

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 152 (2001)

Heft: 2

Artikel: Standort, Struktur und Funktion slowenischer Wälder im Höhengradienten

Autor: Bonina, Andrej / Robi, Dušan / Mikuli, Vid

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098269>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Standort, Struktur und Funktion slowenischer Wälder im Höhengradienten

ANDREJ BONČINA, DUŠAN ROBIČ und VID MIKULIČ

Keywords: Altitude; forest types; site conditions; stand structure; tree species composition; Slovenia. FDK 11 : 181 : 182 : 56 : (497.12)

Abstract: Data of the total forest area in Slovenia deriving from a forestry information system were analysed according to 200-metre elevation belts. This article shows how forest cover, site conditions, stand structure, tree species composition, and importance of forest functions change along the altitude gradient.

Abstract: Daten über die Wälder Sloweniens, die in einem Forstdatensystem zusammengestellt sind, wurden in 200-m-Stufen der Meereshöhe ausgewertet. Der vorliegende Beitrag beschreibt, wie sich entlang des Höhengradienten die Waldfläche, die Standortbedingungen, die Struktur der Waldbestände, die Baumartenzusammensetzung und die Bedeutung verschiedener Waldfunktionen ändern.

1. Einleitung

Wälder können auf unterschiedliche Weise eingeteilt und klassifiziert werden, was besonders vom Zweck der Einteilung abhängig ist. Die unterschiedlichen Einteilungen der Wälder, z.B. anhand von standörtlichen oder anderen Bestandesmerkmalen, sind für die Waldbewirtschaftung notwendig, doch darf dabei nicht vergessen werden, dass sie als Typisierungen definitionsabhängig sind. Deshalb werden sie manchmal der Natur von Waldökosystemen nicht gerecht, die normalerweise Zeit- und Raumkontinua mit fließenden Übergängen darstellen. Eine standörtliche Gliederung der Wälder stellen die vegetationskundlich definierten Waldgesellschaften dar. Die Abgrenzung der Waldtypen kann jedoch in Abhängigkeit von unterschiedlichen natürlichen Gegebenheiten, der Stärke anthropogener Einflüsse, der Tradition der Waldvegetationsforschung und des Raummasstabs zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Wir differenzieren die Waldfläche und die entsprechenden Waldstandorte in Höhenvegetationsstufen und pflanzensoziologischen Einheiten. Beide Ansätze ermöglichen eine nachvollziehbare Wald- und Waldstandortstratifizierung. In Gebieten mit starker vertikaler Landschaftsstruktur ist eine Typisierung der Wälder nach Höhenstufen von besonderem Nutzen. Schon Conrad Gessner (1516–1565) gliederte die Wälder der Schweiz nach diesem Ansatz. Später wurde dieses Modell modifiziert und weiterentwickelt (ADAMOVIČ, 1908; SCHRÖTER, 1926; ELLENBERG 1967, 1988; PUNCER & ZUPANČIČ, 1970; GREGORIČ *et al.*, 1975; HORVAT *et al.*, 1974; TRASS, 1976; LANDOLT, 1983; TKAČIK, 1985; AGAHANJANC, 1986; POLUNIN, 1987). In neuerer Zeit modifizierte FREY (1995) das Modell der Höhenstufen; dieses Modell wird heute von den Schweizer Förstern (OTT *et al.*, 1997) verwendet. In ähnlicher Weise können wir den slowenischen Waldraum in folgende Vegetationshöhenstufen gliedern: planare Stufe, kolline, submontane, montane, altmontane (hochmontane) und subalpine Stufe. Gegebenenfalls kann die montane Stufe weiter in eine untere und eine obere montane Stufe unterteilt werden.

Der Meereshöhengradient ist in Slowenien besonders stark ausgeprägt. Auf den 20 256 km² Grundfläche Sloweniens kommen Höhenlagen zwischen 0 und 2864 m vor. Die Meereshöhe ist somit ein bedeutender Indikator der Standortverhältnisse. Selbstverständlich hängen die forstlichen Standorte ausserdem von einem ganzen Komplex weiterer Standortfaktoren ab, die sich in den meisten Fällen mehr oder weniger kontinuierlich ändern: Boden, Klima sowie biotische und orographische Faktoren wirken auf die Pflanzen und ihre Gesellschaften gleichzeitig und wechselseitig (ELLENBERG, 1968; ROBIČ, 1981).

Die Waldvegetation in Slowenien ist sehr mannigfaltig. Obwohl Slowenien relativ klein ist, gehört es zu sechs phytographischen Gebieten: zum alpinen, voralpinen, dinarischen, vordinarischen, submediterranen und subpanonischen Gebiet. Wesentlich für diese Vielfalt sind geographische und orographische Faktoren, zu denen man sowohl Relief, Meereshöhe, Exposition und Inklination als auch Grösse und Richtung der Bergmassive zählt. Orographische Faktoren, vor allem die Meereshöhe, beeinflussten in erster Linie den Rückzug bzw. das Vordringen der Baum- und anderen Pflanzenarten in der Periode der Eiszeiten und bestimmten dadurch das heutige Waldvegetationsbild in Mitteleuropa. Ausserdem wirkten sie sich auf den Zeitpunkt und die Form der Kolonisation von Slowenien durch den Menschen aus. Die Folgen zeigen sich heute noch in der Verteilung und der Struktur slowenischer Wälder.

Im vorliegenden Beitrag beschreiben wir, wie sich entlang des Höhengradienten die Waldfläche, die Standortbedingungen, die Produktivität der Waldstandorte, die Struktur der Waldbestände, die Baumartenzusammensetzung und die Bedeutung verschiedener Waldfunktionen ändern. Mit der Untersuchung wollen wir auch die Relation zwischen der Meereshöhe und den Vegetationshöhenstufen feststellen.

2. Arbeitsmethoden

In der Untersuchung der Waldstruktur im Höhengradienten wurde die gesamte Waldfläche Sloweniens (1089 Mio. ha) erfasst. Das Kriterium für die Gliederung der Wälder war im vorliegenden Fall die Meereshöhe, und zwar wurde eine Unterteilung in 200-m-Höhenstufen gewählt, nach denen auch alle anderen Daten dargestellt werden. Die Meereshöhenangabe der einzelnen Unterabteilungen stellt jeweils den Mittelwert von niedrigster und höchster Meereshöhe in dieser Unterabteilung dar. Die Waldfläche Sloweniens teilt man aus forstlicher Sicht in Gebiete, Wirtschaftseinheiten, Abteilungen, Unterabteilungen und Bestände ein. Die Analyse basiert auf Informationen, die auf der Unterabteilungs- und Bestandesebene zusammengestellt wurden. Die Durchschnittsfläche der Unterabteilungen beträgt 14 ha. Die Unterteilung der Abteilungen in Unterabteilungen erfolgt vor allem hinsichtlich der Standortbedingungen. Die Wälder der Unterabteilungen werden in einzelne Bestände gegliedert, die genauer beschrieben werden.

Auf der Ebene der Unterabteilungen werden folgende Informationen zusammengestellt:

- Allgemeine Informationen (Flächengrösse, Eigentumskategorie, Betriebsklasse, Revier, Gemeinde, Tarife usw.).

	m ü. M.										
	1–200	201–400	401–600	601–800	801–1000	1001–1200	1201–1400	1401–1600	1601–1800	über 1800	Durchschnitt
Skelettanteil (%)	3	6	13	19	24	24	23	33	57	49	16
Neigung (Grad)	8	17	21	23	24	25	25	30	34	31	21

Tabelle 1: Mittelwerte von Hangneigung und Skelettanteil nach Höhenlage.

Table 1: Mean values of slope gradients and share of skeletal soil according to altitude.

