



Einmal abgesägt hat der Greiferkopf den Stamm im Griff. Der Stamm wird in kontinuierlichem Ablauf entastet und geschält, vorgeschoben, vermessen und in bestimmten Abständen abgesägt.

Waldameise bedingt bodenständig

Sensationelle Weltneuheit: Gehender Waldroboter

Sechs Beine und ein ‚Rüssel‘ sind typische Merkmale für den neuen Waldroboter, den das finnische Unternehmen Plustech Oy im Frühjahr in deutschen Wäldern testete. Mit seinem Insektengang bahnt sich der Roboter auch Wege in schwierigen Geländen und schützt dabei den Waldboden. Die Arbeitshydraulik sorgt zusätzlich für schnelle Holzhandhabung.

Als eine Art einsamer Waldgeist wird der laufende Waldroboter wohl niemand erschrecken: Das ‚Rieseninsekt‘ benötigt trotz hohem Automatisierungsgrad immer noch einen Maschinenführer. Der Waldroboter – sechs Beine zur Fortbewegung, eine Fahrerkabine und ein Auslegerarm mit Greiferkopf zur Holzhandhabung – bekommt von der Hydraulik ordentlich Leben eingehaucht. Anfang des Jahres streifte er durch einige Wälder in der Schweiz und Deutschland, wobei sich nur einige wenige selbst von den Fähigkeiten des Vehikels überzeu-

gen konnten. Premiere hatte der Prototyp des rund 10 Tonnen schweren, gehenden Waldroboters auf der Envitec 95. Doch bislang ist man über den Status ‚Prototyp‘ nicht hinausgekommen und an der neuentwickelten Geh-Konstruktion wird nach wie vor gearbeitet und gefeilt. Der Geh-Mechanismus, der an den Gang von Insekten erinnert, entsteht durch sechs Beine, von denen jedes drei Freiheitsgrade hat und somit 18 Servo-Achsen hydraulisch geregelt werden müssen.

„Die grundlegende Idee bestand in der Entwicklung einer Forstma-

schine, die Boden und Jungpflanzen schont und sich den Geländebedingungen anpaßt“, blickt Marko Paakkunainen zurück. Er ist F+E-Manager für Hydraulik und Mechanik bei Plustech Oy in Tampere, Finnland. Das Unternehmen ist eine Beteiligungsgesellschaft des Timberjack-Konzerns (finnischer Forstmaschinenproduzent).

Die neue Art von Forstmaschine fährt nicht sondern schreitet durch den Wald, was mehrere Vorteile hat: Statt der andauernden Flächenbelastung durch Räder und das Hinterlassen von Fahrspuren wird der Boden dank der punktuellen Belastung weniger geschädigt. Außerdem kann die Bodenfreiheit vom Maschinenführer über Potentiometer zwischen 0,2 und 1,2 m eingestellt werden, was Jungpflanzen und -bäume schont. Letzteres ermöglicht auch ein sicheres Arbeiten in Längs- und Querneigung von bis zu 60 Prozent, da jedes Bein die Maschine in unterschiedlicher Höhe abstützen kann.

Sensoren entscheiden, ob der Boden begehbar ist

Paakkunainen erläutert, daß „nur drei Beine gleichzeitig festen Boden unter den Füßen benötigen, wobei die Maschine Form und Festigkeit des Bodens aufgrund von Druckmessungen erkennt und entscheidet, ob der Boden zu weich und somit nicht begehbar ist“.

