

Möglichkeiten zur Holzmobilisierung im Tessiner Kastaniengürtel

Golo Stadelmann Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)*
Christian Temperli Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)
Marco Conedera Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)
Andrés Gómez Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)
Peter Brang Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)

Möglichkeiten zur Holzmobilisierung im Tessiner Kastaniengürtel

Die traditionelle Bewirtschaftung von Kastanien-Niederwäldern wurde im Tessin in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vielerorts aufgegeben. In der Folge verwilderten die Bestände, sodass sie sich über die Landschaft gesehen zunehmend anglichen, vorratsreicher wurden und wichtige Ökosystemleistungen (z.B. Holzproduktion, Schutz vor Naturgefahren, Biodiversitätsförderung, Erholungsleistungen) immer schlechter erfüllten. Mit dem Waldentwicklungsmodell «Massimo» wurden Bewirtschaftungsszenarien simuliert, um Handlungsspielräume für die Waldbewirtschaftung und mögliche Konsequenzen aufzuzeigen. Ein Weiterführen der bisherigen Bewirtschaftung lässt die Vorräte und die Mortalität ansteigen, was grossflächig zu verminderter Schutzfunktion, erhöhter Waldbrandgefahr und Einschränkungen in anderen Ökosystemleistungen führen könnte. Eine Intensivierung der Bewirtschaftung könnte diesem Prozess entgegenwirken, ist jedoch mit erheblichen Holzerntekosten verbunden. Für eine optimale Bewirtschaftung des Kastaniengürtels muss entschieden werden, welche Waldfunktionen an welchen Orten Priorität haben sollen und wie die entsprechenden Leistungen des Waldes abgegolten werden können.

Keywords: timber mobilization, Massimo, forest management, empirical simulation model, coppicing, Ticino
doi: 10.3188/szf.2015.0291

* Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, E-Mail golo.stadelmann@wsl.ch

Die ersten Anzeichen einer Kultur der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) auf der Alpensüdseite der Schweiz fallen zeitlich mit der Eroberung der Alpen durch die Römer um das Jahr 0 zusammen. Die schnelle Zunahme der Kastanienpollen lassen einen raschen Übergang zu Kastanien-Monokulturen vermuten (Tinner et al 1999). Dabei entwickelten sich zwei Bewirtschaftungsformen: parkartige Selven in flacheren und fruchtbareren Gebieten primär zur Produktion von Esskastanien und dichte Kastanienniederwälder an Hanglagen mit meistens sehr kurzen Umtriebszeiten (10–15 Jahre) für die Produktion von Pfählen und Brennholz (Krebs et al 2014). Die Kastanienselven verloren in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ihre Bedeutung für die Ernährung der Bevölkerung, Pfähle aus Kastanienholz werden immer weniger nachgefragt und der Produktion von sägefähigem Wertholz sind wegen der Ringschäle Grenzen gesetzt (Fonti et al 2002). Da die Niederwälder meist an schlecht erschlossenen Steilhängen liegen, ist deren Bewirtschaftung erschwert. Daher werden sie seit Jahrzehnten kaum mehr genutzt und gepflegt.

Die weitgehende Aufgabe der Bewirtschaftung hat die Wälder verwildern lassen und dazu geführt, dass der Holzvorrat im Tessiner Wald zwischen dem ersten Landesforstinventar (LFI1, 1983–1985) und der letzten Erhebung (LFI4b, 2009–2013) um 50% zunahm (Schweizerisches Landesforstinventar). Im Niederwald sind die Stöcke oft physiologisch überaltert und nicht mehr gut im Boden verankert, weshalb sie sich einzeln oder gruppenweise entwurzeln (Vogt et al 2006). Heute erbringen die Wälder im Kastaniengürtel ihre vielfältigen Ökosystemleistungen (Holzproduktion, Schutz vor Naturgefahren, Trinkwasserschutz, Kohlenstoffspeicherung, Produktion von Nischholz-Waldprodukten, Biodiversität und Erholung) teils nur noch eingeschränkt. Es stellt sich daher die Frage, ob und wie die Wiederaufnahme einer gezielten Bewirtschaftung gefördert werden soll.

Der Holzvorrat steigt auch in anderen schlecht erschlossenen Wäldern der Schweiz (Schweizerisches Landesforstinventar). Diese ungenutzten Ressourcen sind ein Potenzial, das der Bund aus ressourcen- und energiepolitischen Gründen besser nutzen will (BAFU 2013). Dazu werden längerfristige Holznut-

zungspotenziale berechnet; bisher jedoch vor allem auf nationaler Ebene (vgl. Hofer et al 2011, Kaufmann 2011, Thees et al 2013). Regionale Besonderheiten wie die Niederwaldbewirtschaftung wurden zwar berücksichtigt, aber aufgrund ihrer insgesamt geringen Bedeutung nicht explizit ausgewiesen. Das Projekt «Strategien zur Holzmobilisierung aus Schweizer Wäldern» («Mobstrat») soll diese Lücke füllen und regionale Managementszenarien zur Steigerung der Holznutzung entwickeln. Eine von drei Fallstudien in Mobstrat umfasst den Tessiner Kastaniengürtel.

In dieser Fallstudie wird das Holznutzungspotenzial untersucht, mit besonderem Augenmerk auf folgende drei Fragen: 1. Wie wirkt sich das Beibehalten der bisherigen Bewirtschaftung auf die zukünftige Waldentwicklung aus? 2. Kann der Holzvorrat im Kastaniengürtel durch eine erhöhte Nutzung stabilisiert werden und welchen Einfluss hat dies auf die Bestandesstruktur? 3. Welche Holz mengen können bei verschiedenen Bewirtschaftungsszenarien zu welchen Kosten mobilisiert werden? Zudem wer-

den Vorschläge zur Steigerung der Holznutzung und deren Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen diskutiert. Diese Arbeit kann die Entwicklung zukünftiger Managementstrategien unterstützen, da sowohl der potenzielle Nutzen als auch die Bewirtschaftungskosten der verschiedenen Szenarien aufgezeigt werden.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet und Daten