- Informationen über Standortverhältnisse (Höhenlage, Geländeform, Relief, Hangneigung, Exposition, Skelettanteil, geologisches Substrat, Zuordnung einschliesslich Flächenanteile für höchstens drei Vegetationseinheiten). Die Meereshöhenintervalle wurden verschiedenen Kartenwerken entnommen. Die Werte über die durchschnittliche Hangneigung und die Skelettanteile wurden im Gelände bei der Beschreibung der Wälder ermittelt. Der Flächenanteil der einzelnen Vegetationseinheiten in den Unterabteilungen wurde den pflanzensoziologischen Karten und anderen relevanten Materialien entnommen. KOŠIR (1975) hat die Assoziationen der Waldpflanzengesellschaften hinsichtlich der Produktionsleistung so geordnet, dass er für die Hauptassoziationen der Waldvegetation Standortkoeffizienten (SK) erarbeiten konnte, die das Produktionspotential der Waldstandorte quantifizieren. Standortkoeffizienten sind Ränge, der Tiefstwert des SK beträgt 1, der Höchstwert 17. Hinsichtlich der Assoziationen und ihrer Fläche konnten wir gewogene Mittelwerte der Standortkoeffizienten der Wälder nach einzelnen Höhenstufen errechnen und dadurch prüfen, wie die Meereshöhe das relative Produktionspotential der Waldstandorte beeinflusst.
- Schutz- und Erholungsfunktionen.
- Holzbringungsverhältnisse (Rückemittel, Rückedistanz).
- Bestandesstruktur und Veränderungsgrad der natürlichen Baumartenzusammensetzung.

Auf der Bestandesebene werden Informationen über Baumartenzusammensetzung, Entwicklungsstufen, Holzvorrat, Schlussgrad, Verteilung nach Stärkeklassen, Qualität, waldbauliche Dringlichkeit, Verjüngungs-Deckungsgrad nach Baumarten zusammengestellt. Bestandescharakteristika der Wälder in den einzelnen Unterabteilungen werden i.d.R. okular geschätzt, doch werden diese Schätzungen mit objektiven Werten korrigiert, die auf einer höheren Raumebene mit der Methode der permanenten Probeflächen festgestellt werden.

Auf der Unterabteilungsebene werden Einrichtungen für die Holznutzung, die Schutz- und Erholungsfunktionen, auf der Bestandesebene aber Eingriffsart und geplanter Hiebsatz bestimmt.

Die Anstalt für die Wälder Sloweniens fertigt Pläne für die ganze Waldfläche in Slowenien an und unterhält ein einheitliches Waldinformationssystem. Die Informationsbasis umfasst die Daten von rund achtzigtausend Unterabteilungen und rund einer halben Million Aufzeichnungen über die Bestandescharakteristika. In Slowenien gibt es 254 Wirtschaftseinheiten. Bei der Überarbeitung der Pläne der jeweiligen Wirtschaftseinheiten, die für eine Periode von zehn Jahren gültig sind, wird die Datenbasis für die Wälder in der jeweiligen Wirtschaftseinheit aktualisiert. Für die hier vorliegende Analyse der Waldstruktur wurde das Jahr 2000 als Bezug ausgewählt.

3. Ergebnisse

3.1 Die Waldfläche Sloweniens und der Waldanteil im Höhengradienten

Rund 55% der territorialen Gesamtfläche Sloweniens sind waldbedeckt, doch ist der Waldanteil in den einzelnen 200-m-Höhenstufen sehr unterschiedlich (*Abbildung 1*). Fast auf der ganzen Fläche Sloweniens bildet der Wald die potentielle natürliche Vegetation. Ungefähr 70% aller Wälder liegen in einer Höhenlage von 200 bis 800 m ü. M. Geringe Waldanteile existieren in der Höhenlage unterhalb von 400 m bzw. oberhalb von 1600 m. Ein hoher Besiedlungsgrad und die intensive landwirtschaftliche Nutzung sind die Hauptgründe für den geringen aktuellen Waldanteil in der Zone von 400 m. In dieser Zone verlaufen die wichtigsten Verkehrswege, und auch die natürlichen Verhältnisse sind für eine intensive landwirtschaftliche Nutzung günstig. Gerade in dieser Zone befinden sich die grössten slowenischen Städte wie Ljubljana, Maribor, Celje oder Koper.

Schon in der Höhenstufe von 400 bis 600 m bedeckt der Wald mehr als die Hälfte der Fläche, was für mitteleuropäische Verhältnisse ungewöhnlich viel ist. Grund dafür sind in erster Linie die orographischen Verhältnisse, denn wegen des steilen Reliefs und wegen der beschränkten Wasserspeicherkapazität des Karstuntergrundes ist dieses Gebiet für die landwirtschaftliche Nutzung und für die Besiedlung ungünstig. Der Waldanteil nimmt mit der Meereshöhe weiter zu und erreicht seinen Höchstwert mit 85,4% in der Höhenstufe von 1000 bis 1200 m ü. M. (*Abbildung 1*). Oberhalb von 1200 m nimmt der Waldanteil wieder ab, vor allem in der Höhenlage von 1400 bis 1600 m, wo der Wald nur noch 51% der Gesamtfläche dieser Höhenlage ausmacht. Daraus können wir schliessen, dass in Slowenien die Meereshöhe von 1400 m eine Grenzlinie darstellt, über welcher der Waldanteil wegen der ungünstigeren Standortverhältnisse und weidewirtschaftlichen Nutzung wieder abnimmt. In der Zone von 1600 bis 1800 m bedeckt der Wald nur noch 32% der Fläche. Oberhalb von 2000 m bedeckt der Wald nur noch 318 ha; deshalb fehlt diese Höhenlage in den meisten nachfolgenden Übersichtstabellen.

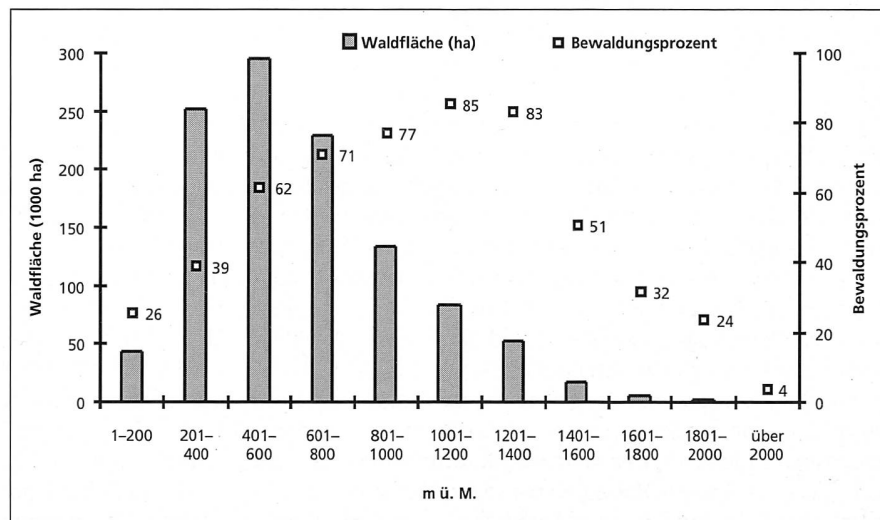


Abbildung 1: Waldfläche in Slowenien und der Waldanteil nach Höhenlage.

Figure 1: Forest area in Slovenia and woodland proportion according to altitude.

Tabelle 2: Flächenanteile der Waldtypen Sloweniens (%) nach Höhenlage (SK = Standortskoeffizient).

Table 2: Surface proportions of the different forest types of Slovenia (%) according to altitude (sk = site coefficient).

