

# Mit Herzblut und Hightech für den Waldboden

Andreas Freuler | Abteilung Wald | 062 835 28 20

**Boden entsteht nur sehr langsam über grosse Zeiträume und gilt somit als nicht erneuerbare Ressource. Waldboden ist Filter, Speicher, Lebensraum und Produktionsgrundlage in einem. Um den Waldboden bei der Waldbewirtschaftung bestmöglich zu schonen, setzen Aargauer Förster auf Hightech.**

Ausbilden, Grundlagen zur Verfügung stellen und Unterstützung anbieten – auf diesen drei Stossrichtungen beruht die Umsetzung des Bodenschutzes im Wald im Aargau. Nach Ausbildungskursen zum Thema Bodenschutz mit dem gesamten Forstpersonal in den Jahren 2010 und 2011 sowie der Erarbeitung von Empfehlungen für den Bodenschutz im Wald und einer Verdichtungsrisikokarte liegt das Hauptaugenmerk nun auf der

Dokumentation und Optimierung der Feinerschliessung mittels GPS und einem Geografischen Informationssystem (GIS).

## **Wissen bewahren**

Waldboden besteht zur Hälfte aus Hohlräumen und Luft und reagiert sensibel auf Belastungen. Um diese Belastungen bei der Waldbewirtschaftung zu vermeiden, verzichten einzelne Forstbetriebe im Aargau weitge-

## **Feinerschliessung**

Bei der Waldpflege werden oft grosse Maschinen eingesetzt. Diese sind effizient und ermöglichen sicheres und bestandschonendes Arbeiten. Die Maschinen arbeiten entweder von der Waldstrasse aus oder auf dafür definierten Rückegassen. Dies sind baumfreie Schneisen. Das System der Rückegassen wird auch als Feinerschliessung bezeichnet. Mit einer geschickten Linienführung können besonders verdichtungsempfindliche Böden gemieden und auf weniger heikle Standorte ausgewichen werden.



Foto: Abteilung Wald

*Bodenprofil in einer Fahrspur: Die graue Verfärbung des Bodens unter der Spur deutet auf eine Störung des Luft- und Wasserhaushaltes hin.*

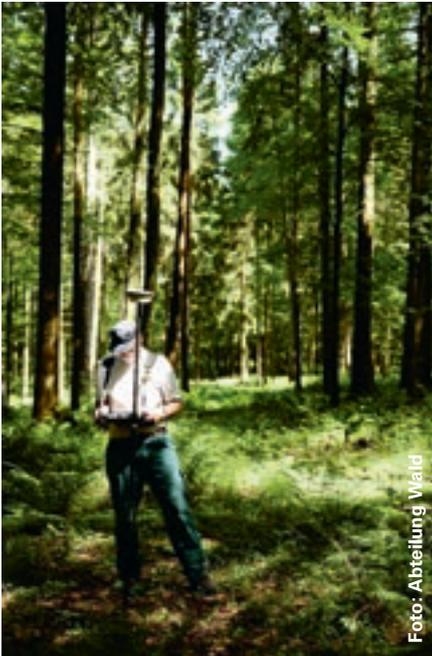


Foto: Abteilung Wald

*Aufnahme einer Rückegasse mittels GPS*

hend auf die Befahrung des Waldbodens. Sie schonen so den Waldboden optimal und nehmen dafür eine aufwändigere Holzernte in Kauf. Mehrheitlich werden Forstmaschinen im Aargau aber auch auf Waldboden eingesetzt. Hier gilt es, die Befahrung auf die kleinstnötige Fläche – also auf optimal angelegte Rückegassen – zu beschränken. Da eine sinnvolle Anlage und die Art der Benützung dieser Feinerschliessung einer der wichtigsten Faktoren für einen erfolgreichen

Schutz des Waldbodens sind, lohnt sich ein Engagement in diesem Bereich besonders. Bereits mit der ersten Überfahrt wird das Bodengefüge verändert. Um flächige Bodenbeeinträchtigungen zu vermeiden, soll eine einmal definierte Feinerschliessung nicht mehr verändert werden. Dementsprechend wichtig ist eine seriöse Planung der Rückegassen. Diese Investition in den Bodenschutz und das Wissen über den Verlauf der Feinerschliessungslinien dürfen bei Stellenwechseln oder Pensionierungen des Forstpersonals nicht verloren gehen. Die Abteilung Wald empfiehlt darum die Digitalisierung der Feinerschliessung und bietet Unterstützung an. Eine Feinerschliessungskarte erleichtert das Auffinden der Fahrlinien bei Zwangsnutzungen oder beim ersten maschinellen Eingriff nach der Jungwuchsphase, wenn Rückegassen und Fahrspuren nicht mehr sichtbar sind.