Die Datengrundlage für diese Studie bilden Erhebungen des dritten Landesforstinventars (LFI3; 2004–2006). Der Kastaniengürtel befindet sich im Tessin in einer Höhenlage zwischen 200 und 1000 m ü. M. Entsprechend wählten wir für die Auswertung diejenigen Probeflächen des LFI3 aus, die sich in diesem Höhenband im zugänglichen Wald ohne Gebüschwald befinden und gemäss LFI3 als produktiver Wald beurteilt wurden. Dies ergab 200 Probeflächen (Abbildung 1). Die im Kastaniengürtel traditionellen Niederwälder (25.5% + 10.5% Mittelwald; vgl. Anmerkung zu Tabelle 1) sind heute flächenmässig weniger bedeutend als gleichförmige Hochwälder (45.5%). Der letzte forstliche Eingriff liegt in den meisten Beständen mehr als 50 Jahre zurück, 15% der Fläche wurde sogar seit über 75 Jahren nicht mehr bewirtschaftet (Abbildung 1, Tabelle 1). Als Folge davon ist die natürliche Mortalität mit einem Anteil von drei Vierteln die Hauptursache aller Abgänge.

Das Waldentwicklungsmodell «Massimo»

Das Waldentwicklungsmodell Massimo (Kaufmann 2001) simuliert die Auswirkungen von Bewirtschaftungsszenarien auf die Bestandesentwicklung in 10-Jahres-Schritten über einen Zeitraum von bis zu 100 Jahren. Als Ergebnis können Informationen über Bestandaufbau und Ressourcenverfügbarkeit abgeleitet werden. Das Modell bildet die Prozesse Wachstum, Nutzung, Mortalität und Verjüngung einzelbaumweise ab. Die Wachstumsfunktionen wurden dabei aus den Daten des LFI geschätzt (Thürig et al 2005). Die Funktionsweise von Massimo sowie typische Anwendungsbeispiele beschreibt Kaufmann (2011). Da Massimo neben den empirisch hergeleiteten Funktionen auch stochastische Komponenten enthält, zum Beispiel das Auftreten und das Ausmass von Sturmschäden, können verschiedene Simulationen eines Szenarios leicht unterschiedliche Ergebnisse produzieren. Dieser Effekt wird berücksichtigt, indem für jedes Szenario mindestens 20 Simulationen gemittelt werden. Wie beim LFI werden die Modellergebnisse für jedes Stratum von der Probefläche auf die produktive Waldfläche hochgerechnet, und es wird der Standardfehler berechnet (Brassel & Lischke 2001).

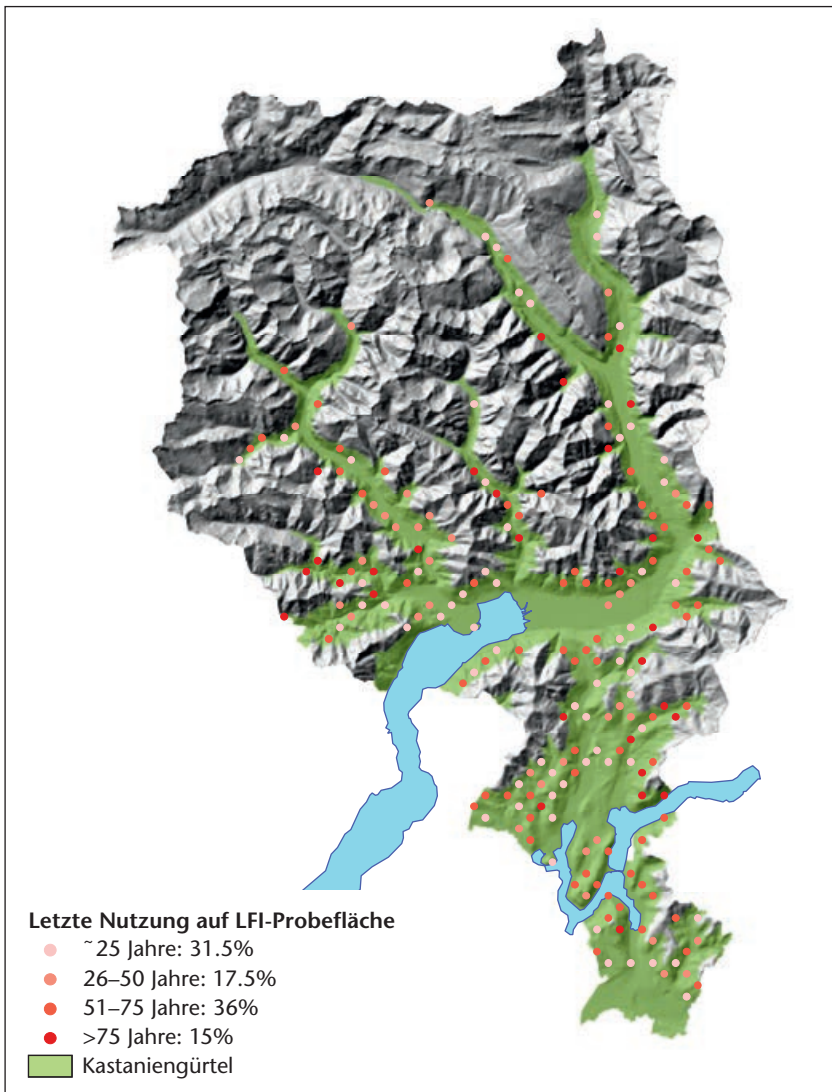


Abb 1 Relief des Kantons Tessin mit Kastaniengürtel (Flächen mit Meereshöhe <1000 m) mit Probeflächen des Schweizerischen Landesforstinventars und dem Zeitpunkt von deren letzter Nutzung.

Bestandestyp	Vorrat (m ³ /ha)	Bruttozuwachs (m ³ /[ha×J])	Nutzung (m ³ /[ha×J])	Abgang (m ³ /[ha×J])	Anteil der Probestflächen mit letztem Eingriff >50 J. (%)	Anzahl Probestflächen
Niederwald	208	4.4	0.8	2.1	63	51
Mittelwald*	241	7.2	0.0	2.9	43	21
Ungleichförmiger Hochwald	220	3.5	0.2	1.9	43	37
Gleichförmiger Hochwald	197	4.6	0.7	1.8	49	91
Kastaniengürtel	209	4.5	0.5	2.0	51	200

Tab 1 Forstliche Zielgrößen des Waldes im Kastaniengürtel, aufgeteilt nach Bestandestyp gemäss 3. Schweizerischen Landesforstinventar (LFI3). Alle Zielgrößen beziehen sich auf Schaftholz in Rinde. * Im Tessin gibt es keine typische Mittelwaldbewirtschaftung. Im LFI wurden verwilderte Niederwälder mit mittelwaldartigen Strukturen als Mittelwald beurteilt.

