

## Ernte, Behandlung und Konservieren von Kastanienfrüchten

Marco Conedera, Mauro Jermini, Alberto Sassella, Thomas N. Sieber

Die Kastanie (*Castanea sativa* Mill.) hat extrem delikate und leicht verderbliche Früchte: sie vertrocknen schnell und werden oft von Schimmelpilzen und Insekten befallen. Für die vielerorts in Europa propagierte Wiederaufnahme der Nutzung der Früchte sind fundierte Kenntnisse der Erntetechnik sowie der Schädlinge und der Behandlung der frischen Kastanien Voraussetzung. Wichtig ist der Einsatz effizienter Techniken, welche sich langfristig auch ökonomisch lohnen.

Dieses Merkblatt stellt die heutigen Kenntnisse von Eigenschaften, Schädlingen, Behandlung, Lagerung und Konservierung frischer Kastanien in verständlicher Form vor und skizziert verschiedene Ernte-techniken.

### Merkmale der Kastanie

Die Kastanie ist eine Achäne, eine Schliessfrucht, die sich auch nach der Reifung nicht öffnet. Der Samen besteht aus zwei festen Keimblättern (Kotyledonen), die der Hirnoberfläche gleichen und mit einer eng anliegenden, hellbraunen Samenschale überzogen sind (Abb. 1). In mehrsamigen Früchten sind die Wülste besonders stark ausgebildet; sie sind aber Teile verschiedener Samen (PRATELLA 1994). Die äussere ledrige Fruchtschale (Perikarp) haftet am Samen, ist aber nicht mit ihm verwachsen. Eine stachelige Hülle (Cupula) schützt die Kastanienfrüchte. Der Nabel verbindet die Kastanien mit der Fruchthülle. Nach der Reife öffnet sich die Hülle, und die Frucht löst sich im Bereich des Nabels ab (Abb. 2).

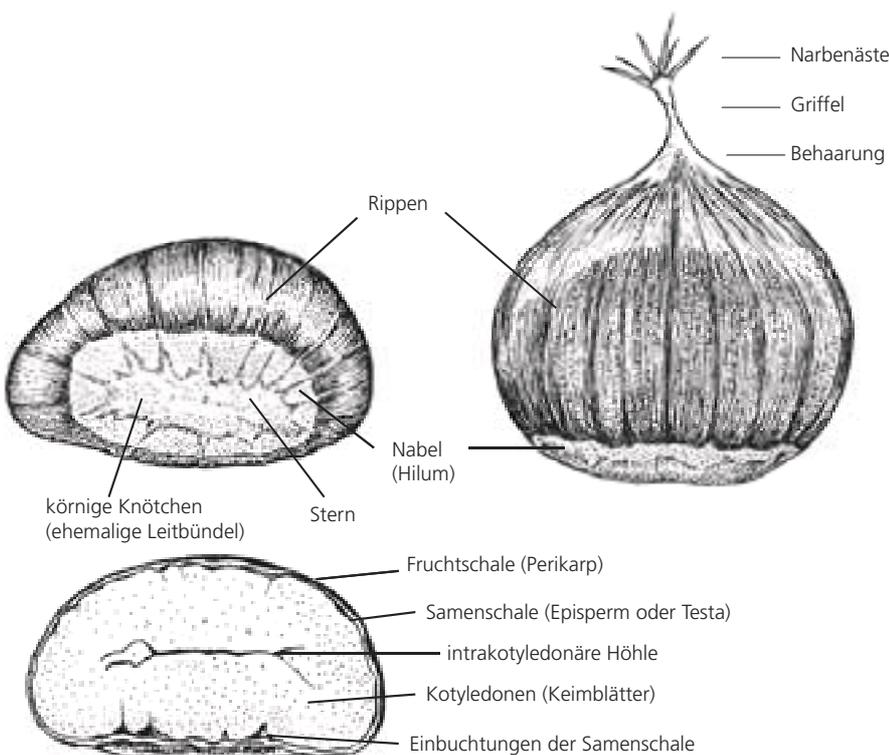


Abb. 1. Morphologie der Kastanienfrucht. Zeichnungen von Vreni Fataar, WSL Birmensdorf.



Abb. 2. Offene Fruchthülle mit deutlich sichtbaren Nabelspuren. Foto: WSL Sottostazione Sud delle Alpi (P. Krebs).

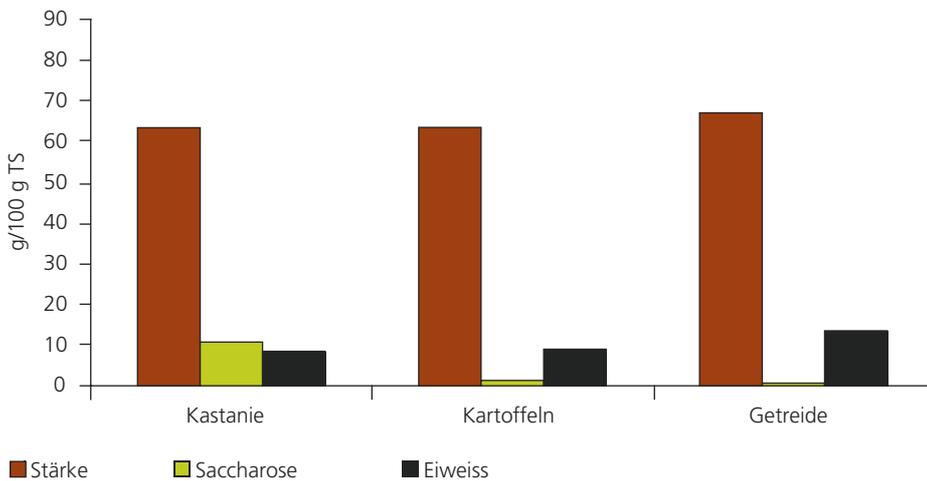


Abb. 3. Chemische Hauptbestandteile von Kastanie, Kartoffel und Weizen (Quelle: KÜNSCH *et al.* 1998); TS = Trocken-Substanz.

Tab. 1. Chemische Zusammensetzung der Kastanie (*C. sativa*). Alle Daten beziehen sich auf frische Früchte. Quellen: DESMAISON und ADRIAN 1986; MCCARTHY und MEREDITH (1988); SENTER *et al.* (1994); BOUNOUS *et al.* (2000), CONEDERA *et al.* (2002).

Inhaltsstoff	Mess-einheit	Werte übernommen aus Literatur
Trockensubstanz	%	37–50
Stärke	g/100g	23–27
Zuckergehalt		
Saccharose	g/100g	3,5–5,5
Glucose	g/100g	0,04–0,10
Fructose	g/100g	0,10–0,20
Nahrungsfasern	g/100g	8,2–8,4
Proteine	g/100g	2,5–5,7
Fett	g/100g	1,0–2,2
Fettsäuren		
Palmitinsäure	mg/100g	900–1495
Stearinsäure	mg/100g	100–225
Ölsäure	mg/100g	5–21
Linolsäure	mg/100g	170–476
Linolensäure	mg/100g	550–718
Linolensäure	mg/100g	78–92
Vitamine		
A	mg/100g	12
B1	mg/100g	0,1–0,2
B2	mg/100g	0,2–0,3
C	mg/100g	6–23
Niacin PP	mg/100g	1,1
Mineralsalze		
Kalium	mg/100g	395–707
Phosphor	mg/100g	70
Magnesium	mg/100g	31–65
Schwefel	mg/100g	48
Kalzium	mg/100g	18–38
Chlor	mg/100g	10
Natrium	mg/100g	9
Eisen	mg/100g	1
Mangan	mg/100g	0,7
Kupfer	mg/100g	0,6

Kastanien haben einen ebenso grossen Nährwert wie andere Grundnahrungsmittel. Kartoffeln und Weizen enthalten so viel Stärke und Proteine wie Kastanien, deren Zuckergehalt jedoch höher ist (KÜNSCH *et al.* 1998, Abb. 3). Bemerkenswert sind auch deren gute Energiewerte: 160–200 kcal (665–830 KJ) pro 100 g frische, geschälte Kastanien. Gluten (Klebereiweiss) fehlt in den Kastanien, die basisch wirken: sie dämpfen die, durch die heutige Ernährungsweise verursachte, Übersäuerung des Magen-Darmtrakts. Damit stellt die Kastanie ein gut verträgliches Lebensmittel dar – auch bei Zöliakie (Glutenunverträglichkeit) (BÄNZIGER und BURI 2003).

Kastanien weisen einen relativ geringen Wassergehalt auf, einen hohen Gehalt an Kohlenhydraten (Zucker und Stärke), Proteinen (welche zum Teil lebenswichtige Aminosäuren enthalten) und Fettsäuren (darunter auch essentielle Säuren wie Linolsäure und Linolensäure), sowie einen geringen Fett- und einen idealen Kaliumgehalt (KÜNSCH *et al.* 1998; BOUNOUS *et al.* 2000, s. auch Tab. 1). Die chemische Zusammensetzung von frischen Früchten kann je nach Produktionsgegend und angewendeten Behandlungsmethoden variieren (FADANELLI *et al.* 1995; CONEDERA *et al.* 2002; BASSI *et al.* 2002).

Diese Merkmale wirken sich auf die Konservierung nach der Ernte aus:

- Der Nabel ist gegenüber Infektionen empfindlich, wegen der unvollständigen Bildung des Trenngewebes bei der Ablösung von der Fruchthülle (CAVARGNA 1992).
- Der Stoffwechsel der Früchte ist in den ersten Tagen nach der Ablösung

intensiv. Werden Kastanien angehäuft, entwickelt sich Wärme, die in Verbindung mit Wasser und Kohlendioxyd unerwünschte Fermentationsprozesse auslöst (GIACALONE und BOUNOUS 1993).