Waldtyp	m ü. M.											Slo- wenien	SK- Werte
	0– 200	201– 400	401– 600	601– 800	801– 1000	1001– 1200	1201– 1400	1401– 1600	1601– 1800	1801– 2000	über 2000		
Hainbuchenwälder mit Eichen und Stieleichenwälder	52,9	25,1	4,1	0,5	0,1	0,1		0,1				8,9	10,9
Auen, Ahornwälder und Eschenwälder	12,3	1,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,1					1,2	8,6
Acidophile und thermophile Eichenwälder	22,3	4,3	3,3	0,9	0,1							2,9	3,0
Kolline und submontane Buchenwälder	4,2	30,8	28,2	18,2	5,1	0,8	0,1					19,0	9,7
Ausseralpine montane und altimontane Buchenwälder	0,2	0,9	4,3	9,3	11,2	10,1	10,0	1,7				5,8	8,7
Alpine montane, altimontane und ähnliche Buchenwälder	0,1	0,6	3,1	6,6	12,6	25,5	37,3	34,1	21,2	7,5		8,1	7,4
Thermophile Buchenwälder		2,0	6,2	12,4	9,2	3,3	0,6	0,1				6,0	5,6
Acidophile Buchenwälder	1,1	17,4	27,1	18,4	12,2	8,5	6,6	2,0				17,4	8,2
Tannen-Buchenwälder	0,1	0,6	6,5	16,5	36,2	40,0	23,0	6,3	2,2			13,8	11,0
Tannen- und Fichtenwälder auf reichem Boden	1,3	1,2	6,0	7,9	6,6	5,7	6,7	6,4	0,2			5,2	15,2
Tannen- und Fichtenwälder auf ärmerem Boden			0,1	0,5	1,2	2,4	8,6	23,4	9,9	4,2	4,9	1,3	6,1
Basiphile Kiefernwälder		0,2	0,5	1,0	1,3	0,9	1,0	0,4				0,7	1,0
Acidophile Kiefernwälder	0,3	8,7	1,8	0,3	0,1							2,5	5,0
Hopfenbuchenwälder und Schwarzeschenwälder	5,1	6,7	8,1	7,0	3,4	1,3	0,2	0,1				5,8	1,0
Subalpine Buchenwälder, Krummholz und Torfmoore					0,1	1,0	5,8	25,3	66,4	88,3	95,1	1,3	1,2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	8,5
Standortskoeffizient (SK)	8,5	8,5	8,4	8,5	9,0	9,1	8,2	6,1	3,3	1,7	1,3		
% der Gesamtwaldfläche Sloweniens	3,9	22,6	26,5	20,6	12,0	7,5	4,7	1,5	0,5	0,2	0,0	100	

3.2 Standortverhältnisse

Mit der zunehmenden Meereshöhe verändern sich auch andere Standortfaktoren: das Gelände wird immer steiler und flachgründiger (Tabelle 1). Die durchschnittliche Hangneigung des Geländes im Waldraum Sloweniens beträgt 21 Grad.

Die Analyse der Verbreitung der verschiedenen Vegetationseinheiten am Höhengradienten ermöglicht einen ganzheitlichen Einblick in die Standortverhältnisse. Da die Darstellung der Anteile einzelner Assoziationen im nationalen Massstab zu detailliert wäre, haben wir Assoziationsgruppen definiert, die wir Waldtypen nennen. Für diese Waldtypen (Tabelle 2) und für die Höhenstufen wurden Mittelwerte der Standortskoeffizienten (SK) errechnet, indem wir die Fläche einzelner Assoziationen berücksichtigten, die in die Waldtypen bzw. Höhenstufen einbezogen sind.

Unterhalb von 200 m ü. M. überwiegen Hainbuchenwälder mit Eichen sowie Stieleichenwälder. In der Höhenstufe von 200 bis 600 m überwiegen bereits kolline und submontane Buchenwälder, einen beträchtlichen Anteil machen neben den Hainbuchenwäldern mit Eichen auch acidophile Buchenwälder aus. Ähnlich ist die Situation in der Höhenzone von 600 bis 800 m, nur dass hier Hainbuchenwälder mit Eichen durch submontane Buchenwälder und zum Teil Tannen-Buchenwälder

ersetzt werden. Der Flächenanteil an Tannen-Buchenwäldern steigt in der Höhenstufe von 800 bis 1000 m auf 36% an. Zusammen mit anderen Buchenwäldern stellen sie fast 90% aller Wälder in dieser Höhenstufe dar. Von 1200 bis 1400 m beträgt der Gesamtanteil an montanen und altimontanen Buchenwäldern ungefähr 50%. Einen beträchtlichen Anteil nehmen bereits hier Fichten- und Tannenwälder ein, dazu kommen subalpine Buchenwälder, Krummhölzer und Torfmoore. In der Höhenstufe von 1400 bis 1600 m dominieren drei Waldtypen, und zwar montane, altimontane und ähnliche Buchenwälder im slowenischen Alpengebiet, Tannen- und Fichtenwälder auf

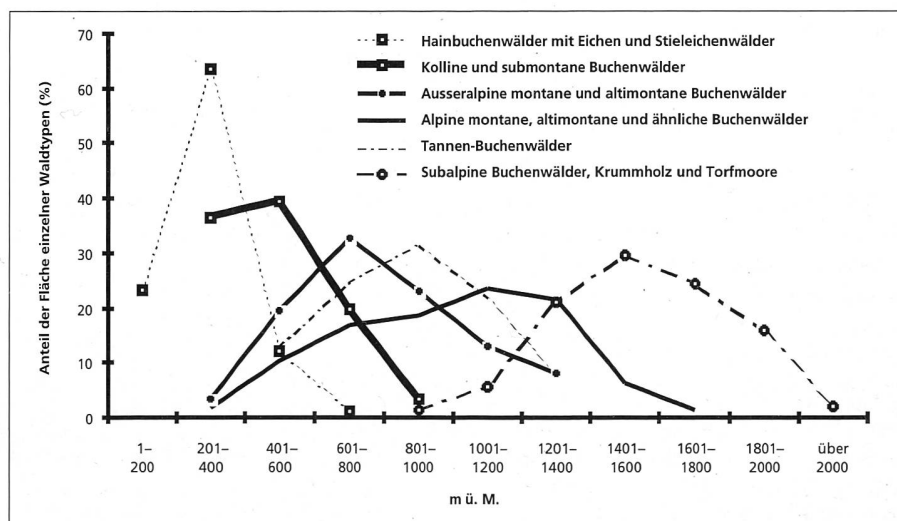


Abbildung 2: Vorkommen zonaler Waldtypen Sloweniens in Höhenstufen. Die Gesamtfläche der jeweiligen Waldtypen entspricht 100%.

Figure 2: Occurrence of zonal forest types in Slovenia within altitude belts. The total area of the different forest types is equivalent to 100%.

ärmerem Boden und subalpine Buchenwälder, Krummholz und Torfmoore. Dieselben Vegetationstypen dominieren auch in der Höhenstufe von 1600 bis 1800 m; die grösste Fläche wird dabei mit rund 70% von subalpinen Buchenwäldern, Krummholz und Torfmooren bedeckt.

Die Darstellung der Standortsverhältnisse kann noch mit der Analyse der Verbreitung einzelner Waldtypen nach Höhenstufen (Abbildung 2) ergänzt werden. Einige Waldtypen stellen die zonale Waldvegetation dar, andere, die an besondere Boden- und orographische Verhältnisse gebunden sind, entsprechen nicht den zonalen Vegetationsformen. Folgende Schlussfolgerungen lassen sich ziehen:

- Die Meereshöhe stellt einen wichtigen Gradienten der Standortsverhältnisse und ein wesentliches Kriterium zur Definition der Vegetationsstufen dar. Das ist auch aus der Verteilung der zonalen Waldtypen im Höhengradienten bezüglich der Kulminationen (Modalwerte) ihrer Flächenanteile (Abbildung 2) ersichtlich. Die Waldtypen sind im Höhengradienten in Hainbuchenwälder mit Eichen und Stieleichenwälder, kolline und submontane Buchenwälder, montane und altmontane Buchenwälder ausserhalb des slowenischen Alpengebiets, Tannen-Buchenwälder, montane und altmontane Buchenwälder im slowenischen Alpengebiet bis subalpine Buchenwälder eingereicht.

