

Aus der Forschung

Öko-Controlling im Maschineneinsatz – oder: Wie man Leistung steigert, ohne der Umwelt zu schaden.

Heribert Jacke

Im November 1998 stellten Prof. Matthies und seine Kollegen vom Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik im KWF-Stammhaus ein Projekt vor, das es der forstlichen Praxis gestatten könnte, ökologisch sinnvolle Entscheidungen bei der Wahl von ökonomisch zwingenden Arbeitsverfahren zu treffen.

Öko-Controlling?

Schon wesentlich länger ist bekannt, dass unterschiedliche Böden mit unterschiedlichen Wassergehalten durch unterschiedliche Radlasten, die darüber hinwegbewegt werden müssen, unterschiedlich, schlimmstenfalls sogar nachhaltig geschädigt werden. Das seinerzeit vorgestellte Projekt hatte (und hat) zum Ziel, letzteres zu vermeiden oder aber zumindest die Schäden deutlich zu begrenzen.

Begrenzen können wir auf Flächen, die zur Holzproduktion bestimmt sind, derartige mögliche Schäden nur nach einer Vorgabe, die da lautet

- es geht unter bestimmten Auflagen bzw. Bedingungen oder
- es geht temporär überhaupt nicht, weil der Wassergehalt für die dominierende Bodenart zu hoch ist.

Ist es nun möglich, derartige Auflagen nicht nur zu formulieren, sondern ihre Einhaltung gleichsam zu verfolgen, so nennt man eine so geartete Begleitung eines technisch produktiven Arbeitsprozesses – nicht mehr nur in der Wirtschaftstheorie – „CONTROLLING“ – und eben das ist es, was das in München angedachte Projekt anstrebt und was es für die Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalens so interessant erscheinen ließ, dass sie für dort dominierende Standorttypen diese Lösung in Auftrag gab.

Maschinenleistung und Reifenwahl

Nach der Definition des ökologisch sinnvollen Controllings soll nun versucht wer-

den, aus dem technischen Aspekt die daraus herleitbare Leistungssteigerung zu begründen.

Eine über Räder oder Gleisketten angetriebene Maschine, die sich im Sinne eines Arbeitsauftrages unter gegebenen topographischen Verhältnissen im Walde bewegen soll, muss eine Zugkraft oder besser: eine Traktion aufbringen, die ihr eben dies gestattet.

Diese Traktion einer prinzipiell motorgetriebenen Maschine hängt – außer von der Leistungsfähigkeit des Maschinenantriebs – von fünf Parametern ab. Wir betrachten zunächst vier.

1. die Haftreibung zwischen Reifen und Untergrund
2. die mögliche (grundsätzlich unerwünschte, aber nicht immer zu umgehende) Gleitreibung, die zwischen dieser Materialpaarung auftreten kann
3. die Formschlusskapazität zwischen Reifenprofil und Fahrbahn
4. der bei der Bewegung zu überwindenden Abrollwiderstand, häufig auch Rollreibung genannt.

Diese von der Kontaktflächenpaarung geprägten Einflüsse werden letztendlich realisiert von einer Kraft, die eben diese Flächen aufeinanderdrückt. Es ist dies die auf eine Achse wirkende Gewichtskraft, oder – aus dem Aspekt der Masse – die Achslast.

Will man das ganze – ein wenig abstrakt, aber physikalisch korrekt – formalisieren, so lautet die Traktionsgleichung



Forsttechnische Informationen

Fachzeitschrift für Waldarbeit und Forsttechnik
D 6050

Inhalt

Aus der Forschung

Öko-Controlling im Maschineneinsatz; H. Jacke
Bodenmechanische und bodenphysikalische Ergebnisse; D. Matthies und J. Kremer
Ist GPS geeignet um Befahrungen schwerer Holzerntemaschinen auf Rückegassen zu dokumentieren; J. Hamberger

Ein Informationssystem für den bodenschonenden Einsatz von Forstmaschinen; M. Ziesak

Messebericht

Umweltfreundliche Maschinenteknik; B. Hauck

Personelles

<http://www.kwf-online.de>

5+6 / 99

der angetriebenen Fahrzeugachse bei gegebenem Drehmoment am Endabtrieb

$$F_t = m_A \cdot (\mu_0 + \mu + \mu_F - \mu_R)$$

In der Formel bedeuten:

- F_t Traktionskraft
 m_A Achslast (bzw. senkrecht auf den Untergrund wirkende Gewichtskomponente)
 μ_0 Koeffizient der Haftreibung
 μ Koeffizient der Gleitreibung
 μ_F Koeffizient des Formschlusses
 μ_R Koeffizient der Rollreibung (des Rollwiderstandes)

Die die Traktion positiv beeinflussenden Koeffizienten fasst man zuweilen auch unter dem Begriff 'Kraftschlußbeiwert' zusammen und kürzt diesen z. B. mit μ_K ab. Für den Rollwiderstand gilt ceteris paribus, dass er mit dem Durchmesser eines Rades sinkt.

$$F_t = m_A \cdot (\mu_K - \mu_R)$$

Blicken wir auf die derart vereinfachte Formel, so schließen wir Zweierlei:

1. Eine Traktion kann nur realisiert werden, wenn der Kraftschlußkoeffizient den Rollwiderstand übertrifft
2. Ist das der Fall, so steigt die Traktionsfähigkeit (bei ausreichender Motorisierung) mit der Gewichtskraftkomponente über der angetriebenen Achse bzw. über den angetriebenen Achsen, mit anderen (und ökologisch gar nicht angenehm klingenden) Worten: wer viel bewegen will, muß viel Masse auf den Boden bringen.

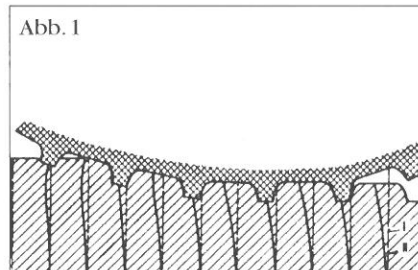
Die Tabelle gibt exemplarisch einen Überblick zu den Größen dieser Koeffizienten. Man nutzt solche Zirkawerte zuweilen, um bei der Konzeption neuer Antriebsvarianten verschiedene Szenarien zu simulieren. Es wird deutlich, dass es unter den eher typisch forstlichen Einsatzverhältnissen gar nicht gelingen kann, viel mehr als die Hälfte des Traktionsvermögens – im wahrsten Sinne des Wortes – auf den Boden zu bringen!

Wir können uns mit diesen Detail-

kenntnissen zwischenzeitlich fragen, wie wohl die Motorkraft eines Autos am besten auf eine trockene Betonfahrbahn übertragen werden kann. Die Antwort ist, wenn man auf die Formel der Traktion blickt, relativ einfach zu geben:

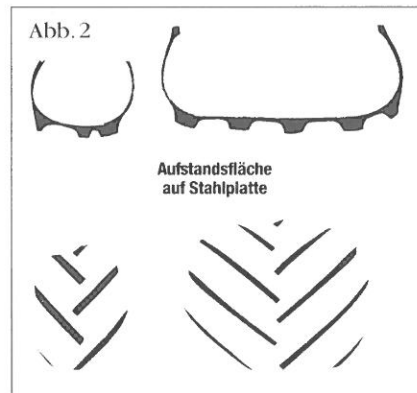
Der optimale Formschluss ist in diesem Falle der Verzicht auf jegliche Profilierung. Der Reifen sollte für ordentliche Reibungswerte hinreichend breit und

Abb. 1



aus gut haftender Mischung sein. Der Rad-Durchmesser ist möglichst groß zu konzipieren, um den Rollwiderstand gering zu halten. Diese Ergebnisse sind weder revolutionär noch neu: wir finden sie seit langem beim Blick auf Rennreifen für trockene Bedingungen bestätigt.

Abb. 2



Wie aber sieht eine entsprechende Empfehlung für plastischen Untergrund, für typisch forstliches Gelände aus? Völlig anders!

Der Reifen unseres Rades benötigt ein Profil, das es ihm erlaubt, sowohl auf Reisig und auf Stöcken Fahrwiderstand zu erzeugen, ein Profil, das sich im plastischen Untergrund geeignete 'Start-

lfd. Nr.	Kontaktfläche	Kraftschluss Rad ¹⁾	Rollwiderstand Rad ²⁾
1	Beton	0,8 ... 1,0	0,01 ... 0,02
2	Asphalt, Makadam	0,7 ... 0,9	0,01 ... 0,04
3	Pflaster	0,7	0,01 ... 0,03
4	Schotter (gewalzt)	0,8	0,02 ... 0,04
	Erdweg (gewalzt) aus		
5	-> Lehm	0,8	0,03 ... 0,06
6	-> lehmig-sandigem Substrat	0,7	0,04 ... 0,05
7	-> Schwarzerde	0,6	0,05 ... 0,06
8	Erd-, Sandweg (ungewalzt)	0,3 ... 0,5	0,05 ... 0,30
9	Schneedecke, festgefahren	0,3 ... 0,5	0,03 ... 0,05
10	Eis	0,1	0,02 ... 0,03
11	Sumpf, Schlamm		0,25
12	Wiese	0,5 ... 0,7	

¹⁾ für nasse Fahrbahnen Minderung auf 70...80%, für nasse Erdwege auf nur 40...60%

²⁾ für nasse Fahrbahnen ca. 10%, für schneebedeckte Bahnen 20...30% höher

Tabelle 2: Kraftschluss- und Rollreibungskoeffizienten für Luftgummibereifung auf unterschiedlichen Kontaktflächen (Auszug PAMPEL: Holztransport, Berlin 1981)

blöcke' formt (siehe Abb.1), und das sich selbst rasch reinigt: der Formschlussbeiwert steigt.

Der Reifen mit eben diesem Profil benötigt eine große Aufstandfläche, um die Haftreibung optimal zu nutzen, also Schlupfverluste gering zu halten: Breitreifen (s. Abb.2) sind gefragt, die es zusätzlich gestatten, mit einem geringen Fülldruck zu fahren: auch die Gleitreibungskomponente steigt.

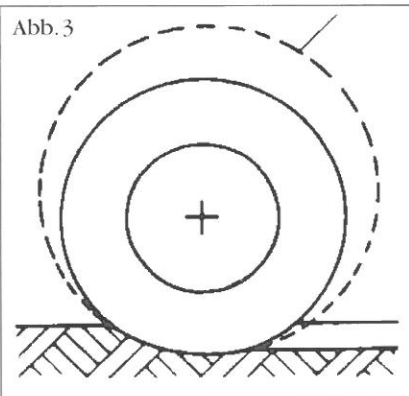
Der geringere Fülldruck führt auf plastischen Böden zu einer imaginären, aber physikalisch wirksamen Vergrößerung des Raddurchmessers (s. Abb.3): der Rollwiderstand sinkt.

Leistungssteigerung und Schutz der Umwelt aus einer Konsequenz!

Man beachte bei dieser Reflexion folgendes: die Empfehlung zur optimalen Traktionsnutzung, zur (vom Motor unabhängigen) Leistungssteigerung der Maschine ist – und eine solche Koinzidenz findet man selten – identisch mit den Forderungen der Bodenökologen: eine breite Bereifung, die mit geringem Fülldruck gefahren wird, verteilt bekanntermaßen die Gewichtskraft über der Achse auf eine größere Kontaktfläche – und gleiche Kraft, wirkend auf eine größere Fläche, bedeutet Verringerung des Drucks, Verringerung des Schädigungspotentials.

Die so bieder aussehende Formel der Traktion von Maschinen birgt in sich das gesamte Öko-Controlling-Potential: die 'Beiwertklammer' umreißt die Radkomponente, die mit ihr zu multiplizierende Achslast deutet auf das Kaliber der Maschine, das letztlich auf den beabsichtigten Arbeitsauftrag abgestimmt sein sollte. Den Bodendruck – und damit die Boden-

Abb. 3



schäden – senkt man mit der geringeren Achslast und/oder mit der geeigneten Bereifung.

Der Controller hilft dem Betreiber einer Maschine, seine Leistung zu steigern, ohne dabei der Umwelt zu schaden.