Für den Tessiner Kastaniengürtel wurden zwei Straten definiert: Alle Probestflächen mit einem Kastanienanteil >50% gemäss LFI3 wurden dem Stratum «Kastanienwald» zugeordnet, die übrigen Probestflächen dem Stratum «anderer Laubwald». Die hier präsentierten Ergebnisse sind somit grossflächig zu interpretieren und können im Detail von Feldbeobachtungen abweichen.

Zur Herleitung der Holzerntekosten wurde das Holzernte-Produktivitätsmodell HeProMo¹ in Massimo integriert. Dies erlaubt die Ableitung der Derbholzvolumina, welche mit Kosten > beziehungsweise ≤150 CHF/m³ geerntet werden können.

Definition der Szenarien

In Zusammenarbeit mit lokalen Stakeholdern (Forstdienst, Amt für Umwelt, Forstunternehmer, Holzwirtschaft, Umweltorganisationen, Jäger und Wanderer) erarbeitete die Fachhochschule Südwestschweiz (SUPSI) Bewirtschaftungsstrategien für den Kastaniengürtel, die sich bezüglich Durchforstungsintensität, Umtriebszeit und deren Zuordnung zu verschiedenen Bestandestypen (z.B. gleich- vs. ungleichförmiger Wald) unterscheiden. Vier dieser Strategien wurden als Massimo-Managementszenarien simuliert.

Das Szenario «*bisherige Bewirtschaftung*» basiert auf der Annahme, dass die Nutzung der Praxis zwischen LFI2 und LFI3 folgt; in dieser Periode wurden die Wälder kaum gepflegt, und es wurde sehr wenig Holz genutzt:

- Keine Pflege und Durchforstung in Niederwäldern und gleichförmigen Hochwäldern
- Nutzungsmengen wie zwischen LFI2 und LFI3 beobachtet über den gesamten Simulationszeitraum
- Minimale Durchforstungen zum Erhalt der vertikalen Struktur in ungleichförmigen Hochwäldern

Im Szenario «*minimale Bewirtschaftung*» wird die Holznutzung mit einfachen Niederwaldhieben (Kahlhieben) gesteigert, während auf Durchforstungen verzichtet wird, um die Bewirtschaftungskosten zu senken:

- Niederwaldhiebe am Ende der Umtriebszeit und Verjüngung mittels Stockausschlag (im Kastanienwald) sowie Kernwüchsen

- Umtriebszeiten von 70 Jahren im Kastanienwald und 80 Jahren im anderen Laubwald

- Verzicht auf Pflege und Durchforstungen

Das Szenario «*differenzierte Bewirtschaftung*» soll die Bestandestypen Niederwald, ungleichförmiger Hochwald und gleichförmiger Hochwald erhalten und deren Stabilität verbessern. Dazu werden die Bestände regelmässig durchforstet und verjüngt. Dies soll ermöglichen, neben Energieholz auch sägetaugliches Rundholz zu produzieren und so höhere Holzerlöse zu erzielen. Das Szenario wurde folgendermassen definiert:

- Stabilisierung des durchschnittlichen Vorrats auf dem im LFI3 festgestellten Niveau
- Durchforstung, sobald die Basalfläche 10% grösser ist als unmittelbar vor dem letzten Eingriff
- Die Eingriffsstärke beträgt 30% der Basalfläche in gleichförmigen Hochwäldern und 25% in ungleichförmigen Hochwäldern
- Umtriebszeiten von 90 bis 110 Jahren im Hochwald und von 60 Jahren im Niederwald

Wo die Holzerntekosten durch den Verkaufserlös sowie die Beiträge seitens der öffentlichen Hand bei Weitem nicht gedeckt werden, kann die Ausweisung von Waldreservaten zumindest aus ökonomischer und teilweise auch aus ökologischer Sicht angebracht sein. Das Szenario «Waldreservat» soll aufzeigen, wie sich ungepflegte Bestände entwickeln, wenn während weiteren 50 Jahren auf jegliche Nutzung verzichtet wird. Dieses Szenario wurde nur auf denjenigen Probestflächen angewendet, welche seit mindestens 50 Jahren nicht mehr bewirtschaftet worden sind und die gemäss SilvaProtect (Losey & Wehrli 2013) nicht vor Sturz, Lawine oder Rutschung schützen. Diese Kriterien erfüllen 34.5% aller LFI-Probestflächen im Kastaniengürtel. Ergebnisse aus dem Reservatszenario beziehen sich nur auf diese Probestflächen.

¹ FRUTIG F, HOLM S, LEMM R, PEDOLIN D, THEES O (2015) Kalkulation von Holzerntearbeiten. Das Produktivitätsmodell HeProMo. Version 2015. Download von www.waldwissen.net/technik/holzernte/kalkulation/wsl_hepromo/index_DE (6.7.2015)

