

Hintergründe und Aktualitäten zum Projekt · Eine Publikation der Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf

LETZTES EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser

« Eine Umfrage bei Empfängerinnen und Empfängern des LFI info hat ergeben, dass mehr als drei Viertel gerne weiter in dieser Form über Themen rund um das LFI informiert würde. Ebenso viele haben die Hälfte oder mehr aller Ausgaben gelesen – und das bei einem Verteiler von rund 3000 Exemplaren. Trotzdem müssen wir uns als Editoren dieser Reihe verabschieden.

Die WSL hat entschieden, die bisherigen Reihen von Infoblättern (Wald, Landschaft, Naturgefahren, LFI) einzustellen und durch das neue, halbjährliche Magazin «Diagonal» abzulösen. Wir freuen uns, Sie dort ab Sommer 2013 weiterhin in Kurzform über Neuigkeiten auf dem Laufenden zu halten. Ausführliche Informationen zum LFI finden Sie vermehrt in Fachzeitschriften und auf unserer Website www.lfi.ch.

Der folgende Beitrag «Vom Punkt in die Fläche» steht symbolisch auch für unsere Ziele. Wir wollen mit dem LFI noch mehr Breitenwirkung erzielen. Die «Wald- und Gehölzmaske» erlaubt Anwendungen über die LFI-Probeflächen hinaus. Flächige Waldinformationen auf der Basis der einheitlichen LFI-Walddefinition sind bedeutend z.B. für die Analyse der Habitatqualität und der Schutzwirkung von Wäldern. »



Martin Hägeli (Leiter) und Urs-Beat Brändli (Stv Leiter) sind die WSL-Mitglieder der Projektleitung LFI.

Martin Hägeli ist zuständig für IT, Geoinformation und Management, Urs-Beat Brändli für waldfachliche Belange, Feldaufnahmen und Produkte.

Kontakt:
urs-beat.braendli@wsl.ch



Chère lectrice, cher lecteur

«D'après sondage réalisé auprès des destinataires de l'IFN info, plus des deux tiers souhaitent que la revue continue de paraître sous cette forme. Une même part d'abonnés ont lu la moitié ou plus de toutes les éditions diffusées à environ 3000 exemplaires. Néanmoins, nous devons renoncer à poursuivre cette série.

En effet, le WSL a décidé de remplacer les revues d'information (Forêt, Paysage, Dangers naturels, IFN) par le nouveau magazine semestriel «Diagonal». La première édition vous parviendra en été 2013. Elle contiendra, comme dans le passé, un bref aperçu des nouveautés. Vous trouverez de plus amples informations sur l'IFN dans nos revues spécialisées et sur notre site web www.lfi.ch.

L'article suivant «Vom Punkt in die Fläche» symbolise aussi nos objectifs qui consistent à élargir encore la portée de l'IFN. Les masques de la forêt et des arbustes permettent des applications dépassant le cadre des placettes IFN. Fondées sur les définitions homogènes de la forêt, les informations portant sur l'ensemble des surfaces forestières sont importantes, par exemple, pour analyser la qualité de l'habitat et l'effet protecteur des forêts.»

THEMA

Vom Punkt in die Fläche

■ VON CHRISTIAN GINZLER

Das Schweizerische Landesforstinventar (LFI) ist wie die meisten forstlichen Inventuren eine Stichprobeninventur. Es erlaubt präzise Aussagen über grössere Gebiete (Aussageeinheiten), wie Produktionsregionen, Wirtschaftsregionen sowie grössere Kantone. Die Hauptprodukte des LFI sind Tabellen mit Ergebnissen zu Grössen wie Waldfläche, Vorrat, Nutzung oder Stammzahl mit Angabe deren Genauigkeit. Für kleine Gebiete mit wenigen Stichprobenflächen wird jedoch der Schätzfehler so gross, dass zuverlässige Aussagen nicht mehr möglich sind. In Zukunft könnten jedoch fortgeschrittene Methoden der Kleingebiets-schätzung auch für kleine Aussageeinheiten brauchbare Angaben liefern (Steinmann 2011).

Der Einsatz von flächenhaften Produkten beschränkte sich bisher auf einzelne kartographische Darstellungen der Tabellenergebnisse in den Ergebnisbänden des LFI. Die Nachfrage nach kleinräumigen, aktuellen und hochaufgelösten Daten zum Wald ist in den letzten Jahren stark angestiegen.