- Einzelne Waldtypen sind den Höhengradienten entlang weit verbreitet (z.B. montane und altmontane Buchenwälder im slowenischen Alpengebiet) und überlappen stark mit Waldtypen anderer Vegetationshöhenstufen. Die Höhenlage erweist sich somit als notwendiges, aber nicht als allein hinreichendes Kriterium für die vertikale Stratifizierung der Waldvegetation.
- Im Bereich der Alpen erreichen montane und altmontane Buchenwälder höhere Stufen als ausserhalb der Alpen. Darin zeigt sich der Einfluss der geographischen Lage, namentlich der Massenerhebung und der Grösse von Bergmassiven auf die Standortsbedingungen.
- Bezüglich der für die einzelnen Vegetationsstufen berechneten Standortskoeffizienten (SK) wäre zu erwarten, dass die Höchstwerte in den Tieflagen auftreten. Dies ist aber nicht der Fall. Darin spiegelt sich die langjährige landwirtschaftliche Nutzung wider, die in den tieferen Lagen die ursprüngliche Waldvegetation in sekundäre Vegetationsformen umwandelte, die – mehr oder weniger ausgeprägt – degradierte Standortsverhältnisse aufweisen: überall in Slowenien sind thermophile Eichenwälder, Hopfenbuchenwälder, Schwarzkiefernwälder im Karst, acidophile Kiefernwälder und auch zahlreiche Hainbuchenwälder in der Regel lediglich Stadien einer fortschreitenden sekundären Waldsukzession.

Simpson-Index:

$$D = \left(\sum_{i=1}^S P_i^2 \right)^{-1}$$

Anteil am Holzvorrat:

P_i-Anteil der Baumart i am ganzen Vorrat der Höhenstufe;

S-Zahl aller Baumarten in der Höhenstufe

(+) 0,01 bis 0,1% des Holzvorrats; (o) weniger als 0,01% des Holzvorrats.

Baumart	m ü. M.											Slowenien
	0–200	201–400	401–600	601–800	801–1000	1001–1200	1201–1400	1401–1600	1601–1800	1801–2000	über 2000	
<i>Picea abies</i>	14,5	16,7	28,9	34,8	35,8	45,3	59,3	67,2	55,3	61,2	72,8	31,9
<i>Abies alba</i>	3,3	2,0	6,1	12,6	20,3	14,1	4,3	1,6	0,6	1,9		9,1
<i>Pinus sylvestris</i>	4,6	11,9	5,2	3,1	1,6	0,9	0,7	0,7	1,3	0,8		4,9
<i>Pinus nigra</i>	1,2	1,2	1,5	1,3	0,8	+	o	+				1,0
<i>Larix decidua</i>	0,2	0,3	0,4	0,8	1,8	2,8	4,1	9,9	26,8	12,6	25,3	1,3
Andere Nadelbäume	2,2	0,4	0,2	0,1	+	+	+	0,2	0,1			0,3
<i>Fagus sylvatica</i>	4,2	32,5	33,2	33,6	33,3	33,3	29,9	19,4	14,3	21,2		31,9
<i>Quercus sessiliflora</i>	17,5	14,0	8,7	2,8	0,3	+	+	o	+			6,2
<i>Quercus robur</i>	13,2	1,2	0,1	+	o	o	o					0,7
<i>Castanea sativa</i>	1,3	3,9	2,3	0,7	+	o	o	o	+			1,6
<i>Robinia pseudoacacia</i>	6,8	1,1	0,1	o	o	o	o					0,5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,2	1,3	2,8	3,5	3,0	2,3	1,4	0,6	0,4	0,3		2,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,8	0,6	0,7	0,6	0,4	0,1	+	+	+	1,7		0,5
<i>Tilia</i> sp.	0,3	0,4	0,5	0,4	0,2	+	o					0,4
<i>Carpinus betulus</i>	9,3	6,4	3,1	1,2	0,3	+	+	o	+			2,6
<i>Prunus avium</i>	0,6	0,6	0,4	0,2	+	o	o	o				0,3
<i>Ostrya carpinifolia</i>	1,1	1,0	1,5	1,7	0,9	0,3	+	+	+	o		1,1
<i>Salix</i> sp., <i>Populus</i> sp., <i>Alnus</i> sp., <i>Betula</i> sp.	13,3	2,4	1,7	0,8	0,4	0,2	+	+	+	+		1,6
<i>Sorbus</i> sp.	+	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	+	+	+	0,2		0,2
Andere Laubbäume	5,4	2,0	2,4	1,5	0,6	0,2	+	+	1,0	+	1,9	1,6
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Anzahl der Baumarten	41	45	43	43	43	39	36	24	16	11	3	45
Simpson-Index	10,4	5,7	4,8	3,9	3,5	3,0	2,3	2,0	2,5	2,3	1,7	4,5

Tabelle 3: Baumartenzusammensetzung im Höhengradienten, dargestellt am Anteil des Gesamtholzvorrats einzelner Höhenstufen.

Table 3: Composition of tree species along the altitude gradient, illustrated by the proportion of the total growing stock within individual elevation belts.

3.3 Die Struktur der Waldbestände

3.3.1 Baumartenzusammensetzung

Auch die Baumartenzusammensetzung ändert sich im Höhengradienten deutlich. Zum Ausdruck kommen die grossen Unterschiede in den autökologischen bzw. synökologischen Amplituden (Optima) einzelner Baumarten (Tabelle 3). So ist die autökologische Amplitude der Föhre und der Buche viel breiter als die Amplitude von Robinie, Kirsche, Hainbuche, Tanne und Lärche.

Die Baumartenzusammensetzung ist selbstverständlich auch das Resultat der forstlichen Bewirtschaftung in den zurückliegenden Jahrhunderten. So ist z.B. der Anteil der Fichte am Gesamtholzvorrat slowenischer Wälder mit 33% der höchste aller Baumarten, selbst in den niedrigeren Höhenstufen, obwohl ihr Anteil am Vorrat der potentiell natürlichen Waldvegetation nur 8% betragen sollte (ANONYMUS, 1996). Ein weiterer Grund für die veränderte Baumartenzusammensetzung sind umfangreiche Flächen der Pionierwälder, die im Zuge der Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung entstanden sind. Typische Baumarten von Pionierwäldern sind Hainbuche, Waldföhre und Robinie. Wahrscheinlich muss man auch die Traubeneiche hier einordnen.

Fichte und Buche sind die dominanten Baumarten slowenischer Wälder. Der Buchenanteil ist in der Höhenstufe unterhalb von 200 m am niedrigsten, bleibt dann aber in den Höhenstufen von 200 bis 1200 m mit rund 33% des Gesamtholzvorrats praktisch konstant. Oberhalb von 1200 m ist der Anteil der Buche am Gesamtholzvorrat der Bestände beträchtlich niedriger. Eine Erklärung finden wir im überwiegenden sogenannten Alpentyp der oberen Waldgrenze, was auch die Verbreitung der Lärche bestätigt; ihr Anteil am Holzvorrat der Wälder in der Höhenstufe von 1400 bis 1600 m beträgt 10%. Unter maritimen (atlantischen) Klimabedingungen bildet die Buche den sogenannten atlantischen Typ der oberen Waldgrenze. Dies ist in Slowenien jedoch nur im mediterran getönten Gebirgsklima der Fall. Der Fichtenanteil nimmt mit der Meereshöhe zu. Am höchsten ist er mit 55% bis 73% des Gesamtholzvorrats in den Höhenstufen über 1200 m, wo die Fichte auch natürlicherweise verbreitet ist. In der Vergangenheit wurde die Fichte überall gefördert, besonders in den tiefen Stufen, wo sie von Natur aus nur gering vertreten wäre.