- Kastanien respirieren und transpirieren; sie verlieren Feuchtigkeit und trocknen aus (ANELLI und MENCARELLI 1992).
- Der Glucosegehalt der Frucht bietet bei gewisser Feuchtigkeit einen idealen Nährboden für die Entwicklung von Pilzen (CAVARGNA 1992).

Ausser diesen Eigenschaften, spielen auch folgende Aspekte eine wichtige Rolle:

- Bei der Mehrheit der Früchte ist im Moment der Ablösung nicht zu erkennen, ob sie von Insekten befallen sind. Die Larven von *Cydia* und von *Curculio* (s. Tab. 2) sind in den ersten Stadien der Entwicklung von aussen kaum zu sehen (RIGOTTI 2000).
- Die meisten Pilzerreger, welche Fäulnis verursachen, haben eine lange Latenzzeit. Die Folgen sind erst nach der Ernte zu erkennen (RIGOTTI 2000).
- Die verschiedenen Sorten sind unterschiedlich haltbar. Frühreife Sorten sind tendenziell weniger lang haltbar als spätreife und jene, die bei der Ablösung in der Hülle verschlossen auf die Erde fallen.
- Im Moment der Reife kann der Kastaniensamen nicht keimen (Dormanz). Diese Hemmung lässt in den Wintermonaten, bei tiefen Temperaturen allmählich nach, so dass der Samen im Frühjahr keimen kann.

Nur wenn diese Besonderheiten berücksichtigt werden, sind die Kastanien optimal zu verwerten.

## Die häufigsten Schädlinge der Kastanienfrüchte

### Insekten

Der Befall durch Insekten beginnt mit der Eiablage, die in der Regel stattfindet, wenn sich die Früchte noch auf dem Baum befinden (GIACALONE und BOUNOUS 1993). Die drei Schmetterlingsarten *Pammene fasciana*, *Cydia fagiglandana*, und *Cydia splendana* sowie der Rüsselkäfer *Curculio elephas* verursachen die grössten Schäden. Die vier Arten sind sowohl morphologisch als auch in ihrer Lebensweise leicht zu

Tab. 2. Morphologie und Ökologie der häufigsten Parasiten der Kastanienfrüchte. Quellen: BOVEY *et al.* (1975); RIGOTTI (2000).

Wissenschaftlicher und populärer Name	Adulttier	Larve	Ökologie	Biologischer Zyklus und Beschreibung des Schadens
<i>Pammene fasciana</i> L. Früher Kastanienwickler	<b>Flügelspannweite:</b> 14–15 mm <b>Vorderflügel:</b> weisslicher Mittelfleck, an dessen äusserem Teil drei kleine schwarze Flecken auftreten, gefolgt von zwei glänzenden, bleigrauen Bändern, welche einen braunen Bereich mit vier schwarzen Strichen einschliessen; entlang des Vorderrandes schwarze, kommaförmige Kerben. <b>Hinterflügel:</b> grau-braun.	<b>Larvenstadien:</b> 5 <b>Länge L5:</b> 10–13 mm <b>Morphologie:</b> weisslich oder rosa-brauner Kopf, hellbraunes prothorakales Schild und Analplatte; grosse haarige dunkelrote Warzen; Analkamm.	<b>Geografische Verbreitung:</b> Europa, Asien. <b>Wirtspflanzen:</b> Kastanie Buche Eiche Ahorn	Die Larve ernährt sich vorerst von den Blättern und befällt die unreifen Fruchthüllen im Moment der Zunahme der «Stacheligkeit». Sie durchdringt die sich bildenden Früchte von der Fruchtbodenmarbe und zerstört ihren Inhalt. Eine einzelne Larve kann mehr als eine Fruchthülle befallen und ihren frühzeitigen Fall bewirken. Die Larven hinterlassen rund um die Schlupföcher körnige Exkremente, die sich zwischen den Stacheln befinden und mit seidenähnlichen Fäden verbunden sind
<i>Cydia fagiglandana</i> Z. Buchenwickler	<b>Flügelspannweite:</b> 13–19 mm <b>Vorderflügel:</b> braun mit hellen schrägen fischgrätig angeordneten Streifen. Männchen: im Analbereich zwei weissliche U-förmige Flecken. <b>Hinterflügel:</b> braun (dunkler als die Vorderflügel).	<b>Larvenstadien:</b> ? <b>Länge der reifen Larve:</b> 14–17 mm <b>Morphologie:</b> rötlich, brauner Kopf, gelb-rötliche pronotale Platte und über analem Schild haarige rötliche Warzen.	<b>Geografische Verbreitung:</b> Europa, Iran. <b>Wirtspflanzen:</b> Buche Eiche Kastanie Hasel	Die Eier werden auf den Fruchthüllen deponiert. Die Larven durchdringen darauf die Frucht mit Frassgängen. Bei der Reife verlassen die Larven die Frucht, um sich in den Boden oder unter die äusseren Borkenschuppen zurückzuziehen. Üblicherweise befindet sich die Frucht beim Schlüpfen noch auf dem Baum; in anderen Fällen sind die Früchte schon zu Boden gefallen.
<i>Cydia splendana</i> Hb. Kastanienwickler (Eichenwickler)	<b>Flügelspannweite:</b> 13–18 mm <b>Vorderflügel:</b> aschgrau oder grau-braun; am vorderen Eck einen gelben Flecken mit schwarzem Rand aufweisend, innerhalb dessen 4 kleine schwarze Striche erkennbar sind. Bei geschlossenen Flügeln fliessen die beiden schwarzen Ränder zusammen und bilden einen rhombusförmigen Flecken. <b>Hinterflügel:</b> braun (heller als die Vorderflügel).	<b>Larvenstadien:</b> 5 <b>Länge L5:</b> 13–15 mm <b>Morphologie:</b> weiss, brauner Kopf, gelbliches prothorakales Schild und Analplatte (keine Warzen und Analkamm).	<b>Geografische Verbreitung:</b> Europa, Asien. <b>Wirtspflanzen:</b> Kastanie Eiche	Die Eier werden im allgemeinen auf der Ober- oder Unterseite der Blätter abgelegt, seltener an der Basis der Fruchthüllen. Die Larven dringen an der Basis der Fruchthüllen ein und gelangen durch periphere Frassgänge zu den Früchten. In der Folge durchdringen sie die sich in fortgeschrittenem Reifestadium befindenden Früchte mit Frassgängen, ernähren sich vom stärkehaltigen Inhalt und füllen die Gänge mit körnigen Exkrementen. Anfangs ist der Schaden auf die Umgebung des Nabels beschränkt, im Folgenden dehnt er sich aus und die Kastanie weist auf der Seite des Nabels eine eingedrückte Form auf. Bei ihrer Reife frisst die Larve ein Ausgangsloch von ca. 1,5 mm Durchmesser aus, um dann im Boden oder unter den äusseren Borkenschuppen zu überwintern.
<i>Curculio elephas</i> Gyll. Esskastanienbohrer	<b>Flügelspannweite:</b> Länge: 6–10 mm <b>Form:</b> oval, grau-rotblonde Farbe, braunrötliche Beine und Antennen, gestreifte Flügeldecke; angeschwollene Schenkel mit einem Zahn; zarter Rüssel, gleichlang wie der Körper des Weibchens, beim Männchen ungefähr halb so lang.	<b>Larvenstadien:</b> 4 <b>Länge L4:</b> 12–15 mm <b>Morphologie:</b> ohne Bauchfüsse, unterseits, gekrümmt, weisslich brauner Kopf.	<b>Geografische Verbreitung:</b> Südeuropa. <b>Wirtspflanzen:</b> Kastanie Eiche	Das Weibchen benutzt den langen Legestachel um die stachelige Hülle und die Fruchtschale zu durchbohren und legt im Innern ein Ei ab. Die Larven legen in der Frucht Frassgänge an und füllen diese allmählich mit extrem feinen Exkrementen. Die Kastanie bleibt scheinbar gesund bis die Larve aus einem charakteristischen Loch von ca. 4–5 mm Durchmesser schlüpft. Die reifen Larven überwintern anschliessend in einer Bodentiefe von 10 bis 70 cm.



Abb. 4. Falter und Käfer der Hauptschädlinge der Kastanienfrucht  
 (a) *Pammene fasciana* L. (Früher Kastanienwickler);  
 (b) *Cydia fagiglandana* Z. (Buchenwickler);  
 (c) *Cydia splendana* Hb. (Kastanienwickler oder Eichenwickler);  
 (d) *Curculio elephas* Gyll. (Esskastanienbohrer oder Esskastanienrüssler, weibliches Exemplar).  
 Foto: Agroscope RAC Changins (D. Quattrocchi).

Abb. 5. Die Larven des Esskastanienbohrers erkennt man an ihrer gekrümmten Position, dem unersetzten (kurz und breit) Aspekt und dem Fehlen von Bauchfüßen. Die Larve produziert sehr feine Exkremente (oben). Die Larve des Kastanienwicklers ist schlanker und besitzt typische Bauchfüße. Ihre Exkremente haben eine körnigere Struktur (unten). Foto: Agroscope RAC Changins (D. Quattrocchi).

