

# FORSTMASCHINEN PROFI

Das Fachmagazin  
für Forsttechnik  
und Holztransport





## HVT-R2 spart Zeit und Sprit

HSM präsentiert Forwarder mit hydrostatisch-mechanisch leistungsverzweigtem Getriebe

**(eb). HSM präsentiert seinen 14-Tonnen-Forwarder HSM 208F 14t mit dem hydrostatisch-mechanisch leistungsverzweigten Getriebe HVT-R2.**

Das Getriebe des Herstellers Dana Rexroth aus Arco wird seit einigen Jahren erfolgreich in verschiedenen mobilen Anwendungen wie Radladern und Container-Teleskopladern verwendet. Für den Einsatz im Forwarder wurde eine niedrigere Version des Getriebes „Short-Drop“ konstruiert, um den knappen Einbauraum bestmöglich zu nutzen und die Kabine nicht höher als bisher platzieren zu müssen.

Die Wirkungsgradvorteile vor allem im mittleren Geschwindigkeitsbereich zwischen sechs und 18 km/h seien beachtlich, teilt HSM in einem Pressebericht mit. Dies habe das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) bei Messungen auf dem Rollenprüfstand nachgewiesen. Damit könne

im täglichen Betrieb Treibstoff gespart und die Leistung deutlich erhöht werden.

### Vorteile ab fünf km/h

Die heute üblichen hydrostatischen Getriebe haben bei niedrigen Geschwindigkeiten bis fünf km/h einen brauchbaren Wirkungsgrad bei sehr guter Regelbarkeit. Bei höheren Geschwindigkeiten steigen die Verluste schnell an wegen der hohen Abtriebs-Drehzahl am Hydromotor bei gleichzeitig ungünstig kleinem Schwenkwinkel. Üblich sind nachgeschaltete, mechanische Zweigang-Verteilergetriebe, die nur im Stillstand zu schalten sind, was zeitraubend ist und deshalb im Arbeitsprozess unterbleibt.

So sind rein hydrostatische Einmotoren-Antriebe von Forwardern in der ersten Fahrstufe meist auf Geschwindigkeiten bis maximal zwölf km/h begrenzt und haben ab circa sieben km/h einen zunehmend schlechteren Wirkungsgrad.

Das leistungsverzweigte Getriebe HVT-R2 von Dana Rexroth verhält sich in der ersten, rein hydrostatischen Fahrstufe vorwärts und rückwärts wie ein Hydrostat. Ab 4,5 km/h wird in den zwei-

ten leistungsverzweigten Gang geschaltet und die Kraft auf einen hydrostatischen und einen mechanischen Zweig aufgeteilt. Dabei variiert die Leistungsverzweigung zwischen mechanisch 66 Prozent und hydrostatisch 34 Prozent sowie 100 Prozent mechanisch, der Hydromotor ist im Stillstand und damit annähernd verlustfrei. Abbildung 1 zeigt diese Verhältnisse und die resultierenden Wirkungsgrade.

Das stufenlose Getriebe schaltet zwischen der ersten und zweiten Fahrstufe synchron, schnell, ruckfrei und ohne Zugkraftunterbrechung. Beim asynchronen Umschaltvorgang zur und von der dritten Fahrstufe, die nur vorwärts existiert, ist ein kurzer Zeitverzug zu überbrücken. Da dies außerhalb des normalen Arbeitsprozesses bei Straßenfahrt passiert, spielt es keine wesentliche Rolle. Hier überbrückt die träge Masse des Fahrzeugs die kurze Zugkraftunterbrechung, die weniger als eine halbe Sekunde beträgt.

Die kompakten Abmessungen des Getriebes erlauben den Einbau beim HSM 208F 14 t, ohne dass die Kabine höher als bei der hydrostatischen Variante gesetzt werden muss.

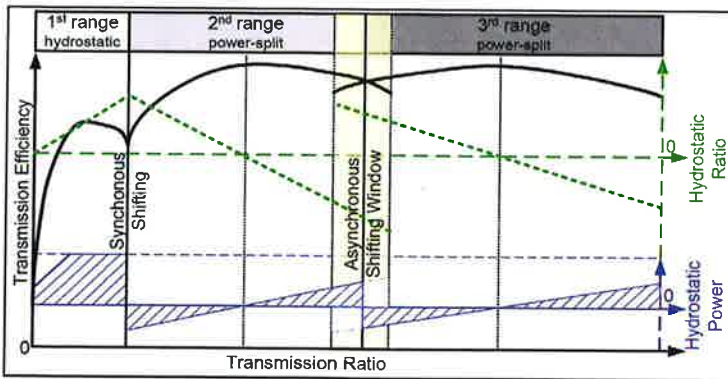


Abbildung 1: Vorwärts-Fahrbereiche des HVT-R2. Grafik: Dana Rexroth

Rechts: Ein HSM 208F mit konventionellem hydrostatisch-mechanischen Antrieb wurde auf dem Rollenprüfstand als Referenz vermessen.