Aus der Übersichtstabelle geht hervor, dass der Simpson-Index (Indikator der Artendiversität) mit zunehmender Höhenstufe abnimmt; Ähnliches gilt auch für die Zahl der Baumarten. Oberhalb von 1800 m wurden nur noch die folgenden Baumarten gefunden: Fichte, Tanne, Waldföhre, Lärche, Buche, Bergahorn, Esche, Blumenesche, Zitterpappel, Vogelbeere, und Hopfenbuche (Tabelle 3). Die höhere Baumartenanzahl in den tieferen Stufen ist u.a. auch auf die vergangene landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen; in den Pionierwäldern ist die Baumartenzahl grösser.

3.3.2 Die Entwicklungsstufen des Waldes

Die Struktur der Waldbestände hängt sowohl von den Standortverhältnissen als auch von

der bisherigen Bewirtschaftung der Wälder ab. Der Anteil der Plenterbestände z.B. steigt mit zunehmender Höhe; ihr Anteil in der Höhenstufe unterhalb von 800 m ist sehr gering, in der Höhenstufe über 1400 m nehmen plenterartig strukturierte Bestände dagegen 53% der Gesamtfläche ein (Abbildung 3). Ähnliches gilt auch für die Bestände in der Entwicklungsstufe Baumholz. Ihr Anteil beträgt unterhalb von 200 m nur 26%, nimmt dann bis 1400 m ü. M. zu und sinkt in höheren Stufen geringfügig. Eine der möglichen Erklärungen finden wir in den Kriterien für die Einteilung der Bestände in Entwicklungsstufen. In der subalpinen Vegetationsstufe erreichen die Bäume in Altbeständen seltener den BHD von 30 cm, der das Kriterium für die Bestimmung vom Baumholz ist.

Die Wälder in den tieferen Lagen wurden durch den Menschen stark verändert. Niederwälder überwiegen in den tiefsten Stufen und sind auch in den folgenden Zonen mit beträchtlichen Anteilen vertreten. Auch Pionierwälder sind nur in tieferen Lagen mit nennenswerten Anteilen vertreten.

3.3.3 Holzvorrat, Holzzuwachs und Durchmesserstruktur

Gemäss den forstlichen Plänen betrug der durchschnittliche Holzvorrat der slowenischen Wälder im Jahre 2000 215 m³/ha (Tabelle 4); nach einigen Untersuchungen, z.B. HOČEVAR (1997), könnte er aber mehr als 20% höher sein.

Den grössten Holzvorrat haben die Wälder in den Meereshöhen von 800 bis 1400 m, wo er fast 50% grösser als der Holzvorrat der Waldbestände unterhalb von 200 m ist und viermal grösser als der Holzvorrat in den Höhenstufen von 1600 bis 1800 m (Tabelle 4). Die Unterschiede gründen vor allem auf den unterschiedlichen Standortverhältnissen und der vergangenen Waldbewirtschaftung. Ähnliches zeigen die Werte der Durchmesserstruktur der Bestände. Der Anteil an Bäumen mit BHD über 50 cm ist in Höhenstufen zwischen 800 und 1600 m am höchsten. Er ist dort doppelt so hoch wie in den Wäldern unterhalb von 400 m. In absoluten Zahlen ist diese Diskrepanz wegen der unterschiedlichen Höhe des Holzvorrats noch ausgeprägter.

Der Volumenzuwachs der Waldbestände ist in Höhenstufen von 800 bis 1200 m am grössten, wo auch die Werte der Standortskoeffizienten am höchsten sind. Der jährliche Zuwachs der Bestände wird dann mit der zunehmenden Meereshöhe schnell geringer, und in der Höhenstufe zwischen 1600 und 1800 m erreicht er nur noch 1,0 m³/ha. Wegen den verschiedenen Erhebungsmethoden von Holzvorrat und -zu-

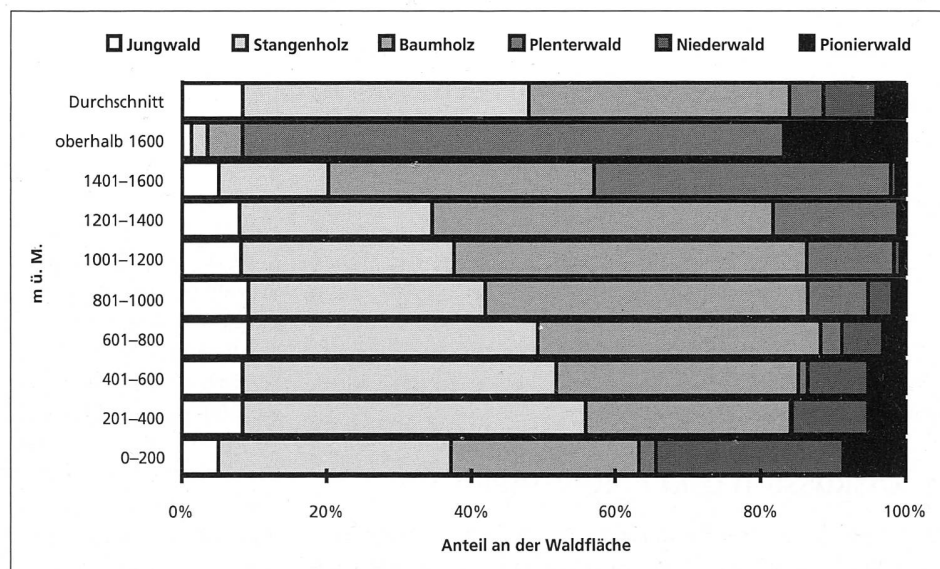


Abbildung 3: Anteil einzelner Bestockungstypen in 200-m-Höhenstufen.

Figure 3: Proportion of various types of growing stock within elevation belts of 200 m.

Meereshöhe (m)	Waldfläche (ha)	Holzvorrat (m ³ ha ⁻¹)	Zuwachs (m ³ ha ⁻¹ a ⁻¹)	Relativer Zuwachs (%)	Holzvorrat (%) nach Stärkeklassen (cm)		
					10 bis 29	30 bis 49	50 und mehr
oberhalb 1800	2 926	33	0,4	1,31	33	57	10
1601–1800	5 295	63	1,0	1,55	37	49	14
1401–1600	16 869	178	3,4	1,90	33	53	15
1201–1400	52 306	247	5,3	2,15	33	53	14
1001–1200	83 628	271	6,1	2,24	33	52	15
801–1000	133 971	256	6,0	2,36	34	49	17
601–800	229 453	217	5,8	2,66	40	48	12
401–600	295 866	202	5,7	2,83	47	45	8
201–400	251 717	195	5,6	2,88	53	40	7
1–200	43 618	172	5,5	3,20	55	36	9
Durchschnitt		215	5,7	2,64	43	46	11

Tabelle 4: Holzvorrat, Zuwachs, relativer Zuwachs und Durchmesserstruktur der Waldbestände nach Höhenlage.

Table 4: Standing volume, increment, relative increment and structure of diameter of the forest stands according to altitude.

wachs und der unterschiedlichen Zusammensetzung der Bestände können wir die hier mitgeteilten Zuwachswerte weder ausführlicher analysieren noch weiter verallgemeinern. Zu beachten sind u.a. die relativen Zuwächse (Zuwachs in Prozent des Vorrates). Sie nehmen in der Regel mit der Meereshöhe ab.