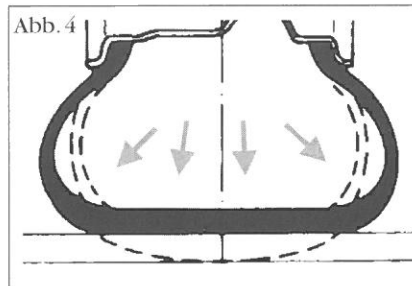
Die Sache mit dem Reifenfülldruck

So weit – so gut. Die Argumentationskette ist schlüssig. Aber: auch die forsttechnischen Belangen aufgeschlossen gegenüberstehenden Bodenkundler koppeln ihre Gefährdungsempfehlungen bis-

lang an den Kontaktflächendruck: für verbreitete Bodentypen stehen Grenzwerte im Raum, deren Einhaltung durch die Fülldruckempfehlungen der Reifenhersteller mit beeinflusst werden. Und diese Empfehlungen müssen uns vor dem Hintergrund diskutierter Kontaktflächendruckgrenzwerte zu denken geben.

Warum? Wir veranschaulichen uns das an einem banalen Gedankenexperiment.

Wenn wir einen Luftballon auf eine Tischplatte legen und ihn durch den



Druck der Hand belasten, so steigt der Innendruck, der Fülldruck des Ballons, weil wir sein Volumen verkleinern. Theoretisch könnte man ihn fast platt drücken, irgendwann stiege dabei aber der Innendruck über die Materialbelastungsgrenze der dünnen Gummischicht und der Ballon platze.

Der Druck ist nun aber an jeder Stelle im Inneren des Ballons unter der gegebenen Belastung gleich groß – auch auf seiner Unterseite. Und dort muß er – bei dieser dünnen Gummischicht – nahezu identisch sein mit dem Kontaktflächendruck zwischen Ballon und Tisch.

Nun stellen wir uns vor, wir verwendeten für denselben Versuch einen härteren Gummiball, den wir zuvor mit einem Fülldruck von 3 bar beaufschlagt hätten. Wiederum wirkte auf ihn eine den Ball verformende Belastung: der überall im Ball vergrößerte Innendruck wird auch an die Tischplatte weitergereicht, aber die Stabilität seiner Hülle bewirkt, dass dort der Druck deutlich höher liegt als in der Ballblase.

Nun abstrahieren wir zum Reifen (s. Abb.4), den wir mit einem Druck von x bar oder dem 100 fachen an kPa bei geliftetem Schlepper aufgepumpt haben. Senken wir den Schlepper ab, deformiert der Reifen. Je fester seine Karkasse, desto weniger verringert sich sein Volumen, die Achsbelastung läßt den Innendruck wachsen und unter dem Reifen gilt wiederum: der Kontaktflächendruck muß größer sein, als sein aktueller Fülldruck. Je stabiler die Karkasse, je größer das Ply-Rating, desto höher die stets positive Druckdifferenz zwischen Füllung und Kontaktfläche.

Die Fülldruckempfehlungen der Reifenhersteller sind – vorsichtig ausgedrückt – beachtlich: man möchte sich (nachvollziehbar!) hinsichtlich Felgenhaftung und Flankenverletzung stets auf der sicheren Seite wissen. Der Maschinenbetreiber tut gut daran, diese Empfehlungen zu befolgen, will er nicht Ge-

fahr laufen, Garantieansprüche zu riskieren. Wenn aber der Reifeninnendruck schon höher gewählt werden muss, als anscheinend akzeptable Belastungs-Kontaktflächendrucke für verbreitete Ober-



Abbildung 5

bodenarten, dann wird auch intensives Öko-Controlling sehr häufig ohne Wirkung bleiben müssen.

Wir dürften hiernach jedenfalls noch weit entfernt sein von werbewirksamen und plakativen Effekten, wie es das letzte Bild (Abb. 5) vorgaukelt: dass nämlich der Kontaktflächendruck bei richtiger Wahl des Reifens vom Druck des Fußes eines normalgewichtigen Menschen eher übertroffen wird! Oder?

Ermittlung des Kontaktflächendrucks bisher korrekt?

Die Lage ist so hoffnungslos nicht, wie es die letzten Reflexionen des vorigen Abschnittes nahezulegen scheinen. Die experimentelle Ermittlung des Kontaktflächendrucks ist letztendlich noch schwieriger, als seine näherungsweise Berechnung, und der oben dargelegte Zusammenhang zwischen Reifenfülldruck und Kontaktflächendruck ist zwar einerseits trivial, andererseits nicht „landläufig bekannt“. Demnach bleibt auch die Frage offen, wie man seitens der Bodenkundler jene Grenzdrucke gemessen oder berechnet hat, die zu den bisher diskutierten Befahrungsempfehlungen geführt haben.

Auch vor diesem Hintergrund kann die Kooperation der Forstverwaltung NRW's mit dem Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der Universität München noch dazu beitragen, grundlegende Fragen der forstlichen Praxis a) in ein gebührendes Licht zu rücken, b) einer gesicherten Erkenntnis näher zu bringen: eine – wie wir meinen – Investition, die sich lohnt!

Autor:

Dr. Heribert Jacke
Dezernat 42
Waldarbeitsschule,
Forsttechnik und Forstökonomie
LÖBF/LAFAO
Alter Holzweg 93
59755 Arnsberg

Aus der Forschung

Bodenmechanische und bodenphysikalische Ergebnisse im Rahmen des „Informationssystems zum bodenverträglichen Forstmaschineneinsatz“

D. Matthies und J. Kremer

Im Rahmen des KWF-Workshops im Herbst 1998 wurden erste Ergebnisse der aktuellen Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen vorgestellt.

Einleitung

In einem Workshop zum Thema „Ein Informationssystem zum bodenverträglichen Einsatz von Forstmaschinen“, der im Herbst 1998 am KWF stattfand, wurden erste vorläufige Ergebnisse eines Befahrungsexperimentes zum Bereich Bodenphysik und Bodenmechanik vorgestellt. Die Arbeiten sind mittlerweile abgeschlossen und noch ergänzt worden. Eine Fortführung, ebenfalls finanziert durch die Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen (LÖBF), erfolgt in Form eines weiteren Befahrungsexperimentes im Sommer dieses Jahres.

Bei einer Analyse der augenblicklich existierenden, forstlichen Bodenschutzkonzepte aller Bundesländer hat sich herauskristallisiert, daß der Bodenschutz beim Maschineneinsatz mit Hilfe dieser Handlungsanweisungen nur unzulänglich umsetzbar ist. Dies liegt insbesondere in der unzureichenden Berücksichtigung der wesentlichen Kontrollfaktoren „maschinenabhängiger Bodendruck“ und „boden-, sowie wassergehaltsabhängige Strukturstabilität“ begründet. Die daraus resultierenden Unsicherheiten in der Prognose der zu erwartenden Bodenveränderungen erfordern im Prinzip ein sehr weit ausgelegtes Vorsorgeprinzip, was

letztlich in eine unverhältnismäßige Restriktion des Maschineneinsatzes münden kann. Diese Sachlage und der diesbezüglich mittlerweile hohe wissenschaftliche Kenntnisstand führte zu der Überlegung, ob es nicht möglich sei, durch Einsatz moderner Informationstechnologie eine treffsichere und einfach handhabbare Entscheidungshilfe zu entwickeln, die alle wesentlichen Einflußgrößen individuell verschneidet und damit einen hohen Zielerreichungsgrad in der Prognose gewährleistet.

Die Aufgabe des bodenkundlichen Teils des Informationssystems bestand darin, für einen gegebenen forstlichen Standort (Bodenart) und den technischen Parametern der für die Maßnahme vorgesehenen Maschine einen „maximal tolerierbaren Wassergehalt“ zum Zeitpunkt des Maschineneinsatzes vorzugeben. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß eine umfassende wissenschaftliche Präsentation der Ergebnisse dieser Studie an anderer Stelle zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen wird.

Versuchsanordnung und Meßkonzept

Am Versuchsstandort „Rumbeck“, FoA Arnsberg, wurde ein großangelegter Befahrungsversuch durchgeführt. Auf insgesamt 32 Teilflächen wurden das Ma-

schinengewicht, der Reifeninnendruck, und der Wassergehalt variiert. Die nachfolgende Aufstellung gibt die Einzelvarianten wieder, die alle miteinander kombiniert zur Untersuchung kamen:

Beladungszustand:

4 Stufen: leer, 1/3 Last, 2/3 Last, Volllast

Reifeninnendruck:

2 Stufen: 1,0 bar und 2,5 bar

Wassergehalt:

4 Stufen: zwischen 28 und 43 Vol.-%

Als Versuchsfahrzeug kam ein Forwarder der Marke „Timberjack 810 B“ zum Einsatz (technische Angaben s. Beitrag von M.Ziesak, gleiche Ausgabe). Die Achslasten reichten von 6,9 bis 11,8 t, der statische Bodendruck von 80 bis 141 kPa. Jede Teilfläche wurde 4-malig befahren. Am Versuchsstandort lag ein mäßig frischer bis frischer, (kiesig) steiniger Schlufflehm vor (Bodentyp: Braunerde).

Auf zuvor unbefahrenen Flächen wurde für jede Laststufe jeweils eine Rückegasse motormanuell aufgeschlagen. Im Anschluß erfolgte die Abdeckung von vier Teilflächen pro Rückegasse, um den Wassergehalt abzusenken. Unmittelbar vor der Befahrung konnten die anhand der ATTERBERG'schen Konsistenzgrenzen (Ausroll- und Fließgrenze) vorge-

Da das Informationssystem mit Bodenklassen arbeitet, die sich im wesentlichen am mechanischen Verhalten der Böden orientieren, wurden neben der Versuchsfläche noch 15 weitere, flächenrelevante Standortstypen beprobt. Dies geschah an sog. BZE-Punkten, die im Rahmen der Bodenzustandserhebung vom Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalens angelegt worden waren. An diesen Proben erfolgte die Bestimmung der ATTERBERG'schen Konsistenzgrenzen (Ausroll- und Fließgrenze). Zur Absicherung dieser mechanischen Kennwerte und der Bodenklassifizierung fand an zehn ausgewählten Böden eine tonmineralogischen Detailuntersuchung statt.

Bodenmechanische Klassifizierung der Standortstypen Nordrhein-Westfalens

Die Gruppierung der Standortstypen erfolgt in einem 5 stufigen Klassensystem (Tab.1). Dabei wurden folgende Parameter in absteigender Wichtung berücksichtigt: Fließgrenze, Ausrollgrenze, Sand/Ton-Verhältnis und Gehalt an organischer Substanz. Die Klassen 1 und 5 stellen Sonderfälle dar. In Klasse 1 fallen

Kl. 1	nicht empfindlich	w _L -n.b.	Grobboden (>20mm)>50 vol%; Sande, humusreiche Sande
Kl. 2	hoch plastisch	w _L > 45 %	Lehme, Tonlehme
Kl. 3	mittel plastisch	w _L - 45 %	Schlufflehme, (sandig), kiesig, tonige Lehme, humusreiche sandige Lehme
Kl. 4	leicht plastisch	w _L - 30 %	schwach plastische (degradierte) Schlufflehme, sandige Lehme
Kl. 5	nicht befahrbar		naße Böden

Tab. 1: Das Klassifizierungskonzept des Informationssystems für Standortseinheiten bzw. Standortstypen.

wählten Wassergehalte durch Beregnung eingestellt werden. Die zwei Reifeninnendruck-Varianten wurden am Fahrzeug durch die Einstellung aller linken bzw. rechten Reifen auf 1,0 bzw. 2,5 bar gewonnen.

Die Beprobung mittels 100 cm³ Stechzylindern erfolgte in drei Tiefenstufen (5–10 cm, 10–15 cm und 20–25 cm) mit jeweils drei Wiederholungen. Insgesamt ergab sich daraus eine Gesamtprobenzahl von ca. 350 für die Befahrungs- und Referenzflächen. Zusätzlich wurden 64 großvolumige Proben (ca. 800 cm³) für CT-Untersuchungen gezogen. An dem Probenkollektiv erfolgte die Bestimmung folgender Kennwerte: Porenvolumen und Porengrößenverteilung, gesättigte Wasserleitfähigkeit, pF-abhängige Luftleitfähigkeit, Lagerungsdichte, Korndichte sowie die rechnerische Ableitung weiterer Kennwerte wie z.B. dem Porenquotienten. Mit Hilfe eines Röntgen-Computertomographen fand eine strukturelle Analyse der Böden aller Teilflächen statt. Diese Laboruntersuchungen wurden durch folgende Freilandmessungen ergänzt: Spurprofil, Bodenfeuchte und Luftleitfähigkeit.

u.a. Böden mit einem Skelettanteil > 50 Vol.-%, die als uneingeschränkt befahrbar gelten können. Klasse 5 umfaßt alle „nassen Böden“, die unseres Erachtens unter dem Gesichtspunkt der „biologischen Befahrbarkeit“ in keinem Fall risikofrei belastbar sind. Auf diesen Standorten kann es nur noch um den Erhalt der „technischen Befahrbarkeit“ bzw. um die Mobilität der Maschinen gehen.