Methoden der Fernerkundung erlauben die Erstellung von räumlich hochaufgelösten Datensätzen über sehr grosse Flächen. Seit 2008 befliegt das Bundesamt für Landestopografie swisstopo in der Vegetationsperiode (Juni–September) im 6-Jahres Rhythmus die gesamte Schweiz mit dem Flugzeugsensor ADS80. Mit diesen digitalen Luftbildern stehen somit hochaufgelöste Daten zur Verfügung, um über grosse Gebiete bis

flächendeckend für die ganze Schweiz Informationen zu Gehölzen und Wald zu berechnen.

In den letzten Jahren sind im Rahmen des LFI Methoden entwickelt worden, um aus den Luftbildern sehr effizient digitale Oberflächenmodelle zu rechnen. Im Folgenden wird gezeigt, wie die Informationen über die Höhen der Oberflächen und die Farbinformationen aus den Luftbildern verwendet werden, um Gehölze aus den Bildern zu extrahieren und zu Waldflächen zusammenzufassen (Abbildung 1).

Die digitale Oberfläche der Schweiz

Zwischen 2000 und 2008 wurde im Rahmen des Projektes «Landwirtschaftliche Nutzflächen» LWN mit einem Laser die ganze Schweiz bis 2000 m ü. M.

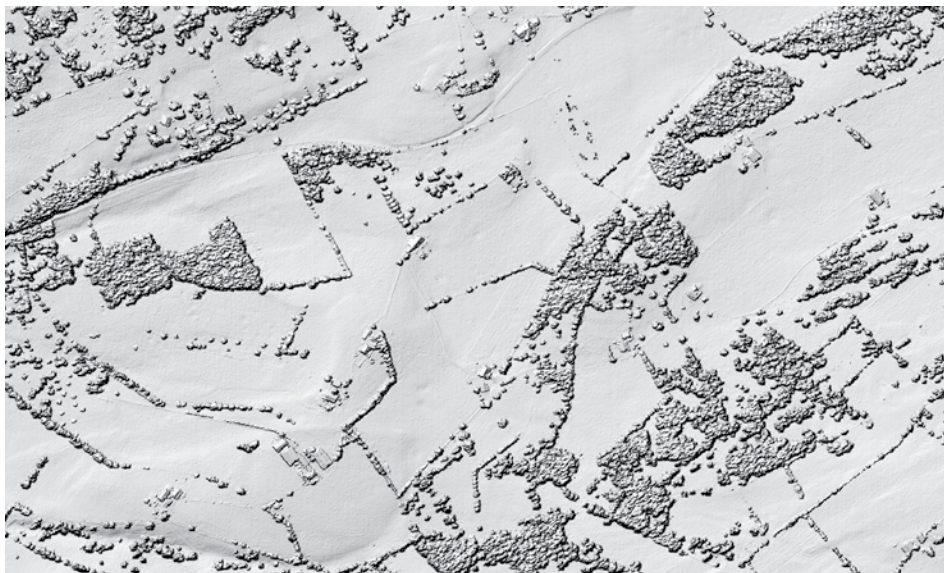


Abbildung 2. Ausschnitt aus dem digitalen Oberflächenmodell der Schweiz (DOM-ADS80). Strukturen wie Gehölze oder Gebäude heben sich deutlich vom Boden ab.

aus dem Flugzeug abgetastet (Airborne Laser Scanning ALS) und daraus ein hochaufgelöstes Oberflächen- und Geländemodell erstellt (Produkte DOM_2m bzw. swissAlti3D). Der Aufwand für diese landesweite Befliegung war beträchtlich. Es ist deshalb, zumindest mittelfristig, nicht geplant mit die-

ser Methode regelmässige Wiederholungen zu machen. Für die Extraktion von Gehölzen sowie für die Beschreibung und Modellierung von aktuellen forstlichen Parametern wären jedoch solche hochaufgelösten Informationen über die dritte Dimension sehr wertvoll. So lassen sich zum Beispiel aus der Differenz von der Oberfläche (DOM_2m) und dem Gelände (swissAlti3D) die Kronen- oder Bestandeshöhen berechnen. Diese Differenz wird dann auch Kronenhöhenmodell (KHM) genannt.