3.4 Bewirtschaftungskategorien

Auf der ganzen Waldfläche Sloweniens wird eine Funktionenplanung durchgeführt. Die Waldfunktionen werden in drei Gruppen eingeteilt – wirtschaftliche (z.B. Holzproduktion, Jagd usw.), ökologische und soziale Funktionen. Die ökologischen und sozialen Funktionen sind auf mehr als der Hälfte der Gesamtwaldfläche evident. Wälder, in denen die ökologischen Funktionen (Schutz- und Biotopfunktion sowie hydrologische Funktion) sehr wichtig sind, wurden gesetzlich als Schutzwäldern bestimmt. Wälder mit sehr grosser Bedeutung für den Naturschutz (Waldreservate) und die Erholung (z.B. Wälder im Einzugsgebiet grösserer Städte) wurden per Gesetz vom Staat oder von der Gemeinde als Wälder mit besonderer Funktion erklärt. Beide Bewirtschaftungskategorien stellen eine besondere Kategorie in der Raumplanung dar; die Waldbesitzer geniessen Steuererleichterungen und erhalten auch höhere Subventionen für die Durchführung der dringenden Massnahmen im Wald. Alle anderen Wälder gehören zu den Mehrzweckwäldern.

Waldes, die relative Produktivität der Waldstandorte wird kleiner. Das Gedeihen der Wälder wird aber gleichzeitig auch durch andere Standortfaktoren beeinflusst, die den Einfluss der Höhenlage wesentlich modifizieren. Das zeigen vor allem folgende Tatsachen:

- Wälder haben ihre grösste relative Produktivität nicht in niedrigen Meereshöhen, sondern im Bereich von 800 bis 1200 m ü. M.
- Die Standortbedingungen werden auch durch geographische Merkmale wie Exposition und Hangneigung sowie durch die Grösse der Bergmassive wesentlich beeinflusst. So erreichen in den Alpen montane und altimontane Buchenbestände grössere Höhen als vergleichbare Buchenbestände ausserhalb dieses Gebiets.
- Einige Waldtypen haben eine breite Höhenamplitude und verzahnen sich stark mit den Waldtypen anderer Vegetationshöhenstufen.

Die Ergebnisse zeigen, dass neben den Standortverhältnissen in der Vergangenheit auch menschliche Einflüsse die Struktur der Waldbestände beträchtlich beeinflussten. Vor 135 Jahren war Slowenien zu rund 36% bewaldet, was im Vergleich zu heute eine durchschnittliche Zunahme der Bewaldung um 19 Prozentpunkte bedeutet. Der Grund dafür liegt im «Bauernsterben»; in den letzten hundert Jahren hat der Anteil der Bauernbevölkerung von 73% auf 8% aller Einwoh-

Bewirtschaftungskategorien	m ü. M.				Slo- wenien
	1– 400	401– 800	801– 1200	1201 und mehr	
Wälder mit besonderer Funktion	0,2	0,4	0,7	4,6	0,7
Schutzwälder	1,4	3,5	9,6	25,7	5,5
Mehrzweckwälder	98,4	96,1	89,7	69,7	93,8

Tabelle 5: Anteil der verschiedenen Waldkategorien in % der Gesamtwaldfläche nach Höhenlage.

Table 5: Proportion of different forest categories in % of the total forest area according to altitude.

Mit steigender Meereshöhe nimmt der Anteil an Schutzwäldern zu; dazu gehören die Wälder auf extremen Standorten, Wälder in Wildbachgebieten und Wälder an der oberen Waldgrenze (Tabelle 5).

Im Höhengradient steigt ebenso der Anteil von Wäldern mit besonderer Funktion. Die meisten Waldschutzgebiete (Waldreservate) liegen im montanen, altimontanen und subalpinen Bereich. Hier liegt auch der grössere Teil des Triglav-Nationalparks.

4. Diskussion und Folgerungen

Standortverhältnisse werden wesentlich durch die Höhenlage beeinflusst. Entlang des Höhengradienten werden die Standortverhältnisse für Waldvegetation schwieriger; deshalb vergrössert sich die Bedeutung der Schutzfunktionen des

Waldes abgenommen. Wegen den sozioökonomischen Verhältnissen war die Nachfrage nach Holz viel grösser als heute. Der durchschnittliche Vorrat betrug 1953 nur 112 m³/ha (BONČINA & WINKLER, 1999), was etwa der Hälfte des gegenwärtigen Vorrats entspricht. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden im Areal der Buchen- und Tannen-Buchenwälder viele Fichtenforste begründet, meistens in Nord-Slowenien. Der Anteil der Fichtenbestände nahm mit den umfangreichen Umwandlungen der Gebüschwälder in den Sechzigerjahren des 20. Jahrhunderts zu. Aus der Baumartenzusammensetzung, der Struktur der Waldbestände, ihrem Holzvorrat und -zuwachs und nicht zuletzt auch aus dem Waldanteil ist ersichtlich, dass das Ausmass der Veränderungen der Waldvegetation in den Wäldern geringer Meereshöhen am grössten ist. Die Natürlichkeit der Wälder ist in Höhenstufen von 600 bis 1400 m am besten. Oberhalb 1400 m sinkt der Waldanteil

beträchtlich ab. Zurzeit kann jedoch nicht entschieden werden, in welchem Ausmass die extremen Standortverhältnisse für diese Abnahme verantwortlich sind bzw. wie stark der Einfluss der menschlichen Tätigkeit in der Vergangenheit ausschlaggebend war (Alpwirtschaft). Die periodischen Forstinventare zeigen, dass der Wald schrittweise auf die Flächen oberhalb der gegenwärtigen oberen Waldgrenze zurückkehrt. Darum kann angenommen werden, dass in der Vergangenheit die obere Waldgrenze vielerorts durch Weidewirtschaft und andere Nutzungen beträchtlich abgesenkt wurde.

Die Ergebnisse über den Wechsel der Baumartenzusammensetzung der Bestände im Höhengradienten stehen im Einklang mit der Vorstellung, dass Meereshöhe und geographische Breite die wichtigsten Gradienten sind, an denen die Arten-, in diesem Fall die Baumartendiversität, kleiner wird (WHITTAKER, 1975). Auch ROBIČ (1995) stellte bei der Analyse einer grossen Anzahl von Vegetationsaufnahmen fest, dass mit der Meereshöhe die Anzahl der Baumarten regelmässig abnimmt, und wies auf die wichtigen Unterschiede in der Anzahl der Baumarten zwischen den Aufnahmen aus verschiedenen phytogeographisch abgegrenzten Gebieten hin. Die Baumartendiversität kann auch durch menschliche Einflüsse stark beeinflusst werden. In veränderten (degradierten) Wäldern existieren wegen den verringerten Umweltwirkungen des Waldes günstigere Bedingungen für eine vielfältige Artenzusammensetzung und Struktur der Waldbestände als in Wäldern ohne menschliche Eingriffe.

Die Konzepte der Landesforstinventare in der Schweiz und Slowenien sind unterschiedlich. In Slowenien gibt es kein periodisches Forstinventar auf Landesebene. Es gibt aber ein einheitliches Waldinformationssystem mit einer Datenbank für alle Wälder Sloweniens. Die Datenbank wird jährlich mit der Ausfertigung der forstlichen Pläne für die Forstwirtschaftseinheiten aktualisiert. Diese Daten bleiben zehn Jahre bis zur neuen Waldinventur in der Datenbank. Die alle zehn Jahre auf der Ebene der Forstwirtschaftseinheiten (2000 bis 6000 ha) periodisch durchgeführten Forstinventare beruhen zurzeit auf der Kombination von permanenten Probeflächen und terrestrischen Erhebungen auf der ganzen Waldfläche der Wirtschaftseinheit. Früher wurden andere Erhebungsmethoden angewendet (Vollerhebung, Winkelzählprobe usw.); bis 2006 soll aber die gesamte Waldfläche Sloweniens mit permanenten Probeflächen erfasst werden.