Tabell 2 führt die Klassifizierung der BZE-Proben mit ihren entsprechenden Kennwerten auf. Sie bezieht sich dabei auf den obersten Beprobungshorizont, da dieser bezogen auf den Druckabbau im Tiefenprofil von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die Standortstypen Nordrhein-Westfalens wurden zusätzlich in das bayerische Standortseinheitensystem „übersetzt“.

In die Klasse 1 fallen Standorte, die nicht plastisch sind, d.h. weder die Ausrollgrenze noch die Fließgrenze waren bestimmbar. Charakteristisch sind deren hohe Sandanteile (S > 60 %) bzw. geringen Tongehalte (T < 10 %). Daraus resultiert ein S/T-Verhältnis von ca. 10. Über die Klassen 2 bis 4 steigen die plastischen Kennwerte und Feinkornanteile kontinu-

von KREMER (Tab. 3) und der röntgenographischen Analyse der Bodenstruktur.

Ein wesentlicher Eckwert für den mtW stellt die Fließgrenze dar. Sie sollte nach vorliegenden Erfahrungen bei einer Befahrung nicht überschritten sein, da es sonst mit großer Wahrscheinlichkeit zum viskosen Bodenfließen kommt. Die experimentellen Befunde ergaben, daß nur bei Bodendrücken $< 70 \text{ kPa}$ eine gravierende Strukturveränderung im Bereich der Fließgrenze auszuschließen ist. Mit steigendem Bodendruck sinken die mtWs erwartungsgemäß bis auf 32% ab (Tab. 4). Da jede Probennahme und auch Messung mit Fehlern behaftet ist, haben wir uns dazu entschlossen, nicht die experimentell abgesicherten mtWs in das Informationssystem zu übernehmen, sondern nach unten „korrigierte“ mtWs zu verwenden. Damit wird dem Vorsorgeprinzip Rechnung getragen. Der experimentell abgesicherte Wassergehaltsrahmen wird somit nicht voll ausgeschöpft.

Ausblick

Zum momentanen Zeitpunkt liefert das Informationssystem eine Hilfestellung bei

der Einsatzplanung forstlicher Maschinen auf Standorten der Bodenklasse 3. Das System muß nun um entsprechende Kenngrößen für die Bodenklassen 2 und 4 erweitert werden. Ein erster Schritt dazu wird ein weiteres Befahrungsexperiment im Sommer dieses Jahres sein. Sodann muß eine Anpassung der unterschiedlichen Standortsklassifikationen der Bundesländer erfolgen. Augenblicklich befindet sich hierzu die bayerische Standortsklassifikation mit rund 60 Standortseinheiten in Bearbeitung.

Trotz aller Vorsicht bei der Bewertung der Ergebnisse ist es jedoch nicht auszuschließen, daß die vorgegebenen mtW im Einzelfall ihr „bodenfunktionales“ Schutzziel verfehlen können. Als angestrebte Größe haben wir uns zunächst einen 80%-igen Erfolg gesetzt. Daher müssen die Vorgaben des Informationssystems im Praxistest validiert und gegebenenfalls angepaßt werden. Diese Phase soll mit Abschluß des diesjährigen Befahrungsversuches beginnen.

Bei den bisherigen Vorstellungen des Informationssystems wurde von der forstlichen Praxis mehrfach die Befürchtung

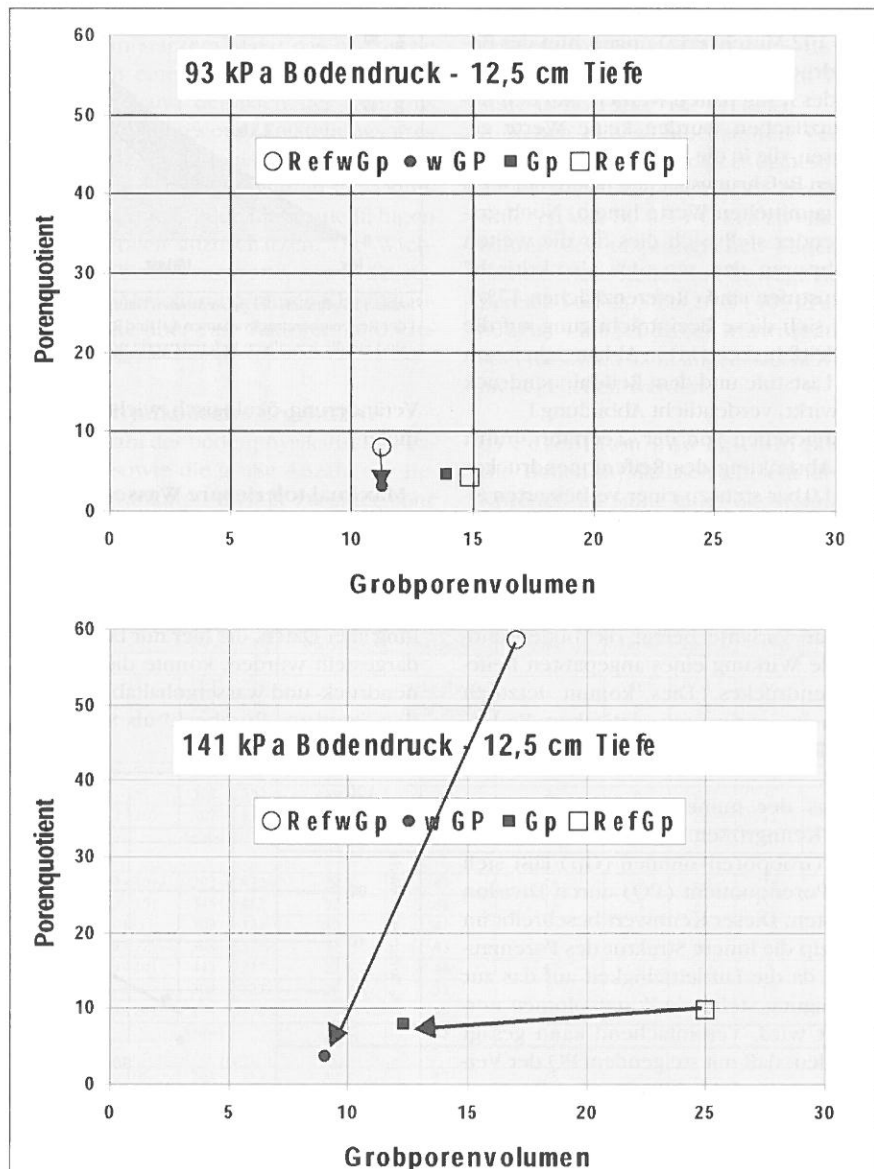


Abb. 3: Zwei Beispiele für die bodendruckabhängige Veränderung ökologisch wichtiger Parameter. Die Vektorlänge ist ein sensibler Gradmesser für das Ausmaß der Veränderung.

tung geäußert, daß hierdurch der Maschineneinsatz zu starken Restriktionen unterworfen wird. Dem kann entgegen-

faßt werden. Um dies auch mit Fakten untermauern zu können, läuft am Lehrstuhl momentan eine Diplomarbeit, die

die aus dem Informationssystem resultierenden Ausfallzeiten einer Maschine über ein Jahr und für verschiedene Altersklassen (damit auch verschiedene Maschinengrößen) untersucht.

Bodendruck	Experimental-mtW	Vorsorge-mtW
(kPa)	(Vol.-%)	(Vol.-%)
50		41
70	41	38
90	38	35
110	35	32
130	32	30
150		30

Tab. 4: „Maximal tolerierbare Wassergehalte“ in Abhängigkeit vom Bodendruck für die Bodenklasse 3. „Experimental-mtW“ sind diejenigen, die sich aus dem Befahrungsversuch ergaben, „Vorsorge-mtW“ sind diejenigen Werte, die mit einem „Sicherheitspolster“ versehen in das Informationssystem eingegangen sind.

gehalten werden, daß das bisherige Vorsorgeprinzip aufgrund der Unkenntnis der tatsächlich eintretenden Auswirkungen bei einer bestimmten Maschine, einer bestimmten Reifenausstattung und einem individuellen Reifeninnendruck auf einem forstlichen Standort sehr weit gefaßt werden mußte. Das Informationssystem berücksichtigt all diese individuellen Faktoren und kommt zu einer situationsabgestimmten Vorgabe. Damit kann das Vorsorgeprinzip wesentlich enger ge-

Herdecke: 177 Seiten.- MATTHIES, D. (1999): Eine kritische Analyse heutiger forstlicher Bodenschutzkonzepte zum bodenschonenden Maschineneinsatz vor dem Hintergrund neuer gesetzlicher Regelungen. Allgem. Forst- und Jagdzeitung (im Druck)

Autoren:

Priv. Doz. Dr. D. Matthies und
Dr. J. Kremer
Lehrstuhl für Forstliche
Arbeitswissenschaft und
Angewandte Informatik
Am Hochanger 13
85354 Freising

Fragestellung

Durch den Einsatz großer und schwerer Maschinen zur Holzernte im Wald werden Schäden am Boden verursacht. Oft kommen diese Schäden zustande, weil die Fahrer sich nicht an die Vorschriften halten und die Rückegasse verlassen und im Bestand Holz aufarbeiten oder rücken. Aus Gründen der Nachhaltigkeit und der Erhaltung der Produktionskraft des Bodens, sind solche Schäden unbedingt zu vermeiden. Um durchzusetzen, dass die Rückegassen nicht verlassen werden, sind bislang aufwendige Kontrollen vor Ort notwendig. Diese können stichprobenartig oder vollständig durchgeführt werden. Sie machen aber in jedem Fall die Präsenz am Ort des Maschineneinsatzes erforderlich. Ausserdem besteht im Falle von Stichproben die Gefahr, dass Schäden übersehen werden; bei einer vollständigen Kontrolle steigt der zeitliche Aufwand und damit auch die Kosten.

Aus diesem Sachverhalt entwickelte sich die Idee, die Fahrtbewegungen der Holzerntemaschinen zu dokumentieren und so eine Karte dieser Fahrtbewegungen zu erhalten. Aus dieser Dokumentation ließe sich dann für den Ortskundigen unschwer erkennen, wo von der Rückegasse kleine „Stichwege“ in den Bestand abzweigen oder wo Abkürzungen genommen wurden. Mit dieser Information könnten dann ganz gezielt kritische Punkte aufgesucht werden um festzustellen,

ob tatsächlich eine Befahrung des Bestandes stattgefunden hat. Ein solches Vorgehen würde die Effizienz der Kontrolle deutlich steigern und damit auch helfen Kosten zu senken.

Um eine solche Dokumentation durchzuführen bietet sich ein System an, das satellitengestützte Positionsbestimmungen zulässt. Mit GPS (Global Positioning System) ist eine Ortung von Fahrzeugen möglich, die zurückgelegten Wegstrecken lassen sich speichern und können später als Linien auf einer Karte ausgegeben werden.

Damit ist die Fahrzeugbewegung dokumentiert und kann in Bezug auf nicht zulässige Fahrbewegungen analysiert werden. Dadurch lassen sich offensichtlich kritische Punkte schnell feststellen, die dann gezielt im Gelände kontrolliert werden können.

In der durchgeführten Studie wurden Verfügbarkeit und Genauigkeit des Satellitenempfangs unter Kronendach untersucht. Da zudem die GPS-Empfänger unterschiedliche Software und unterschiedliche Algorithmen benutzen, um die Satellitensignale zu empfangen und zu verarbeiten, und damit unterschiedliche Genauigkeiten zu erwarten sind, wurden mehrere Empfänger getestet.