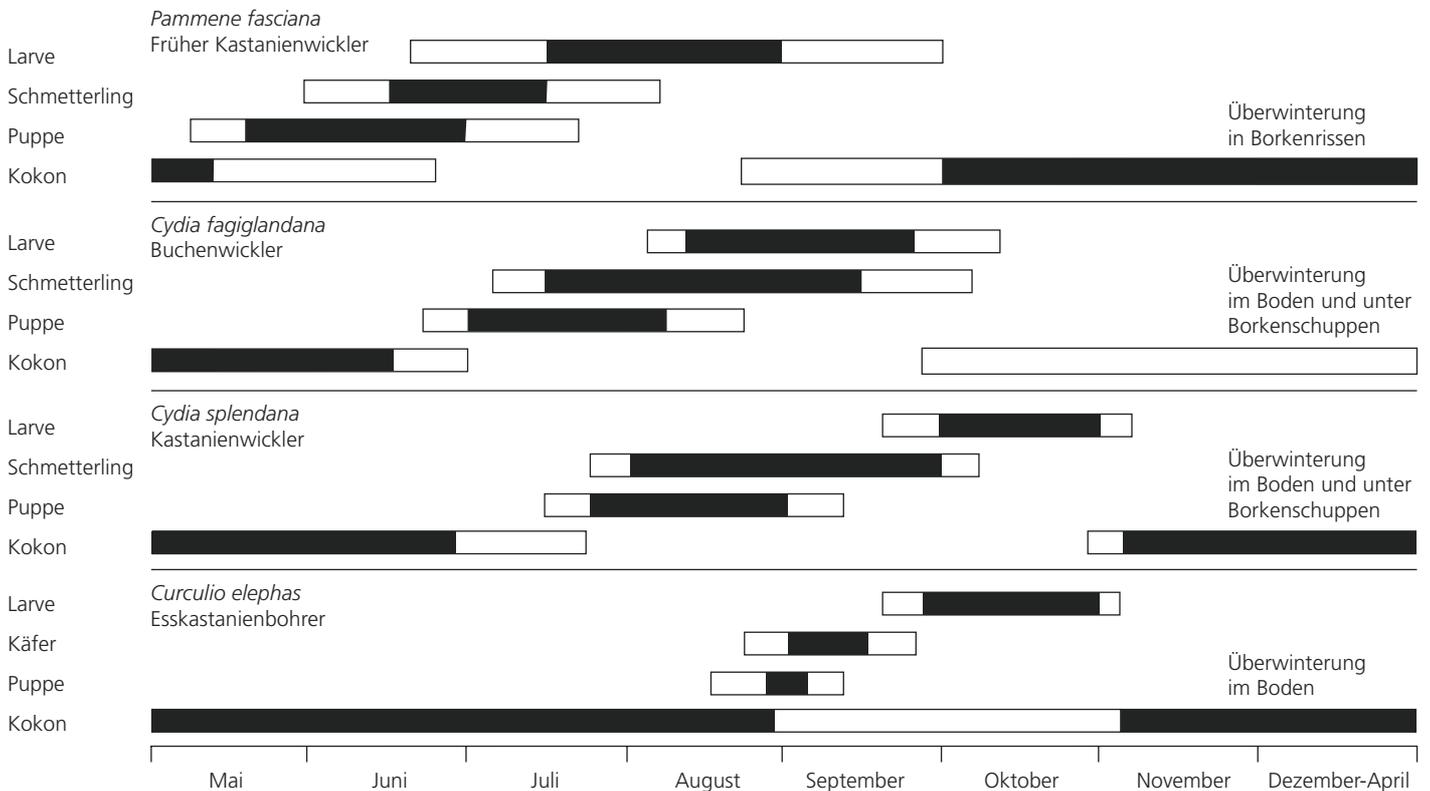


Abb. 6. Hauptphasen des biologischen Zyklus der Parasiten der Kastanienfrucht. Quellen: Rotundo und Giacometti (1986); Rigotti (2000).

unterscheiden (s. Tab. 2 und Abb. 4, 5, 6). Auch die verursachten Schäden an den Fruchthüllen und den Früchten sind für jede Art charakteristisch und erlauben eine relativ sichere Bestimmung des Urhebers (s. Beispiele Abb. 7, 8, 9). Der Beitrag jeder Art zum gesamten Schaden variiert sowohl zeitlich als auch räumlich stark. Beispielsweise bevorzugt der Buchenwickler (*C. fagiglandana*) warme und trockene Gebiete und ist somit in den mittleren und südlichen Gebieten Italiens verbreitet (ROTUNDO und GIACOMETTI 1986; DE CRISTOFARO und ROTUNDO 1993), während er in den nördlicheren Regionen wie dem Piemont (ARZONE *et al.* 1993; ROTUNDO und GIACOMETTI 1986) und dem Süden der Schweizer Alpen kaum vorkommt, allenfalls auf seinen Hauptwirten, der Buche und der Eiche (BOVEY *et al.* 1975; RIGOTTI 2000). In den Kastanienwäldern der Südschweiz kommt an den noch grünen Fruchthüllen hauptsächlich der Frühe Kastanienwickler (*P. fasciana*) vor, gefolgt vom Kastanienwickler (*C. splendana*). Reife Früchte hingegen werden hauptsächlich vom Esskastanienbohrer (*C. elephas*) und vom Kastanienwickler (*C. splendana*) entwertet (RIGOTTI 2000).

In einer Frucht wird nur eine einzige Larve des Kastanienwicklers reif und schlüpft aus, auch wenn mehrere Eier abgelegt worden sind (intraspezifische Konkurrenz, BOVEY *et al.* 1975). Hingegen kann der Esskastanienbohrer an einer Frucht mehrere Ausschlupflöcher verursachen, weil die intraspezifische Konkurrenz fehlt. Das Schadenausmass hängt auch von der Struktur der Fruchthülle ab, die den Zugang zu den Früchten mehr oder weniger hindert (Anzahl, Länge und Verästelung der Stacheln). Ferner scheinen die Weibchen der Esskastanienbohrer jene Kastanien zu bevorzugen, welche den Larven genügend Nährstoffe bieten (DESOUHANT 1998). Kastanien können gleichzeitig von Larven verschiedener Insekten befallen sein (BREISCH 1995). Im Extremfall kann der kombinierte Befall 60 bis 70 % der Kastanien betreffen (BOVEY *et al.* 1975).

Nur sporadisch auf Kastanien anzutreffen sind der Haselnusswickler *Cydia amplana* Hb. (rote Würmer) und *Chymomyza amoena* Loew, eine Fruchtfliegenart (Drosophilidae), welche die Kastanien gelegentlich kolonisieren kann, wenn sie an Obstgärten angrenzen (RIGOTTI 2000).



Abb. 7. Typischer Schaden verursacht durch den Frühen Kastanienwickler. Der Befall durch *P. fasciana* ist wegen den durch die Einschluflöcher ausgestossenen Exkrementen auf der Fruchthülle leicht zu erkennen (links). Die Frassgänge in der Fruchthülle sind deutlich erkennbar (rechts). Foto: Agroscope RAC Changins (D. Quattrocchi).



Abb. 8. Typischer Schaden verursacht durch den Kastanienwickler. Im Anfangsstadium ist der Schaden der *C. splendana* äusserlich an der Frucht an den leichten Frassspuren auf dem Nabel leicht erkennbar (links). In einem fortgeschrittenen Stadium ist die Kastanie auf der Seite des Nabels zusammengeschrumpft (rechts). Foto: Agroscope RAC Changins (D. Quattrocchi).



Abb. 9. Ausschlupflöcher der Larven des Esskastanienbohrers und des Kastanienwicklers. Das Ausschlupfloch des Esskastanienbohrers (links) ist deutlich grösser (3–4 mm) als das Ausschlupfloch des Kastanienwicklers (1,5 mm) (rechts). Quellen: BOVEY *et al.* (1975), RIGOTTI (2000). Foto: Agroscope RAC Changins (D. Quattrocchi).

### Pilze

Kastanienfrüchte können von verschiedenen Pilzen besiedelt werden (Tab. 3). Die Infektion erfolgt während der Blüte oder in den heruntergefallenen Früchten am Boden. Einige Pilze leben dauernd oder für eine begrenzte Zeit end-

ophytisch; sie besiedeln die Früchte (und auch andere Teile und Gewebe der Kastanienbäume), ohne Krankheitssymptome zu verursachen. Andere Pilze gelangen über die Ausschlupföffnungen und Larvengänge von Insektenschädlingen in die Früchte hinein (BREISCH 1995).

Viele Pilze breiten sich vor allem wegen nicht sachgerechter Lagerung auf gesunde Früchte aus. Dies gilt besonders für Früchte, die mit nasser oder feuchter Fruchtschale eingelagert wurden (BREISCH 1995).

Neben der Kastanienart und dem Standort im Kastanienhain haben die Wetterbedingungen während der Fruchtreife und die Dauer des Verbleibs der Früchte am Boden einen bedeutenden Einfluss auf den Befall mit Pilzen.

Als häufigster Schadpilz an Kastanienfrüchten gilt in der Südschweiz *Ciboria batschiana* (Abb. 10), der Erreger der sogenannten «Schwarzen Kastanien- und Eichelfäule». *Ciboria batschiana* ist vor allem als Erreger der Schwarzen Eichelfäule bekannt, der ganze Eichelernsten zerstören kann. Ein wissenschaftlicher Nachweis, dass es sich beim Pilz auf Kastanien um die gleiche Art handelt, fehlt allerdings noch. Zwar stimmt die Morphologie der Kon-

idienform (*Rhacodiella castaneae* Peyr.) und der wenigen Funde der Ascomycetenform auf Kastanien mit derjenigen von *C. batschiana* auf Eicheln gut überein, aber für einen eindeutigen Nachweis wären genetische Untersuchungen nötig.