„Wir arbeiten mit einem speziellen Kommunikationsrechner, mit dessen Hilfe das Steuerungssystem jedes Gelenk kommandieren kann. Über Rückmeldungen weiß das System jederzeit, wo jedes der Beine gerade steht“, beschreibt Paakkunainen. „Hierzu setzen wir ein dezentrales Meßsystem an allen Zylindern ein, mit dem jede Position gemessen wird. Dadurch werden die

Bewegungen aller Gelenke zu jedem Zeitpunkt synchronisiert.“

Der Waldroboter bewegt sich mit maximal 1,5 km/Stunde. Dafür muß sich das Steuerungssystem einerseits selbst kontrollieren und andererseits auch lernfähig sein. Für den Geh-Mechanismus und die Arbeitshydraulik werden zwei elektrisch gesteuerte Pumpen eingesetzt, deren Gesamtkapazität 171 ccm beträgt

Die Steuerung muß auf jeden Fall lernfähig sein

und mit denen ein maximaler Arbeitsdruck von 280 bar erreicht werden kann. Im Prototypen werden 200 Liter Öl – zur Zeit Synthetik-Ester – eingesetzt. Proportionalventile der Nenngröße 10 arbeiten als ‚Befehlsempfänger‘, um die sechs Beine in Bewegung zu setzen.

Die in jedem Bein befindliche Konstruktion eines vom Drehmoment abhängigen Aktuators, der für die Drehbewegungen der Gelenke zuständig ist, wurde von Plustech entworfen und speziell für diese Anwendung gefertigt. „Natürlich müssen wir auch auf den Preis achten. Deshalb sind die Aktuatoren so konstruiert worden, daß sie in anderen Anwendungen eingesetzt werden können“, betont Paakkunainen.

Während das Gehen mit dem Schreit-Harvester laut Paakkunainen leichter sein soll als Autofahren, ist die Holzhandhabung keinesfalls von Pappe. Immerhin wiegt allein der Greiferkopf fast 1 000 kg und erledigt eine Reihe von Arbeiten ‚in einem Rutsch‘. Die multifunktionale Maschine, ein sogenannter Kranvol-

lernter, arbeitet in einem Ablauf: Der Greiferkopf packt den Baum, fällt ihn, schält beziehungsweise entastet den Stamm, schiebt den Stamm vor und sägt den Stamm in vorgegebene Längen und Stücke. Erst dann läßt der Greiferkopf wieder los.

Alle, für diese Arbeiten notwendigen Werkzeuge – Walzen zum Führen des Stammes, Säge und Schälmesser – sind im Greiferkopf untergebracht und werden für ihren jeweiligen Einsatz ausgeklappt.

Das Hydrauliksystem besteht aus den auch für die Geh-Technik eingesetzten beiden Load-Sensing-Pumpen. Der Arbeitsdruck für die Holzhandhabung liegt zwischen 190 und 240 bar. Für den Kran und die Steuerung werden Proportionalventile eingesetzt.

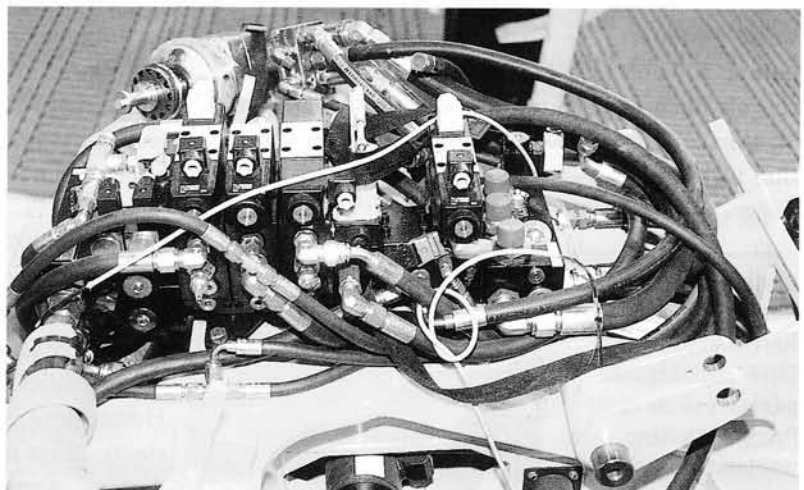
Die gesamten Hydraulikventile sind im Greiferkopf untergebracht. Nur Druck- und Tankschläuche sowie die Ableitung kommen über den Kran von der Basismaschine. Paakkunainen erklärt den Vorteil: „Diese Anordnung vereinfacht die Auslegerkonstruktion. Der Hydraulikventilblock steuert bis zu sechs Mo-



