

Entwicklung zum Urwald? Ein Vergleich zwischen dem Zürcher Sihlwald und dem Buchenurwald Uholka in der Westukraine

Brigitte Commarmot¹, Yuriy Shparyk², Dmytro Sukharyuk³, Anton Bürgi¹, Andreas Zingg¹

¹Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, CH-8903 Birmensdorf, Schweiz

²Ukrainisches Forschungsinstitut für Bergforstwirtschaft, UA-76000 Ivano-Frankivsk, Ukraine

³Karpaten-Biosphärenreservat, UA-90600, Rakhiv, Ukraine

Ein „Urwald“ vor den Toren Zürichs – Projekt Naturlandschaft Sihlwald

1985 lancierte Andreas Speich, Zürcher Stadtforstmeister von 1985-1995, das Projekt „Naturlandschaft Sihlwald“. Die Idee war, den Sihlwald, ein rund 1000 Hektaren grosses Waldgebiet der Stadt Zürich, nicht mehr forstwirtschaftlich zu nutzen, sondern der natürlichen Entwicklung zu überlassen. Vor den Toren von Zürich sollte ein neuer „Urwald“ entstehen, ein Wildnisgebiet, in dem die Stadtbevölkerung die Natur intensiv erleben und zur Natur zurückfinden sollte (Hünerwadel et al 1993). Die Rückentwicklung zum Urwald sollte wissenschaftlich verfolgt werden. Verschiedene Studien wurden in Auftrag gegeben zur Abklärung des Naturwertes des Sihlwalds. Auf Exkursionen in die Buchenurwälder Osteuropas versuchte man sich ein Bild zu verschaffen, wie der Sihlwald in Zukunft aussehen wird (Kasper 1992, Broggi 1994, Christen 1994, Broggi und Buffi 1995). Die von diesen Exkursionen zurückgebrachten Eindrücke waren sehr unterschiedlich. Die einen beschrieben den Urwald als Märchenwald mit mächtigen und skurrilen Baumgestalten, mit Pilzen übersäten Baumstrünken und liegenden Stämmen (Broggi 1994), andere stellten nüchtern fest, dass sich die Waldbilder gar nicht so stark von unseren bewirtschafteten Buchenwäldern unterscheiden, wiesen aber gleichzeitig auch auf ein kleinflächig wechselndes mosaikartiges Bestandesbild hin (Kasper 1992, Burger et al. 2001). Dem Sihlwald wurde attestiert, dass er trotz Jahrhunderte langer Bewirtschaftung Waldbilder aufweist, die jenen aus den Karpatenurwäldern ähnlich sind, und es wurde geschlossen, dass dieser in wenigen Jahrzehnten auf grossen Flächen schon sehr urwaldähnlich sein wird (Christen 1994, Hünerwadel et al. 1993).

Forschungspartnerschaft zwischen der WSL und dem Karpaten-Biosphärenreservat

Die Annahme, dass sich unsere Wälder in Urwälder zurückentwickeln, sobald man sie der natürlichen Entwicklung überlässt, ist weit verbreitet. Aber stimmt das auch? Und wie lange dauert dieser Prozess?

Die Kooperation mit dem Karpaten-Biosphärenreservat in der Ukraine, die die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) auf Anregung von Mario F. Broggi, von 1998 bis 2004 Direktor der WSL, eingegangen ist, gab uns die Möglichkeit, vergleichende Untersuchungen zwischen dem bis etwa 1990 noch bewirtschafteten Sihlwald und dem Urwald Uholka-Schyrokij Luh, dem wohl grössten Buchenurwald Europas, durchzuführen.

Ähnliche Standortsbedingungen – unterschiedliche Geschichte

Der Sihlwald liegt rund 10-15 km südlich der Stadt Zürich am Nord-Osthang der Albiskette, in Höhenlagen von 500-915 m ü.M. Das Gebiet besteht aus oberer Süsswassermolasse. Es fällt entlang des Albiskammes zunächst steil ab und geht dann in flache „Böden“ über, die mit wechselnder Hangneigung zur Sihl abfallen. In den terrassenartigen Böden und mässig steilen Zonen haben sich tiefgründige, frische bis feuchte, lehmig tonige und mineralreiche Braunerden entwickelt, die sich durch eine sehr hohe Fruchtbarkeit auszeichnen (Hünerwadel et al. 1993). Dies gilt auch für den Birriboden, wo wir unsere Untersuchungen durchgeführt haben. Die Vegetation besteht vorwiegend aus einem Mosaik verschiedener Buchenwaldgesellschaften. Im Untersuchungsgebiet herrscht der Waldmeister-Buchenwald vor, kleinflächig findet man auch Aronstab-Buchenwald. Klimatisch liegt der Sihlwald im Übergangsbereich von der submontanen zur unteren montanen Klimazone (Hünerwadel et al. 1993). Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 7 - 8°C (-1° im Januar, 17°C im Juli), die Jahresniederschläge liegen bei 1200-1300 mm. Der Sihlwald wurde bereits im 14. Jahrhundert zur Holzversorgung der Stadt Zürich genutzt. Erste Regelungen betreffend Holznutzung im Sihlwald sind im Stadtbuch von Zürich von 1314 zu finden. 1417 wurde eine erste Forstordnung erlassen (Meister 1903), die wohl der erste Wirtschaftsplan für einen Wald in der Schweiz war. Der zunehmende Holzbedarf führte bis im 18. Jahrhundert zu einer starken Übernutzung des Waldes. Noch bis Mitte des 19. Jahrhunderts wurde der Sihlwald im schlagweisen Hochwaldbetrieb bewirtschaftet, wobei die Verjüngung offenbar natürlich erfolgte. Ulrich Meister, Stadtforstmeister von Zürich von 1875-1914, führte schliesslich eine na-