Weitere sehr häufige Schadpilze auf Kastanien sind zwei *Phomopsis*-Arten. *P. endogena* verursacht auf den Kotyledonen eine braune Fäule und führt im Endstadium zur «Mumifikation» der

Tab. 3. Häufigste parasitische Pilze von Kastanienfrüchten. Quellen: BISSEGER und SIEBER (1994); BREISCH (1995); DELATOUR und MORELET (1979); RIDÉ und GUDIN (1960).

Wissenschaftlicher Name, Synonyme, Trivialnamen	Infektionswege und Schadbild
<i>Ciboria batschiana</i> (Zopf.) Buchwald [Anam. <i>Racodiella castaneae</i> Peyr.] Synonyme: <i>Sclerotinia pseudotuberosa</i> Rehm, <i>Hymenoscypha pseudotuberosa</i> Phill., <i>Stromatinia pseudotuberosa</i> Boud., <i>Ciboria pseudotuberosa</i> Rehm, <i>Peziza pseudotuberosa</i> Rehm	Besiedlung der Früchte vorwiegend am Boden. Die Infektion erfolgt über Narben, Griffel und poröse Stellen des Nabels sowie über Insektenlarvengänge. Befallene Kotyledonen schrumpfen und werden zu unförmigen, schwarzen Pseudosklerotien, welche dem Pilz als Dauerorgane dienen. Ein Jahr später entstehen darauf die becherförmigen Fruchtkörper mit den Ascosporen, die die Infektion der frischen Früchte besorgen. Die Pseudosklerotien können mehrere Jahre überdauern (bis zu 4 Jahre nach DELATOUR und MORELET 1979). Die Sporulation ist witterungsabhängig. Feuchtes Wetter begünstigt den Befall. Nach sehr trockenen Sommern ist der Befall stark reduziert.
Schwarze Kastanienfäule	
<i>Phomopsis endogena</i> (Speg.) Cifferi Synonyme: <i>Phomopsis viterbensis</i> Camici, <i>Phoma endogena</i> Speg.	Pyknidien erscheinen ab März auf Narben der letztjährigen Fruchtsiele oder auf toten Ästen. Die Fruchthüllen werden über Verletzungen und über die Frassgänge von Wicklerarten besiedelt. In den Frassgängen Konkurrenz mit <i>B. cinerea</i> . <i>P. endogena</i> fruktifiziert im September an der Innenwand der Fruchthüllen, von wo aus die Sporen die Früchte über Narben und Griffel infizieren. An Zweigen verursacht der Pilz leichte Krebse. Der Pilz hat sein Wachstumsoptimum bei 27 °C und kann auch bei 35 °C noch wachsen. Während der Lagerung führt die Ausbreitung des Pilzes mittels Myzel und Konidien zu einer Zunahme des Befalls. Befallene Früchte schrumpfen, wodurch ein Hohlraum zwischen Fruchtschale und Kotyledonen entsteht. Befallene Früchte sind deshalb viel weicher als gesunde.
Braune Kastanienfäule	
<i>Phomopsis castanea</i> (Sacc.) Höhn.	Endophyt, der symptomlos in allen Geweben des Kastanienbaumes vorkommen kann. Die Reproduktionsorgane werden besonders intensiv besiedelt. Die Infektion der Früchte erfolgt vermutlich endophytisch über die Fruchtsiele. Symptome (falls solche entstehen) ähnlich wie bei <i>P. endogena</i> .
Mumifikation der Kastanien	
<i>Penicillium</i> Arten, z. B. <i>P. expansum</i> Link	Auf den Kotyledonen (und bei hoher Luftfeuchtigkeit auch äusserlich auf der Fruchtschale) befallener Früchte entsteht ein mehliges, grünes Belag aus riesigen Massen von Sporen (Konidien), die bei der Lagerung gesunde Früchte infizieren können.
Grüner (Blauer) Pinselschimmel	
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Grauschimmelfäule	Die Früchte werden über die Frassgänge von Insektenlarven besiedelt. In den Frassgängen Konkurrenz mit <i>P. endogena</i> . Die Kotyledonen werden weich und sind von einem grauen Myzel überzogen.
<i>Mucor</i> Arten, z. B. <i>M. hiemalis</i> Wehmer, <i>M. heterosporus</i> Fischer, <i>M. globosus</i> Fischer Köpfchenschimmel	Die Kotyledonen werden weich und schleimig und sind von einem grauen Myzel überzogen, auf dem graue oder schwarze, kugelförmige Sporangien gebildet werden (Lupe!).
<i>Acrospeira mirabilis</i> Berk. und Broome	Die Kotyledonen sind mit einem zarten, grauen Myzel mit braunen Ansammlungen von Konidien überzogen. Kann zu signifikanten Verlusten führen.
<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	Myzel auf den Kotyledonen dicht, leicht rosa.
<i>Fusarium oxysporum</i> Schltdl.	zartes, farbloses Myzel auf den Kotyledonen.
<i>Wardomyces columbinus</i> (Demelius) Hennebert	Die Kotyledonen sind von einem lockeren, grauen Myzel überzogen.
<i>Clonostachys rosea</i> (Link) Schroers, Samuels, Seifert und W. Gams Synonym: <i>Gliocladium roseum</i> Bainier	Myzel auf den Kotyledonen dicht, intensiv orange.
<i>Amphiportha castanea</i> (Tul. und C. Tul.) M.E. Barr Synonym: <i>Cryptodiaportha castanea</i> (Tul. und C. Tul.) Wehm	Endophyt mit ähnlicher Biologie wie <i>Phomopsis castanea</i> . Befallene Kotyledonen leicht ocker bis orange, intensive Pyknidienbildung

Kotyledonen (RIDÉ und GUDIN 1960). Der Pilz besiedelt Zweige, Blätter, Fruchthüllen und Früchte. Der Befall ist sortenabhängig und wird durch sonnige Lagen und warmes Klima begünstigt. Die Bedeutung von *P. endogena* dürfte deshalb unter dem Einfluss der Klimaerwärmung zunehmen. *P. castanea* wurde neuerdings in Australien als Fäuleerreger in gelagerten Kastanienfrüchten (*C. sativa*) und als symptomloser Endophyt in Blüten, Blättern, Trieben und Früchten gefunden (WASHINGTON *et al.* 1997). Weder *P. castanea* noch *P. endogena* sind in der Schweiz eindeutig nachgewiesen worden, obschon andere Vertreter der Gattung *Phomopsis* gelegentlich, wenn auch eher selten, vorkommen, sei es als Besiedler von Früchten oder als Endophyten in der Rinde (BISSEGGGER und SIEBER 1994).

Gelegentlich können je nach Wetter oder Konservierungsbedingungen weitere Pilze schädlich werden. *Botrytis cinerea* besiedelt die Früchte in feuchten Sommern durch die Frassgänge der drei Wicklerarten *Pammene fasciana*, *Cydia fagiglandana* und *C. splendana* (BREISCH 1995).

Einige *Penicillium*- (Abb. 11) und *Mucor*-Arten stellen bei der nicht fachgerechten Lagerung der Früchte ein grosses Problem dar, da sie sich schnell entwickeln und Massen von Sporen produzieren, die überall in der Luft und am Boden vorhanden sind. Schlecht getrocknete Früchte sowie Früchte in schlecht regulierten Kühlräumen können in kürzester Zeit komplett verschimmeln. *Penicillium expansum* Link ist ein sehr

häufig auftretender Pilz in Kastanienlagern, da er auch bei +2 °C noch wachsen kann (BREISCH 1995; PRATELLA 1994).

Eigenen Untersuchungen zufolge können neben den bereits erwähnten *C. batschiana*, *Phomopsis* spp., *Mucor*- und *Penicillium*-Arten folgende Pilze relativ häufig in unlängst vom Baum gefallen Früchten auftreten: *Amphiportha castanea*, *Geomyces pannorum*, *Acrospeira mirabilis*, *Trichothecium roseum*, *Wardomyces columbinus*, *Clonostachys rosea* und *Fusarium oxysporum*. Über die Epidemiologie der meisten dieser Pilze an der Kastanie ist wenig bekannt. Einzig von *Amphiportha castanea* wissen wir, dass es sich um den häufigsten Endophyten in der Rinde von jungen Stockausschlägen handelt (BISSEGGGER und SIEBER 1994). Möglicherweise verhält sich der Pilz ähnlich wie *Phomopsis castanea*.

## Ernte

### Grundsätzliches

Wenn die Kastanien die Reife erreichen, reisst die Fruchthülle normalerweise vierklappig auf, so dass die Früchte frei werden. Die Früchte werden zu unterschiedlichen Zeiten reif; sowohl an einem Baum, als auch bei verschiedenen Bäumen der gleichen Sorte und vor allem bei verschiedenen Sorten. Reife Früchte fallen somit über mehrere Wochen hin an (ROMANO *et al.* 1989).