Eine Alternative zur flugzeuggestützten Laserabtastung, um ebenfalls Oberflächen berechnen zu können, ist die photogrammetrische Methode der Stereokorrelation von Bildern (Ginzler 2011). Werden Gebiete mittels Luftbildern aus verschiedenen Blickwinkel aufgenommen, so kann für jeden Bildpunkt die Höhe berechnet werden. Mit geeigneten Algorithmen und genügend Rechenleistung ist es heute möglich für grosse Gebiete einen hochauflösenden 3D-Punktdatensatz mit einer vertikalen Genauigkeit von wenigen Dezimetern zu berechnen. Die Bildstreifen der ADS80 Luftbilder der swisstopo haben im Jura, Mittelland und den Voralpen, sowie entlang wichtiger Tallinien in den Alpen und der Alpensüdseite, eine Bodenauflösung von ca. 25cm. Aus diesen Daten wird ein Oberflächenraster mit einer räumlichen Auflösung von 1m modelliert. Aus den restlichen Bildstreifen der Alpen mit einer Bodenauflösung von ca. 50cm kann ein Raster von 2m·2m erstellt

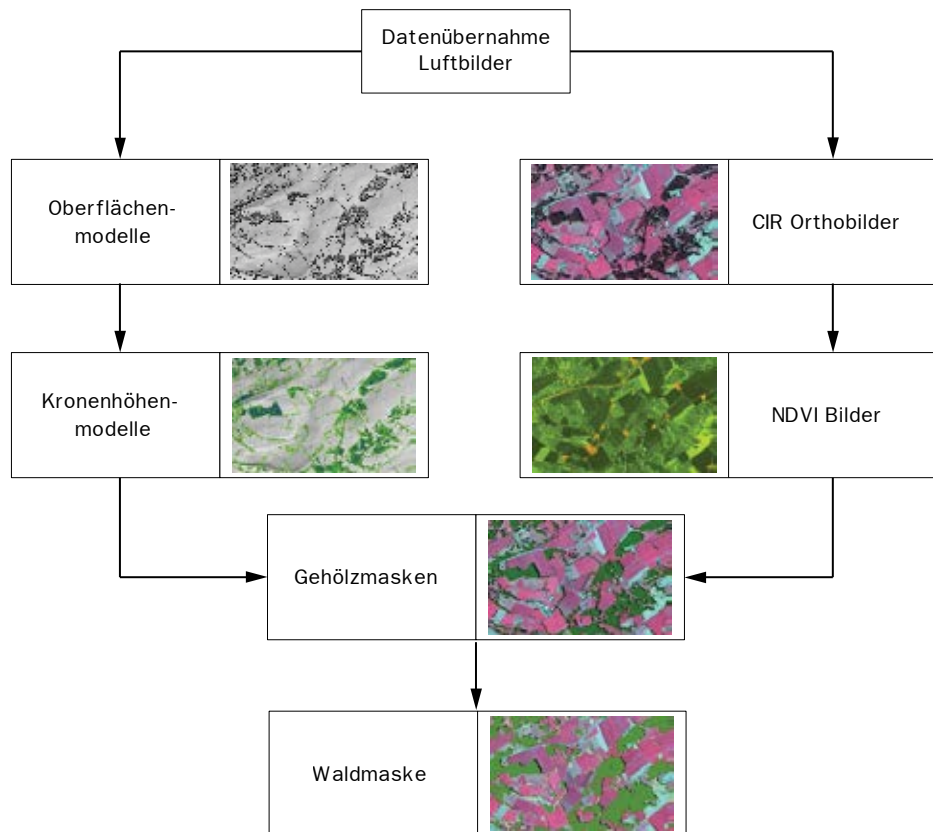


Abbildung 1. Arbeitsschritte, Bildmaterial und Modelle zum Erstellen einer Waldmaske. CIR = Color Infrared (Farb-Infrarot), NDVI = Normalized Differenced Vegetation Index (Normalisierter und differenzierter Vegetationsindex)