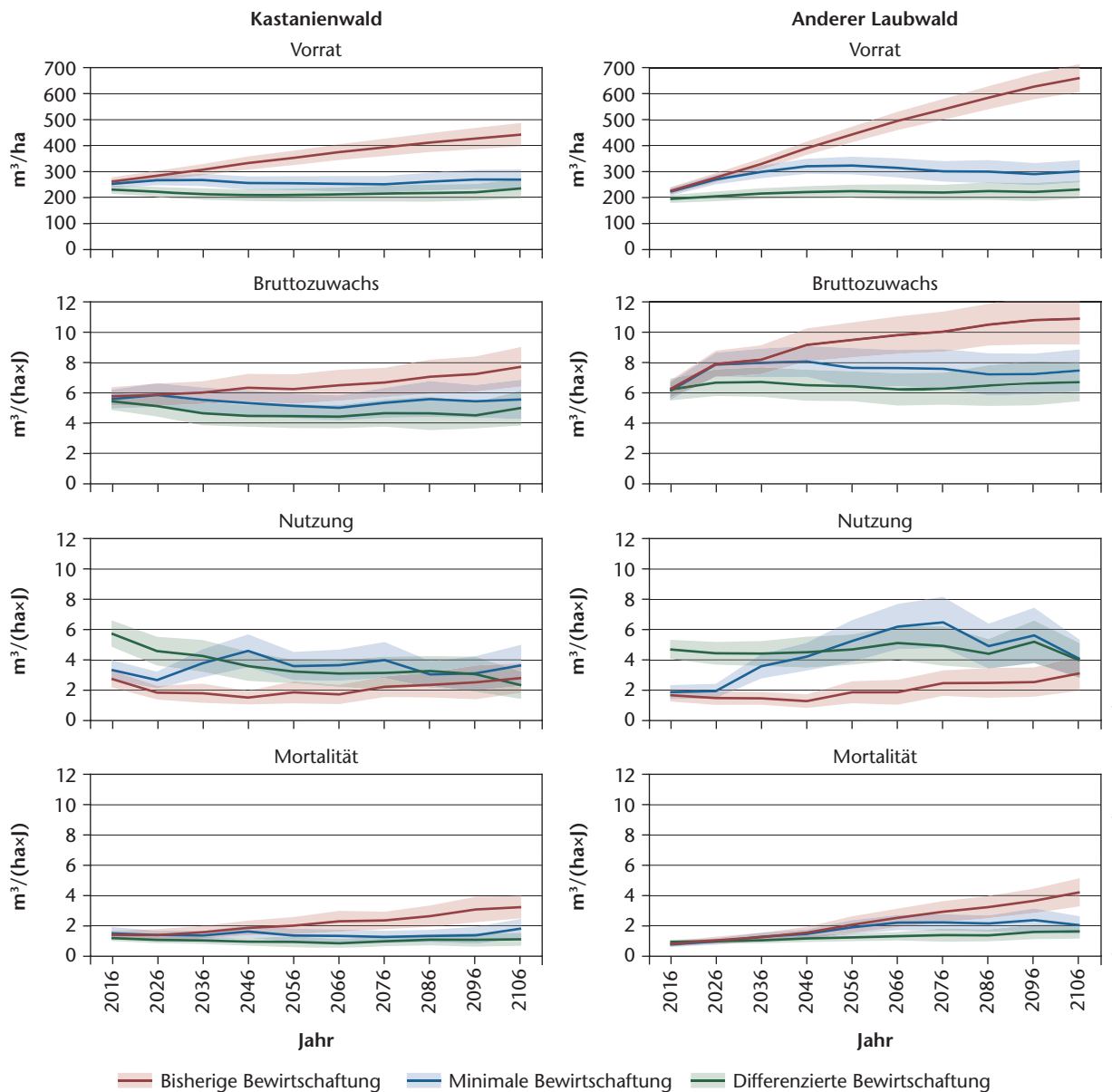


Abb 2 Entwicklung von Vorrat, Bruttozuwachs, Nutzung und Mortalität im Tessiner Kastaniengürtel, unterteilt nach den beiden Straten Kastanienwald (links) und anderer Laubwald (rechts), unter den drei Bewirtschaftungsszenarien «bisherige Bewirtschaftung», «minimale Bewirtschaftung» und «differenzierte Bewirtschaftung». Dargestellt sind der Mittelwert von 20 Simulationsläufen (kräftige Linien) und deren Standardfehler (transparenter Bereich). Alle Angaben in Schaftholz in Rinde.

Resultate

Bestandesentwicklung

Im Szenario «bisherige Bewirtschaftung» steigt der Vorrat im Tessiner Kastaniengürtel über den ganzen Simulationszeitraum an. Im Kastanienwald entspricht dies einem Anstieg von 209 m³/ha auf 450 m³/ha und im anderen Laubwald einem solchen von 209 m³/ha auf 630 m³/ha innert 100 Jahren (Abbildung 2). Ein rascherer Vorratsanstieg auf über 500 m³/ha innert 50 Jahren wurde für das Reservatszenario simuliert (Abbildung 3). Im Gegensatz zu diesen Szenarien pendelt sich der Vorrat bei den Szenarien «minimale Bewirtschaftung» und «differenzierte Bewirtschaftung» zwischen 200 und 300 m³/ha ein. Der Grund für die höheren Vorräte im anderen Laubwald am Ende des Simulationszeit-

raums liegt darin, dass die Vorräte im Hochwald höher als im Niederwald sind und der andere Laubwald einen grösseren Hochwaldanteil aufweist.

Der Zuwachs zeigt für alle Simulationen die gleichen Trends wie der Vorrat: Bei ansteigendem Zuwachs nimmt auch der Vorrat zu und umgekehrt. Entsprechend steigt der Zuwachs im Szenario «bisherige Bewirtschaftung» am stärksten an und beträgt am Ende des Simulationszeitraums 8 bis 11 m³/(ha×J) (Abbildung 2). Noch höhere Zuwachsraten werden einzig für das Reservatszenario beobachtet (Abbildung 3). Unter den zwei weiteren Bewirtschaftungsszenarien stabilisiert sich der Zuwachs im Laufe des Simulationszeitraums. Im Szenario «differenzierte Bewirtschaftung» beläuft sich der Zuwachs auf circa 4 bis 6 m³/(ha×J) und bleibt damit ungefähr im Bereich der Werte des LFI3 (Tabelle 1), wäh-