Für eine optimale Ernte sollten folgende phytosanitären Aspekte berücksichtigt werden:

- Die Pflege und Säuberung der Bodenbedeckung (abgefallene Äste entfernen, Wiese mähen) innerhalb des Kastanienhains; damit sind die Früchte und die auf den Boden gefallenen Stachelhüllen besser sichtbar (wichtig vor allem bei manueller Ernte).
- Heruntergefallene Früchte möglichst bald nach dem Fallen einsammeln, wenn möglich täglich, um die Infektion durch Pilze und weiteres Austrocknen zu vermeiden.
- Verletzungen der Früchte während der Ernte vermeiden. Auch ein minimaler Schaden, wie eine Verletzung des Fruchstiels, kann das Eindringen von Pilzinfektionen erleichtern (MONARCA *et al.* 2002).
- Rechtzeitiges Entfernen der unbrauchbaren Früchte (unreife Früchte, leere, wurmstichige oder kleine), der Fruchthüllen und der Streu, vermindert die Präsenz von Pilzsporen und Insektenlarven im Kastanienhain.

### Technische Aspekte

Die Ernte ist heute der teuerste Teil der Kastanienproduktion. Sie kann bis zu 60 % des Verkaufspreises ausmachen. Die Ernteverfahren können in drei Kategorien unterteilt werden (MONARCA 1996; BREISCH 1993a, 1993b):

- Direkte manuelle Ernte: Mit Rechen, Stöcken, Zangen und Schutzhandschuhe wird sie direkt durch den Arbeiter am Boden ausgeführt. Die Produktivität variiert dabei erheblich (von 5 bis 30 kg/h) je nach Grösse der Kastanien, Lage sowie Sauberkeit des Grundstücks.



Abb. 10. Befall der Kastanie durch die Schwarze Kastanienfäule. Typische schwärzliche Verfärbung infolge eines Befalls mit *Ciboria batschiana*. Vergrösserung 8x, Foto: Agroscope RAC Changin Centro di Cadenazzo (M. Jermini).



Abb. 11. Befall der Kastanie durch Grünen Pinselschimmel. Entwicklung eines filzigen, grünlichen Myzels einer Pilzart der Gattung *Penicillium* auf einer im Kühlschrank aufbewahrten Kastanie. Vergrösserung 8x, Foto: Agroscope RAC Changin Centro di Cadenazzo (M. Jermini).

- Manuelle Ernte mit Hilfe von Netzen: die Kastanien werden mit Netzen geerntet, die unter den Bäumen ausgelegt werden. Die Netze werden an Hängen auf den Boden gelegt, und zwar in 4 bis 6 Meter breiten Streifen in der Fallrichtung; in flachen Geländen werden die Netze in Höhen von etwa 1,2 bis 1,6 m entweder an Metallhalterungen oder direkt an den Bäumen befestigt (Variante auf flachen Grundstücken, Abb. 12).
- Netze machen die Ernte schneller; dies ermöglicht eine raschere, manchmal sogar tägliche, Rotation. In aufgehängten Netzen ist die Frucht vor Verletzungen besser geschützt, sie bleibt sauber und die Fruchthüllen und Blätter können leichter entfernt werden. Netze sind allerdings teuer und können vom Wild beschädigt werden.
- Mechanische Ernte: Die bis heute für die Ernte von Kastanien entwickelten Prototypen sind Varianten der Erntemaschinen für Schalenobst und können zwei Typen zugeordnet werden: Saugmaschinen (das Produkt wird mit Schläuchen aufgesaugt) und Lesemaschinen (die Früchte werden mit Bürsten gesammelt).

Zumeist wird noch mit dem traditionellen manuellen System geerntet und nur in wenigen Fällen mit Hilfe von Netzen.

Die mechanische Ernte mit den Lesemaschinen ist noch selten. Ihr stehen in den traditionellen Kastanienwäldern entgegen: erschwerner Zugang, gebirgiges und unebenes Gelände, Präsenz

spontaner Vegetation, Steine, Verteilung des Kastanienfalls über eine lange Zeitperiode usw. (ROMANO *et al.* 1989).

Hingegen scheint der Einsatz von Netzen, besonders bei der hängenden Variante, effizienter. Die Ernte ist rasch, die Kastanien erleiden weniger Verletzungen (vor allem in steinigem Gelände) und die Beseitigung des Abraums ist leichter. Schwierig sind das Auslegen und Spannen der Netze. Die Netze müssen dem Anfall pro Erntetermin entsprechen. Die Intervalle der Ernteterminen sollten 2 bis 3 Tage nicht übersteigen, vor allem, wenn die meisten Früchte fallen: das Gewicht der Früchte kann die Spannung der Netze vermindern. Andererseits können zu stark gespannte Netze das Wegspicken der Früchte aus den Netzen begünstigen.

## Die Bearbeitung nach der Ernte

### Grundsätzliches

Die Früchte müssen nach der Ernte so schnell wie möglich behandelt werden, damit nicht vom erhöhten Stoffwechsel der Kastanien, kombiniert mit eventuellen schlechten Lagerungsbedingungen, Veränderungsprozesse wie die Fermentation oder die Austrocknung begünstigt werden (CAVARGNA 1992). Alle Bearbeitungen nach der Ernte bezwecken, die geschmacklichen Eigenschaften und den Nährwert der Früchte möglichst lange zu erhalten. Dazu wird der Stoffwechsel der

Früchte reduziert, und Krankheitserreger werden durch für sie ungünstige Bedingungen blockiert oder gehemmt (GIACALONE und BOUNOUS 1993).

### Technische Aspekte

Neben den traditionellen Bearbeitungstechniken, welche wahrscheinlich mit der Kastanienkultur entstanden sind (Dörren für die Trockenkonservierung, Gärhaufen für die Konservierung der frischen Frucht), sind in den letzten Jahrhunderten einige industrielle Techniken für die Konservierung von grossen Mengen Kastanien im frischen Zustand entwickelt worden. Die industrielle Bearbeitung der Kastanie besteht eigentlich aus einfachen Operationen, welche jedoch dosiert und mit äusserster Gewandtheit und Sorgfalt kombiniert sein müssen, um zu vermeiden, dass ganze Teile des Produktes zerstört werden. Abbildung 13 zeigt den industriellen Ablauf der Konservierung der frischen Kastanien, während in Tabelle 4 kurz die einzelnen Phasen der Bearbeitung sowie ihre Ziele beschrieben werden.

Kaltes Wasserbad (auch kalte Hydrotherapie genannt, s. Abb. 14 und 15) und Erwärmung (auch warme Hydrotherapie, Thermisierung, Thermohydrotherapie oder Heisswassertauche genannt) schliessen sich normalerweise an; sie werden nur selten nacheinander angewendet. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile (Tab. 5, Abb. 16).

Die Wahl des Verfahrens hängt unter anderem von der Betriebsstruktur, den



Abb. 12. Ernte mit aufgespannten Netzen. Ernteanlage mit Netzen in einem modernen Kastanienhain in Frankreich. Foto: Agroscope RAC Changin Centro di Cadenazzo (A. Sassella).

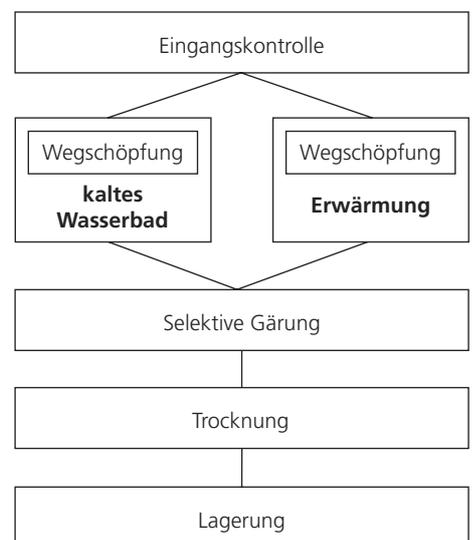


Abb. 13. Schematische Darstellung der Verarbeitungsphasen der frischen Kastanien nach der Ernte.

Tab. 4. Arbeitsschritte der Verarbeitung von frischen Kastanien nach der Ernte. Quellen: ANELLI und MENCARELLI (1992); CAVARGNA (1992); FADANELLI *et al.* 1995; GIACALONE und BOUNOUS (1993); PRATELLA 1994.

