indicates an effect of different fuelwood utilisation intensities on the forest structure. However, the analysis of the fuelwood collection determining the tree formation by means of regression analysis shows an unexpected low explanatory power. The regularly occurring anthropogenic fires and fuelwood utilisation by groups, who do not represent the local users, outweigh to some extent the effect of the wood collection by the local population. The study also analyses the sociodemographic

background of the forest users and households who are not involved in forest utilisation. Here a clear difference, with regards to cast affiliation and other social characteristics, can be observed.

The article points out the urgent need to involve fire in forest management strategies and the creation of the necessary political suppositions. Furthermore, the social status and the sociodemographic aspects of the people involved in the utilisation of forest products have to be considered in order to establish successful forest management systems aimed at sustainability.

## **8. Literaturverzeichnis**

- Census of India (2001): <http://www.censusindia.net/results/state.php?stad=A> (22.10.02)
- Champion, H.G. und Seth, S.K. (1968): A revised survey of the forest types of India. Government of India Press, Delhi
- Forest Survey of India (1999): State of forest report. <http://envfor.nic.in/fsi/sfr99/sfr.html> (05.08.02)
- Garson, G.D. (2000): P. A. 765 Statnotes: An Online Textbook. <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/correl.htm>
- Government of India (1999): Ministry of Environment & Forests, National Forestry Action Programme-India, Vol. 1, New Delhi.
- Huber, W. (1981): Vergleichende Untersuchungen zur Ermittlung der Kronengrundfläche in einem südbayerischen Stieleichen-Hainbuchen-Bestand. Diplomarbeit an der Forstfakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, unveröffentlicht.
- Knoke, T. und Schulz Wenderoth, J. (2001): Ein Ansatz zur Beschreibung von Wahrscheinlichkeit und Ausmaß der Farbkernbildung bei Buche (*Fagus sylvatica* L.), Forstw. Cbl. 120, 154-172.
- Rai, S. N. und Chakrabarti, S. K. (1996): Demand and Supply of Fuelwood, Timber and Fodder in India, Forest Survey of India, Dehra Dun.
- Schmerbeck, J. (2002): Patterns of forest use and its influence on degraded dry forests: A case study in Tamil Nadu, South India, eingereicht als Dissertation am Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München.
- Singh, R.V. (1992): Timber Demand in India: prospects for future supply and substitution, in: Agarwal A. (ed.): The Price of forest. Centre for Science and Environment, New Delhi, S. 65-71.