turnahe Waldbewirtschaftung ein. Diese wurde von seinen Nachfolgern konsequent weitergeführt.

Der von uns untersuchte Bestand im Birriboden (auf 600-700 m ü.M.) ist aus einer Laubholznaturverjüngung mit beigepflanzten Fichten und Tannen hervorgegangen. Er ist heute etwa 150 Jahre alt. In einem Teil der Fläche gibt es jüngere Bestandesteile im Stangenholzalter. Der Bestand wurde hochdurchforstet. Innerhalb der untersuchten Fläche gibt es alte Durchforstungsversuche der WSL und der ETH. Seit ca. 1990 fanden keine Eingriffe mehr statt.

Der Urwald Uholka liegt rund 1200 km weiter östlich als der Sihlwald in der Ukraine. In der Region Transkarpatien, im Grenzgebiet zu Rumänien, Ungarn, der Slowakei und Polen, setzte die Industrialisierung und intensive Waldnutzung erst später ein (Brändli und Dowhanytsch 2003, Delehan 2005). Bis Ende des 17. Jahrhunderts blieben grosse Teile der Bergwälder unberührt. Erst im 18. Jahrhundert unter österreichischer Herrschaft wurde die Holznutzung intensiviert. Insbesondere Nadelholz wurde grossflächig genutzt und ins Tal geflösst (Brändli und Dowhanytsch 2003). Trotzdem blieben einige teils grosse Waldgebiete weitgehend unangetastet. Dazu gehört das Gebiet Uholka-Schyrokkyj Luh, wo sich an der Südabdachung der Karpaten (Krasna und Mentschul) zwischen 400 und 1500 m ü.M. ein rund 8500 ha grosser Buchenurwald befindet. Bereits in den 1920er Jahren richtete die Tschechoslowakische Republik im Gebiet ein erstes Schutzgebiet ein, später kamen unter der Sowjetherrschaft weitere dazu. Heute liegt das ganze Gebiet innerhalb des Karpaten-Biosphärenreservates. 2007 wurden die Buchenurwälder der Karpaten (Slowakei und Ukraine) in die Liste der UNESCO Weltnaturerbe aufgenommen.

Das Uholka-Schyrokkyj Luh Massiv besteht überwiegend aus flachliegenden Flyschschichten mit Mergeln und Sandsteinen sowie Jura-Kalksteinen und Kreide-Konglomeraten. Es ist durch die Nord-Süd verlaufenden Haupttäler der Flüsse und zahlreiche kleine Quertäler reich gegliedert. Das Klima ist etwas kontinentaler als im Sihlwald. Die durchschnittlichen Jahrestemperaturen sind mit 7° C zwar ähnlich, die Wintertemperaturen sind jedoch tiefer (-4° im Januar; auf 470 m ü.M.), ebenso die mittleren Jahresniederschläge (1000 mm).

Das von uns untersuchte Gebiet in der Nähe des Dorfes Mala Uholka liegt an einem süd-ost-exponierten Hang auf einer Höhenlage von 700-800 m. Die Fläche weist eine Hangneigung von 20-40 % auf. Die Böden sind vorwiegend saure, teilweise auch nährstoffreiche Braunerden, die Waldgesellschaften Waldmeister- und Zahnwurz-Buchenwälder.

Vergleichende Untersuchungen

Mit vergleichenden Untersuchungen im Sihlwald und in Uholka möchten wir folgende Fragen beantworten:

- ▶ In welchen Bestandesmerkmalen unterscheiden sich ein Buchenurwald und ein bis vor kurzem noch naturnah bewirtschafteter Wald?
- ▶ Wie stark variieren die verschiedenen Bestandeskenngrössen innerhalb der Fläche und wie sieht das räumliche Verteilungsmuster aus?
- ▶ Wie verlaufen Prozesse wie Mortalität und Verjüngung und wie entwickeln sich die verschiedenen Bestandeskenngrössen?
- ▶ Welche Prognosen lassen sich für die zukünftige Entwicklung des Sihlwaldes stellen?