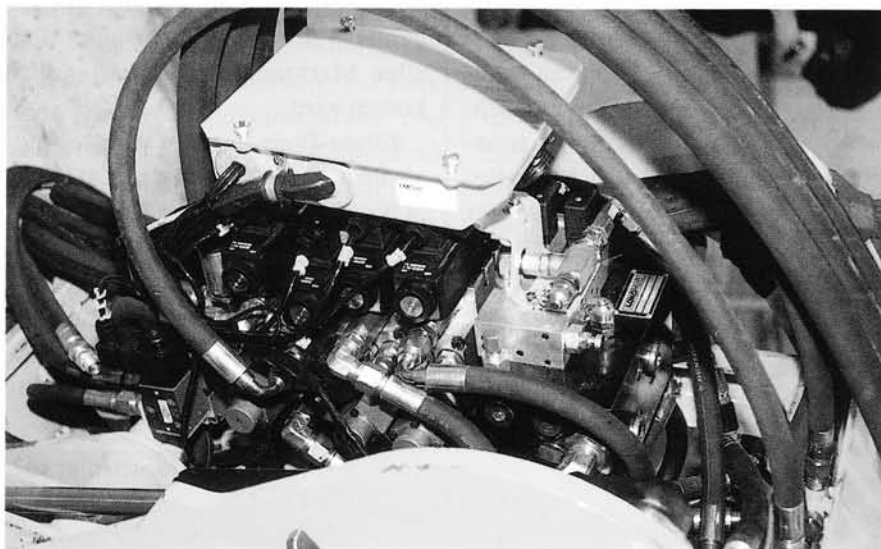
Marko Paakkunainen, F+E-Manager bei Plustech: „Das Gehen mit dem Schreit-Harvester ist aufgrund der einfachen Joystick-Bedienung leichter als Autofahren.“

toren und neun Aktuatoren mit insgesamt 30 Ventilen.“

Mit zwei Motoren wird die Walze zum Führen des Stammes, mit dem dritten die Säge und mit dem vierten Motor die Drehbewegung des Greiferkopfes angetrieben. Für zusätzliche Aufgaben wie Markieren der Stämme können zwei weitere Motoren eingesetzt werden. Die Aktuatoren mit den zugehörigen Ventilen sind zuständig für das Neigen des



Der Blick in das Innenleben des Greiferkopfes zeigt die Anordnung des Hydraulikventilblocks, an den hohe Anforderungen gestellt werden: Möglichst klein und leicht bei hoher Durchflußrate.



Der Ventilblock besteht aus insgesamt 30 Ventilen und ist verantwortlich für die Steuerung von bis zu sechs Motoren und neun Aktuatoren. Bilder: fluid/ Plustech

Auslegerarms, die Schälmesser, die Walzen und den Wechselmechanismus der Sägeblätter. Die Anforderungen an den Ventilblock sind recht hoch: Er muß aufgrund seiner Anordnung im Greiferkopf so klein wie möglich sein, darf nicht viel wiegen, soll aber gleichzeitig eine hohe Durchflußrate für die führenden Walzen und die Motorsäge zulassen.

Ventilblock mit guter Wartungsmöglichkeit

Gerade der Ausleger des Harvesters arbeitet teilweise unter extremen Bedingungen, weshalb vor allem auf gute Wartungsmöglichkeiten beim Ventilblock geachtet wurde: Jedes Ventil ist frei zugänglich und kann jederzeit ohne viel Arbeitsaufwand ersetzt werden, da die Schläuche an der Montageplatte angeschlossen sind und nicht abgekoppelt werden müssen.