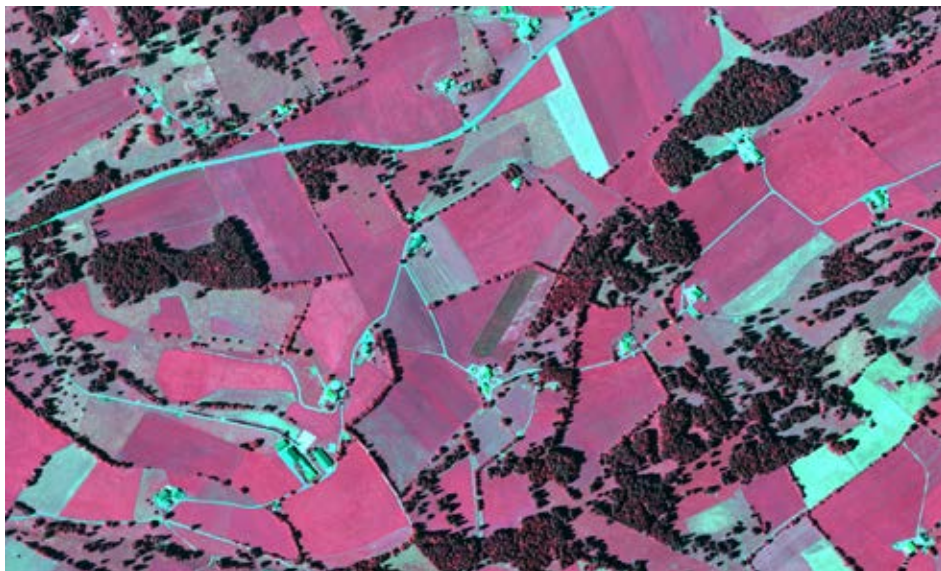


Abbildung 3. Farbinfrarot Orthofoto zur Ausscheidung von Vegetation. Gebäude, Strassen und nackter Boden reflektieren sehr wenig vom nahen Infrarot und sind blau eingefärbt. Vegetation hingegen reflektiert das nahe Infrarot fast vollständig und erscheint somit rot.

werden. Für die ganze Schweiz erhält man somit ein Oberflächenmodell DOM-ADS80 mit mehr als 40 Milliarden(!) Höhenwerten (Abbildung 2). Aus diesem Oberflächenmodell und dem Geländemodell swissAlti3D wird anschliessend das sehr aktuelle Kronenhöhenmodell (KHM) gerechnet. In diesem Kronenhöhenmodell kann jedoch noch nicht zwischen Vegetation und Nicht-Vegetation unterschieden werden. Dafür ist spektrale Information aus den Bildern notwendig. Diese wird in einem anderen Schritt aus den digitalen Farbinfrarot Orthobildern gewonnen.

Das Farbinfrarot Orthobild der Schweiz

Orthobilder sind lagerichtige, massstabgetreue Luftbilder. Sie werden aus zentralperspektivischen Luftbildern mit Hilfe eines Höhenmodells entzerrt. Die Genauigkeit eines Punktes auf dem Foto ist abhängig von der Genauigkeit der Bildorientierung und des Höhenmodells. Üblicherweise wird dafür ein Geländemodell (z. B. swissalti3D) verwendet. Bildbereiche, die im Geländemodell nicht abgebildet sind wie Bäume oder Häuser, werden damit allerdings nicht korrekt entzerrt. Als Folge können an den Bildrändern Lagefehler der Baumkronen von über 10 m resultieren. Um die Lage der Gehölze aber möglichst richtig abzubilden verwenden wir für die Entzerrung nicht das Geländemodell (swissAlti3D) sondern das vorhin erstellte Oberflächenmodell (DOM-ADS80).

Für die Klassierung der Vegetation wird die spektrale Information der Luftbilddaten verwendet. Der ADS80 Sensor zeichnet neben den Kanälen im roten, grünen und blauen Wellenbereich auch im nahen Infrarot auf. Da Vegetation durch die Photosynthese im blauen und roten Wellenbereich absorbiert und im nahen Infrarot stark reflektiert, kann mit einer Kanalkombination lebende Vegetation gut detektiert werden (Abbildung 3). Die Informationen aus dem Rot- und dem nahen Infrarotkanal dienen der Berechnung des Normalized Differenced Vegetation Index (NDVI) mit einem Wertebereich von -1 bis +1. Je grösser dieser Wert, desto mehr Biomasse ist vorhanden. Damit lässt sich Vegetation von Nicht-Vegetation gut trennen.