Ziel der Untersuchung

Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, ob durch den Einsatz von GPS die

Aus der Forschung

Ist GPS geeignet um Befahrungen schwerer Holzerntemaschinen auf Rückegassen zu dokumentieren?

Joachim Hamberger

Vergleichende Betrachtung mehrerer Empfänger hinsichtlich ihrer Eignung für Aufnahmen im Wald.

Fahrzeugbewegungen von Holzerntemaschinen dokumentiert werden können.

Dabei wurden folgende Teilfragen untersucht:

- Wie genau arbeiten unterschiedliche Empfänger im bewegten Einsatz auf der Rückegasse?
- Wo liegen die Grenzen des Einsatzes?
- Gibt es Genauigkeitsunterschiede hinsichtlich Aufnahmen im Laub-

Dieser Versuch wurde auf Rückegassen in Beständen unterschiedlicher Baumart (Laubholz, Nadelholz) und unterschiedlicher Höhe (>20 m, <20 m) durchgeführt. Für das Laubholz wurde zusätzlich eine Variante blattloser Zustand im Winter sowie belaubter Zustand im Sommer getestet.

Ferner wurden zwei Nulllinien auf der Freifläche eingelegt, die dazu dienten,



Abbildung 1: vermessener Weg in Versuchsfläche A, Buchenbestand mit 28m Höhe und BHD 40 cm und Versuchsfläche D, Nadelholzbestand mit 27 m Höhe und BHD 33 cm.

holz / Nadelholz bzw. in hohen/niedrigen Beständen oder bei Sommer/Winteraufnahmen?

- Ist die auf dem Markt befindliche Software und Hardware für diese Anwendung geeignet?

Versuchskonzept

Um diesen Fragestellungen nachzugehen wurde folgendes Versuchskonzept entwickelt:

Verschiedene GPS-Empfänger wurden auf Rückegassen auf einer bekannten Linie von Hand bewegt (Vergleichsline,

die Genauigkeit der Empfänger unter optimalen Bedingungen zu testen.

Jeder Empfänger wurde in jedem Bestand zweimal getestet (Sommer/Winter). Das ergibt zehn Tests je Empfänger oder eine getestete Gesamtlinielänge von 7,3 km je Empfänger. Insgesamt kamen vier Geräte zum Einsatz.

Um die Genauigkeitsmessungen zu strukturieren, wurden um diese Vergleichsline Korridore gelegt. Dabei wurde unterstellt, dass die maximale Rückegassenbreite 5 Meter beträgt. Somit geben alle gemessenen GPS-Positionen, die

Fläche	A	B	C	D	E
Versuchskriterium	Laubholz > 20m	Laubholz > 20m	Laubholz < 20m	Nadelholz > 20m	Nadelholz < 20m
Anteil	100%	85%	100%	100%	75%
führende Baumart	Buche	Edellaubholz	Edellaubholz	Fichte	Fichte
Mischbaumarten	Einzelne Ei, Li	15% Li	----	Einzelne Dou, Kie	25% Bu, Fz, Li
Höhe (m)	28	26	15	27	15
BHD (cm)	46	35	15	33	19
Alter	136	56	32	71	41
Bestockungsgrad	1	1	1	1	1
Länge der Vergleichsline (m)	615	458	823	849	913
Reliefenergie (m)	30	15	0	25	30

Tabelle 1: Kennzeichnende Parameter der jeweiligen Versuchsflächen

die mit Theodolith eingemessen war). Dabei wurden permanent GPS-Positionen gemessen. Der kürzeste Abstand der mit GPS gemessenen Position von der Vergleichsline, also das Lot, wurde bestimmt. Durch die Streuung dieser Werte um die Vergleichsline kommt zum Ausdruck wie genau ein Empfänger arbeitet.

in diesen 5m-Korridor fallen, die tatsächliche Position der Antenne (und damit des Fahrzeuges) mit einer Genauigkeit von +/- 2,5 m wieder. Solche Messungen sind also trennscharf zwischen Rückegasse und Bestand. In den 25m-Korridor fallen Punkte, die einem Bearbeitungstreifen zugeordnet werden können.

Geräte

Es kamen vier Leihgeräte zum Einsatz, deren technische Daten in Tabelle 2 beschrieben sind. Der grundsätzliche Aufbau eines solchen Gerätes bestand aus folgenden Teileinheiten:

- eigentlicher GPS-Empfänger,
- Antenne für den Empfang von GPS-Signalen,
- Langwellenempfänger für das Korrektursignal,
- Antenne für Langwellenempfang,
- mobiler Computer zum Erfassen und Speichern der Daten,
- Stromversorgung (extern oder intern).

lekom verwendet. Dieses wird von einem Sender bei Frankfurt ausgestrahlt. Man kann von einem Fehler durch das Korrektursignal ausgehen, der etwa bei 1m liegt. Da er für alle Geräte gleich ist, hat er keine Auswirkung auf den Vergleich zwischen den Empfängern.

Aufnahmezeiten und Einstellungen

Um Aufnahmen miteinander vergleichen zu können, müssen ähnliche Bedingungen hinsichtlich der Satellitengeometrie herrschen. Deshalb wurden für die Aufnahmen Zeiten ausgewählt, in denen über mehrere Stunden die Satellitenanzahl sehr hoch war. In diesen günstigen

	Trimble ProXL	Silva GPS Compass XL 1000	Norspace	Geometer 12L
I GPS Einheit				
Hersteller	Trimble	Rockwell Navcore Micro Tracker	Rockwell Jupiter	Motorola MC 68328 Dragon Ball 16 MHz
Kanäle	12	5	12	12
Antenne	extern	extern	extern	extern
II DGPS-Einheit				
Typ	StarTrack LW-RX	StarTrack LW-RX	StarTrack LW-RX	StarTrack LW-RX
Hersteller	Communication Technology	Communication Technology	Communication Technology	Communication Technology
Antenne (Integration mit GPS-Antenne)	separat	separat	separat	integriert
III Datenerfassungsgerät				
Software	Asset Surveyor	Firmware	beliebiges Terminal-Programm	von Geosat entwickelt
Modell	TDC2	integriert	Pentop Stylistic 1000	integriert
Hersteller	Husky (Modell FS/2)	Silva AB	Fujitsu	GeoSat
Arbeitstemperatur (C°)	-30°C bis +65°C	-25°C bis +70°C	k.A.	k.A.
Übertragung auf PC	spez. Software	spez. DOS-Programm	Diskette	spez. DOS-Programm
I - III Integrationsstufe	6	5	5	2
IV Datenerfassung				
RAM (kB)	570	keine Angabe	4000	512
Speichermöglichkeit Anzahl Punkte	22000	1000	100	keine Angabe
Bytes/Position	26,5	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe
Lebensdauer Batterie-Set in Stunden	10	20	kein Set vorh.	>5,5
Zahl der Bedienungstasten	56	7	102 (normale Rechner-Tastatur)	36
einstellbare Erfassungsrate in Sekunden	ja	ja (1 bis 5)	nein	ja
Transportgewicht des Gesamtsystems in kg (gerundet)	4	2	3	1
Preise Netto				
I GPS Einheit (mit Zubehör)	19000 (incl. PF-Office)	1500	1800	7950
III Datenerfassungsgerät	in I enthalten	in I enthalten	4000	in I enthalten
II DGPS-Einheit mit Lizenz	1500	1500	1500	in I enthalten
Summe (netto)	20500	3000	7300	7950

Tabelle 2: Technische Daten der verwendeten Empfänger

Diese waren bei den verwendeten Geräten unterschiedlich konfiguriert. In Tabelle 2 kommt dies in der Integrationsstufe zum Ausdruck, die die Anzahl der zu handhabenden Teileinheiten angibt.

Eine vergleichbare Auswertung ist nur bei drei Geräten möglich gewesen (Geometer 12L, Silva GPS und Trimble ProXR). Beim Norspace konnten aufgrund eines technischen Fehlers lediglich die hundert letztgemessenen Werte abgespeichert werden. Dies hatte zur Folge, daß von den abgegangenen Versuchslinien lediglich etwa das letzte Viertel der Strecke aufgezeichnet wurde. Damit ist ein Vergleich mit den anderen Empfängern nur bedingt möglich.

Langwellenkorrektursignal

Der Empfang der GPS-Signale wird durch einen künstlichen Fehler überlagert. Daher beträgt die Systemgenauigkeit lediglich +/- 100m. Allerdings kann durch den Empfang eines Korrektursignals dieser Fehler bereinigt werden. Man spricht dann von differentiell GPS (DGPS). Damit der Einsatz vergleichbar bleibt, wurde bei allen Empfängern das Langwellenkorrektursignal der Deutschen Te-

Zeitfenstern wurden alle Vergleichslinien abgegangen. Dabei wurden in der Regel alle Empfänger gleichzeitig eingesetzt.

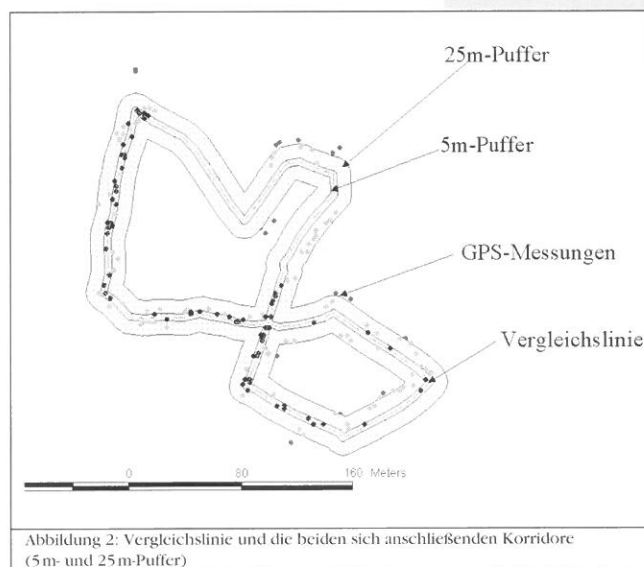


Abbildung 2: Vergleichslinie und die beiden sich anschließenden Korridore (5m- und 25m-Puffer)

War dies nicht möglich, wurde der Empfänger an einem der folgenden Tage während desselben Zeitfensters entlang der Vergleichslinie bewegt. Damit waren

möglichst ähnliche Bedingungen der Satellitengeometrie zu den Aufnahmezeiten gegeben.

Aufnahmen

Die aufgenommenen Daten wurden untersucht, hinsichtlich

- der Anzahl der gemessenen Positionen,
- der Zahl der Positionen im jeweiligen Korridor,
- der Abdeckung der Vergleichslinie durch Punkte, die in den 5m-Korridor fallen.

Dazu wurden die Punkte eines Korridors miteinander zu einer Linie verbunden, wenn sie nicht weiter als 20m auseinanderlagen. Dadurch wurde die Vergleichs-

und mehr durch die GPS-Aufnahme abgebildet werden.

Die Empfänger im einzelnen

Mit allen Geräten war ein Empfang im Wald auf den Rückegassen möglich. Allerdings unterschieden sich die Aufnahmen hinsichtlich Genauigkeit und aufgenommener Anzahl der Positionen.

Jeder der eingesetzten Empfänger hat das Langwellenkorrektursignal der Deutschen Telekom empfangen können. Lediglich auf einer Versuchsfläche war es zeitweise nicht verfügbar.

Silva GPS

Der Silva-Empfänger hat in 9 von 10 Einsätzen im Wald kontinuierliche Aufzeich-

	Silva Geometer ProXR Norspace Mittel				
Anteil der Punkte im 5m-Korridor (Freifläche)	78%	92%	93%	94%	89%
Anteil der Punkte im 5m-Korridor (Wald)	21%	55%	33%	52%	44%
Vergleichslinie abgedeckt im 5m-Korridor (Freifl.)	97%	93%	100%	—	97%
Vergleichslinie abgedeckt im 5m-Korridor (Wald)	16%	40%	25%	—	27%

Tabelle 3: wichtigste Ergebnisse der untersuchten Empfänger im Wald und auf der Freifläche. Beim Mittel ist der Norspace nicht mitberücksichtigt.

linie in Teilabschnitten nachgebildet. Die Länge aller Teilabschnitte wurde ins Verhältnis zur Gesamtlänge der Vergleichslinie gesetzt.