Arbeitsschritt	Zweck	Besonderheiten/Vorgehen
Eingangskontrolle	Qualitätsüberprüfung der gelieferten Ware	Musterkontrolle der Ware durch diverse Methoden, abhängig vom Vertrauensverhältnis gegenüber dem Lieferanten und den an die Produktion gebundenen Problemen (Problemjahre). Besonders wichtig zu überprüfen ist, ob die Kastanien nicht kalt oder feucht sind; eine solche Erwärmung ist ein Symptom für Pilzinfektionen durch eine falsche und zu lange Lagerung der Ware vor der Lieferung. Nach der Frischekontrolle folgt die Stückgrößenkontrolle (Kalibrierung) und die Anzahl an schimmeligen und wurmstichigen Früchten wird überprüft (Aufschneiden einiger Kastanien).
Wegschöpfen oder Abschwemmen	Elimination verdorbener Kastanien	Schnelles Eintauchen der Kastanien im Wasserbad und wegschöpfen, abschwemmen der unreifen, vertrockneten oder befallenen Früchte, die zur Wasseroberfläche steigen (Abb. 14). Üblicherweise in Kombination mit anderen Verarbeitungstechniken ausgeführt (Kaltwasserbad, Erwärmung)
Erwärmung/ Warmes Wasserbad (Thermohydrotherapie)	Entwicklung von bereits vorhandenen Parasiten unterbinden und die Konservierung der Früchte erhöhen	Diese Desinfektionsmethode wurde in den 30er Jahren für den Übersee-Export (vor allem USA) eingeführt und stellt für viele Betriebe eine Routinebehandlung dar. Sie ist die effizienteste Methode gegen Parasiten und insbesondere gegen den Esskastanienbohrer ( <i>Curculio elephas</i> Gyll.). Die Erwärmung beinhaltet das Einlegen der Kastanien in Wasser von 48–50 °C für ca. 45 Minuten. Die 50 °C-Schwelle darf keinesfalls überschritten werden, um nicht eine Denaturierung der Fruchtproteine zu riskieren. Die Früchte müssen danach sofort für 8 bis 12 Stunden in kaltes Wasser gelegt werden, um sie auf Raumtemperatur abzukühlen und damit den Erwärmungsprozess zu blockieren.
Kaltes Wasserbad (Hydrotherapie)	Die Konservierung der Früchte erhöhen und die Entwicklung von Insektenlarven unterbinden	Traditionelle Konservierungsmethode durch Einlegen der Kastanien in kaltem Wasser für 5 bis 8 Tage (Verhältnis Kastanie/Wasser 2:3). Die Dauer variiert von Fall zu Fall und nur das Auge des Experten weiss, wann die Schaumproduktion (CO <sub>2</sub> -Bläschen, Abb. 15) als beendet gilt. Diese Kur reduziert den zellulären Metabolismus in der Frucht, durch eine Art von Ruhezustand. Unter diesen anaeroben Bedingungen entwickeln sich Mikroorganismen, unter deren Einfluss sich konservierungsfördernde Milchsäure bildet und durch Pilze verwertbare Zucker abgebaut werden. Dieser Prozess eliminiert den Nährboden für Schimmelpilze und erhöht die Haltbarkeit der Kastanien um das 3- oder 4fache. Es bestehen verschiedene Varianten dieser Methode, besonders den Wasserwechsel betreffend: einige bevorzugen den Wiedergebrauch des Wassers, andere Wechslen die Hälfte des Wassers täglich, weitere weichen sie unter laufendem Wasser ein. In weiteren Fällen werden dem Wasser chemische Zusatzstoffe hinzugefügt. Diese Varianten werden auf industrieller Ebene jedoch kaum angewandt.
Selektive Gärung	Eliminieren der kranken und verderbenden Früchte	Nach dem kalten Wasserbad (oder der Erwärmung) werden die noch feuchten Kastanien zu einem grossen Haufen zusammengelegt. Der folgende Erwärmungsprozess schadet den gesunden Kastanien nicht, beschleunigt hingegen den Zerfall der bereits durch Krankheitserreger befallenen Früchte. Diese sind mit einem weisslichen Hyphenbelag bedeckt ( <i>Penicillium</i> spp., <i>Botrytis</i> sp., usw.) und können dadurch leicht erkannt und eliminiert werden.
Trocknung	Wiederherstellung des Wassergehaltes der Kastanien auf das natürliche Niveau der frischen Frucht	Sehr aufwendiger Arbeitsschritt bei welchem die Kastanien täglich umgeschichtet werden. Sie werden in 30–40 cm dicken Schichten auf poröser Unterlage in gut belüfteten Räumen gelagert. Dieses Verfahren erlaubt auch die manuelle Auslese der beschädigten Kastanien und wird immer häufiger durch Systeme selbstentleerer Behälter ersetzt, die mechanisch mittels Hebevorrichtungen gesteuert werden. Der Trocknungsprozess kann empirisch kontrolliert werden durch eine Bewertung des Zustands der Früchte, welche sich äusserlich trocken mit glänzender Schale zeigen sollten; beim Schnitt sollte das Fruchtfleisch glänzen und leicht feucht sein; die Samenschale ist beinahe trocken; Die Behaarung im Inneren der Fruchtschale ist leicht feucht, wird jedoch bei Berührung mit den Fingern nicht mehr als feucht wahrgenommen. Unsere experimentellen Untersuchungen haben gezeigt, dass die Früchte, die diese Kriterien aufweisen, einen Wassergehalt zwischen 54 und 57 % haben, ideal für die folgende Konservierung.

verfügbaren Arbeitskräften und der Nachfrage des Marktes ab. Bei jedem Verfahren, ist die fachgerechte Ausführung wichtig: ein falsches Verhältnis von Wasser/Kastanien oder ein zu langes kaltes Wasserbad können zum Beispiel beim Fruchtfleisch die Aufnahme von tanninhaltigen Substanzen begünstigen, was zu einer Geschmacksveränderung der Frucht führen kann; zu hohe Temperaturen während der Erwärmung können zu einer Denaturierung der Fruchtproteine führen, zu langes Erwärmen kann ein unerwünschtes Verkochen der Frucht verursachen und die

Haltbarkeit beeinträchtigen. Auch die Trocknung nach der Behandlung ist sehr wichtig, da zu feuchte Kastanien oft auch während der Konservierung von Pilzen infiziert werden (BREISCH 1993a).

Es gibt auch alternative Verarbeitungsmethoden (Sterilisation mit dem Gas Brommethyl oder Behandlung mit hoch konzentriertem CO<sub>2</sub>), die vorteilhaft sind, weil die Früchte nach der Bearbeitung nicht getrocknet werden müssen (ANELLI und MENCARELLI 1992; FADANELLI *et al.* 1995). Es werden hier keine Details behandelt, da die benötigten Investitionen relativ teuer sind.

## Konservierung

### Grundsätzliches

Nach der Bearbeitung werden die Früchte unter optimalen Bedingungen gelagert; so bleiben sie frisch und gesund. Wie die Behandlungen nach der Ernte, begünstigen auch die Lagerbedingungen die Reduktion des Stoffwechsels der Kastanien und die Erhaltung der Turgeszenz und benachteiligen die Entwicklung von Pilzen. Die Lagerung sollte so organisiert werden, dass die Früchte gut zugänglich und sichtbar sind, was die Kontrolle erleichtert.

Tab. 5. Vor- und Nachteile der beiden Varianten der Hydrotherapie.

	Kaltes Wasserbad	Erwärmung
Vorteile	Das Fruchtfleisch wird kompakter und konsistenter	Relativ schnelles Verfahren
	Begünstigt die Turgeszenz der Früchte	Komplette Blockierung der Entwicklung der Larven der Fruchtschädlinge
	Wegschöpfung der vertrockneten oder stark durch Schimmel oder Fruchtschädlinge befallenen Früchte ist möglich	Begünstigt die Turgeszenz der Früchte (auch wenn leicht tiefer im Vergleich zum kalten Wasserbad)
	Erhebliche Erhöhung der Konservierung der Früchte dank der Reduktion der wasserlöslichen Kohlenhydrate	Wegschöpfung der vertrockneten oder stark durch Schimmel oder Fruchtschädlinge befallenen Früchte ist möglich
	Bessere Schälbarkeit der Früchte	Erhöhung der Konservierung der Früchte (auch wenn weniger im Vergleich zum kalten Wasserbad)
		Bessere Schälbarkeit der Früchte
Nachteile	Grosser Raumbedarf	Blockiert das Produkt nicht für mehr als 48 Stunden
	Blockiert das Produkt für mindestens 10 Tage	Notwendigkeit eines Minimum an Technik und an Arbeitskräften
	Das Produkt muss nach der Behandlung getrocknet werden	Das Produkt muss nach der Behandlung getrocknet werden
	Keine komplette Verhinderung der Entwicklung von Larven der Fruchtschädlinge insbesondere des Esskastanienbohrers	Keine signifikante Reduktion der wasserlöslichen Kohlenhydrate, deshalb ist die Dauer der Haltbarkeit nicht so hoch wie beim kalten Wasserbad
	Die Kastanien tendieren dazu, ihren natürlichen Glanz zu verlieren	



Abb. 14. Soeben im Kaltwasserbad eingelegte Kastanien. Die auf der Wasseroberfläche schwimmenden Früchte werden weggeschöpft oder abgeschwemmt und als Viehfutter verkauft. Foto: Agroscope RAC Changin Centro di Cadenazzo (A. Sassella).

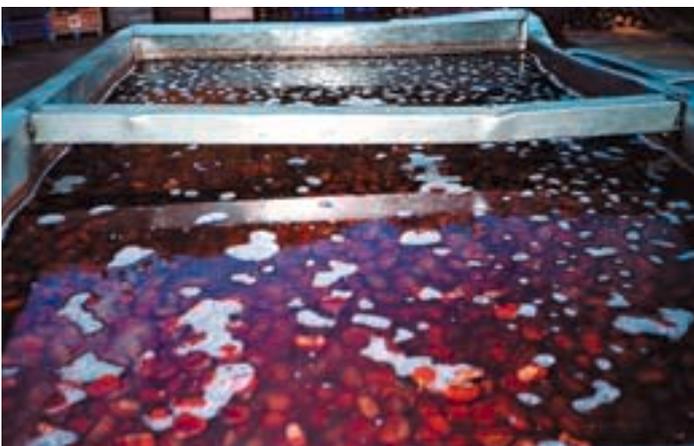
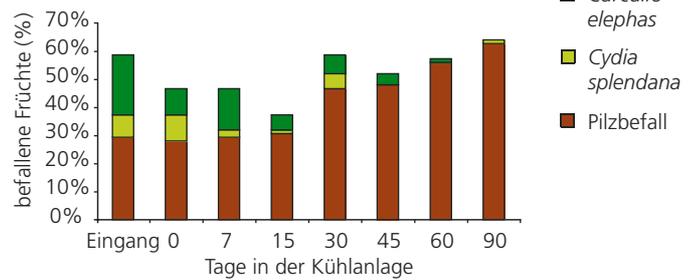
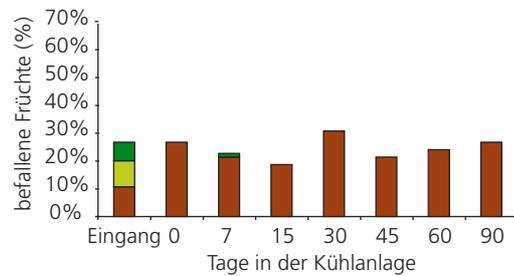


Abb. 15. Kastanien im Kaltwasserbad. Typische Bildung von Kohlendioxid-Bläschen während der Kaltwasser-Behandlung. Foto: WSL Sottostazione Sud delle Alpi (M. Conedera).