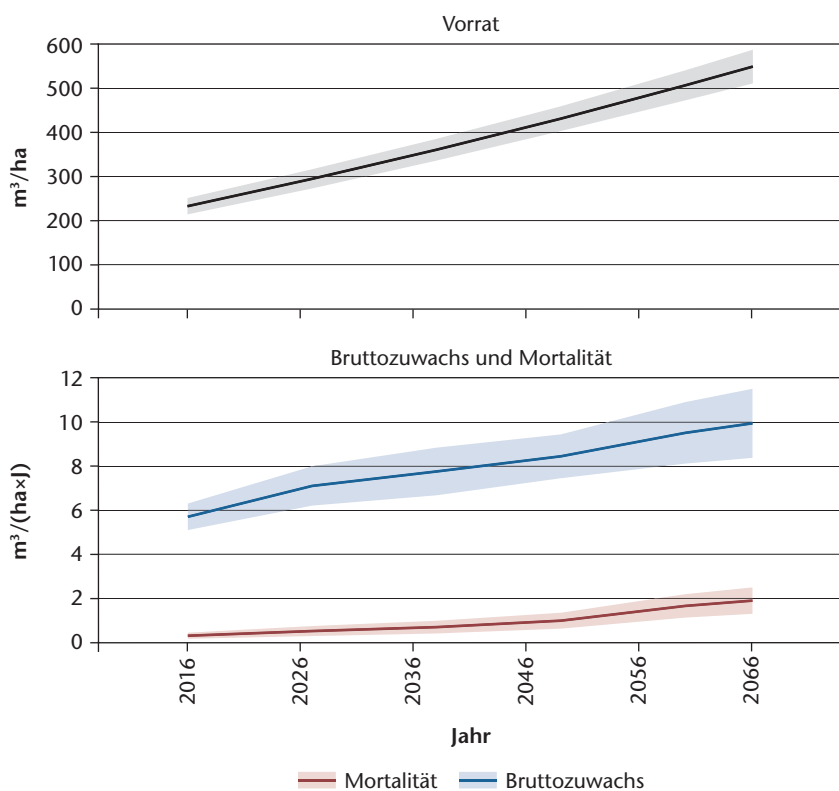


Abb 3 Entwicklung von Vorrat, Bruttozuwachs und Mortalität im Szenario «Waldreservat». Dargestellt sind der Mittelwert von 20 Simulationsläufen (kräftige Linien) und deren Standardfehler (transparenter Bereich). Alle Angaben in Schaftholz in Rinde.

rend er bei der «minimalen Bewirtschaftung» mit 5 bis $8 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ etwas höher ausfällt.

Die Nutzung entwickelt sich im Kastanienwald und im anderen Laubwald je nach Szenario unterschiedlich (Abbildung 2). Im Szenario «bisherige Bewirtschaftung» liegt die Nutzung während des gesamten Zeitraums bei $1 \text{ bis } 3 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$, was die zwischen LFI2 und LFI3 beobachtete Nutzung ($0.5 \text{ m}^3/[\text{ha}\times\text{J}]$) und damit die Szenariovorgabe deutlich übertrifft. Ursache dafür ist, dass dieses Szenario neben dem Nutzungsziel auch die Erhaltung der vertikalen Struktur in ungleichförmigen Beständen anstrebt. Das Szenario «minimale Bewirtschaftung» weist über den Simulationszeitraum die grössten Nutzungsschwankungen auf. Dies zeigt sich besonders deutlich im anderen Laubwald, wo die Nutzung bis 2076 auf über $7 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ ansteigt und danach wieder auf $4 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ zurückgeht. Im Kastanienwald wird im Szenario «differenzierte Bewirtschaftung» zu Beginn des Simulationszeitraums mit $5 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ deutlich stärker genutzt als in den übrigen Szenarien. Bis Ende des Simulationszeitraums sinkt die Nutzung kontinuierlich bis auf rund $2 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ ab. Im Gegensatz dazu liegt die Nutzung im anderen Laubwald während des gesamten Simulationszeitraums bei $4 \text{ bis } 5 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$.

Die Mortalität steigt unter dem Szenario «bisherige Bewirtschaftung» von jährlich $1.4 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ (vgl. Tabelle 1) im Kastanienwald auf $3.2 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ und im anderen Laubwald auf $4.2 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ (Abbil-

dung 2). Bis 2056 fällt die Mortalität in diesem Szenario etwa gleich hoch aus wie im Reservatszenario (Abbildung 3). Die tiefsten Mortalitätsraten von konstant $1 \text{ bis } 1.5 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ werden beim Szenario «differenzierte Bewirtschaftung» simuliert. Beim Szenario «minimale Bewirtschaftung» nimmt die Mortalität im Kastanienwald und im anderen Laubwald leicht auf 1.8 beziehungsweise $2.1 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{J})$ zu.

Nutzungsmengen und Erntekosten

Über den Zeitraum von 100 Jahren wird im Szenario «bisherige Bewirtschaftung» eine Holznutzung von 1.99 Mio m^3 simuliert. Die Szenarien «minimale Bewirtschaftung» (3.85 Mio m^3) und «differenzierte Bewirtschaftung» (3.82 Mio m^3) führen zu einer deutlichen Zunahme der Nutzungsmengen (Tabellen 2 und 3).

Unabhängig vom gewählten Szenario sinken die simulierten Holzerntekosten nach 2057 deutlich, weil dann in besser erschlossenen Wäldern eingegriffen wird. Das Management im Simulator Massimo sieht vor, dass die Eingriffe nach Dringlichkeit durchgeführt werden. Die geringere Dringlichkeit an gut erschlossenen Lagen weist darauf hin, dass diese Wälder länger bewirtschaftet wurden oder noch immer bewirtschaftet werden. Das Szenario «bisherige Bewirtschaftung» weist über den gesamten Simulationszeitraum eine deutlich geringere Nutzung aus als die anderen Szenarien, was unabhängig von den Erntekosten pro Kubikmeter dazu führt, dass die absoluten Holzerntekosten in diesem Szenario am tiefsten ausfallen (Tabellen 2 und 3). Bis ins Jahr 2056 liegt bei diesem Szenario der Anteil der Nutzung mit Erntekosten unter 150 CHF/m^3 im Kastanienwald bei $35 \text{ bis } 43\%$ und im anderen Laubwald bei $43 \text{ bis } 50\%$. Nach 2056 kostet die Holzernte für über 60% des Holzes weniger als 150 CHF/m^3 .