In Zusammenarbeit mit dem Karpatenbiosphärenreservat und dem Ukrainischen Forschungsinstitut für Bergforstwirtschaft wurden dazu im Sihlwald und im Buchenurwald Uholka je eine 11 bzw. 10 ha grosse Beobachtungsfläche angelegt und dauerhaft markiert. Zur Untersuchung der Variabilität und der räumlichen Verteilung der verschiedenen Bestandesmerkmale unterteilten wir die Flächen in 40 (44) Teilflächen von 50 x 50 m (0,25 ha). Alle lebenden Bäume und Dürrständer mit einem Mindest-Brusthöhendurchmesser (BHD) von 8 cm wurden nummeriert und mit ihren Koordinaten eingemessen. Liegendes Totholz mit einer Mindestlänge von 2 m und einen minimalen Mitteldurchmesser von 8 cm wurde innerhalb der Teilflächen flächendeckend aufgenommen. Die Verjüngung (ab 10 cm Höhe bis 7.9 cm BHD) wurde auf 160 (176) Probekreisen (je 4 pro Teilfläche) von 20 m² Grösse erfasst. Die erste Aufnahme erfolgte 2000, die zweite fünf Jahre später.

Strukturelle Unterschiede (Zustand 2000)

Angaben zum Zustand der beiden Wälder im Jahr 2000 sind in Commarmot et al. (2005) zu finden. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse kurz dargestellt.

Der Urwald Uholka ist ein fast reiner Buchenwald. Nur 3 % der Stammzahl sind andere Baumarten, vorwiegend Ahorn (*A. pseudoplatanus* und *A. platanoides*) sowie einzelne Eschen und Ulmen. Auf der Fläche im Sihlwald stehen neben Buchen, die gut drei Viertel der Stammzahl ausmachen, etwa 10 % Tannen, 8 % Fichten, vereinzelte Lärchen sowie etwa 5 % andere Laubbäume wie Eschen, Bergahorne und Ulmen.

Sowohl im Sihlwald wie auch in Uholka erreicht die Buche maximale Baumhöhen von gegen 50 m. Die Oberhöhen (mittlere Höhe der 100 dicksten Bäume pro ha) lagen auf beiden Standorten im Mittel der 40 (44) Teilflächen

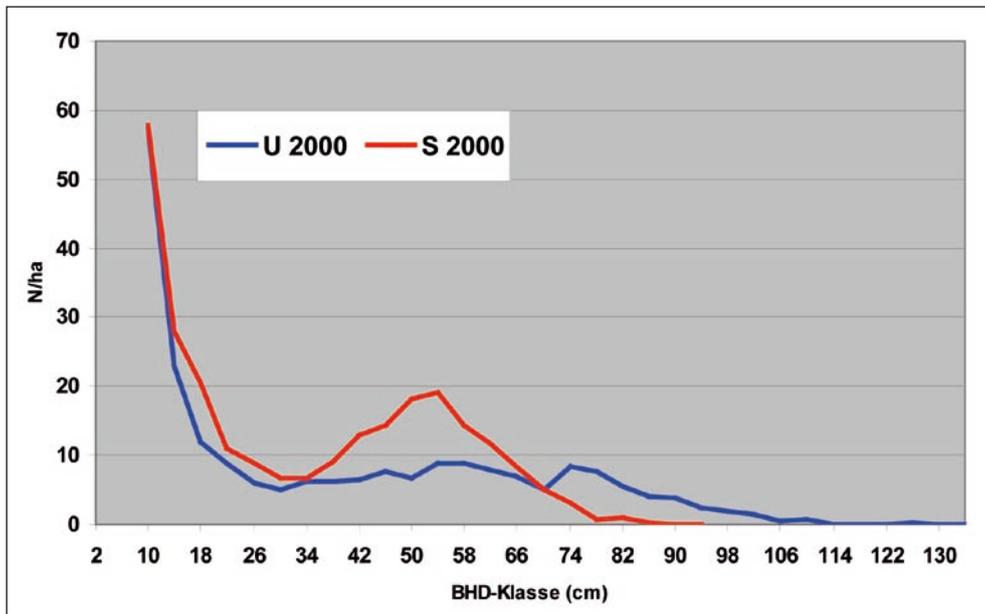


Abb. 1: Durchmesserverteilung (Anzahl Bäume pro 4 cm-Durchmesserklasse) im Jahr 2000 auf der 10 ha-Fläche im Buchenurwald Uholka (U 2000) und der 11 ha-Fläche im Sihlwald (S 2000; bewirtschaftet bis 1990)

zwischen 40 und 41 m. Auch das Verhältnis von Baumhöhe zu Baumdurchmesser war ähnlich, d.h. die Buchen waren bei gleichem BHD etwa gleich hoch. Trotz gewisser standörtlicher Unterschiede sind die Wuchsverhältnisse für Buche offenbar sehr ähnlich. Deshalb erlauben wir uns, auch andere Bestandesgrößen direkt zu vergleichen.