Ein Vergleich der schweizerischen (BRASSEL & BRÄNDLI, 1999) und slowenischen Wälder im Höhengradienten zeigt Folgendes:

- Das Bewaldungsprozent ist in Slowenien (55%) viel grösser als in der Schweiz (30%); auch die Waldfläche pro Einwohner ist in Slowenien (0,56 ha) viel grösser als in der Schweiz (0,18 ha). Eine mögliche Erklärung finden wir in den Standort- und Eigentumsverhältnissen. In Slowenien dominiert der Privatwald; der durchschnittliche Waldbesitz beträgt jedoch nur 2,7 ha.
- Zwischen Slowenien und der Schweiz besteht ein grosser Unterschied hinsichtlich der Verteilung der Wälder nach Höhenlage: in Slowenien liegen rund drei Viertel aller Wälder unterhalb von 800 m ü. M., in der Schweiz aber nur 34%. Trotzdem gibt es praktisch keinen Unterschied zwischen den beiden Ländern in der Verteilung der Waldfläche nach Hoch- und Tieflagen. Stärker als in Slowenien werden in der Schweiz die Vegetationshöhenstufen durch den Einfluss der Grösse und der Massenerhebung von Bergmassiven auf die Standortbedingungen in den höheren Lagen geprägt.
- Die Buchenwälder nehmen in Slowenien einen grösseren Teil (rund 60%) der potentiellen natürlichen Waldgesellschaften ein als in der Schweiz (35%); in der Schweiz sind aber Fichten-, Lärchen-Arven- und Fichten-Tannenwälder viel häufiger.

- In den beiden Ländern nimmt der Anteil der Nadelbäume im Höhengradienten zu. In der Schweiz sind die Anteile der Fichte (47%) und der Tanne (15%) am gesamten Holzvorrat grösser als in Slowenien; in Slowenien sind Buche (32%) und Eiche (7%) häufiger als in der Schweiz (17% bzw. 2%).

Aus der vorgelegten Übersicht geht hervor, dass sich entlang des Höhengradienten die Charakteristika der Waldökosysteme in typischer Weise ändern. Sie müssen bei der Bestimmung der Ziele, Massnahmen, Beschränkungen und Forderungen auf allen Gebieten der Waldnutzung (BONČINA & MIKULIČ, 1998) auch im Kontext mit anderen, nichtforstlichen Eingriffen in die Waldbestände berücksichtigt werden.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird beschrieben, wie sich entlang des Höhengradienten die Waldfläche, die Standortbedingungen, die Struktur der Waldbestände und die Bedeutung verschiedener Waldfunktionen ändern. In der Untersuchung wurde die gesamte Waldfläche Sloweniens (1,089 Mio. ha) erfasst. Die Analyse basiert auf Informationen, die auf der Unterabteilungsebene zusammengestellt wurden. Eine Unterteilung wurde in 200-m-Höhenstufen gewählt, nach denen auch alle anderen Daten dargestellt werden.

Rund 55% der Gesamtfläche Sloweniens sind waldbedeckt. Die Gründe dafür sind in erster Linie bei den orographischen Verhältnissen zu suchen. Der Waldanteil nimmt mit der Meereshöhe zu und erreicht seinen Höchstwert mit 85,4% in der Höhenstufe von 1000 bis 1200 m ü. M. In Slowenien stellt die Meereshöhe von 1400 m eine Grenzlinie dar, über welcher der Waldanteil wegen den schwierigeren Standortverhältnissen und der weidewirtschaftlichen Nutzung wieder abnimmt.

Die Höhenlage stellt einen wichtigen Gradienten der Standortverhältnisse und ein wesentliches Kriterium zur Definition der Vegetationsstufen dar. Das Gedeihen der Wälder wird aber gleichzeitig auch durch andere Standortfaktoren beeinflusst, die den Einfluss der Meereshöhe wesentlich modifizieren; z.B. wird das Gelände mit zunehmender Meereshöhe immer steiler und skelettreicher. Die Standortbedingungen werden auch durch geographische Merkmale wie die Exposition sowie durch die Grösse der Bergmassive wesentlich beeinflusst.

Die Baumartenzusammensetzung ändert sich im Höhengradienten deutlich, sie ist aber auch das Resultat der forstlichen Bewirtschaftung der zurückliegenden Jahrhunderte. Fichte und Buche sind die dominanten Baumarten slowenischer Wälder. Der Buchenanteil ist in der Höhenstufe unterhalb von 200 m am niedrigsten, bleibt dann aber in den Höhenstufen von 200 bis 1200 m mit rund 33% des Gesamtholzvorrats praktisch konstant. Unter maritimen (atlantischen) Klimabedingungen bildet die Buche die obere Waldgrenze. Der Fichtenanteil nimmt mit der Meereshöhe zu. Der Simpson-Index nimmt mit zunehmender Höhenstufe ab, und Ähnliches gilt auch für die Zahl der Baumarten. Die höhere Anzahl von Baumarten in den tieferen Stufen geht u.a. auch auf die frühere landwirtschaftliche Nutzung zurück.

Der Anteil der Plenterbestände steigt mit zunehmender Höhe; oberhalb 1400 m nehmen plenterartig strukturierte Bestände 53% der Gesamtfläche ein. Den grössten Holzvorrat haben die Wälder in den Meereshöhen von 800 bis 1400 m ü. M., die grösste relative Produktivität im Bereich von 800 bis 1200 m ü. M. Mit steigender Meereshöhe nimmt der Anteil an Schutzwäldern zu. Die meisten Waldschutzgebiete (Waldreservate) liegen im montanen, altmontanen und subalpinen Bereich.

Entlang des Höhengradienten der Meereshöhe verändern sich die Charakteristika der Waldökosysteme in typischer Weise. Sie müssen bei der Bestimmung der Ziele, Massnahmen,

Beschränkungen und Forderungen auf allen Gebieten der Nutzung von Wäldern berücksichtigt werden und sollten auch im Kontext mit anderen, nichtforstlichen Eingriffen in die Waldbestände Berücksichtigung finden.

Résumé

Les caractéristiques (station, structure et fonction) des forêts slovènes en fonction de l'altitude

Le présent article décrit la variation des caractéristiques suivantes en fonction de l'altitude: surface forestière, conditions de station, structure des peuplements et importance des différentes fonctions de la forêt. La discussion englobe toute la surface forestière slovène (1,089 millions d'hectares). Les analyses sont fondées sur les informations recueillies au niveau des sous-parcelles. On a découpé l'altitude en tranches de 200 m.

Le taux de boisement de la Slovénie, qui s'élève à 55%, est le plus souvent conditionné par les facteurs orographiques. Il augmente avec l'altitude et atteint une valeur maximale (85,4%) entre 1000 m et 1200 m. Au-dessus de 1400 m, le taux de boisement diminue à cause du pâturage et des conditions de station extrêmes.

L'altitude est un facteur important dans l'appréciation des conditions de station et constitue un critère décisif pour la détermination des étages de végétation. D'autres facteurs de station influencent également la croissance et l'extension des forêts et modifient de manière significative l'effet de l'altitude (p. ex. augmentation de la déclivité et de la pierrosité avec l'altitude). Les conditions de station sont en outre fortement influencées par des caractéristiques géographiques telles que l'exposition, ainsi que par la grandeur des massifs montagneux.

Le mélange des essences varie selon l'altitude. Il dépend également de la gestion forestière appliquée au cours des siècles passés. L'épicéa et le hêtre sont les deux essences prédominantes des forêts slovènes. Le pourcentage de hêtres atteint son niveau le plus bas au-dessous de 200 m d'altitude. Puis il est relativement constant jusqu'à 1200 m et constitue 33% du volume total. Dans les zones où l'influence du climat maritime est importante, les hêtraies forment la limite supérieure de la forêt. La proportion d'épicéas augmente avec l'altitude. L'index de Simpson décroît en fonction de l'altitude. Il en va de même du nombre d'essences. Le nombre plus élevé d'espèces arborescentes présentes dans les zones de basse altitude provient aussi de l'exploitation agricole passée.