Gegenüber der «bisherigen Bewirtschaftung» führt das Szenario «minimale Bewirtschaftung» während der ersten beiden Dekaden (bis 2026) zu einer Nutzungssteigerung um rund 30% , wovon 47% (Kastanienwald) respektive 38% (anderer Laubwald) mit Erntekosten unter 150 CHF/m^3 genutzt werden können (Tabellen 2 und 3). Ab 2027 kann jeweils eine Mehrheit der Eingriffe mit Kosten unter 150 CHF/m^3 durchgeführt werden ($52\text{--}58\%$ bzw. $63\text{--}70\%$). Im Vergleich zur «minimalen Bewirtschaftung» wird beim Szenario «differenzierte Bewirtschaftung» die genutzte Holzmenge während der ersten beiden Dekaden ungefähr verdoppelt. Im Kastanienwald kann 46% davon mit Erntekosten unter 150 CHF/m^3 genutzt werden, im anderen Laubwald 43% . Zwischen 2027 und 2056 wird unter beiden Szenarien etwa die gleiche Holzmenge geerntet, wobei die Erntekosten der «differenzierten Bewirtschaftung» mehrheitlich (52% im Kastanienwald, 53% im anderen Laubwald) über 150 CHF/m^3 ausfallen. Ab 2057 kann 61% der Ernte mit Kosten unter 150 CHF/m^3 ausgeführt werden.

Szenario	Erntekosten (CHF/m ³)	Periode 2007–2026		Periode 2027–2056		Periode 2057–2106	
		Derbholznutzung (1000 m ³ /J.)	Anteil in Klasse (%)	Derbholznutzung (1000 m ³ /J.)	Anteil in Klasse (%)	Derbholznutzung (1000 m ³ /J.)	Anteil in Klasse (%)
Bisherige Bewirtschaftung	≤150	14.9	35	14.5	43	30.5	62
	>150	24.3	57	18.0	53	18.8	38
	n. E.	3.5	8	1.4	4	0.2	0
Minimale Bewirtschaftung	≤150	27.0	47	39.9	52	42.4	58
	>150	28.0	49	34.6	45	29.8	41
	n. E.	2.7	4	2.3	3	0.5	1
Differenzierte Bewirtschaftung	≤150	44.7	46	34.2	48	38.5	61
	>150	51.1	53	36.9	52	25.0	39
	n. E.	1.3	1	0.0	0	0.0	0

Tab 2 Jährliche Nutzung im Stratum «Kastanienwald» des Tessiner Kastaniengürtels nach Bewirtschaftungsszenario und Kostenklasse. n.E.: Erntekosten nicht eruiert.

Szenario	Erntekosten (CHF/m ³)	Periode 2007–2026		Periode 2027–2056		Periode 2057–2106	
		Derbholznutzung (1000m ³ /J.)	Anteil in Klasse (%)	Derbholznutzung (1000m ³ /J.)	Anteil in Klasse (%)	Derbholznutzung (1000m ³ /J.)	Anteil in Klasse (%)
Bisherige Bewirtschaftung	≤150	18.1	43	22.4	50	50.8	65
	>150	18.6	44	18.0	40	24.8	32
	n. E.	5.5	13	4.2	10	2.1	3
Minimale Bewirtschaftung	≤150	19.2	38	76.2	63	112.2	70
	>150	25.0	50	42.6	35	48.4	30
	n. E.	6.1	12	3.2	2	0.8	0
Differenzierte Bewirtschaftung	≤150	51.1	43	58.6	47	83.4	61
	>150	67.5	56	66.7	53	53.8	39
	n. E.	1.2	1	0.0	0	0.0	0

Tab 3 Jährliche Nutzung im Stratum «anderer Laubwald» des Tessiner Kastaniengürtels nach Bewirtschaftungsszenario und Kostenklasse. n.E.: Erntekosten nicht eruiert.

Diskussion

Mit der Nutzungsaufgabe in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat sich die Waldentwicklung im Tessiner Kastaniengürtel insbesondere in den Niederwäldern stark synchronisiert, d.h., die meisten Bestände sind sich bezüglich Vorrat, Stammzahl, Baumartenzusammensetzung und Stabilität sehr ähnlich geworden. Beim Szenario «bisherige Bewirtschaftung» wird diese Entwicklung bis Ende des Simulationszeitraums im Jahr 2106 fortgeführt, mit starker Zunahme von Vorrat, Bestandesdichte und Mortalität. Folglich dürften sich die Probleme bezüglich Bestandesstabilität verstärken (Vogt et al 2006). Die ähnliche Bestandesentwicklung in den Szenarien «Waldreservat» und «bisherige Bewirtschaftung» bestätigt, dass heute ein Grossteil der Waldfläche im Kastaniengürtel nicht bewirtschaftet wird.

Der Waldentwicklungsplan (WEP) des Kantons Tessin sieht eine jährliche Holznutzung von 150000 m³ vor (Sezione forestale 2008). Fünf Jahre nach dem Inkrafttreten des WEP werden im Kanton Tessin aber lediglich 52% der geplanten jährlichen Holzmenge genutzt (BAFU 2014). Mit einer «mini-

malen Bewirtschaftung», wie sie heute vereinzelt an gut erschlossenen Lagen praktiziert wird, könnte der Holzvorrat im Kastaniengürtel auf dem heutigen Niveau von rund 210 m³/ha stabilisiert werden. Dies würde eine jährliche Holzernte von 108000 m³ im Kastaniengürtel bedeuten (was 72% des kantonalen Ziels von 150000 m³ entspricht). Die dafür auf grosser Fläche zu praktizierenden Niederwaldhiebe würden von der Gesellschaft allerdings wohl kaum akzeptiert. Hinzu kämen noch die Probleme der drohenden Kolonisierung der Schlagflächen durch invasive Neophyten (Conedera & Schoenenberger 2014). Mit einer «differenzierten Bewirtschaftung» würde die Nutzungssteigerung noch stärker ausfallen: Dieses Szenario führt im Kastaniengürtel zu einer jährlichen Holznutzung von 217000 m³. Dabei wird der Vorrat mit verschiedenen Eingriffsarten (Schirmhieben, Kahlhieben und Durchforstungen) gesenkt, weshalb die gesellschaftliche Akzeptanz grösser sein dürfte. Allerdings kann im Kastaniengürtel aufgrund der aktuellen Sortimentsstruktur praktisch nur Energieholz produziert werden. Die dabei erzielbaren Erlöse liegen deutlich unter den Erntekosten. Weil die meisten Waldflächen trotz Beiträgen durch Bund, Kanton Tessin und Gemeinden

nicht kostendeckend bewirtschaftet werden können (BAFU 2014), ist bei gleichbleibenden Bedingungen nicht mit diesen enormen Nutzungssteigerungen zu rechnen, wie sie mit den beiden Szenarien «minimale Bewirtschaftung» und «differenzierte Bewirtschaftung» simuliert werden.