Die Gehölzmaske

Mit dem Kronenhöhenmodell und dem Orthobild stehen nun die Grundlagen bereit, um in einem weiteren Schritt die Gehölzmaske zu erstellen (Abbildung 4 A). Das farbige Orthobild wird dazu mittels automatischem Segmentierungsverfahren in kleine Teile mit homogenem Spektralbereich gegliedert (Wang 2012). Die Segment-Grenzen verlaufen darin entlang natürlicher Kontrastübergänge. Jedem Segment werden die entsprechenden Daten aus dem Vegetationsindex (NDVI) und dem Kronenhöhenmodell (KHM) zugewiesen. Es können vier Bodenbedeckungsklassen differenziert werden: Vegetation ohne Höhe, Vegetation mit Höhe, Nicht-

Vegetation ohne Höhe und Nicht-Vegetation mit Höhe, vereinfacht: Wiese – Gehölze – Strassen – Gebäude.

Für uns von Interesse ist vor allem die Klasse „Vegetation mit Höhe“ bzw. Gehölze. Diese liegt unabhängig von der Nutzung vor und beinhaltet Waldgehölze, Obstplantagen und Bäume im urbanen Gebiet.

Die Waldmaske

Nicht alle Bäume stehen im Wald und nicht immer stehen im Wald auch Bäume. Um aus der Gehölzmaske eine Waldmaske zu bilden, müssen zuerst Gehölze, die nicht forstlich genutzt sind maskiert werden. So wird verhindert, dass zum Beispiel Obst- und Stadtbäume Teil einer Waldmaske werden. Dieser Schritt kann nur begrenzt automatisiert werden, da die Nutzung von Bäumen nicht modelliert werden kann.

Die so bereinigte Gehölzmaske wird im nächsten Schritt verwendet, um mit Distanzkriterien zwischen den Gehölzsegmenten die Einzelteile zu einem grösseren Ganzen – der finalen Waldmaske – zusammenzuführen (Abbildung 4 B). Als grösste Distanz zwischen Gehölzen wird 25 m verwendet. Dies ist die maximale Entfernung von Gehölzen bei der Waldbegrenzungslinie gemäss der Definition im LFI. Alle Gehölze, die näher beisammen liegen werden zusammengefasst.

Anwendung und Ausblick

Erste Gebiete wurden bereits prozessiert. Die Berechnung der Grundlagen – der digitalen Oberflächenmodelle und der Orthofotos – erfolgt zum grossen Teil automatisiert. Ebenso die Segmentierung der Bilddaten in Gehölzsegmente und die Zusammenfassung der Waldgehölze zu einer Waldmaske. Einzig der Schritt der Nutzungszuweisung bleibt ein manueller Arbeitsschritt.

Die Waldmaske des LFI kann nun mit den Daten aus dem Kronenhöhenmodell (KHM) verknüpft werden und gibt damit die Höhenvariabilität wieder. Arbeiten