Ergebnisse:

Aufnahme der Nulllinien

Um die grundsätzliche Eignung der Empfänger zu testen, wurden mit jedem zunächst zwei Nulllinien vermessen. Bei diesen Linien handelt es sich um geschlossene Polygone, die etwa dieselbe Länge hatten wie die Linien auf den Rückegassen. Die Nulllinien sind nicht überschirmt. Deshalb ist hier ein optimaler Satellitenempfang möglich.

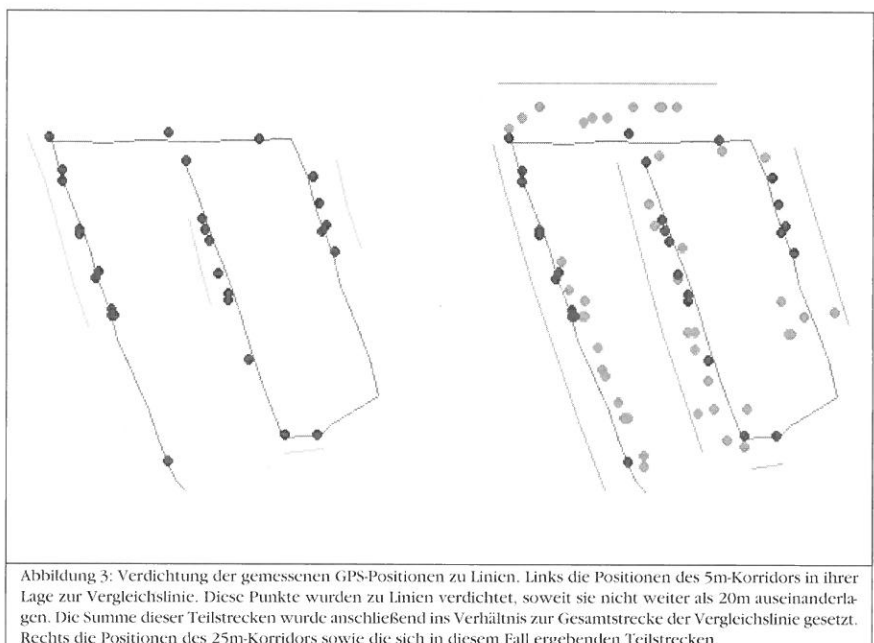
Bei allen Empfängern lagen knapp 90% oder mehr der Positionsmessungen im 5m-Korridor. Damit konnte bei allen Empfängern die Vergleichslinie zu 95%

nungen geliefert. Lediglich im jüngeren Nadelholz im Winter kam es zu keiner Messung (Bedienfehler?).

Bei den Aufnahmen im Sommer wurden sowohl im Laubholz als auch im Nadelholz durchweg mehr Positionen aufgezeichnet als bei den Winteraufnahmen.

Als Maß für die Präzision der Messung kann der Median, der am häufigsten gemessene Wert, herangezogen werden. Er lag bei 5,24 m. Die Standardabweichung lag bei 79,04 m, ist aber stark durch einige extreme Ausreißer verzerrt.

Insgesamt fügen sich die Winteraufnahmen wesentlich besser an die Vergleichslinie an als die Sommeraufnahmen. Der Median beträgt bei den Winterlinien nie mehr als 10m, während er bei den Sommeraufnahmen immer mehr als 20m beträgt. Lediglich die Aufnahme im



Nadelholz < 20 m, Sommer, hebt sich davon deutlich ab.

Eine Folge davon ist auch, daß im Winter zwischen 19 % und 42 % der Werte im 5 m-Korridor liegen, während dies im Sommer zwischen 3 % und 40 % sind. Ähnliches gilt für den 25 m-Korridor. Insgesamt liegen beim Silva ein Fünftel aller gemessenen Werte im 5 m-Korridor. 56 % liegen im 25 m-Korridor, was immerhin noch die Zuordnung zu einem Bearbeitungstreifen um eine Rückegasse zulässt.

Norspace

Der Norspace hat in 7 von 10 Waldeinsätzen auswertbare Daten geliefert. Davon waren 4 im Laubholz, darunter eine Sommeraufnahme. Durch die verwendete Aufzeichnungssoftware (Windows Terminal Programm) wurden jedoch lediglich die 100 letzten Werte gespeichert. Damit sind die Daten des Norspace nur bedingt vergleichbar zu denen der anderen Empfänger, da jeweils nur ein Teil der Vergleichslinie abgedeckt ist (nämlich etwa immer nur das letzte Viertel der Vergleichslinie). Dennoch läßt sich folgendes sagen:

Die Maximalwerte schwanken in einem engen Rahmen zwischen 2 m und 14 m. Extreme Ausreißer, wie sie die anderen Geräte aufweisen, sind nicht vorhanden. Diese geringe Streuung um die Vergleichslinie kommt auch in den Kennziffern Standardabweichung (0,62 m – 3,38 m) und Median (0,98 m – 10,32 m) zum Ausdruck. 98 % der gemessenen Werte liegen im 25 m-Korridor; nur im niedrigen Nadelholz lagen sie geringfügig darunter (92 % im Sommer bzw. 96 % im Winter). Von allen Empfängern liegen beim Norspace die meisten Werte im 5 m-Korridor (52 % im Mittel).

Aussagen über einen Unterschied zwischen Sommeraufnahme und Wintererhebung sind nicht möglich, da allein drei Erhebungen im Sommer für Auswertungszwecke wegfallen (technische Probleme).

Eine Aussage darüber, wieviel Prozent der Vergleichslinie durch die Messungen abgedeckt sind, ist wegen der fehlenden Strecke der Aufzeichnung nicht möglich.

Geometer 12L

Der Geometer 12L wurde bei 9 von 10 Waldaufnahmen eingesetzt. Dabei zeigte es sich, daß die maximalen Ausreißer, die mit diesem Gerät gemessen wurden, i.d.R. nicht über den 25 m-Korridor hinausgingen. Lediglich bei Aufnahmen im Auwald (Laubholz < 20 m) sind größere Abweichungen gemessen worden. Hier war allerdings auch die Rate der Werte die nicht differentiell korrigiert werden konnten besonders hoch. In zwei von drei Laubholzbeständen wurden auch hier im Winter bessere Ergebnisse erzielt als im Sommer. Die Streuung der Messungen um die Vergleichslinie ist recht eng (Mediane zwischen 1,20 m und 12,71 m). Gut über die Hälfte der Aufnahmen im Nadelholz liegen im 5 m-Korridor.

Im Laubholz schwankt dies zwischen

9 % und 83 %. Insgesamt liegen 55 % der Punkte im 5 m-Korridor und 90 % im 25 m-Korridor. Abgedeckt werden 40 % (5 m-Korridor) bzw. 52 % der Vergleichslinie (25 m-Korridor). Soviel erreicht sonst kein Empfänger. Die drei besten Einzelergebnisse der gesamten Messreihe wurden vom Geometer 12L in der Wintermessung erreicht. Zwischen 74 % und 100 % der Vergleichslinie ist in diesen Fällen durch die Messung abgedeckt.

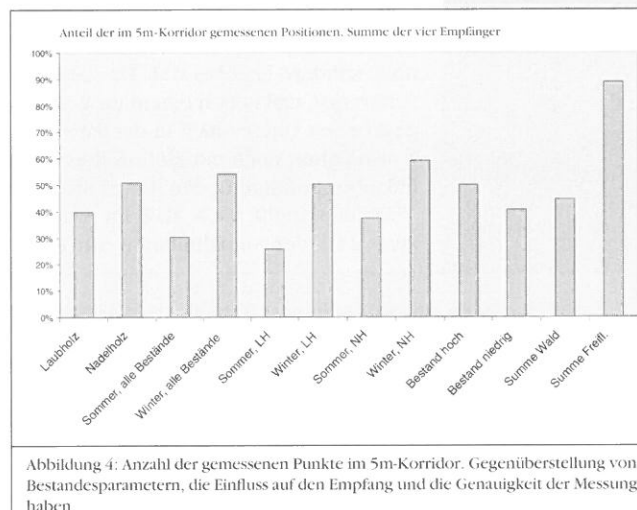
Trimble ProXR

Dieses Gerät lieferte in 5 von 10 Fällen verwertbare Daten. Darunter viermal im Winter. 5 Mal hat es überhaupt keine Daten aufgezeichnet. In zwei Fällen bei der Winteraufnahme im Laubholz hat der ProXR 77 % bzw. 63 % der Punkte im 5 m-Korridor gemessen und damit 72 % bzw. 54 % der Linie abgedeckt. Das sind die besten Einzelergebnisse nach dem Geometer 12L. Der Gesamtschnitt liegt allerdings deutlich schlechter. Die Werte streuen sehr eng um die Vergleichslinie. Bis auf die Sommeraufnahmen Auwald LH < 20 m liegt der Median immer im 5 m-Korridor.

Eine Aussage zum Unterschied Sommer/Winter bzw. zu Laubholz/Nadelholz ist wegen der geringen Zahl der Aufnahmen nicht möglich.

Einflußvariablen außerhalb der Empfängertechnologie

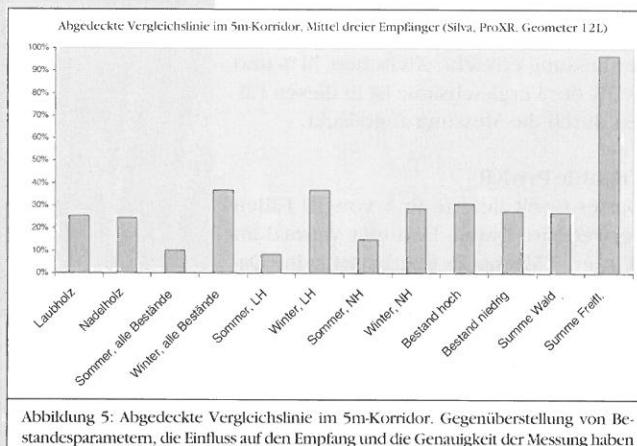
Neben dem individuellen Einfluß jeden Empfängers durch unterschiedlichen Bau der Antenne, unterschiedliche interne Signalauswertung und -verarbeitung, gibt es noch externe Variablen, die die Empfangsgenauigkeit beeinflussen.



Aussagen zum Einsatz Sommer/Winter

Wenn man die vier untersuchten Empfänger hinsichtlich der Aufnahme im Sommer und im Winter vergleicht, fällt auf, daß im Winter deutlich mehr Punkte im 5 m-Korridor gemessen wurden als im Sommer (54 % zu 30 %). Bei drei Empfängern ist dieser Trend deutlich, nur beim Geometer 12L werden im Sommer und im Winter gleich viele Punkte im 5 m-Korridor gemessen.

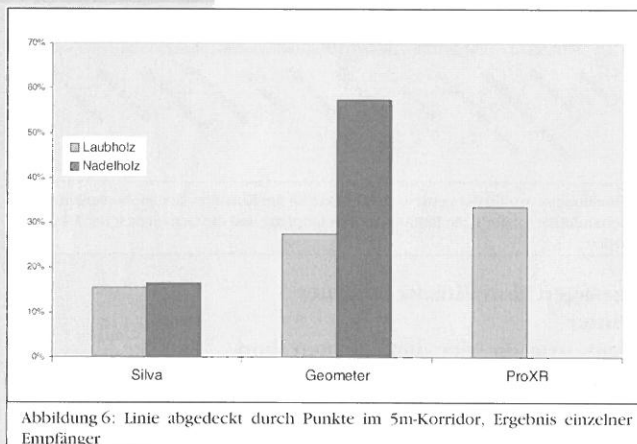
Die Linie, die durch die Verbindung von Punkten entsteht, die zum einen in den 5m Korridor fallen und zugleich nicht weiter als 20m auseinander liegen, deckt bei den Winteraufnahmen mit 37% fast viermal soviel von der Vergleichslinie ab,



wie die vergleichbare Linie im Sommer.