Auffällig im Urwald ist der hohe Anteil an dicken Bäumen. Die dickste Buche, die auf der Fläche in Uholka gemessen wurde, hatte 2000 einen BHD von 132,6 cm; durchschnittlich 3-4 Bäume pro ha waren dicker als 1 m. Solche Riesen fehlen auf der Vergleichsfläche im Sihlwald noch. Immerhin war dort der dickste Baum, eine Fichte, 93,6 cm stark, die dickste Buche hatte einen BHD von 86,5 cm.

Die Durchmesserverteilung (Anzahl Bäume pro Durch-

messerstufe) gibt einen guten Hinweis auf die Struktur eines Bestandes. Die Kurve von Uholka fällt zunächst steil ab, verläuft dann über einen weiten Bereich mehr oder weniger flach und nimmt erst ab etwa 80 cm Durchmesser wieder ab (Abb. 1). Diese Art der Verteilung deutet auf eine starke Altersdurchmischung hin. Im Unterschied dazu weist die Kurve vom Sihlwald einen deutlichen Buckel bei 54 cm auf. Der relativ breite Buckel ist typisch für einen gleichaltrigen, hochdurchforsteten Bestand. Allerdings gibt es auch im Sihlwald, ähnlich wie in Uholka, eine jüngere Unterschicht mit

8-20 cm dicken Bäumen, wobei die Stammzahlen in diesem Bereich etwas durch die Teilflächen mit Stangenholz verfälscht wurden. Als Folge der früheren Durchforstungen waren die Bäume der Oberschicht im Sihlwald etwas regelmäßiger verteilt als in Uholka. Die Unterschicht-Bäume traten in beiden Wäldern eher gruppiert auf. In der vertikalen Struktur waren die Unterschiede zwischen Uholka und dem Sihlwald weniger deutlich. Da die Buchen bereits mit etwa 30-40 cm Durchmesser ins obere Kronendach vorstossen, war die Mittelschicht auch in Uholka nur schwach ausgebildet. Dadurch vermitteln Buchenurwälder auch bei kleinflächig stark differenzierter Durchmesserstruktur häufig den Eindruck eines Hallenwaldes, mit lokal mehr oder weniger stark verteilter Unterschicht. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Bestandesgrößen zu-

Tab.1: Vergleich der wichtigsten Bestandesgrößen auf einer Fläche von 11 ha im Sihlwald (bewirtschaftet bis 1990) und 10 ha im Buchenurwald Uholka (unterteilt in Teilflächen von 50 x 50 m). Aufnahmejahr 2000

	Sihlwald (44 TFL von 0,25 ha)			Uholka (40 TFL von 0,25 ha)		
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Mittelwert	Minimum	Maximum
Stammzahl ¹ /ha	258	144	796	220	144	336
Grundfläche ¹ , m ² /ha	31,0	18,2	40,5	38,8	22,0	51,8
Vorrat ¹ , m ³ /ha	577	344	737	752	426	1005
h _{dom} (Buche) ² , m	40,7	32,0	42,3	40,2	32,8	42,8
d _{dom} (Buche) ² , cm	54,3	34,4	60,5	63,6	44,4	74,5
d _g ³ , cm	41,7	19,0	52,4	48,0	29,5	59,9
Totholzvolumen ⁴ , m ³ /ha	9	0	69	110	27	250
Totholzvolumen, % ⁵	1,5	0	10,2	13,1	2,8	31,6

¹lebende Bäume ab 8 cm BHD; ²mittlere Höhe/BHD der 100 dicksten Bäume pro ha; ³Durchmesser des Grundflächenmittelstammes; ⁴stehendes und liegendes Totholz; ⁵% des gesamten Holzvolumens (lebend und tot)

Tab. 2: Verjüngung (≥ 10 cm Höhe bis 7,9 cm BHD) im Sihlwald und im Buchenurwald Uholka auf einer Fläche von 11 bzw. 10 ha. Mittelwerte aus 176 (160) Probeflächen (PF) von 20 m² (1 m² für Bäumchen kleiner als 30 cm). Aufnahmejahr 2000

Höhenklasse	Sihlwald (176 PF von 20 m ²)		Uholka (160 PF von 20 m ²)	
	Mittelwert N/ha	PF ohne Verj. %	Mittelwert N/ha	PF ohne Verj. %
10-29,9 cm	36'080	46,0	9'375	51,9
30-129,9 cm	7'892	16,5	13'466	5,6
≥ 130 cm	3'409	13,6	2'325	17,5
alle ≥ 10 cm	47'381	2,8	25'166	2,5

sammengefasst. Dargestellt sind die durchschnittlichen ha-Werte für die Gesamtfläche, sowie die Minima und Maxima der 40 (44) Teilflächen.