Der WEP des Kantons Tessin behandelt die Themen Walderhaltung, Schutz vor Naturgefahren, Biodiversität, Erholung und Holzproduktion (Sesione forestale 2008). Es ist unklar, ob die Ökosystemleistungen Schutz, Biodiversität und Erholung längerfristig in ausreichender Qualität erhalten bleiben, wenn die Holznutzung nicht massiv gesteigert wird. Eine solche Nutzungssteigerung ist momentan jedoch nicht absehbar. Es stellt sich also die Frage, welche Ökosystemleistungen mittel- bis langfristig priorisiert werden sollen und wie diese in der Landschaft verteilt sein sollen. Zum Beispiel führt ein weiteres Vernachlässigen der Pflege in Niederwäldern dazu, dass die Mortalität ansteigt. Dies beeinträchtigt die Bestandesstabilität und die Schutzwirkung des Waldes (Vogt et al 2006), schafft Lücken, in welchen sich invasive Neophyten leicht ausbreiten können (Wunder et al 2014), und führt zu mehr liegendem Totholz. Totholz erhöht die Diversität bei Pilzen und Waldinsekten, besonders bei Totholz mengen von 20 bis 50 m³/ha (Lachat & Moritzi 2014). Jedoch erhöht trockenes Totholz das Risiko von Waldbränden. Die meisten Waldbrände im Kastaniengürtel werden in siedlungsnahen Gebieten durch den Menschen ausgelöst (Pezzatti et al 2009). Es gilt also abzuwägen, wo höhere Totholz mengen aufgrund von Biodiversitätsleistungen erwünscht sind und in welchen Beständen das Waldbrandrisiko tief gehalten werden soll oder andere Ökosystemleistungen stärker gewichtet werden sollen.

Da die Holzerntekosten die Erlöse aus dem Holzverkauf übersteigen, sind für eine gezielte Bewirtschaftung des Tessiner Kastaniengürtels andere Anreize und Massnahmen in Betracht zu ziehen. Neben einer Steigerung der Erlöse (durch Beiträge der öffentlichen Hand und geschickte Holzvermarktung) müssen auch die Holzerntekosten gesenkt werden. Dass dies durch eine gute Organisation möglich ist, hat ein Tessiner Forstunternehmer gezeigt, der einen grossflächigen Holzschlag ohne jegliche Beiträge realisieren konnte (Bolgè 2007). Eine wichtige Rolle spielte dabei, dass der Holzschlag die Flächen zahlreicher Waldeigentümer umfasste. So konnten die durchschnittlichen Erntekosten gesenkt werden. Eine verbesserte Erschliessung, zum Beispiel eine Strasse für den Gebirgsharvester, könnte die Erntekosten ebenfalls deutlich reduzieren. Ob eine Verbesserung der Erschliessung aber tatsächlich opportun ist, muss im Einzelfall geprüft werden, da eine Verdichtung der Erschliessung nicht zwingend die ökonomisch beste Lösung ist und ihr Nutzen

stark von den Entwicklungszielen (WEP, Betriebsplan) abhängt.

Schlussfolgerungen

Die Bestandesstruktur im Kastaniengürtel ist überall relativ ähnlich und dürfte sich weiter angleichen, wenn an der bisherigen Art der Bewirtschaftung festgehalten wird. Heute werden im Kastaniengürtel diejenigen Niederwälder aktiv bewirtschaftet, die gut erschlossen sind und neben der Holzproduktion auch Schutzfunktionen erfüllen. Andere Wälder hingegen werden gar nicht bewirtschaftet und erfüllen wichtige Ökosystemleistungen immer schlechter. Um die gewünschten Waldleistungen im Kastaniengürtel erhalten zu können, ist deren räumliche Priorisierung unabdingbar. Wenn die Bewirtschaftungsmassnahmen ohne Beiträge nicht kostendeckend umsetzbar sind, sollten sie entsprechend abgegolten werden. Die hier vorgestellten Szenarien zeigen, dass sich die Probleme bezüglich Schutz- und Nutzungsfunktion bei einem Fortführen des Status quo verschärfen dürften, und weisen darauf hin, dass eine intensivere Bewirtschaftung auf der gesamten Waldfläche mit hohen Kosten verbunden ist. Damit können sie zur Entscheidungsfindung bei der Wahl von Bewirtschaftungsregimen beitragen. Für eine umfassende Strategieentwicklung fehlen jedoch Managementszenarien zur traditionellen wie auch zu einer neuartigen Niederwaldbewirtschaftung mit unterschiedlich intensiver Pflege und Umtriebszeiten von 20 bis 30 Jahren (Manetti et al 2010).

Eine Intensivierung der Bewirtschaftung im Kastaniengürtel ist mittelfristig zumindest in siedlungsnahen Gebieten unumgänglich, damit die Schutzwirkung vor Naturgefahren erhalten werden kann und das Risiko von zerstörerischen Waldbränden kontrollierbar bleibt. Argumente für öffentliche Beiträge bieten zudem auch die Biodiversitätsförderung, die Bereitstellung von Säge- und Energieholz sowie die Erhaltung der traditionellen Niederwaldbewirtschaftung. Es gilt also abzuwägen, ob und auf welchen Flächen bestimmte Ökosystemleistungen stärker unterstützt werden sollen.

Eingereicht: 27. Februar 2015, akzeptiert (mit Review): 6. Juli 2015

Dank

Dieses Projekt wurde vom Nationalen Forschungsprogramm 66 «Ressource Holz» finanziert (Projekt-Nr. 4066-40_136711). Wir danken Francesca Cellina und Luca Pampuri von der Fachhochschule Südschweiz, die gemeinsam mit zahlreichen lokalen Stakeholdern Managementstrategien für den Kastaniengürtel erarbeitet haben.