Offensichtlich scheinen die Aufnahmen im Winter deutlich besser zu sein als im Sommer. Bei dieser naheliegenden Schlußfolgerung ist allerdings eine gewisse Vorsicht geboten. Betrachtet man Werte von Nadelholz-Sommer und Nadelholz-Winter nebeneinander, stellt man fest, daß diese Werte im Winter 1,6 mal größer sind als im Sommer. Eigentlich müßten sie ziemlich gleich sein, da es keinen Belaubungsunterschied gibt. Wodurch ist dieser Unterschied begründet? Da die Nadelholzbestände sich im Sommer und im Winter nicht unterscheiden, dieselben Empfänger verwendet wurden, liegt der Schluß nahe, daß es nur an der Anzahl der Satelliten bzw. deren Konstellation gelegen haben kann. Im Laubholz ist dieser Sommer/Winterunterschied aber nicht 1,6:1 wie beim Nadelholz, sondern liegt bei 2:1. Das läßt den Schluss zu, daß neben einem im Versuch gegebenen Unterschied in der Satellitenkonstellation noch ein Einfluß durch die Belaubung stattgefunden haben muß.

Dafür spricht auch, daß im Sommer zwar 25 % der Aufnahmen im 5m-Korri-



dor liegen, damit aber nur 8 % der Vergleichslinie abgebildet werden können (Relation 1:0,32). Im Winter fallen 50 % aller Positionsmessungen im Laubholz in den 5m-Korridor. Damit können 37 %

der Vergleichslinie nachgebildet werden (Relation 1:0,74). Die Ausbeute der verwertbaren Punkte liegt also im Winter deutlich höher als bei Messungen im Sommer. Die Aufzeichnungen im Winter sind kontinuierlicher und streuen weniger weit.

Aussagen zum Einsatz Nadelholz Laubholz

Die Anzahl der empfangenen Positionen im Nadelholz war deutlich höher als im Laubholz. Der Unterschied war erwartungsgemäß im Sommer besonders deutlich, aber auch im Winter war er gegeben. Allerdings eignen sich offensichtlich die gemessenen Punkte im Laubholz besser für die Verdichtung zu einer Linie als im Nadelholz. Liegt das Verhältnis der gemessenen Punkte im 5m-Korridor mit 59% zu 50% deutlich auf Nadelholzseite, so wird aber dennoch mit dieser geringeren Anzahl von Punkten im Laubholz genauso viel Linie nachgebildet wie bei der Messung im Nadelholz: bei beiden ca. 25%. Vor allem im Winterzustand des Laubholzes ließ sich besonders viel von der Vergleichslinie nachbilden (37%).

Der Grund warum mehr Positionen in Nadelbeständen gemessen werden als in Laubbeständen kann an der Kronenform der Fichte liegen, die eine bessere Sichtbarkeit des Himmels über der Rückegasse zuläßt. Möglicherweise ist die Ursache, daß im Nadelholz zwar besonders viele Positionen empfangen werden, aber nicht alle für die präzise Messung geeignet sind, in der wesentlich größeren Oberfläche von Nadelbäumen zu suchen; besonders wenn man sie mit den Winterzustand des Laubholzes vergleicht.

Aussagen zum Einsatz in Beständen unter 20 m bzw. über 20 m

Es wurde nicht zwischen Laubholz/Nadelholz unterschieden, sondern lediglich in die beiden Gruppen >20m und <20m. Drei Bestände waren höher, zwei niedriger als 20m.

Fast 50 % aller Positionen, die in den hohen Beständen gemessen wurden, fallen in den 5m-Korridor. In den niedrigen Beständen sind es hingegen 41%. Möglicherweise ist dieser Unterschied in der stärkeren Übersattung der Wege und Gassen begründet.

Tauglichkeit der Empfänger

Drei der vier verwendeten Empfänger sind ihrer Konfiguration nach typische Handgeräte für die mobile Datenerfassung (Geometer 12L, ProXR und Silva). Hinsichtlich der Genauigkeit hebt sich der Geometer 12L deutlich von den anderen Geräten ab. Mit 40 % Linienabdeckung im 5m-Korridor erreicht er den Spitzenwert. Der Norspace, der ebenfalls sehr gute Werte zeigte, war leider durch einen Aufzeichnungsmangel nicht vollständig vergleichbar. Teilweise sehr gute Werte zeigte der Trimble ProXR. Der Silva GPS 1000 Forest fiel gegenüber den anderen Empfängern am deutlichsten ab. Er

scheint auch mehr für den Freizeitbereich als für den professionellen Einsatz konzipiert zu sein.

Keines der verwendeten Geräte war speziell für den Einsatz auf Holzerntemaschinen konfiguriert.

Relevanz der Ergebnisse

Eine präzise Vermessung von Rückegassen mit GPS ist prinzipiell möglich. Deshalb kann GPS auch eingesetzt werden um zu dokumentieren, wo sich Fahrzeuge bewegt haben. Allerdings gilt dies nur auf ca. 27% der abgefahrenen Linienlänge im Wald. Eine vollständige Dokumentation ist beim jetzigen Stand der Technik damit nicht möglich. Allerdings ist eine gezielte stichprobenhafte Überprüfung möglich, wenn dazu gezielt Zeitfenster ausgewählt werden, in denen sehr viele Satelliten sichtbar sind. Denn die Qualität der Messung ist in erster Linie von der Zahl der sichtbaren Satelliten abhängig. Ein Controlling zur Erhaltung einer nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit ist damit auf Basis von stichprobenhafter Überprüfung bereits jetzt möglich.

Um GPS tatsächlich zur Befahrungsdokumentation einzusetzen sind in Zukunft folgende Schritte notwendig:

- Verbesserung der Aufnahmesoftware durch Programmierung von Filter für die speziellen Verhältnisse im Wald, die Ausreißer eliminieren
- Optimierung der Hardware für den Einsatz auf Forstmaschinen
- Verbindung mit anderen Navigationssystemen, die GPS ergänzen und so eine dauerhaftere Positionsaufzeichnung gewährleisten

Zusammenfassung

Die Untersuchung hat gezeigt, daß GPS im

Wald im Echtzeitbetrieb eingesetzt werden kann. Das heißt: sowohl das GPS-Signal, als auch das Langwellen-Korrektursignal waren empfangbar. Allerdings werden im Wald nur 44% der GPS-Positionsmessungen im 5m-Korridor erfasst, der für Dokumentationszwecke notwendig ist. Auf der Freifläche sind dies mit 89% doppelt so viele. Vergleicht man die durch GPS abgebildete Linie mit der Vergleichslinie, dann wird etwa nur gut 1/4 der Vergleichslinie durch diese Positionsmessungen im 5m-Korridor wiedergegeben. Die Präzision der Aufnahmen ist insgesamt stark schwankend und von der Art des Waldbestandes und der Belaubung abhängig. Wichtiger als der Belaubungszustand ist allerdings die Anzahl der zur Verfügung stehenden Satelliten.

Bereits jetzt ist GPS für die stichprobenhafte Dokumentation geeignet, wenn dazu Zeitfenster verwendet werden, in denen die Satellitenkonstellation günstig ist.

Literatur

- H. Auernhammer, Th. Muhr, M. Demmel, (1994): Vierjährige Einsatzerfahrung mit GPS und DGPS. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft Nr.14, S.133-142
- J. Courteau, M.-H. Darche, (1997): A Comparison of seven GPS Units under Forest Conditions. FERIC, Special Report, Nr. SR-120, 32 S. 1997
- Sh.McMahon, (1997): Unearthing Soil Compaction: the hidden effect of logging machines. GPS-World 03/97
- Th. Oefverberg, (1995): Zur Genauigkeit des GPS für die Forstvermessung. AFZ/Der Wald 22/95
- O. Schmechting, M. Klepper, (1995): GPS im Wald mit gewissem Vorbehalt. AFZ/Der Wald 4/95

Autor:

Joachim Hamberger
Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik
Am Hachanger 13
85354 Freising

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Leitfaden zum bodenverträglichen Maschineneinsatz“ war das Ziel gesteckt, ein computergestütztes Informationssystem zu erstellen, das es dem Praktiker erlaubt, eine sichere und verlässliche Aussage über den bodenschonenden Einsatz von Forstmaschinen zu erhalten.

Die Grundlage hierfür ist die Erkenntnis, daß sich für jede Standortseinheit ein Wassergehalt des Bodens bestimmen läßt, bei dem ein gegebener, spezifischer Bodendruck ohne nachhaltige Schädigung für den Boden toleriert werden kann [MATTHIES, D. (1998)].

In der Umsetzung bei der Programmierung heißt dies, daß vom Anwender zwei Angabenbereiche für das Informationssystem zu beantworten sind, um eine Aussage für den während der Befahrung tolerierbaren Wassergehalt zu bekommen (siehe Abb.1). Sie umfassen beim Bereich Boden das Bundesland und die Standortseinheit, falls nötig auch die Geologie. Ergänzt werden kann dies

durch Angaben zum Waldbesitzer und Waldort. Im Bereich Forstmaschine ist die Eingabe des für den forstlichen Einsatz vorgesehenen Gerätes und seiner Reifenausstattung nötig. Hier kann optional Information zum Gerätebesitzer bzw. Eigentümer ergänzt werden. Die Antwort des Informationssystems gibt Aufschluß über den während der Befahrung maximal tolerierbaren Wassergehalt des Bodens, bei dem keine Schädigung des Bodens zu befürchten ist.

Die Berechnung des gesuchten Wassergehaltes erfolgt in zwei Schritten. Zunächst wird der spezifische Bodendruck ermittelt - er läßt sich individuell aus dem Fahrzeuggewicht und der Reifenaufstandsfläche ableiten.

Eine Richtwerttabelle ermöglicht anschließend die Zuordnung des Bodendruckes zu einem standortspezifischen, tolerierbaren Wassergehalt.

Die Bestimmung der Aufstandsfläche ist bei Radfahrzeugen im Informationssystem auf zweierlei Arten möglich:

Aus der Forschung

Ein Informationssystem für den bodenschonenden Einsatz von Forstmaschinen

Martin Ziesak

Das Informationssystem soll dem Praktiker erlauben, mit wenigen Eingangsdaten die aktuellen Risiken des Maschineneinsatzes einfach abzuschätzen.

über die Nutzung einer Näherungsformel, ähnlich jener die z. B. G. GERDSEN; J. GRAUPNER (1998) angeben und

Eine präzisere Angabe ist bei Nutzung von für einzelne Reifen vorliegende Spannungsfelder zu erwarten, wie Abb. 2 sehr

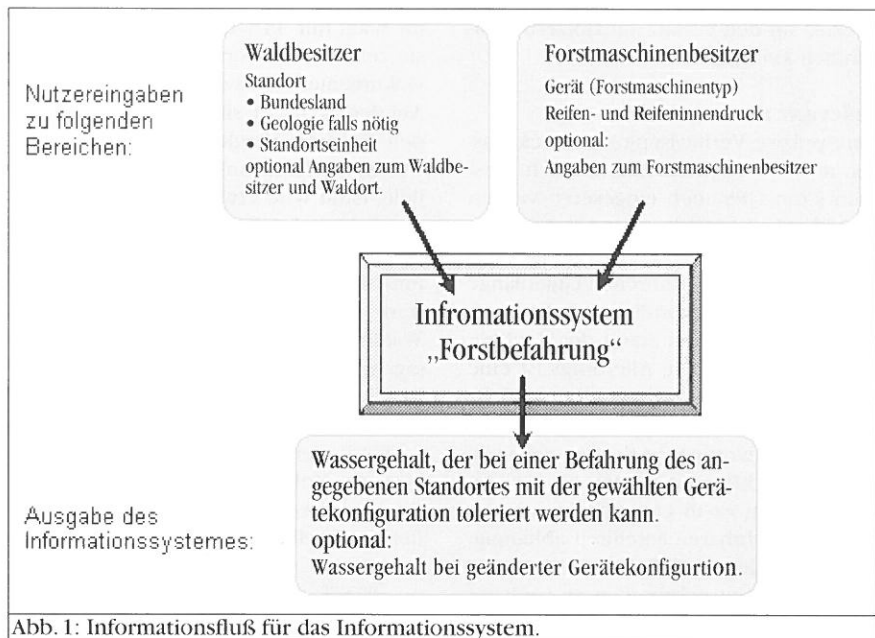


Abb. 1: Informationsfluß für das Informationssystem.