Durch den hohen Anteil an dicken Bäumen wies der Urwald bei ähnlicher Stammzahl eine höhere Grundfläche und einen höheren Vorrat auf als der 150-jährige Bestand im Sihlwald. Dies galt sowohl für die Mittelwerte als auch für die Minima und Maxima auf Teilflächen von 50 x 50 m (Tab. 1).

Was Besuchern im Urwald oft am meisten auffällt, sind die von Pilzen besiedelten abgebrochenen Stämme und die liegenden Bäume. Totholz war in Uholka flächendeckend vorhanden, wobei die Volumen von Teilfläche zu Teilfläche stark variierten. Im Durchschnitt betrug der Totholzvorrat in Uholka 110 m³ pro ha, was etwa 13% des gesamten Holzvorrates (lebend und tot) entsprach (Tab. 1). Knapp drei Viertel des Totholzes war liegend. Im Sihlwald schätzten wir den Totholzvorrat 10 Jahre nach Aufgabe der Bewirtschaftung auf etwa 9 m³ pro ha (1,5 % des gesamten Holzvorrates).

In der Verjüngung zählten wir im Sihlwald im Jahr 2000 fast doppelt so viele Bäumchen wie in Uholka, was hauptsächlich auf die Höhenklasse kleiner als 30 cm zu-

rückzuführen war. Größere Bäumchen waren in Uholka zahlreicher als im Sihlwald (Tab. 2). Sowohl in Uholka wie im Sihlwald streuten die Verjüngungszahlen von Aufnahmefläche zu Aufnahmefläche sehr stark. An beiden Standorten wurden jedoch nur sehr wenige Probeflächen ohne jegliche Verjüngung gefunden. Im Durchschnitt war sowohl in Uholka wie im Sihlwald genügend Verjüngung vorhanden, um

allfällig entstehende Lücken rasch wieder zu füllen. Interessant waren die Baumartenanteile: von den Bäumchen, die kleiner als 1,3 m hoch waren, waren in Uholka fast drei Viertel Ahorne und Eschen. Die wenigen Bäume im Altbestand reichen offensichtlich aus, um zu gewährleisten, dass auch langfristig ein gewisser Anteil an Mischbaumarten erhalten bleibt. Mit zunehmender Baumhöhe nahm der Anteil an Mischbaumarten kontinuierlich ab, und ab etwa 5 m Höhe waren fast nur noch Buchen vertreten. Im Sihlwald fanden wir nur in der Höhenklasse kleiner als 30 cm einen namhaften Anteil an Mischbaumarten (vorwiegend Eschen). Die grössere Verjüngung bestand auch hier nur aus Buche.

Entwicklung 2000 - 2005

Von 2000 - 2005 fand im Sihlwald ein Aufbau an Grundfläche und Vorrat statt und zwar auf allen Teilflächen (Abb. 2 und 3). Die mittlere Grundfläche erhöhte sich auf 34 m², der Durchschnittsvorrat auf 634 m³ pro Hektare. Im Unterschied dazu haben sich in Uholka Grundfläche und Vorrat im Durchschnitt nicht verändert (Abb.2). Morta-

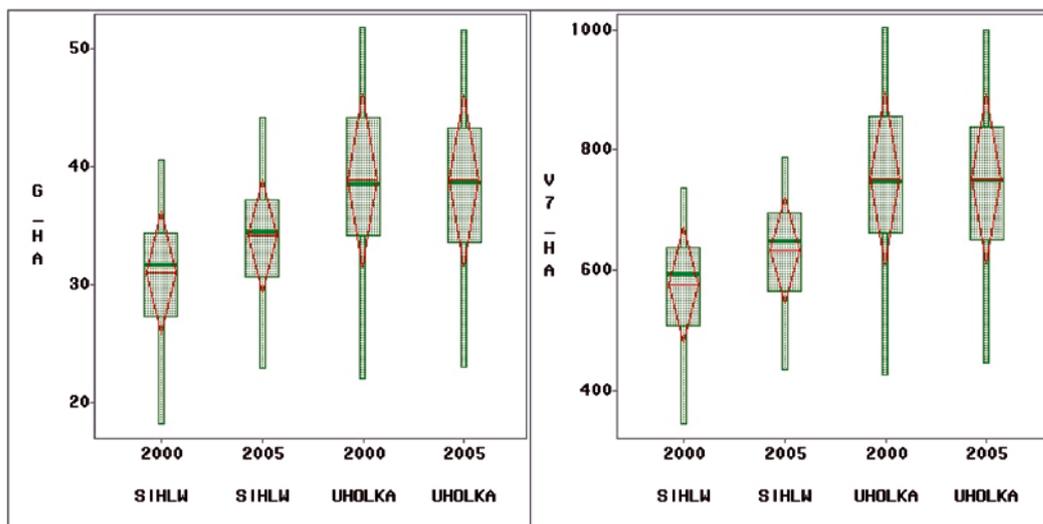


Abb. 2: Entwicklung von Grundfläche (G/ha, m²) und Vorrat (V7/ha, m³) von 2000-2005 auf 40 Teilflächen (TFL) von 50 x 50 m im Buchenurwald Uholka und 44 TFL von 50 x 50 m im Sihlwald (bewirtschaftet bis 1990). Lebende Bäume ≥ 8 cm BHD. Innerhalb der grünen Kästchen liegen 50 % der Werte, innerhalb der Verlängerungen 90 %. Die roten Rhomben geben die Mittelwerte und Standardabweichungen an