**Digitalisierung mit GPS und GIS**

In einem grossen Teil des Aargauer Waldes kommen bei der Waldbewirtschaftung Forstmaschinen zum Einsatz. Meist sind dadurch einzelne Rückegassen bereits vorhanden. Oft ist diese Feinerschliessung aber nur für einen einzelnen Eingriff angelegt worden und es fehlt die Verbindung zum angrenzenden Bestand. Steht nun ein grösserer waldbaulicher Eingriff über mehrere Bestände an, kön-

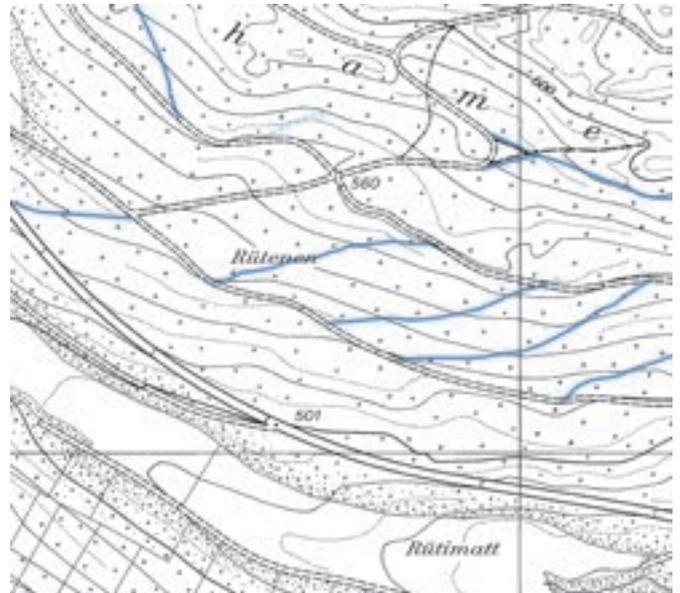
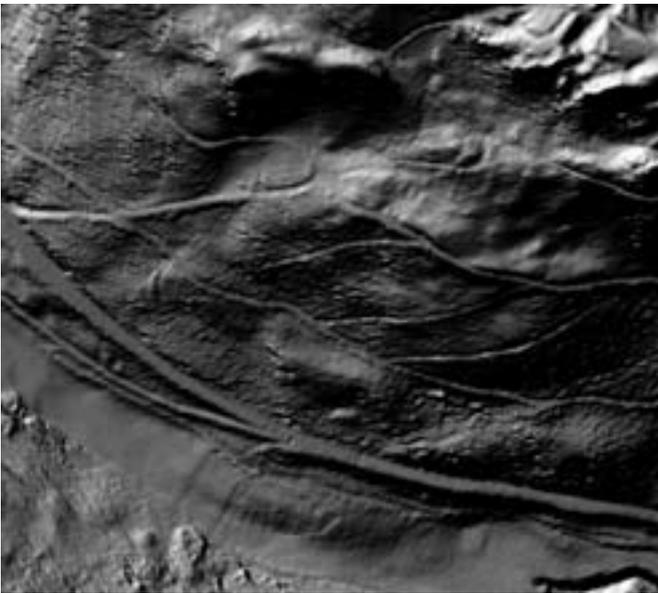
nen diese einzelnen Teilstücke nicht optimal zusammengefügt werden. Bei bereits durchgeführten Feinerschliessungsaufnahmen konnte zudem beobachtet werden, dass in vorgängig noch nicht erschlossenen und erstmalig maschinell bearbeiteten Beständen die Feinerschliessung häufig als erster Schritt der Holzernte direkt mit dem Vollernter definiert wird. Dies geschieht in der Regel ohne Verwendung von Messinstrumenten. Die Folgen können unnötige Kurven, nicht parallele Fahrlinien und ungünstige Abstände zwischen den Rückegassen sein. Der Waldbewirtschafter vergibt damit die einmalige Gelegenheit, seinen Wald durch eine sorgfältige Planung mit einem Minimum an Fahrlinien zu erschliessen.