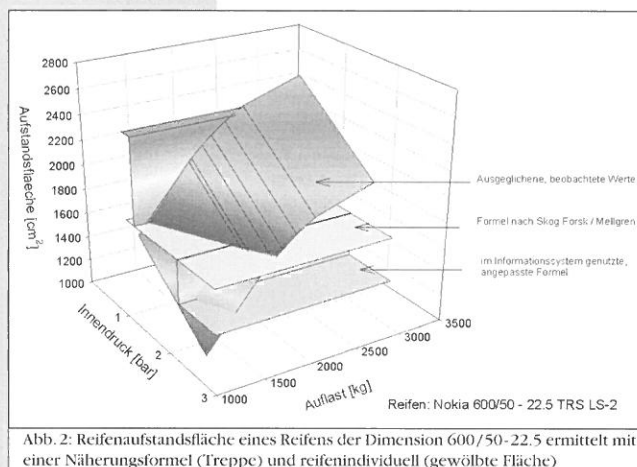


Abb. 2: Reifenaufstandsfläche eines Reifens der Dimension 600/50-22.5 ermittelt mit einer Näherungsformel (Treppe) und reifenindividuell (gewölbte Fläche)

über die Verwendung von reifenindividuell vorliegenden Belastungsdaten, wo für variierenden Reifeninnendruck und variierende Auflasten Aufstandsflächen ermittelt sind.

anschaulich zeigt: Die Treppenkurve, die sich aus der Näherungsfunktion ergibt, kann den individuellen Verlauf nur ungenügend wiedergeben.

Wo allerdings noch keine einzelreifenbezogenen Daten vorliegen, bietet die Näherungsformel die Möglichkeit, dennoch eine Aussage zur Befahrung zu erhalten.

Aus dem bislang Gesagten läßt sich der interne Aufbau des Informationssystems ableiten und erklären (vergleiche Abbildung 3).

Die umfangreichen Daten, die zur Herleitung des spezifischen Bodendruckes bei Fahrzeugen benötigt werden, umfassen Angaben zum Gewicht des Fahrzeuges, zu Achs- und Reifenzahl und schließlich auch die Beschreibung der möglichen Reifen.

Ebenso umfangreich ist der Datenbestand zur Charakterisierung der unter-

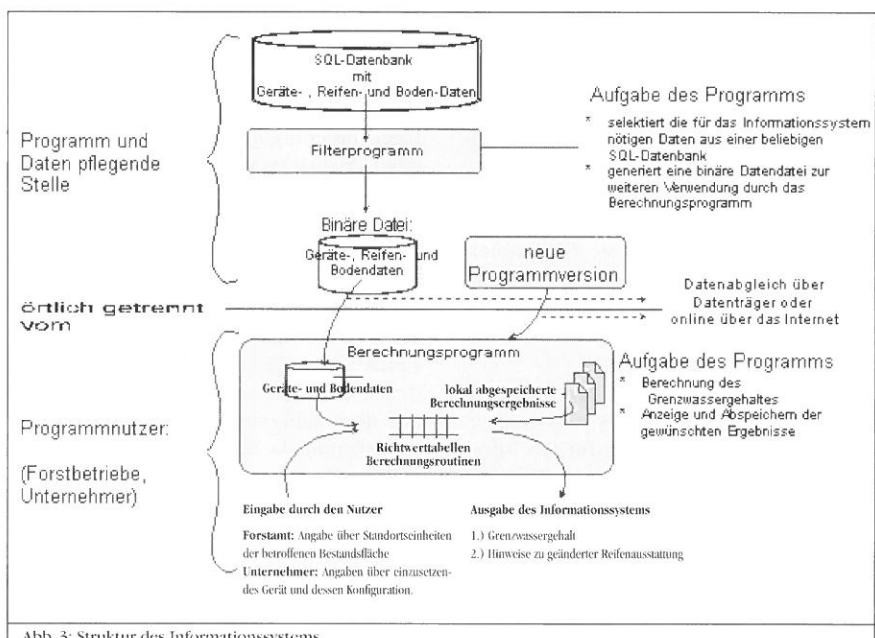


Abb. 3: Struktur des Informationssystems.

schiedlichen Standortseinheiten.

Diese Information wird in einer marktüblichen SQL-Datenbank gespeichert. Mittels eines Filterprogrammes wird exakt die für das Informationssystem benötigte Datenmenge extrahiert und in einem datenbankunabhängigen Format für das Informationssystem bereitgestellt.

Dadurch wird erreicht, dass nur die datenpflegende Stelle eine SQL-Datenbank vorhalten muß und nur dort ein schreibender Zugriff auf die Originaldaten erfolgt.

Das eigentliche Berechnungsprogramm arbeitet mit den genau auf die Bedürfnisse des Programmes zugeschnittenen Daten und liefert nach Nutzereingabe die gewünschten Ergebnisse, die gedruckt und gespeichert werden können.

Für die Aktualisierung der Daten wie auch des Programmes ist ein Update über das Internet möglich.

Realisiert wurde das Informationssystem in der Programmiersprache „JAVA“, wodurch erreicht wurde, dass das Pro-

dukt plattformunabhängig (also auf allen gängigen Betriebssystemen) eingesetzt werden kann.

In der Beurteilung kann festgehalten werden, daß mit dem Informationssystem nun erstmals ein Instrumentarium existiert, welches es dem Praktiker erlaubt, exakt für seine Einsatzsituation eine präzise Einschätzung der individuellen Befahrungssituation vorzunehmen.

Literatur:

- G. GERDSEN, J. GRAUPNER, (1998): Der Kontaktflächendruck bei Forstmaschinen – eine wichtige ökologische Kennziffer zur Beurteilung der Bodenpfleglichkeit. FTI 3, S. 35–36.
D. MATTHIES, (1998): Das „Richtlinienhandbuch“ für den bodenverträglichen Maschineneinsatz im Wald. FTI 3, S. 23–29.

Autor:

Martin Ziesak
Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik
Am Hachanger 13
85354 Freising

Am 11. Mai 1999 beging Ministerialrat Hans Leis, KWF-Vorstandsmitglied und Vorsitzender des TdL-Forstausschusses, seinen 60. Geburtstag. Das KWF gratuliert herzlich zu diesem Anlaß verbunden mit allen guten Wünschen und großem Dank für seinen Einsatz im KWF und für Waldarbeit und Forsttechnik in Deutschland.

Als gebürtiger Pfälzer – aus dem unverkennbar immer noch bayerisch getönten Teil seines Heimatlandes – studierte er Forstwissenschaften in München und absolvierte den Referendardienst in Rheinland-Pfalz mit Großer Forstlicher Staatsprüfung 1967 in Mainz. Nach einer kurzen Revierassistentenzeit im Forstamt Adenau folgte die Abordnung an das Institut für forstliche Arbeitswissenschaft (IFFA) der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek. Damit wurden die Weichen für seinen weiteren beruflichen Werdegang gestellt: sieben Jahre Referententätigkeit im Referat Waldarbeit und Forsttechnik der Ministerialforstabteilung Mainz; es folgten die Leitung des forsttechnischen Stützpunktforstamts Elmstein-Nord im Pfälzer Wald ab 1975 und schließlich 1987 seine Berufung in das Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz als Leiter des Referates „Waldarbeit, Forsttechnik, Informations- und Kommunikationstechnik“. Dort nahm er die von seinem Vorgänger Heinz Abel begonnenen Rationalisierungs- und Mechanisierungskonzepte auf und entwickelte sie umfassend fort. Sie erstrecken sich heute auch auf die Betriebs- und Waldarbeiterorganisation, angepasste Entlohnungsmodelle sowie die Informationstechnik und das Informationsmanagement. Eine besondere Herausforderung stellte die Sturmwurfkatastrophe 1990

dar, die gerade sein Land besonders hart getroffen hatte.

Seine fachliche Kompetenz und seine vorbildliche menschliche Art führten zu Ansehen und Anerkennung über die Landesgrenzen hinaus und damit auch zu Aufgaben auf Bundesebene. Seit 1993 ist Hans Leis Vorsitzender des Forstausschusses der Tarifgemeinschaft deutscher Länders (TdL) und damit gewissermaßen Sprecher der deutschen Waldarbeitsreferenten. Seit 1994 gehört er dem Vorstand des KWF an, in dessen Verwaltungsrat er sein Land seit 1987 vertritt. Schließlich ist er Vorstandsmitglied der Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft (GEFFA-Stiftung).

Von Hans Leis gingen wichtige Impulse aus, die heute Waldarbeit und Forsttechnik in seinem Land und weit darüber hinaus kennzeichnen, unterstützt und zum Erfolg geführt durch seine beispielhafte, ausgleichende, unbestechliche, humorvolle Persönlichkeit: durch nichts aus der Ruhe zu bringen; ausgeprägt bereit und in der Lage, zuzuhören, den Kern des Problems und den „Witz“ der Situation zu erfassen und zu vermitteln, gemeinsam Zielvorstellungen zu erarbeiten und nach Lösungen zu suchen und dabei stets Auffassungen und Menschen zusammenzuführen.

Das KWF und die deutsche Forstwirtschaft haben ihm für sein Engagement und die beeindruckenden Leistungen zu danken. Wir wünschen ihm weiterhin Erfolg bei seinen Aufgaben und die dazu erforderliche Gesundheit, uns aber weiterhin das Erlebnis und die Freude der Zusammenarbeit mit ihm.

Gerd Janßen

Personelles

Wir gratulieren

Ministerialrat Hans Leis 60 Jahre

Wir gratulieren

Professor Klaus Heil 60 Jahre

Am 14. Mai 1999 beging Klaus Heil, Professor an der Thüringer Fachhochschule Schwarzburg, Obmann des KWF-Arbeitsausschusses „Mensch und Arbeit“ sowie Mitglied der Verwaltungsräte von KWF und GEFFA, seinen 60. Geburtstag. Die Mitglieder und Gremien des KWF gratulieren ihrem langjährigen Weggefährten und Mitstreiter für technischen Fortschritt und Humanisierung der Waldarbeit auf das herzlichste und wünschen ihm weiterhin Erfolg, Gesundheit und Schaffenskraft.

1939 in Windhausen/Harz geboren, begann Klaus Heil 1957 seine Forstlaufbahn im Nds. Forstamt Nienburg/Weser. Es folgten Forstschule und Vorbereitungsdienst und schließlich 8 prägende Jahre von 1965–1973 als Assistent am Institut für Waldarbeit und Forstmaschinenkunde der Universität Göttingen in Hann. Münden. Danach war er bis 1976 Einsatzleiter am Nds. Maschinenhof Misburg und fortan neben verschiedenen Verwendungen in Düstertal, Bovenden und Münchhof stets in Aus- und Fortbildung als Arbeitslehrer, Lehrrevierleiter, FH-Lehrbeauftragter tätig, bis er 1993 als Professor für Forstliche Arbeitslehre, Forsttechnik und Forstbenutzung an die Fachhochschule für Forstwirtschaft in Schwarzburg berufen wurde. Dort setzt er seither sein großes Wissen und seine breite Erfahrung bei der Ausbildung des

forstlichen Nachwuchses und der Weiterbildung und Beratung in Forstverwaltungen und Forstpraxis ein.

Im KWF übernahm er 1980 aus den Händen von Bernt Strehlke die Leitung des Arbeitsausschusses „Mensch und Arbeit“, dem er bereits seit 1974 angehörte, und trug gemeinsam mit dem entsprechenden Fachbereich in der Zentralstelle unter vielem anderen wesentlich zur ganzheitlichen Erfassung und Verbesserung der „Führungsaufgabe“ Arbeitssicherheit und Ergonomie bei: Arbeitsstagen, Arbeitskreise, Modellseminare, Broschüren und Merkblätter legen bedrucktes Zeugnis hierfür ab.

1981 wurde er erstmals als Vertreter der KWF-Mitglieder von der Mitgliederversammlung in den KWF-Verwaltungsrat gewählt und von diesem auch in den GEFFA-Verwaltungsrat entsandt. In diesem obersten Organ des KWF vertritt er die Belange der Mitgliedschaft und trägt Mitverantwortung für Richtung und Schwerpunkte der KWF-Arbeit.

Das KWF schuldet Klaus Heil großen Dank für seinen jahrzehntelangen maßgeblichen Einsatz für Waldarbeit und Forsttechnik und im KWF. Wir wünschen ihm weiterhin Gesundheit und Wohlergehen und uns die möglichst lange Fortsetzung seines erfolgreichen Wirkens.