Literatur

- BAFU (2013)** Waldpolitik 2020. Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes. Bern: Bundesamt Umwelt. 68 p.
- BAFU (2014)** Jahrbuch Wald und Holz 2014. Bern: Bundesamt Umwelt, Umwelt-Zustand 1420. 174 p.
- BOLGÈ R (2007)** Kastanienwälder rationell pflegen. *Wald Holz* 88 (1): 43–45.
- BRASSEL P, LISCHKE H (2001)** Swiss national forest inventory: methods and models of the second assessment. Birmensdorf: Swiss Federal Research Institute WSL. 336 p.
- CONEDERA M, SCHÖNENBERGER N (2014)** Wann werden gebietsfremde Gehölze invasiv? Ein methodologischer Ansatz. *Schweiz Z Forstwes* 165: 158–165. doi: 10.3188/szf.2014.0158
- FONTI P, GIUDICI F, CONEDERA M (2002)** La cipollatura del legno di castagno: un problema centrale per il rilancio della castanicoltura da legno di qualità. *Schweiz Z Forstwes* 153: 430–436. doi: 10.3188/szf.2002.0430
- HOFER P, ALTWEGG J, SCHOOP A, HÄSSIG J, RÜEGG R ET AL (2011)** Holznutzungspotentiale im Schweizer Wald. Auswertung von Nutzungsszenarien und Waldwachstumsentwicklung. Bern: Bundesamt Umwelt. 80 p.
- KAUFMANN E (2001)** Prognosis and management scenarios. In: Brassel P, Lischke H, editors. *Swiss National forest inventory: methods and models of the second assessment*. Birmensdorf: Swiss Federal Research Institute WSL. pp. 197–206.
- KAUFMANN E (2011)** Nachhaltiges Holzproduktionspotenzial im Schweizer Wald. *Schweiz Z Forstwes* 162: 300–311. doi: 10.3188/szf.2011.0300
- KREBS P, TINNER W, CONEDERA M (2014)** Del castagno e della castanicoltura nelle contrade insubriche: tentativo di una sintesi eco-storica. *Archivio Storico Ticinese* 155: 4–37.
- LACHAT T, MORITZI M (2014)** Totholz im Wald – Bedeutung und Förderung. *Wald Holz* 95 (9): 31–33.

Possibilités de mobilisation du bois dans les châtaigneraies du Tessin

En maints endroits au Tessin, la gestion traditionnelle des taillis de châtaigniers a été abandonnée durant la seconde moitié du XX^e siècle. En conséquence, les forêts laissées à l'abandon se sont progressivement uniformisées, ont vu leur matériel sur pied augmenter et remplissent de moins en moins bien d'importantes fonctions écosystémiques (p.ex. production de bois, protection contre les dangers naturels, biodiversité, fonction d'accueil). Des scénarios de gestion ont été simulés avec le modèle de développement forestier «Massimo» afin de déterminer la marge de manœuvre pour la gestion forestière et en démontrer les conséquences possibles. La continuation de la gestion actuelle induit une augmentation du matériel sur pied et de la mortalité, ce qui pourrait mener à une protection contre les dangers naturels diminuée sur de grandes surfaces, un danger d'incendie plus élevé et des restrictions dans les autres prestations écosystémiques. Une gestion plus intense permettrait de contrecarrer ce processus, mais induit d'importants coûts de récolte des bois. Pour une gestion optimale des châtaigneraies, il faut décider quelles fonctions forestières ont priorité à quel endroit et comment les prestations de la forêt doivent être rétribuées.

- LOSEY S, WEHRLI A (2013)** Schutzwald in der Schweiz. Vom Projekt SilvaProtect-CH zum harmonisierten Schutzwald. Bern: Bundesamt Umwelt 29 p.
- MANETTI MC, AMORINI E, BECAGLI C, PELLERI F, PIVIDORI M ET AL (2010)** Quality wood production from Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). Coppice forests – comparison between different silvicultural approaches. *Acta Hort* 866: 683–692.
- PEZZATTI GB, BAJOCCHO S, TORRIANI D, CONEDERA M (2009)** Selective burning of forest vegetation in Canton Ticino (southern Switzerland). *Plant Biosyst* 143: 609–620.
- SEZIONE FORESTALE (2008)** Piano forestale cantonale. Bellinzona: Dipartimento del territorio 42 p.
- THEES O, KAUFMANN E, LEMM R, BÜRGI A (2013)** Energieholzpotenziale im Schweizer Wald. *Schweiz Z Forstwes* 164: 351–364. doi: 10.3188/szf.2013.0351
- THÜRIG E, KAUFMANN E, FRISULLO R, BUGMANN H (2005)** Evaluation of the growth function of an empirical forest scenario model. *For Ecol Manage* 204: 53–68.
- TINNER W, HUBSCHMID P, WEHRLI M, AMMANN B, CONEDERA M (1999)** Long-term forest fire ecology and dynamics in southern Switzerland. *J Ecol* 87: 273–289.
- VOGT J, FONTI P, CONEDERA M, SCHROEDER B (2006)** Temporal and spatial dynamic of stool uprooting in abandoned chestnut coppice forests. *For Ecol Manage* 235: 88–95.
- WUNDER J, NOBIS M, CONEDERA M (2014)** Der Götterbaum – eine Gefahr für den Schweizer Wald? *Wald Holz* 95 (6): 40–43.

Quellen

Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnistabellen und Karten im Internet zu den Landesforstinventaren LFI1 bis LFI4b. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. www.lfi.ch (6.7.2015).

Timber mobilization possibilities for the chestnut belt of Ticino

Many of the traditionally managed chestnut groves and coppice forests in the canton of Ticino have been abandoned in the second half of the 20th century. The ensuing natural development resulted in homogenized stand structures across the landscape, increasing growing stocks and diminishing provision of ecosystem services (e.g. timber, protection from gravitational hazards, nature conservation and recreation services). We used a forest growth simulator (“Massimo”) to simulate a range of management scenarios and possible consequences. Under the current low intensity management growing stocks and tree mortality continue to increase, which – at a large scale – could further reduce the protection and other services and increase the risk of forest fires. This process could be countered with more intense management practices, yet facing relatively high timber harvesting costs. An optimized forest management in the chestnut belt would require the definition of the dominating forest functions, the designation of priority areas and monetary compensation schemes for the provision of the respective forest ecosystem services.