Die Abteilung Wald verfügt für die Festlegung der Waldgrenzen und zum Vermessen von Vertragsflächen über hochpräzise GPS-Geräte. Über eine Internetverbindung werden Fehler im Satellitensignal mit einem Referenzsignal in Echtzeit korrigiert. Mit einem Programm zur Verarbeitung von Kartendaten (Geografisches Informationssystem, GIS) wird die eigene Position auf der Karte im Feldcomputer angezeigt. In einem Pilotprojekt wurde im Staatswald Habsburg untersucht, ob diese GPS-Geräte auch für die Feinerschliessungsdigitalisierung und -planung verwendet werden können. Dafür wurden auf knapp 160 Hektaren die



*Orthofoto 2011 mit sichtbaren Fahrspuren (links) und deren Darstellung auf dem Übersichtsplan (rechts)*

Kartendaten: AGIS



*Digitales Höhenmodell (Auflösung ein Meter) mit deutlich sichtbaren Maschinenwegen (links) und deren Darstellung auf dem Übersichtsplan (rechts). Insbesondere im steilen Gelände eignet sich diese Methode zur Spurensuche sehr gut.*

Kartendaten: AGIS

vorhandenen Spuren per GPS aufgenommen. Anschliessend wurde mittels GIS das vorhandene Feinerschliessungssystem analysiert und wo nötig ergänzt. Durch die Verwendung des GIS können optimale Abstände und Linienführungen berechnet und gezeichnet werden. Die so ergänzten Rückegassen wurden daraufhin wieder mit dem GPS im Wald abgesteckt und mit Markierspray gekennzeichnet.

Die angestrebte hohe Genauigkeit (Abweichung von unter einem Meter) wird mit der Verwendung der GIS-Daten in einer Sturmfläche oder bei der erstmaligen maschinellen Nutzung nach Räumungen begründet. Es wird davon ausgegangen, dass die bestehende Feinerschliessung in diesen Fällen zu grossen Teilen nicht mehr sichtbar ist. Mit Hilfe genauer GPS-Daten können die Rückegassen wieder gefunden werden. Die geforderte Genauigkeit konnte trotz Abschirmung durch die Bäume meist erreicht werden. Der Aufwand für die Aufnahmen variiert von einer halben Stunde bis zu fünf Stunden pro Hektare und hängt stark von der vorhandenen Feinerschliessung ab: Bei systematischer Anlage, wenig Bewuchs und nur wenig Fläche mit noch fehlender und daher zu planender Feinerschliessung reduziert sich der Aufwand beträcht-

lich. Unkenntnis des Gebietes, unsystematische Befahrung (Lotharflächen), starker Brombeerwuchs und viele Hindernisse (beispielsweise Windwurfstöcke) erhöhen den Aufwand. Aufgrund der geringeren Abschirmung des Satellitensignals im laublosen Zustand eignet sich das Winterhalbjahr besser für die Aufnahmen. Dieser Zeitraum ist aber vom Arbeitsvolumen her für die Forstleute nicht ideal. Der Einfluss des Laubes auf den Aufnahmearbeit ist zudem geringer als erwartet.

Durch die Verwendung des GIS und des in Echtzeit korrigierten GPS-Signals bietet das Gerät insbesondere bei der Neuerschliessung grosse Vorteile gegenüber herkömmlichen Arbeitsmethoden mit Kompass und Jalon (Fluchtstäben). So kann die Planung direkt vor Ort im Wald dem Gelände und allfälligen Hindernissen angepasst werden und am Schluss der Arbeit ist die Feinerschliessung bereits digital dokumentiert. Interessierte Förster werden in der Handhabung des Gerätes instruiert und dokumentieren ihre Feinerschliessung mit grossem Einsatz selbstständig. Auf diese Weise haben Aargauer Förster bis jetzt auf rund 4700 Hektaren Wald die Feinerschliessung mit GPS und GIS fertig geplant, dokumentiert und markiert.

### Fernerkundung von Fahrspuren

Für den Aargau stehen 11 flächendeckende, entzerrte und verortete Luftbilder (Orthofotos) von 1994 bis 2013 zur Verfügung. Zwei dieser Orthofotos (2011 und 2013) wurden im laublosen Zustand erstellt. Hinzu kommen diverse regionale Orthofotos. Auf diesen Aufnahmen sind immer wieder Fahrspuren sichtbar, welche digitalisiert werden können.

Auf dem ebenfalls für den ganzen Kanton verfügbaren digitalen Höhenmodell mit einer Auflösung von einem Meter sind ebenfalls einzelne Rückegassen sichtbar. Insbesondere Maschinenwege in Hanglagen sind deutlich zu erkennen und können ebenfalls direkt digitalisiert werden.