Gerd Janßen

Messebericht

Umweltfreundliche Maschinenteknik

Sonderpräsentation des KWF zum Thema „Maschineneinsatz und Umwelt“ auf der LIGNAplus war ein voller Erfolg.

Der nutzende Mensch im Wald paßt in der Vorstellungswelt vieler Zeitgenossen nicht mehr in das Wunschbild vom Wald als unberührter Natur. Dies gilt umso mehr, wenn sich dieser Mensch der Hilfe von Maschinen bedient. Und in der Tat, durch die Vervielfachung der schwachen menschlichen Arbeitskraft können Maschinen bei falschem Einsatz in kurzer Zeit beträchtliche Schäden anrichten. Dies gilt ganz besonders, wenn es sich um die immer häufiger im Wald anzutreffende Großmaschinenteknik in Form von Schleppern, Tragschleppern und Kranvollerntern handelt. Solche Maschinen haben nämlich schon allein aufgrund ihrer Dimension und Leistungskraft auch unerwünschte Auswirkungen auf ihre Umwelt.

Wie stark, bzw. wie schädlich diese Auswirkungen dann allerdings tatsächlich ausfallen, hängt zum einen von der technischen Ausstattung solcher Maschinen und zum anderen von den Fähigkeiten des dazugehörigen Fahrers ab. Diese beiden zentralen Aussagen zu verdeutlichen war deshalb das zentrale Anliegen dieser Sonderpräsentation.

Die Bedeutung eines exzellenten Fahrers, nicht nur auf die erwünschten Arbeitsleistungen, sondern auch auf die Vermeidung unerwünschter Nebenwirkungen, ist mittlerweile erkannt und in

entsprechende Ausbildungsprogramme umgesetzt. Stellvertretend hierfür zeigte die Landeswaldarbeitsschule Münchhof in Verbindung mit der Universität Dortmund, Institut für Roboterforschung einen 3-D Ausbildungssimulator (Cosimir/VR), an dem die zahlreichen Besucher der Sonderschau des KWF ihre eigene Fähigkeit erproben konnten, einen Kranvollernter mit möglichst geringen Schäden für Boden und Bestand durch einen virtuellen Wald zu steuern. Hier war es für die Standbetreuer immer wieder verwunderlich, wie neben gestandenen Profis auch immer wieder gerade die jüngeren Messebesucher erstaunliche Fähigkeiten an den Tag legten.

Um die technische Ausstattung von Großmaschinen kümmert sich das KWF insbesondere im Rahmen seiner FPA-Prüfung. Dort spielen Fragen der Umweltverträglichkeit mittlerweile eine große Rolle, wobei das KWF unter Umweltverträglichkeit auch immer die Auswirkungen auf den Fahrer, also ergonomische Fragestellungen versteht. Das KWF trägt mit seiner Arbeit dazu bei, daß umweltfreundliche Komponenten wie z. B. sparsame Motoren, Katalysatoren, Schlagbruchsicherungen und Breitreifen im Rahmen des wirtschaftlich Sinnvollen Eingang in die Praxis finden.

Im Rahmen der Sonderschau wurden

daraus einige ausgewählte Beispiele im Bereich der Großmaschinentechnik, aber auch wichtige Themengebiete im Gerätebereich (Motorsägen und Freischneider) anschaulich demonstriert. Höhepunkt der Sonderschau waren sicherlich die mehrfach am Tag stattfindende Präsentation eines Kranvollernters (Rottne EGS), der von der Firma KOPA dankenswerterweise samt Fahrer zur Verfügung gestellt wurde. Es war nicht zuletzt dieser eindrucksvollen Maschine (6-Rad, 125 kW, 200 kNm-Ausleger mit 10 m Reichweite) und ihres ausgezeichneten Fahrers (vielen Dank Herr Nielsson) zu verdanken, daß die Sonderschau immer wieder ein zahlreiches Publikum erreichen und informieren konnte.

Bei den Großmaschinen hatte die Schnittstelle Maschine-Boden eine zentrale Rolle. Mit Hilfe des vom KWF entwickelten und gebauten Reifenbelastungsprüfstandes konnte der Zusammenhang von Maschinengeometrie, Reifendimension und richtigem Reifeninnendruck auf Art und Umfang des von Radmaschinen verursachten Kontaktflächendrucks gezeigt werden. Hierzu werden in der FTI in Kürze auch die ersten Ergebnisse der umfangreichen Messreihen mit forstüblichen Reifen erscheinen. Klar ist jedoch bereits jetzt, daß einem angepassten Reifeninnendruck eine eminent wichtige Bedeutung bei der Minimierung von Bodenschäden zukommt.

Der Verwendung von Sonderkraftstoffen sowie biologisch schnell abbaubaren Kettenölen und Hydraulikflüssigkeiten war ein weiterer Ausstellungsschwerpunkt gewidmet. Hierzu hatte das KWF kompetente Partner auf die Sonderpräsentationsfläche gebeten, die die Vorführungen des KWF unterstützten und Teilbereiche fachlich vertieften.

So hatte die Fa. STIHL ein kleines Labor aufgebaut und zeigte anhand von chemischen Analysen, worin sich Sonderkraftstoffe von herkömmlichen Treibstoffen unterscheiden und wie dadurch die Gesundheitsrisiken im Umgang und Einsatz solcher Stoffe deutlich reduziert werden konnten.

Etwas weniger wissenschaftlich, aber um so eindrucksvoller, demonstrierte auch die Fa. ASPEN, warum gerade die Führer von Motorsägen nicht mehr auf den Einsatz von Sonderkraftstoffen verzichten sollten. Darüberhinaus stellte ASPEN auch ein Konzept für Lagerung und Transport von Treibstoffen vor.

Einen anderen Ansatz wählte die Fa. PRONOL, die während der zahlreichen Kranvollerntervorführungen sehr anschaulich zeigte, wie mit geeigneten Ölbindemitteln (z.B. Vliesmatten aus Polypropylen, die zwar Kohlenwasserstoffe stark binden, dabei aber völlig wasserabweisend sind) im Falle eines Ölunfalles in

Gewässernähe die schlimmsten Auswirkungen auf die Umwelt verhindert werden können. Darüberhinaus informierte PRONOL über die wichtigsten rechtlichen Regelungen in diesem Bereich.

Auf der Sonderschau eher ein Randthema ohne direkte Umweltauswir-



Messungen am Harvester.

kungen, aber im Zusammenhang mit Kranvollerntertechnologie nach wie vor ein sehr aktuelles Thema ist die vollautomatische Rohholzvermessung durch den Kranvollernter. Die Firma PAV demonstrierte hier stellvertretend die neuesten Entwicklungen im Bereich der Kalibrierung von Kranollerntervermessungssystemen mit Hilfe elektronischer Kluppen.

Neben diesen Schwerpunktthemen konnten die Mitarbeiter des KWF in zahlreichen Fachgesprächen dem interessierten Publikum umfassende Informationen zum aktuellen Stand und der tatsächliche Verbreitung von (geprüfter) Forst-



Eine echte Messeneuheit! Der Multifunktionsschlepper der Firma UTC.

technik geben. Zudem konnte den Besuchern aus dem Bereich der Holzverarbeitenden Industrie demonstriert werden, in welchem Umfang auch im Wald moderne Produktionsmittel und Methoden Einzug gehalten haben.

Autor:
Bernhard Hauck, KWF

Wir gratulieren

Ministerialrat Helmut Dörflinger
65 Jahre

Am 10. Mai 1999 beging Ministerialrat Helmut Dörflinger seinen 65. Geburtstag und trat mit Ablauf des Monats in den Ruhestand. Seit 1995 hatte er das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Verwaltungsrat des KWF vertreten: in dieser Eigenschaft brachte er die Zielsetzung des Bundes als des größten und bedeutendsten institutionellen Trägers des KWF in die Lenkung des KWF ein und half tatkräftig mit, die Voraussetzungen und Bedingungen für die Arbeitsfähigkeit des KWF sicherzustellen. Dafür dankt das KWF ihm, seinem Referat und seinem Hause herzlich. Wir bleiben ihm persönlich als kompetentem, stets aufgeschlossenem und hilfsbereitem Ratgeber und Förderer verbunden.

Darüber hinaus hat Helmut Dörflinger während vieler Jahre als Gast in den KWF-Arbeitsausschüssen „Forstsaatgut und Forstpflanzgarten“ sowie „Waldbau und Forsttechnik“ und als Referent bei

Postanschrift D 6050
Verlag: „Forsttechnische Informationen“
Bonifaziusplatz 3, 55118 Mainz

Entgelt bezahlt

mehreren KWF-Tagungen und -Workshops aktiv in die KWF-Arbeit eingegriffen und diese mitgestaltet. Auch hierfür gilt ihm unser Dank.

Zu seinem 65. Geburtstag gratuliert das KWF Ministerialrat Helmut Dörflinger herzlich und wünscht ihm viele glückliche und gesunde Jahre eines wohlverdienten Ruhestandes.

Gerd Janßen

Wir gratulieren

Forstamtsrat i.R. Hans Beier, bis Ende April 1974 Arbeitslehrer beim Versuchs- und Lehrbetrieb für Waldarbeit und Forsttechnik und Forstbetriebsbeamter im Hessischen Forstamt Merenberg in

Weilburg/Lahn, feierte am 28. April seinen 90. Geburtstag.

Der berufliche Weg und seine Verdienste sind in FTI Nr. 5/1974 gewürdigt worden.

Forstamtsrat Klaus Wilcke, seit Mai 1965 Arbeitslehrer beim Versuchs- und Lehrbetrieb für Waldarbeit und Forsttechnik und seit April 1969 zugleich auch Forstbetriebsbeamter im Hessischen Forstamt Weilburg, feierte am

9. Juni seinen 60. Geburtstag.

Herr Wilcke hat über 25 Jahre lang im FPA-Arbeitsausschuß „Geräte- und Werkzeuge“ des KWF als Vertreter der Hessischen Landesforstverwaltung mitgewirkt.

Herrn Dr. Roland Fritzsche, langjähriger Mitarbeiter in der Sektion Forstwirtschaft der TU Dresden in Tharandt und Inhaber der KWF-Medaille, zur Vollendung seines

70. Lebensjahres am 22. April 1999. Eine ausführliche Würdigung findet sich in FTI 7-8/98.

Herrn Ltd. Ministerialrat Heinz Abel, stellvertretender Leiter der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz von 1979 bis 1982 und langjähriges KWF-Mitglied, zur

Vollendung seines 65. Lebensjahres am 25. April 1999. Eine ausführliche Würdigung findet sich in FTI 6/94.

Herrn Oberforstdirektor Dr. Karl Kwasnitschka, früherer Leiter der Fürstlich Fürstenbergischen Forstverwaltung in Donaueschingen, Präsident des Deutschen Forstvereins, Vorstands- und Ver-

waltungsratsmitglied des KWF und KWF-Mitglied seit 1967, zur Vollendung seines 80. Lebensjahres am 15. Juni 1999. Ausführliche Würdigungen finden sich in FTI 6/79, 6-7/84 und 6-7/89.

Mitteilungsblatt des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF) e.V. (Herausgeber), Spremberger Straße 1, 64823 Groß-Umstadt · Schriftleitung: Dr. Reiner Hofmann, Telefon 06078/785-31 · KWF-Telefax 06078/785-50 · e-mail: kwf.info@t-online.de · Redaktion: Dr. Klaus Dummel, Andreas Forbrig, Gerd Gerdens, Jochen Graupner, Jörg Hartiel, Joachim Morat, Dietmar Ruppert · Verlag: „Forsttechnische Informationen“, Bonifaziusplatz 3, 55118 Mainz,

Telefon (06131) 672006 · Druck: Gebr. Nauth, 55118 Mainz, Telefax 06131/670420 · Erscheinungsweise monatlich · Bezugspreis jährlich im Inland incl. 7% MwSt. 43,- DM im voraus auf das Konto Nr. 20052 Sparkasse Mainz · Kündigungen bis 1. 10. jeden Jahres · Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlegers · Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Mainz · Einzel-Nr. DM 4,80 einschl. Porto.