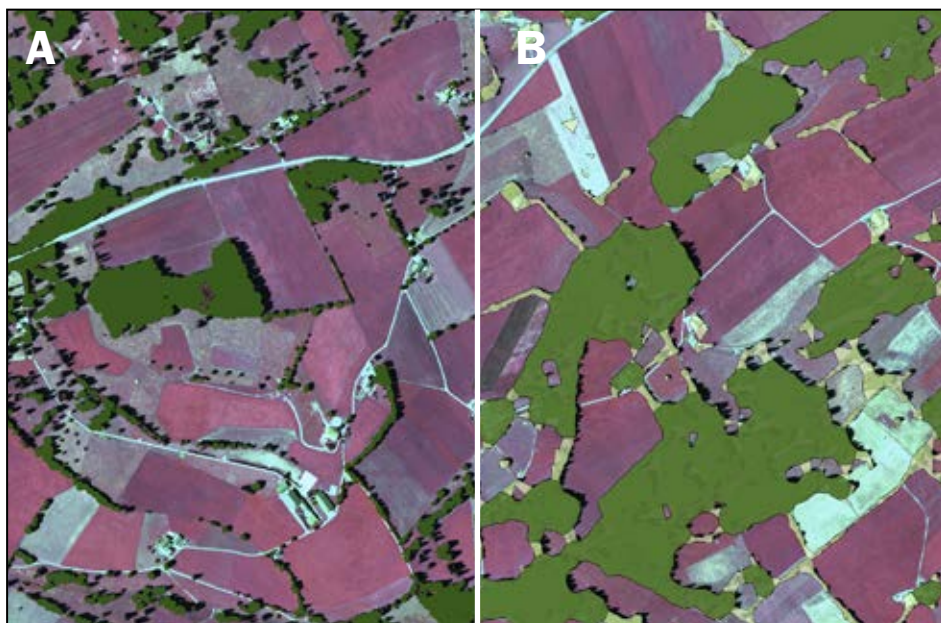


Abbildung 4. A Orthofoto mit überlagelter Gehölzmaske in dunkelgrün. **B** Die dunkelgrünen Flächen sind automatisch generierte Waldflächen nach der Definition des LFI. Die hellgrünen Bereiche entsprechen Feldgehölzen, welche aufgrund der zu kleinen Breite, der Walddefinition nicht genügen.

über Angaben zum Mischungsgrad und zu den Hauptbaumarten laufen und sind in den untersuchten Testregionen vielversprechend (Waser 2011).

Der digitale Zeilensensor ADS80 der swisstopo und der hohe Automatisierungsgrad bei der Datenprozessierung erlaubt bis 2014 die effiziente Erstellung von flächigen Produkten (Waldmaske, Höhenklassen, Mischungsgrad) im Rahmen des Schweizerischen Landesforstinventars.

Literatur

Ginzler, C., 2011: Wie Landschaftsveränderungen aus grosser Höhe genauestens beobachtet werden können. *Geosciences Actuel* 4/2011: 5-8.

Steinmann, K.; Ginzler, C.; Lanz, A., 2011: Kombination von Landesforstinventar- und Fernerkundungsdaten für Kleingebietsschätzungen. *Schweiz. Z. Forstwes.* 162, 9: 290-299.

Wang, Z.; Boesch, R.; Ginzler, C., 2012: Forest delineation of aerial images with Gabor wavelets. *Int. J. Remote Sens.* 33, 7: 2196-2213.

Waser, L.T.; Ginzler, C.; Kuechler, M.; Baltasvias, E.; Hurni, L., 2011: Semi-automatic classification of tree species in different forest ecosystems by spectral and geometric variables derived from Airborne Digital Sensor (ADS40) and RC30 data. *Remote Sens. Environ.* 115: 76-85.



Christian Ginzler leitet die Gruppe Fernerkundung der Forschungseinheit Landschaftsdynamik. christian.ginzler@wsl.ch

Das LFI wird von der WSL in Zusammenarbeit mit der Abteilung Wald des BAFU durchgeführt. Die WSL ist verantwortlich für Planung, Datenerhebung, Analyse und wissenschaftliche Interpretation, das BAFU für die waldpolitische Interpretation.

La réalisation de l'IFN est un travail de collaboration entre le WSL et la Division Forêts de l'OFEV. Le WSL est responsable de la planification, du relevé des informations, de l'analyse et de l'interprétation scientifique des données, alors que l'interprétation des résultats en terme de politique forestière revient à l'OFEV.

SCHLUSSPUNKT

Nach 14 Ausgaben und neun Jahren ist Schluss: Dies ist die letzte Ausgabe des LFI info. Die bisherigen Reihen werden vom neuen WSL-Magazin "Diagonal" abgelöst. Das Magazin wird aus einem interdisziplinären Schwerpunkt und verschiedenen thematischen Rubriken bestehen. Eine der Rubriken ist jeweils der nachhaltigen Ressourcennutzung gewidmet. Darin informieren wir Sie auch in Zukunft über Neues aus dem Landesforstinventar.

Für Ihre Treue und Ihr Interesse am LFI info bedanken wir uns ganz herzlich und hoffen, Sie bald als Leser oder Leserin des neuen Magazins begrüßen zu dürfen.

Das Angebot www.lfi.ch im Internet wird weiter ausgebaut. Dort finden Sie Informationen zum LFI, Dienstleistungen und Ergebnissen sowie Publikationen. Aktuelles kann unter www.lfi.ch/news/ abgefragt werden.

Neu werden Anfang nächstes Jahr die meisten Ergebnisse auch als Karten dargestellt werden können: www.lfi.ch/resultate/

IMPRESSUM

Redaktion

Simon Speich, WSL
Urs-Beat Brändli, WSL

Layout Simon Speich, WSL

Auflage 3300 Exemplare

Herausgeberin

Eidg. Forschungsanstalt für Wald,
Schnee und Landschaft
Zürcherstrasse 111
8903 Birmensdorf
<http://www.wsl.ch>