Diese «Fernerkundung» wird von der Abteilung Wald als Vorarbeit geleistet und die gefundenen Spuren auf das GPS-Gerät geladen. Der Waldbewirtschafter überprüft dann im Zuge der restlichen Aufnahmen, ob es sich bei diesen Spuren tatsächlich um Rückegassen handelt und ob diese zum Feinerschliessungssystem gehören. Vor allem bei den Maschinenwegen im ansonsten wenig erschlossenen Gelände kann er dies mit seiner Lokalkennntnis oftmals auch vom Büro aus erledigen. Mit Hilfe dieser Vorarbeit kann der Aufnahmearbeit nochmals reduziert werden und der

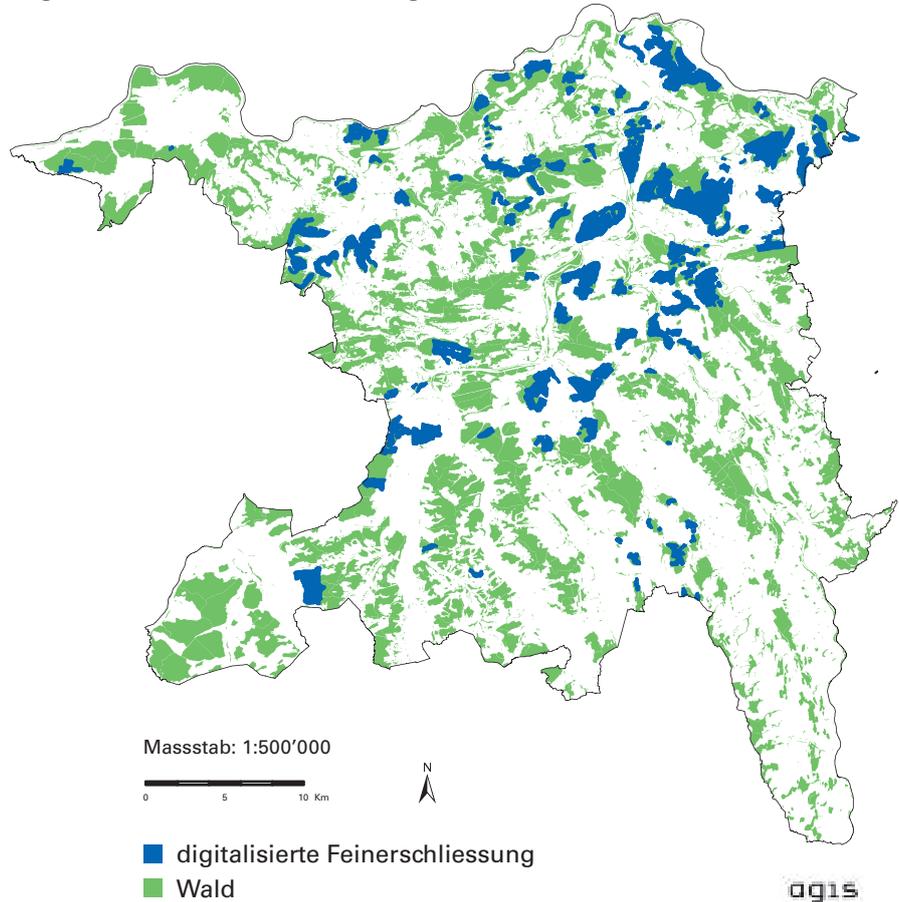
Waldbewirtschafter benötigt so nur noch eine halbe Stunde pro Hektare für die Aufnahme.

Zusätzlich zur Digitalisierung per GPS werden bereits vorhandene, qualitativ hochwertige Feinerschliessungspläne auf Papier eingescannt, in die digitalen Karten eingepasst und die Rückegassen unter Berücksichtigung der Orthofotos und des digitalen Höhenmodells im GIS nachgezeichnet. Zusätzlich zu den mit GPS dokumentierten Rückegassen konnte so bisher auf weiteren rund 1800 Hektaren Wald die Feinerschliessung digitalisiert werden. Insgesamt ist die Feinerschliessung im Aargau somit auf 6500 Hektaren oder gut 13 Prozent der Waldfläche digital erhoben worden.

### Verwendung der Daten

Nebst der Möglichkeit der Feinerschliessungssuche per GPS in Ausnahmesituationen (beispielsweise nach einem Sturmereignis) zum Schutz des Bodens bringt die digitalisierte Feinerschliessung auch im Alltag einen klaren Vorteil. Die Aargauer Förster führen ihre Bestandeskarten digital auf einer vom Kanton zur Verfügung gestellten Online-GIS-Applikation (BKOnline). Die digitalisierten Feinerschliessungsdaten werden durch die Abteilung Wald bereinigt und ebenfalls auf diese Plattform geladen. Mit diesen Daten kann mit wenigen Klicks eine automatisierte Holzschlagsskizze oder ein Plan für einen Arbeitsauftrag inklusive angepasster Notfallplanung gemäss SUVA erstellt werden. Der Förster generiert also mit seinem Einsatz bei der Feinerschliessungsdigitalisierung zusätzlich zur Sicherung dieser Daten bei Stellenwechseln, Zwangsnutzungen und Räumungen auch einen Mehrwert im Alltag.

### Digitalisierte Feinerschliessung



*Bereits auf 13 Prozent (6500 Hektaren) der Waldfläche wurde die Feinerschliessung digitalisiert.*