#### Eintauchen



#### Erwärmung



#### kaltes Wasserbad

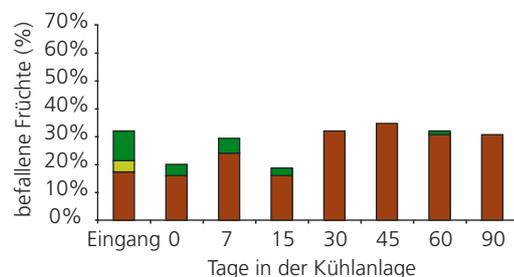


Abb. 16. Behandlungseffekt auf das Vorkommen von Insekten und Schimmelpilzen. Vorkommen von lebenden Parasiten und von Fruchtfäulen nach unterschiedlich langer Lagerung in einer Kühlanlage und anschliessender Inkubation von 21 Tagen bei 25 °C und 70 % relativer Luftfeuchtigkeit.

NB: «Eintauchen» ist die Referenzvariante bestehend aus einem schnellen (5 Min.) Eintauchen der Kastanien ins Wasserbad und nachträglichem Wegschöpfen oder Abschwemmen der unreifen, vertrockneten oder befallenen Früchte, die zur Wasseroberfläche steigen.

## Technische Aspekte

Industriell werden Kastanien meist in Kühlzellen gelagert. Industriell gekühlt wird in der Regel in gut belüfteten Zellen, bei Temperaturen von 0 bis 2 °C und einer Luftfeuchtigkeit von 90 bis 95 % (GIACALONE und BOUNOUS 1993). Die Früchte werden etwa alle 7 Tage umgeschichtet und nach phytosanitären Gesichtspunkten kontrolliert.

Je nach der vorherigen Bearbeitung verändern sich Gewicht und der Wassergehalt während der Kühlung unterschiedlich. Im Vergleich zu den zum Reinigen und Wegschöpfen kurz in Wasser eingetauchten Früchte, ist der Gewichts- und Wasserverlust für im kalten Wasserbad behandelte Früchte minimal, die Verluste für die erwärmten Früchte etwas grösser. Der hydratisierende Effekt der Behandlungen variiert nach Jahrgang und anfänglichem Wassergehalt der Früchte (Abb. 17).

Während der Konservierung mit tiefen Temperaturen kommt es zu einer Verminderung des Stärkegehalts und gleichzeitig zu einer stetigen Zunahme der Saccharose (NOMURA *et al.* 1995; BASSI *et al.* 2002). Beginn und Ablauf dieser Prozesse können je nach Sorte und angewandter Bearbeitungsart variieren. Wegen der Erhöhung des Saccharosegehalts wird die Frucht als süsser empfunden. Auch wenn der Saccharosegehalt nicht als einziger Faktor für den Geschmack verantwortlich ist, munden süsse Früchte generell besser (NOMURA *et al.* 1995; BASSI *et al.* 2002).

Konservierungstemperaturen unter dem Gefrierpunkt könnten dazu beitragen, die Entwicklung von Pilzen zu verhindern: solche Bedingungen sind jedoch technisch deutlich aufwendiger und für die Produktequalität nicht risikolos (BREISCH 1993a). Die bis heute gemachten Erfahrungen bestätigen, dass eine normale Konservierung durch Kühlung bei Temperaturen von 0 bis 2 °C nach der Thermo- oder Hydrotherapie eine gute Konservierung des Produktes sowie eine Kontrolle der Entwicklung von Schimmel bis zu einer Lagerperiode von 90 und mehr Tagen garantieren (CAVARGNA 1992).

Es bestehen auch alternative Konservierungsarten, welche die Nachbehandlung zum Teil ersetzen können. Eine davon, vor allem in Frankreich erprobt (BERGOUIGNOUX *et al.* 1998), ist die Lagerung in kontrollierter Atmosphäre. Diese Methode basiert auf Modifizierung

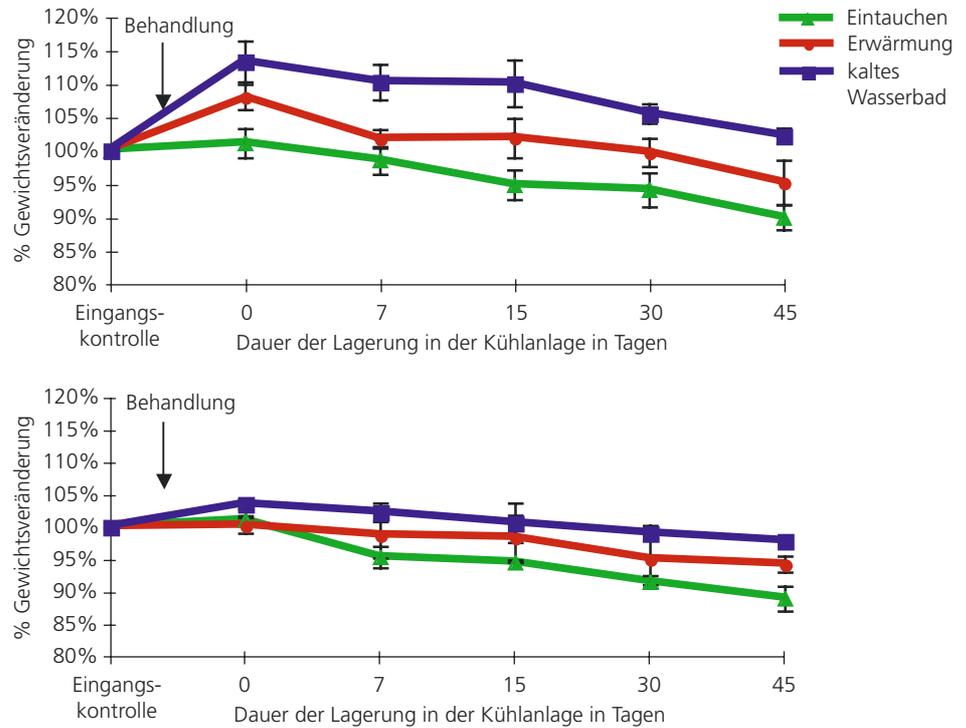


Abb. 17. Gewichtsveränderungen der Früchte während der Lagerung in der Kühlzelle in Bezug auf die Behandlungsmethode. Oben: Ernte 2000 (4 Wiederholungen); unten: Ernte 2001 (4 Wiederholungen).

gen des Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalts in der Luft der Kühlzelle (zum Beispiel Temperatur zwischen 0–2 °C, Luftfeuchtigkeit bei 95 %, Sauerstoff 2 %, Kohlendioxid 20 %; ANELLI und MENCARELLI 1992; BREISCH 1993a). Die bis heute durchgeführten Versuche ergaben vielversprechende Resultate, auch wenn zurzeit noch keine definitiven und allgemein anwendbaren Berichte vorliegen (GIACALONE und BOUNOUS 1993). Eine weitere Technik ist die Tiefkühlung für die Langzeitkonservierung der Kastanien (bis zu einem Jahr) bei Temperaturen von –18/–20 °C und einer Luftfeuchtigkeit von 80–90 %. Sie wird verwendet für Produkte erster Qualität, welche speziell für die Zuckerwarenindustrie bestimmt sind. Die Methode kann bei ganzen wie auch bei geschälten Früchten angewendet werden (GIACALONE und BOUNOUS 1993). Beide Ansätze sind jedoch aus technischer und ökonomischer Sicht ziemlich aufwendig.

## Schlussfolgerungen

Die frische Kastanie ist ein hochwertiges und leichtverderbliches Produkt. Sie behält ihren Wert nur bei einem einwandfreien Produktionsverlauf, von der Produktion (Verwaltung der Kastanienhaie, Ernte) bis zum Verkauf (Bearbei-

tung nach der Ernte, Konservierung und Transport). Wichtig sind vor allem die Konservierungsmethoden. Richtig kalt gebadete oder erwärmte Kastanien behalten ihren Wassergehalt länger als unbehandelte oder nur in einfaches Wasserbad getauchte Früchte (Abb. 17). Dazu erhalten die Konsumenten mehr geniessbare Früchte, ohne Larven und Schimmel auch nach zwei Monaten Konservierung. Der Unterschied wird deutlich, wenn der Käufer die Kastanien nicht sofort konsumiert und mehr als eine Woche aufbewahrt. In dieser Zeit entwickeln und offenbaren sich die Schäden von unbehandelten Früchten (Larven und Schimmel im Innern der gesund erscheinenden Früchte) am stärksten (Abb. 16). Der Nettogewinn an der noch zu verwertenden Ware variiert zwischen 10 % (nach 15 Tagen Konservierung) und 25 % (nach 60 Tagen) für die Variante *Kaltwasserbad* und etwas weniger für die Variante *Erwärmung* (CONEDERA *et al.* 2004). Die Behandlungen der Kastanien nach der Ernte dürfen somit nicht als zusätzlicher Aufwand betrachtet werden, sondern als nützliche Investition. Der Produzent profitiert durch höhere Mengen und bessere Qualität der zu verkaufenden Früchte, der Konsument durch den grösseren Anteil an geniessbaren Früchten. Dank einer fachmänni-

schen Konservierungstechnik kann der Verkauf des Produkts zeitlich erstreckt werden und sich somit der Nachfrage besser anpassen.