Le pourcentage de futaies jardinées augmente avec l'altitude. Au-dessus de 1400 m, ce type de peuplements constitue 53% de la surface totale. On a mesuré le volume total le plus élevé dans les forêts croissant entre 800 et 1400 m et la plus grande productivité relative dans les zones situées entre 800 et 1200 m. Le pourcentage de forêts de protection augmente avec l'altitude. On rencontre la plupart des réserves forestières dans les étages montagnard, altimontain et subalpin.

Les caractéristiques des écosystèmes forestiers varient fondamentalement en fonction de l'altitude. On doit tenir compte de cela lors de la définition des objectifs, des mesures et des contraintes de la gestion des forêts et des autres formes d'utilisation des forêts.

Summary

Site and Stand Characteristics of Slovenian Forests and their Functions along the Altitude Gradient

The purpose of this study was to show how the forest cover, site conditions, the structure of forest stands and the tree species composition change along the altitude gradient. The data on the total forest area in Slovenia (1,089 million ha) were analysed. They were gathered on the level of sub-compartment.

The gradient of altitude is divided into 200-metre elevation belts.

The forest area in Slovenia encompasses 55% of the country's surface, which is mainly a consequence of very diverse relief. The level of forest cover increases along the gradient, reaching the highest value (85,4% of the total area of the belt) within the elevation belt of 1000–1200 m. The level of forest cover in the belts above 1400 m decreases noticeably because of harsh site conditions and agricultural use (grazing).

Altitude is an important indicator of site conditions and one of the key criteria for determining the vegetation belts. However, the other site factors also determine the forest distribution and site conditions, modifying the influence of altitude.

The tree species composition changes along the gradient of altitude; however, human influence is also a noticeable factor. Norway spruce and European beech are the two dominant tree species of Slovenian forests. The proportion of European beech is the lowest in the belt of up to 200 m, it remains practically unchanged in all the belts from 200 m to 1200 m and amounts to about 33% of the total growing stock. Beech forms the upper timber line in the mountain areas where the influences of the atlantic climate prevail. The higher the altitude the lower the number of tree species and Simpson index. A high number of different tree species in the lower elevation belts can be explained by successions, which are the result of abandoned agricultural use in the past.

The proportion of selection stands increases along with the gradient, thus, they amount to over 53% of the total area in the belt above 1400 m. The highest growing stock is in the belt of 800–1400 m, the relative productivity is the highest in the belt of 800–1200 m. The relative proportion of protective forests increases with the altitude gradient. The forest reserves are the most frequent in the montane, altimontane and subalpine vegetation belt.

The characteristics of forest ecosystems change significantly along the altitude gradient. This should be taken into account when defining management goals, measures, and limitations for forest use.

Literaturverzeichnis

- ADAMOVIČ, L. (1908): Die Vegetationsstufen der Balkanländer. Petermanns Geogr. Mitt. 9: 195–203.
- AGAHAJANC, O.E. (1986): Botaničeskaja geografija SSSR. Vysejsaja skola, Minsk, 175 S.
- ANONYMUS (1996): Program razvoja gozdov v Sloveniji. Ur-I-RS št. 14–632/96.
- BONČINA, A., MIKULIČ, V. (1998): Posebnosti strukture gozdov, gojenja, načrtovanja in gospodarjenja v Sloveniji vzdolž gradienta nadmorske višine. In: DIACI, J. (Ed.): Gorski gozd. BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Logarska dolina: 29–52.
- BONČINA, A., WINKLER, I. (1999): Slovenia. In: PELKONEN *et al.* (Ed.): Forestry in Changing Societies in Europe, Part II: Country Reports, SILVA Network, University Press, University of Joensuu: 357–373.
- BRASSEL, P., BRÄNDLI, U.B. (Ed.) (1999): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993–1995. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt, 442 S.
- ELLENBERG, H. (Ed.) (1967): Vegetations- und bodenkundliche Methoden der forstlichen Standortskartierung. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 39, 296 S.
- ELLENBERG, H. (1968): Wege der Geobotanik zum Verständnis der Pflanzendecke. Die Naturwissenschaften 55 (10): 462–470.
- ELLENBERG, H. (1988): Vegetation Ecology of Central Europe. Cambridge University Press, Cambridge, 731 S.
- FREY, H.U. (1995): Waldgesellschaften und Waldstandorte im St. Galler Berggebiet. Veröff. Geobot. Inst. ETH 126a/b. Zürich, Stiftung Rübel, 280 S.
- GREGORIČ, V., KALAN, J., KOŠIR, Z. (1975): Geoloska in gozdnovegetacijska podoba. In: REMIČ, C. (Ed.): Gozdovi na Slovenskem. Založba Borec, Ljubljana: 26–62.

- HOČEVAR, M. (1997): Možnosti in zanesljivost ocene lesne zaloge in prirastka na podlagi popisa propadanja gozdov. Zbornik gozdarstva in lesarstva 52: 93–118.
- HORVAT, I., GLAVAČ, V., ELLENBERG, H. (1974): Vegetation Südosteuropas. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 768 S.
- KOŠIR, Z. (1975): Vrednotenje gozdnega prostora po varovalnem in lesnoproizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer. Zasnove uporabe prostora. Rpp, 3/2. Ljubljana, Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje – področje za prostorsko planiranje, 145 S.
- LANDOLT, E. (1983): Probleme der Höhenstufen in der Alpen. Bot. Helv. 93: 255–268.
- OTT, E., FREHNER, M., FREY, H.U., LÜSCHER, P. (1997): Gebirgsnadelwälder: Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Bern, Stuttgart, Wien, Verlag Paul Haupt, 287 S.
- POLUNIN, O. (1987): Flowers of Greece and the Balkans: a field guide. Oxford University Press, Oxford, New York, 592 S.
- PUNCER, I. & ŽUPANČIČ, M. (1970): Vergleich der Vegetationsgrenzen bzgl. der Vegetationsprofile in verschiedenen Gebirgssystemen auf Karbonat- und Silikatunterlage in Slowenien. Mitt. ostalp.-dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem. 11: 187–196.
- ROBIČ, D. (1981): Gozdno rastisce kot pojem in strokovni izraz doma in na tujem. Intenziviranje in racionaliziranje gospodarjenja z gozdovi v SR Sloveniji. Novo mesto, Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo: 81–91.
- ROBIČ, D. (1995): Manjšinske drevesne vrste gozdnih sestojev v sinekološki in avtekoloski luči. In: KOTAR, M. (Ed.): Prezrte drevesne vrste. Dolenjske Toplice, BF, Oddelek za gozdarstvo: 25–41.
- SCHRÖTER, C., 1926. Das Pflanzenleben der Alpen. Verl. Albert Raustein, Zürich, 1288 S.
- TKAČIK, V.P., 1985. Vysotnoe raspredelenie geograficeskih elementov dendroflory Ukrainskih Karpat. Bot. Zurn. 70, 7: 962–929.
- TRASS, H.H. (1976) Geobotanika. Istorija i sovremennye tendencii razvitija. Nauka, Leningrad, 252 p.
- WHITTAKER, R.H. (1975): Communities and ecosystems. New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 385 S.

Dank

Der Beitrag entstand in dem Rahmen des Untersuchungsprojekts L4-0855-0488-98. Wir danken Hermann Ellenberg, Tomaž Markovič und den Reviewern der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen.

Verfasser:

Dozent Dr. ANDREJ BONČINA, Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire (University of Ljubljana, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Chair of Forest Planning), Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenia, E-Mail: andrej.boncina@uni-lj.si;

Mag. DUŠAN ROBIČ (i.R.), Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire (University of Ljubljana, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Chair of Silviculture), Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenia;

VID MIKULIČ, Zavod za gozdove Slovenije (Anstalt für die Wälder Sloweniens), Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia.