

# Bodenschutz und effiziente Holzernte Hand in Hand

Andreas Freuler | Abteilung Wald | 062 835 28 20

**Für eine bodenschonende und effiziente Waldbewirtschaftung werden Rückegassen angelegt. Doch wie können digital erfasste, aber draussen nicht (mehr) sichtbare Rückegassen für die Holzernte gefunden und aufgearbeitet werden? Eine mögliche Variante zeigte ein Versuch im Sommer 2017 im Aargauer Staatswald – initiiert von einem innovativen Aargauer Forstunternehmer.**

Bei der Pflege des Waldes und bei der Holzernte bewegen sich Holzernemaschinen entweder auf den Waldstrassen oder auf speziell dafür ausgewiesenen Fahrlinien, den Rückegassen. Dieses sogenannte Feinerschliessungssystem und ein den Witterungsverhältnissen angepasster Maschineneinsatz reduzieren Schäden am Waldboden.

## Hochpräzise Technologien

Die Feinerschliessung wird dauerhaft bestimmt und jeweils für alle weiteren Eingriffe benutzt. Nach Sturmer-

eignissen oder auch nach jahrzehntelangen Verjüngungsphasen ohne Holzernte sind die Rückegassen teilweise kaum mehr auffindbar. Auch bei Personalwechseln kann das Wissen über deren Verlauf verloren gehen. Aus diesen Gründen unterstützt die Abteilung Wald die Forstbetriebe seit 2009 bei der Digitalisierung der Feinerschliessung. Ursprünglich wurden die Rückegassen mit einem hochpräzisen GPS im Gelände erfasst. Seit 2014 verfügt der Kanton Aargau über ein hochaufgelöstes Terrainmodell, das einen

Grossteil der Rückegassen am Bildschirm sichtbar macht. In diesem Fall dient das GPS draussen der Ergänzung und der Kontrolle der im Büro digitalisierten Rückegassen (siehe auch UMWELT AARGAU Nr. 66, November 2014, «Mit Herzblut und High-tech für den Waldboden» sowie Sondernummer 45, November 2015 «Spurensuche im virtuellen Wald»). Mittlerweile ist die Feinerschliessung auf knapp 15'000 Hektaren dokumentiert. Dies entspricht 38 Prozent des öffentlichen Waldes im Kanton Aargau.

## Wie findet man bereits digitalisierte Rückegassen?

Auf den grossen Verjüngungsflächen, die während und nach dem Orkan Lothar 1999 entstanden sind, stehen nun erste Pflegeeingriffe mit Holzentnahmen an. Dies ist auch im Gebiet Hard



Das GPS wurde hinter der Kabine des Vollernters der Firma Wiss AG angebracht.

im Staatsforstbetrieb Aare-Rhein der Fall. Im Sommer 2017 sollten dort die rekonstruierten Rückegassen ausgeholzt und das anfallende Holz verwertet werden. Im Normalfall werden solche Rückegassen zu Fuss mit dem GPS aufgesucht, mit Spray markiert und dann ausgeholzt. In diesem Fall war eine minimale Markierung von den Rekonstruktions- und Digitalisierungsarbeiten im Vorjahr vorhanden,

aber bereits nicht mehr gut sichtbar. Der Maschinist muss in solchen Fällen immer wieder aussteigen, um den weiteren Verlauf der Rückegasse zu verifizieren. Der mit dem Auftrag beauftragte Forstunternehmer hatte darum die Idee, ein GPS auf dem Vollernter zu montieren und so die digitalisierten Rückegassen zu finden und aufzuarbeiten.

Eingesetzt wurde ein GPS der Abteilung Wald, bestehend aus einem Empfänger, einem Tablet mit einer GIS-Software (Kartenverarbeitungssoftware) und einer SIM-Karte zum Empfang des GPS-Korrekturdienstes. Die eingesetzten Geräte und Softwares ermöglichen bei guten Bedingungen eine Positionsbestimmung mit 10 Zentimetern Genauigkeit. Der GPS-Empfänger wurde zu seinem Schutz hinter der Kabine und knapp unterhalb des Kabinendaches angebracht. Über Bluetooth wurden die GPS-Signale auf das Tablet in der Kabine übertragen und dort die Position in Echtzeit korrigiert und im GIS dargestellt.

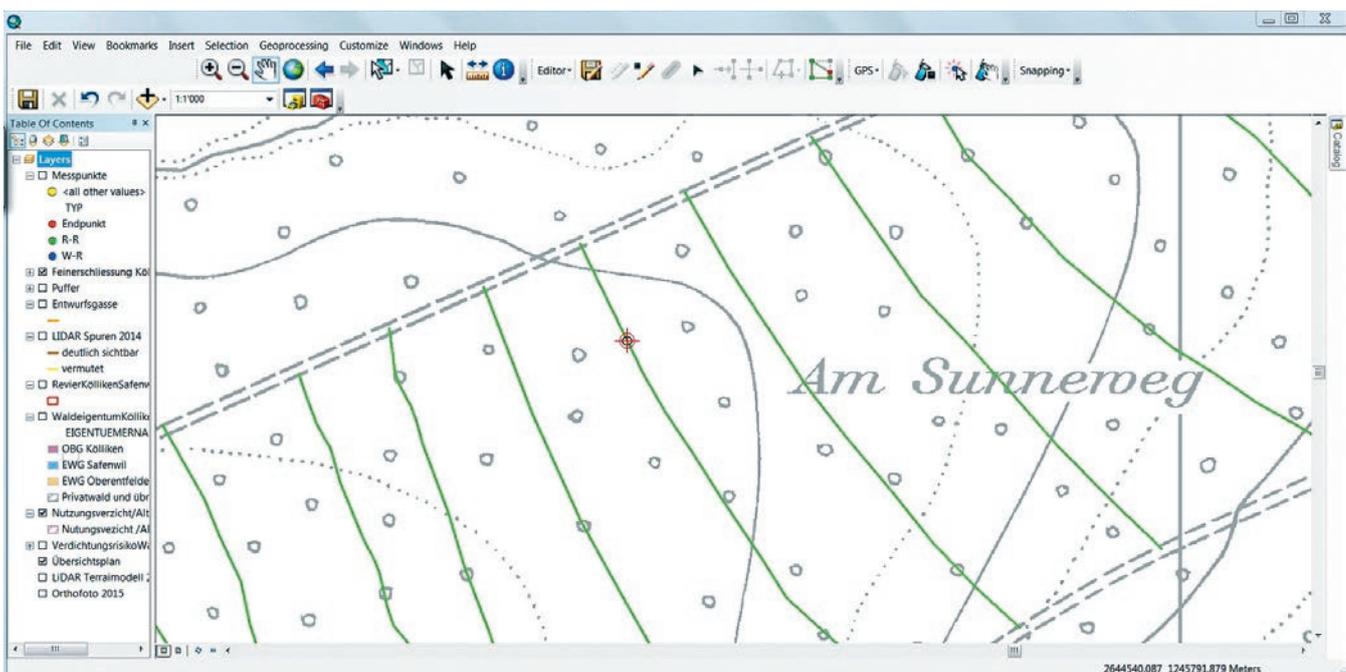
Der verwendete Vollernter ist mit einem Fäller-Bündler-Aggregat ausgerüstet. Das heisst, der Maschinist kann mehrere – insbesondere auch kleine –

Bäume absägen und festhalten, ehe er dieses Bündel neben der Rückegasse in den Bestand ablegen muss. Beim Ausholzen einer Rückegasse mit typischerweise vielen kleinen Bäumen bedeutet dies eine grosse Effizienzsteigerung gegenüber einem herkömmlichen Fällaggregat, bei welchem jeder Baum einzeln gefällt, verarbeitet und abgelegt werden muss.

### Positive Erfahrungen

Obwohl die Arbeiten während der Vegetationsperiode ausgeführt wurden, konnte eine hohe Positionsgenauigkeit erreicht werden. Während der Vegetationsperiode schirmt das Laub der Bäume den Himmel ab und beeinträchtigt damit den Empfang der Satellitensignale. Auf den Waldstrassen lag die von der GPS-Software berechnete Positionsgenauigkeit in der Regel bei den maximal möglichen 10 Zentimetern, im Bestandesinnern meist bei wenigen Dezimetern. Dies ist vergleichbar mit den Erfahrungen der GPS-Aufnahmen zu Fuss und für Arbeiten dieser Art ausreichend. Die Gasseneinfahrten konnten so problemlos gefunden werden. Auch im Bestandesinnern reicht die Genauigkeit

**GPS im Wald**  
GPS-Messungen in der Landwirtschaft sind bereits weit verbreitet und ermöglichen beispielsweise zentimetergenaue Feldbewirtschaftung (Precision Farming). Im Wald wird ein Teil der Satellitensignale von den Bäumen reflektiert und abgeschirmt. Dies führt zu wesentlich schwierigeren Bedingungen für präzise Messungen. Durch die Verwendung eines Korrekturdienstes und den Einsatz von hochwertigem Equipment sind aber auch im Wald Messungen mit Abweichungen von weniger als einem Meter möglich.



Die Position des Vollernters erkennt man am roten Fadenkreuz. Die grünen Linien sind die digitalisierten Rückegassen.

Quelle Hintergrundkarte: AGIS



Foto: AW

Sicht aus der Vollernterkabine: Auf dem Tablet rechts sieht der Maschinist die Rückegassen und seine Position.

### Vollmechanisierte Holzernte

Ein Vollernter fällt Bäume, entastet diese und zersägt den Stamm in die gewünschten Längen. Die Stammstücke gruppiert er vorsortiert entlang der Rückegasse bzw. der Waldstrasse. Anschliessend lädt der Forwarder dieses Holz auf und stapelt es an der Waldstrasse für den Lastwagen zu einem Holzpolter auf. Diese Art der Holzernte wird als vollmechanisiert bezeichnet und bietet die grösstmögliche Arbeitssicherheit und Effizienz. Wird der Fällvorgang mit der Motorsäge «von Hand» gemacht, spricht man von teilmechanisierter Holzernte.

aus, um der Gasse folgen zu können. Da das GPS mindestens fünf Meter hinter dem Fällaggregat positioniert ist, braucht der Maschinist einige Meter «Vorlaufzeit» um zu sehen, ob er präzise in die gewünschte Richtung fährt. Es ist darum von Vorteil, wenn zumindest die ersten Meter einer Rückegasse angezeichnet sind. Eine Montage des GPS-Empfängers weiter vorne an der Maschine (ideal wäre eine Position nahe am Fällaggregat) könnte dieses Problem lösen, würde aber eine stabilere Konstruktion des Empfängers oder einen stabilen Schutzkäfig für das Gerät bedingen.

Der Maschinist konnte dank der Verwendung des GPS auf die aufwändige Suche des Gassenverlaufs zu Fuss verzichten und so effizienter arbeiten. Bei der anspruchsvollen Vollernterarbeit ist es wichtig, dass das GPS nach dem Einschalten keine weitere Bedienung mehr erfordert. Die Übertra-

gung der Empfängersignale per Bluetooth stellte auch durch das Schutzglas der Kabine hindurch kein Problem dar. Das Steuern des Fahrzeuges entlang einer Linie auf dem Bildschirm war für Tobias Wiss, den Maschinisten, zwar ungewohnt, aber nach kurzer Einarbeitungszeit mit hoher Präzision umsetzbar.

### Zukunftsträchtige Methode

Nebst der genauen Navigation kann mit dem GPS auch kontinuierlich die Position gemessen werden. Auf diese Weise kann während der normalen Holzerntearbeit mit einem Forstfahrzeug gleich die Feinerschliessung digitalisiert werden. Der Versuch zeigte, dass bereits eine einzelne Überfahrt sehr gute Daten liefert. Wird das GPS künftig auch bei den nachfolgenden Rückearbeiten am Fahrzeug befestigt, erhält man sehr genaue Informationen zum Verlauf der Rückegas-

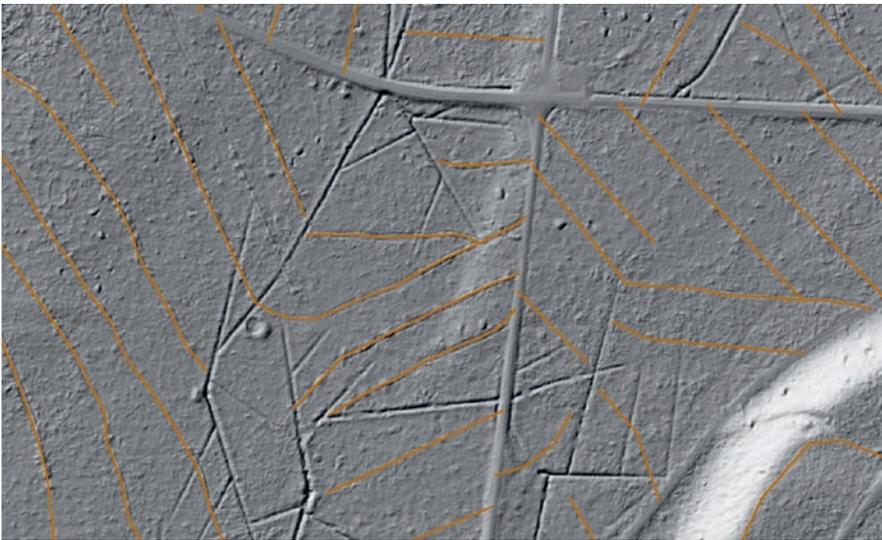
sen. Die so erhaltenen Linien aus den Punkten der GPS-Messungen können zusätzlich mit dem im Aargau vorhandenen hochpräzisen Terrainmodell verglichen werden. Die darauf teilweise ersichtlichen Fahrspuren in Kombination mit der GPS-Punktlinie ergibt dann die definitiv benützte Feinerschliessung.

Das GPS auf der Forstmaschine ermöglicht also einerseits das Auffinden einer bereits digitalisierten, aber aktuell schlecht sichtbaren Feinerschliessung, andererseits kann damit die Digitalisierung einer bestehenden Feinerschliessung vereinfacht werden. Beides sind wichtige Elemente des physikalischen Bodenschutzes im Wald. Gleichzeitig erhöhen solche technischen Weiterentwicklungen die Effizienz der Holzernte. Eine Massnahme zum Schutz des Waldbodens führt somit direkt zu tieferen Holzernstekosten.

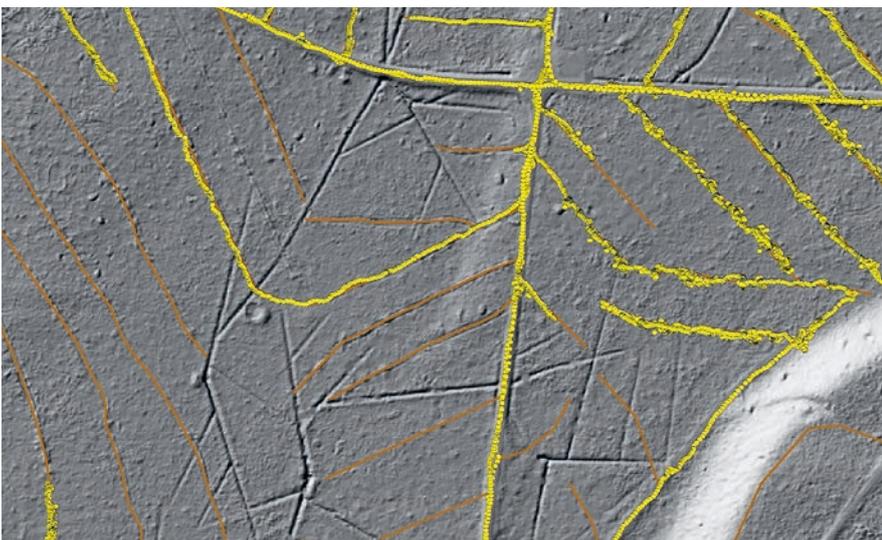
## LiDAR-Terrainmodell und digitalisierte Rückegassen



Die feinen, doppelten Linien kennzeichnen sichtbare Fahrspuren, die dicken, dunklen Linien Entwässerungsgräben und die glatten, breiten Linien Strassen.



Hier sind die digitalisierten Rückegassen als braune Linien sichtbar.



Neben den braunen Rückegassen erkennt man hier auch noch die GPS-Aufnahmepunkte des Vollernters (gelbe Punkte). Der Praxistest zeigte, dass die Positionspunkte des Vollernters gut mit den digitalisierten Rückegassen und dem LiDAR-Terrainmodell übereinstimmen. Quelle Hintergrundkarte: AGIS