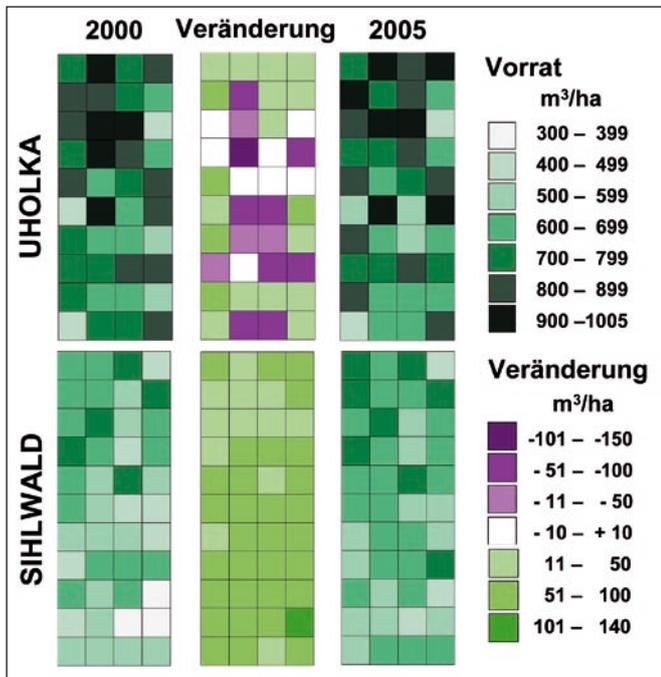


Abb. 3: Räumliches Muster und Veränderung des Holzvorrats von 2000-2005 im Buchenurwald Uholka und im Sihlwald (bewirtschaftet bis 1990). Lebende Bäume ≥ 8 cm BHD. Gesamtfläche 10 ha (Uholka) bzw. 11 ha (Sihlwald). Teilflächen 0,25 ha (50 x 50 m)

lität, Zuwachs und Einwuchs hielten sich auf der 10 ha grossen Fläche die Waage. Kleinflächig ist aber durchaus etwas passiert: Auf 13 der 40 Teilflächen haben Grundfläche und Vorrat infolge abgestorbener oder geworfener Bäume mehr oder weniger stark abgenommen, auf 19 sind sie angestiegen und auf 8 blieben sie praktisch konstant (Abb. 3).

Die jährliche Mortalität betrug in Uholka im Durchschnitt 2,3 Bäume pro ha mit einem Gesamtvolumen von knapp 10 m^3 . Rund 40 % davon wurden vom Wind geworfen, die übrigen sind stehend abgestorben und/oder wurden gebrochen. Etwa die Hälfte der abgestorbenen Bäume waren dicker als 50 cm, 17 % hatten sogar einen Durchmesser von 80 cm und mehr. Die Bäume starben einzeln über die Fläche verteilt oder in Gruppen von wenigen Bäumen. Grössere Lücken sind keine entstanden. Im Sihlwald war die Mortalität noch geringer. Von 2000-2005 sind im Durchschnitt 4 Bäume pro ha gestorben (0,8 pro ha und Jahr), die meisten stehend. 80% waren dünne Bäume (< 24 cm BHD). Dicke Bäume sind nur vereinzelt gestorben. Der Zugang an Totholz war mit $0,8 \text{ m}^3$ pro ha und Jahr mehr als 10-mal kleiner als in Uholka. In beiden Wäldern hat das Volumen an stehendem und liegendem Totholz zugenommen, d.h. der Zugang an Totholz war höher als der Abbau.

Der Zuwachs der lebenden Bäume (inkl. Einwuchs) war im Sihlwald mit $12,3 \text{ m}^3$ pro ha und Jahr höher als in Uholka mit $9,7 \text{ m}^3$. Wie weit dies durch standörtliche Unterschiede bedingt ist oder ob die unterschiedliche Altersstruktur dafür bestimmend ist, kann noch nicht beurteilt werden.

Uholka – ein typischer Buchenurwald?