## Dank

Die Autoren danken Daniela Furrer für die deutsche Übersetzung, Ruth Landolt und Walter Keller für die Revision des deutschen Manuskriptes und Gregor Aas für das Überprüfen der botanischen Fachbegriffe.

## Literatur

- ANELLI, M.; MENCARELLI, F., 1992: Aspetti innovativi dei trattamenti conservativi delle castagne. Atti del Convegno nazionale sulla castanicoltura da frutto. Avellino, 21 e 22 ottobre 1988. Camera di commercio industria, artigianato, agricoltura. 343–350.
- BÄNZIGER, E.; BURI, F., 2003: Kastanien. Lenzburg, Edizioni Fona. 124 S.
- ARZONE, A.; ALMA, A.; BONELLI, S.; GALLIANO, A.; ASCHERI, B., 1993: Indagini sui principali insetti delle castagne in Piemonte. In: Antognozzi, E. (ed) International Congress on chestnut, Spoleto, Italy. 617–620.
- BASSI, D.; CASIRAGHI, M.C.; MAGNANI, I.; VERCESI, A.; DELAIDELLI, G., 2002: Effetto dei trattamenti post raccolta e dei metodi di conservazione sulla qualità delle castagne. In: Atti del convegno nazionale sul castagno 2001, Marradi 25–27 ottobre 2001. 244–249.
- BERGOUIGNOUX, F.; VERLHAC, A.; VERLHAC, O.; SOUTY, M.; BREISCH, H.; BOIN, J., 1998: Conservation, transformation et utilisation des châtaignes et marrons. *Invuflec Malemort*. 100 S.
- BISSEGER, M.; SIEBER, T.N., 1994: Assemblages of endophytic fungi in coppice shoots of *Castanea sativa*. *Mycologia* 86, 5: 648–655.
- BOVEY, P.; LINDER, A.; MÜLLER, O., 1975: Recherches sur les insectes des châtaignes au Tessin (Suisse). *Schweiz. Z. Forstwes.* 11: 781–820.
- BOUNOUS, G.; BOTTA, R.; BECCARO, G., 2000: Dalle castagne una sferzata di energia: valore nutritivo e pregi alimentari. Associazione per la valorizzazione della castagna, Cuneo, 20 S.
- BREISCH, H., 1993a: Harvest, storage and processing of chestnuts in France and Italy. In: Antognozzi, E. (ed) International Congress on chestnut, Spoleto, Italy. 20–23 October 1993. 429–436.
- BREISCH, H., 1993b: Le verger de châtaignier, une culture à part entière. *L'arboriculture fruitière* 458: 33–38.
- BREISCH, H., 1995: *Châtaignes et marrons*. Paris Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes. 239 S.
- CAVARGNA, M., 1992: La lavorazione del frutto fresco. Atti del Convegno nazionale sulla castanicoltura da frutto. Avellino, 21 e 22 ottobre 1988. Camera di commercio industria, artigianato, agricoltura. 351–365.
- CONEDERA, M.; JERMINI, M.; JELMINI, G.; SASSELLA, A.; KÜNSCH, U.; SCHÄRER, H.; PATRIAN, B.; HÖHN, E., 2002: Analisi chimica e sensoriale di differenti varietà di castagne. In: BELLINI, E. (ed) Atti del «Convegno Nazionale Castagno 2001», Marradi 25–27 ottobre 2001. 268–280.
- CONEDERA, M.; JERMINI, M.; SASSELLA, A.; 2004: Il problema delle nostre castagne. *Forestaviva* 33: 8–12.
- DELFS-SIEMER, U., 1993: Ergebnisse zur Thermosterapie von Eicheln und Bucheckern. *Allg. Forst-Jagdztg.* 18: 927–930.
- DE CRISTOFARO, A.; ROTUNDO, G., 1993: Chestnut fruit insect pests in the Campania Region (Southern Italy): Biology and damages. In: Antognozzi, E. (ed) International Congress on chestnut, Spoleto, Italy. 625–630.
- DESOUHANT, E., 1998: Selection of fruits for oviposition by the chestnut weevil, *Curculio elephas*. *Entom. exp. appl.* 86: 71–78.
- FADANELLI, L.; CHEMOLLI, M.; CONCI, S., 1995: La conservazione delle castagne: sistemi e formule applicative. Atti del convegno «Incontro tecnico sul castagneto da frutto», Roncegno, 29 ottobre 1994. Quaderni di esperienze e ricerche, S. Michele all'Adige (TN) 2: 43–50.
- GIACALONE, G.; BOUNOUS, G., 1993: Tradizioni ed innovazioni nella trasformazione e nell'utilizzo delle castagne. *Monti boschi* 44, 5: 33–41.
- KÜNSCH, U.; SCHÄRER, H.; PATRIAN, B.; HURTER, J.; CONEDERA, M.; SASSELLA, A.; JERMINI, M.; JELMINI, G., 1998: Qualitätsanalysen an Tessiner Kastanien. *Agrarforschung* 5: 485–488.
- MCCARTHY, M.A.; MEREDITH, F.I., 1988: Nutrient Data on Chestnuts Consumed in the United States. *Economic Botany* 42: 29–36.
- MONARCA, D., 1996: la meccanizzazione della raccolta delle castagne. *Macchine e Motori agricoli* 4: 24–31.
- MONARCA, D.; BIONDI, P.; PANARO, V., 2002: Introduzione di nuove tecniche di raccolta meccanica

ed influenza sulla qualità delle castagne. In: Atti del convegno nazionale sul castagno 2001, Marradi 25–27 ottobre 2001. 156–161.

NOMURA, K.; OGASAWARA, Y.; UEMUKAI, H.; YOSHIDA, M., 1995: Change of sugar content in chestnut during low temperature storage. *Acta Hortic.* 398: 265–276.

PRATELLA, G.C., 1994: Note di bio-patologia e tecnica della conservazione e trasporto: marroni e castagne. *Rivista di Frutticoltura* 56, 4: 75–77.

RIDÉ, M.; GUDIN, C., 1960: Sur la biologie de quelques champignons parasites de la châtaigne et plus particulièrement de *Phoma endogena* (Speg.). *Comptes rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France* 46: 536–543.

RIGOTTI, S., 2000: Analisi delle infestazioni da insetti (*Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* Zell., *Cydia splendana* Hb., *Curculio elephas* Gyll.) delle castagne in tre selve ticinesi (rapporto interno non pubblicato).

ROMANO, F.; BARONE, L.; ROTUNDO, G., 1989: Possibilità di meccanizzazione della raccolta delle castagne. *L'Informatore agrario* 45, 24: 31–38.

ROTUNDO, G.; GIACOMETTI, R., 1986: Realtà e prospettive di lotta alle tortrici delle castagne. *L'Informatore agrario* 42, 41: 69–72.

ROTUNDO, G.; GIACOMETTI, R., 1992: Nuovi orientamenti nella lotta ai principali fitofagi del frutto del castagno. Convegno nazionale sulla castanicoltura da frutto. Avellino, 21 e 22 ottobre 1988. Camera di commercio industria, artigianato, agricoltura. 179–193.

WASHINGTON, W.S.; ALLEN, A.D.; DOOLEY, L.B., 1997: Preliminary studies on *Phomopsis castanea* and other organisms associated with healthy and rotted chestnut fruit in storage. *Australas. Plant Pathol.* 26, 37–43.

Adressen der Autoren:

Marco Conedera, WSL Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Sottostazione Sud delle Alpi, CH-6504 Bellinzona-Ravecchia, Schweiz

Mauro Jermini und Alberto Sassella, Agroscope RAC Changins, Swiss Federal Agricultural Research Station Changins, Centre of Cadenazzo, CH-6594 Contone, Switzerland

Thomas N. Sieber, Eidgenössische Technische Hochschule, Departement Umweltwissenschaften, Forstschutz und Dendrologie, Rämistrasse 101, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich, Schweiz

## Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876

### Konzept

Forschungsergebnisse werden zu Wissens-Konzentraten und Handlungsanleitungen für Praktikerinnen und Praktiker aufbereitet. Die Reihe richtet sich an Forst- und Naturschutzkreise, Behörden, Schulen, interessierte Laien usw.

Französische Ausgaben erscheinen in der Schriftenreihe

**Notice pour le praticien** ISSN 1012-6554

Italienische Ausgaben erscheinen in loser Folge in der Zeitschrift

**Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi.**

Neueste Ausgaben siehe [www.wsl/im/publications/newpub-de.html](http://www.wsl/im/publications/newpub-de.html)

### Managing Editor

Dr. Ruth Landolt  
Eidg. Forschungsanstalt WSL  
Zürcherstrasse 111  
CH-8903 Birmensdorf  
E-mail: [ruth.landolt@wsl.ch](mailto:ruth.landolt@wsl.ch)  
[www.wsl.ch/im/publications/](http://www.wsl.ch/im/publications/)

Layout:  
Jacqueline Annen, WSL

Druck:  
Bruhin AG, Freienbach