Die Funktion ‚Stamm führen‘ (der Stamm wird mittels der Walzen zum Schälen oder Sägen durch den Greiferkopf vorgeschoben) wird über Durchflußventile in Cartridge-Bauweise gesteuert. Die Cartridges enthalten sowohl Druck-Kompensatoren als auch Druck- unterstützende Ventile. Außerdem wird der Durchfluß für die Motorsäge über die Cartridge-Ventile geleitet. Da die Säge

Modernes ‚Insekt mit Rüssel‘: Der Schreit-Harvester bewältigt Quer- und Längsneigungen von bis zu 60 Prozent. An Hanglagen werden die Beine unterschiedlich lang ausgefahren.



schnelle Arbeit leisten muß, liegt die Drehzahl des Hydraulikmotors (30 kW) bei rund 9 000/min.

Die Einheit hält den Baumstamm aufgrund dieses Kompensationskreislaufs fest. Der Kreislauf nutzt einen Hydraulikspeicher, der garantiert, daß immer genügend Druck zum Halten des Stammes vorhanden ist, selbst wenn das Druckniveau im Hydrauliksystem abfallen sollte.

Das Meßsystem erlaubt die exakte Messung des Stamm-Volumens und damit vollautomatische Abläufe für das Absägen des Stammes in vorgegebenen Längen sowie die querschnittliche Unterteilung des Stammes in, den Anwendungsmöglichkeiten entsprechenden Stärken (z.B.

astlochfreies, dickes Holz aus der Mitte des Stammes für Holz-Konstruktionen und -Möbel oder geringe Stärken vom Stammäußeren zur Herstellung von Zellstoff). „Erst aufgrund dieses kontinuierlichen Meßsystems ist das Sägen der Stämme in diesen drei Geometrien möglich, was für einige forstwirtschaftliche Betriebe von größter Bedeutung ist“, so Paakkunainen. Die Holzhandhabung, das heißt der Umgang mit dem Auslegerarm

Einzigartige Geheimniskrämerei

Wie versteckt man ein Insekt, das 10 Tonnen wiegt, fast 3 m hoch und rund 6 m lang ist? Bei seinen Gehversuchen im Sauerland wurde der Waldroboter offensichtlich bestens vor Journalisten abgeschirmt. Es herrscht beinahe eine Informationssperre bezüglich der Technik, die der Waldroboter zum gehen braucht. Für uns Journalisten und für Sie als Technikinteressierte mag das ein Ärgernis sein. Für den Hersteller

Plustech allerdings kann diese Pressescheu zum Eigentor werden. Einige Jahre Entwicklungszeit, geschätzte Kosten in bisher sechsstelliger Höhe und seit zwei Jahren nichts weiter als ein Prototyp. Wenn der Waldroboter nicht bald in Produktion geht und mehr Informationen über ihn fließen, wird er womöglich das bleiben, worauf Plustech noch sehr stolz ist: der einzige gehende Waldroboter weltweit. *Kommentar*

samt Greiferkopf, ist immerhin eine so anspruchsvolle Aufgabe, daß Plustech dazu auch einen Forstmaschinen-Simulator entwickelt hat. Die Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten / Landesamt für Agrarordnung im westfälischen Neheim-Hüsten setzt einen solchen Simulator zur Ausbildung von Maschinenführern ein. Bei der Landesanstalt denkt man sogar über die Entwicklung einer Cyberspace-Maske nach, um „im Trockentraining“ noch besser in die Forstarbeit eintauchen zu können.

Keineswegs eine High-Tech-Spinnerei im Wald

High-Tech-Spinnerei im Wald? Keineswegs, denn immerhin ist schon ein mittelgroßer sogenannter Single-Grip-Harvester (Kranvollerter auf Rädern mit einem Greiferkopf für alle Holzbearbeitungsfunktionen) mit rund einer halben Million Mark recht teuer und man darf gespannt sein, wieviel der gehende Waldroboter bei seiner offiziellen Markteinführung letztendlich kosten wird.

Einen Preis hat der Waldroboter als Prototyp schon: In der Kategorie „Ökodesign“ erhielt er 1996 von der EBEAFI-Jury, die im Namen der Europäischen Kommission Preise für besonders umweltfreundliche Industrielösungen vergibt, die „Besondere Belobigung“. *ug*