Wie weit die untersuchten 10 Hektaren repräsentativ für den Buchenurwald Uholka sind, wissen wir nicht. Die Art der Durchmesserverteilung scheint jedoch recht typisch für Buchenurwälder zu sein (Westphal et al. 2006). Die durchschnittlichen Bestandesgrössen entsprechen etwa dem, was Korpel' (1995) für die Buchenurwälder Havešová und Rožok auf ähnlich wüchsigen Standorten in den Westkarpaten nennt. Auch die minimalen und maximalen Werte von Grundfläche und Vorrat stimmen gut mit Angaben von Korpel' (1995) überein. So erwähnt Korpel', dass in einem Buchenurwald der Vorrat während des gesamten Entwicklungszyklus nie unter $400 \text{ m}^3/\text{ha}$ sinkt. Dies weist auf die hohe Stabilität von Buchenurwäldern hin und zeigt, dass die Entwicklungsphasen räumlich und zeitlich stark ineinander greifen. Mit einem durchschnittlichen Totholzvorrat von 110 m^3 oder 13 % des gesamten Holzvolumens lag Uholka im Jahr 2000 nur leicht unterhalb des Wertes von 15-16 %, der im Durchschnitt auf den Beobachtungsflächen in den Urwäldern Havešová und Rožok über einen Zeitraum von 20 Jahren gefunden wurde (Saniga und Schütz, 2001). Insofern scheinen die in Uholka gefundenen Strukturen und Bestandesgrössen recht typisch für einen Buchenurwald in den Karpaten zu sein, der keine grösseren externen Störungen erfahren hat. In albanischen Buchenurwäldern fand Tabaku (2000) z.T. höhere durchschnittliche Grundflächen und Vorräte, dafür aber tiefere Totholzvolumen.

Ob die von 2000 - 2005 in Uholka beobachtete Konstanz von Grundfläche und Vorrat zufällig ist oder einem echten Gleichgewichtszustand auf der 10 ha-Fläche entspricht, bleibt abzuwarten. Die Zunahme des Totholzvorrates deutet allerdings darauf hin, dass nicht alle Prozesse im Gleichgewicht sind.

Der Weg zurück ist lang

Die im Sihlwald untersuchte Fläche ist sicher nicht repräsentativ für den gesamten Sihlwald. Wir haben bewusst einen Altbestand ausgewählt, in dem schon in wenigen Jahrzehnten eine erhöhte Mortalität auftreten wird. Solche Bestände (Starkholz mit ddom > 50 cm) hatten 2003 im Sihlwald einen Flächenanteil von knapp 20 % (Grün Stadt Zürich, unpubliziert).

Wie unsere Untersuchungen zeigten, ist der Sihlwald noch weit von einem Urwald entfernt. Dabei sind die auffälligsten Unterschiede wie die Totholz mengen oder das Vorkommen ganz alter, dicker Bäume langfristig von geringerer Bedeutung als die sich von einem Urwald unterscheidende Altersstruktur. Schon in dem kurzen Zeitraum von nur 5 Jahren hat sich deren Einfluss auf die Dynamik des Waldes deutlich gezeigt.

Der Grundflächen- und Vorratsaufbau wird wohl vorläufig noch weitergehen. Dabei ist zu erwarten, dass die durchschnittlichen Vorrats- und Grundflächenwerte von Uholka während einiger Zeit übertroffen werden. Bei einem Zuwachs von 12 m³ pro ha und Jahr wird der gegenwärtige Durchschnittsvorrat von Uholka bereits in etwa 10 Jahren erreicht sein.

Der Sihlwald wird dadurch zunächst dunkler werden. Die Mortalität wird zunehmen, vorerst hauptsächlich Konkurrenz- und lichtbedingt in der Unter- und Mittelschicht; zunehmend werden aber auch Bäume der Oberschicht absterben. Infolge der mehr oder weniger gleichaltrigen Oberschicht ist in etwa 50 Jahren mit einem gehäuften Absterben von Bäumen innerhalb einer kürzeren Zeitspanne zu rechnen. Die Totholzvorräte dürften dann diejenigen in Uholka übertreffen. Aus alten Buchenwaldreservaten, wie z.B. dem Reservat „Heilige Hallen“ in Mecklenburg ist bekannt, dass die Totholzanteile zeitweilig bis zu 50 % des gesamten Holzvorrates ausmachen können (Christensen et al. 2005). Beobachtungen über die Kleinflächigkeit von Zerfallserscheinungen dürfen deshalb nicht unbedenken von Urwäldern auf ehemalige Wirtschaftswälder übertragen werden.

Je kürzer die Zerfallsphase stattfindet, desto gleichaltriger wird auch der Folgebestand sein. Der Buckel in der Durchmesserverteilung wird sich wohl noch über mehr als eine Baumgeneration fortsetzen, wie dies auch andernorts beobachtet wurde (von Oheimb et al. 2005). Dadurch dürften die mittleren Bestandesmerkmale wie Stammzahl, Grundfläche, Vorrat und Totholzvolumen über einen langen Zeitraum viel grössere Schwankungen aufweisen als in einem Urwald.

Die Mischbaumarten werden längerfristig zugunsten der Buche abnehmen. Bei grösserflächigem synchronem Absterben, können sich vielleicht einige andere Baumarten behaupten.

Auch wenn sich der Sihlwald in den nächsten Jahrzehnten in verschiedenen Bestandesmerkmalen dem Urwald annähern wird, muss damit gerechnet werden, dass die durch die frühere Bewirtschaftung bedingte Altersstruktur die Bestandesentwicklung über mehr als eine Baumgeneration hinaus beeinflussen wird.

Dank

Wir danken den zahlreichen Mitarbeitern des Karpaten-Biosphärenreservates (CBR), des Ukrainischen Forschungsinstitutes für Bergforstwirtschaft (URIMF) und der WSL, die uns bei der Einrichtung der Beobachtungsflächen, bei den Messungen und Erhebungen im Wald und bei der Datenaufbereitung unterstützt haben. Erwähnen möchten wir insbesondere R. Vitter, V. Shparyk, M. Ivanyuk, T. Parpan und

V. Parpan (URIMF), R. Cereghetti, C. Matter, H. Bachofen, K. Häne und B. Ramp (WSL) sowie Y. Bundziak und Y. Berkela (CBR). Spezieller Dank gebührt F. Hamor, dem Direktor des CBR, der uns die Untersuchungen in „seinen“ Wäldern ermöglicht hat.

Die Zusammenarbeit zwischen der WSL und den ukrainischen Partnern wird finanziell unterstützt durch den Schweizerischen Nationalfonds im Rahmen seines Osteuropa-Programmes SCOPES (Projekte 71P 062590, IB74A0-111087).

Literatur

- Brändli U.-B. und Dowhanytsch J./eds, 2003: Urwälder im Zentrum Europas. Ein Naturführer durch das Karpaten-Biosphärenreservat in der Ukraine. Bern, Stuttgart, Wien. Haupt. 192 S.
- Broggi M. F., 1994: So sehen Lauburwälder aus. In: Natürlich, AT Zeitschriftenverlag, Aarau, Nr. 19: 168-176.
- Broggi M. F. und Buffi R., 1995: Eindrücke von einer Reise in Buchen-Urwälder der Ostkarpaten (Polen und Ukraine). Schweiz. Z. Forstwesen. 146, 3: 207-216.
- Burger T., Dürig R., Stocker R., 2001: Buchenurwälder sind „anders“. Wald Holz, 4: 55-58.
- Christen M., 1994: Wachstum und Zerfall prägen den Urwald. Ein Augenschein im Biosphärenreservat „Ostkarpaten“. Tages-Anzeiger, 3. November 1994.
- Christensen M., Hahn K., Mountford E. P., Ódor P., Stando-vár T., Rozenbergar D., Diaci J., Wijdeven S., Meyer P., Winter S., Vrska T., 2005: Deadwood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. For. Ecol. Manage. 210: 267-282.
- Commarmot B., Bachofen H., Bundziak Y., Bürgi A., Ramp B., Shparyk Y., Sukhariuk D., Viter R. und Zingg A., 2005: Structures of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study. For. Snow Landsc. Res. 79, 1/2:45-56.
- Delehan I.V., 2005: History of forest management in the Transcarpathian province. In: Commarmot B.; Hamor, F. D. (eds): Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. Conference 13-17 October 2003, Mukachevo, Ukraine. Proceedings. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL; Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve. 455-462.

- Hünerwadel D., Christen M., Speich A., Mahrer F., 1993: Waldgestaltungsplan Sihlwald für die Periode 1991-2001. Stadtforstamt Zürich.
- Kasper H., 1992: Buchen-Urwaldreservate in der Ostslowakei (CSFR): Einige Eindrücke und Erkenntnisse. Sihlwaldnachrichten Nr. 5: 9-15.
- Korpel' S., 1995: Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fischer, 310 S.
- Meister, U., 1903: Die Stadtwaldungen von Zürich. Zürich, Neue Zürcher Zeitung, 240 S. von Oheimb G., Westphal C., Tempel H., Härdtle W., 2005: Structural pattern of a near-natural beech forest (*Fagus sylvatica*) (Serrahn, North-east Germany). For. Ecol. Manage. 212: 253-263.
- Saniga M., Schütz J.P., 2001: Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. J. For.Sci. 47, 12: 557-565
- Tabaku V., 2000: Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und -Wirtschaftswäldern. Göttingen. Cuvillier. 206 S.
- Westphal C., Tremer N., von Oheimb G., Hansen J., von Gadow K., Härdtle W., 2006: Is the reverse J-shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests? For. Ecol. Manage. 223: 75-83



Brigitte Commarmot
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald,
Schnee und Landschaft, CH

E-Mail: Brigitte.Commarmot@wsl.ch