Diese Vorteile des leistungsverzweigten Getriebes wurden auf dem Rollenprüfstand des KIT nachvollzogen. Um ein korrektes Bild der Veränderung der Getriebewirkungsgrade zu bekommen, wurde zunächst ein existierender Rückezug HSM 208F auf dem Rollenprüfstand als Referenz vermessen. Dabei wurden besonders einige Betriebspunkte mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten – bergauf, in der Ebene und bergab – nachgefahren. Die gleichen Betriebspunkte wurden auch mit dem Prototyp mit leistungsverzweigtem Getriebe HVT-R2 abgefahren. Um zwei km/h zeigt sich ein besserer Wirkungsgrad des konventionellen Hydrostaten der Referenzmaschine. Das ist so zu erwarten, da beide rein hydrostatisch fahren und das HVT-R2-Getriebe hier noch die Verluste von offenen Lamellenkupplungen und weiterer Getriebewellen tragen muss. Vom Prinzip her sind beide Getriebe bei langsamen Geschwindigkeiten im besten Wirkungsgrad der Hydrostaten unterwegs.

Bei steigender Fahrgeschwindigkeit werden diese hydrostatischen Wirkungsgrade immer schlechter. Hier schaltet das stufenlose HVT-Getriebe ruckfrei und ohne Zugkraftunterbrechung in den leistungsverzweigten Gang. Bei zwölf km/h in der Ebene ist der Unterschied zwischen den beiden Konzepten sehr deutlich: Der Triebstrang-Wirkungsgrad des konventionellen Hydrostaten fällt hier auf 25,6 Prozent, während die leistungsverzweigte Variante mit 52,8 Prozent wesentlich besser ist. Der Triebstrang ist definiert vom Getriebeeingang bis zum Getriebeausgang. Da die Achsen gleich und die Reifen ähnlich sind, spiegelt sich auch in den Fahrleistungen der erwartet deutliche Vorsprung des stufenlosen, leistungsverzweigten Getriebes wider.

### Deutlich geringerer Dieselverbrauch

Beladen leicht bergauf mit einer Zugkraft von 20 Kilonewton (rund zwei Tonnen) wird der Vollast-Betriebspunkt der konventionellen Maschine bei zehn km/h angefahren. Der Triebstrang-Wirkungsgrad liegt hier bei 53 Prozent. Die Variante mit leistungsverzweigtem Getriebe hat hier noch Leistungsreserven im Dieselmotor und zeigt einen Wirkungsgrad von 74 Prozent über den Triebstrang. Die Leistungsabnahme vom Dieselmotor ist über ein Drittel niedriger und es könnte um die Hälfte schneller gefahren werden. Bei gleicher Fahrgeschwindigkeit bergauf spart das leistungsverzweigte Getriebe hier 1,36 Liter pro Kilometer ein. Bei Vollast ist ein ähnlicher Verbrauchsvorteil und zusätzlich eine um die Hälfte höhere Fahrgeschwindigkeit möglich. Das ist auf Asphalt realistisch, hängt im Gelände aber vom Anstieg der Fahrwiderstände bei höherer Geschwindigkeit ab.

Diese eindrucksvollen Ergebnisse zeigen die Vorzüge des Getriebes, das seine Vorteile vor allem auf längeren Rückedistanzen ausspielen kann, wo Fahrgeschwindigkeiten um zehn km/h im Gelände möglich sind. Beim Laden in der Rückegasse und vor allem im Steilhang ist der klassische Hydrostat noch leicht im Vorteil.

Das Prototyp-Fahrzeug ist gerade von einer mehrmonatigen Erprobung aus den rumänischen Karpaten zurück. Dort hat es auf Rückentfernungen bis vier Kilometer auch im Vergleich zu einem HSM 208F mit hydrostatischem Getriebe voll überzeugt. Die Arbeitszeitstudien durch Prof. Stelian Alexandru Borz und seine Wissenschaftler belegen dies. Veröffentlichungen darüber sind ab Oktober geplant.

Möglich wurde dieses ehrgeizige Entwicklungsprojekt „Forwarder2020“ durch die Förderung der europäischen Kommission im Rahmen von „Horizon 2020“. Der Vorteil dieses Programmes besteht darin, dass hier mittlere Unternehmen wie HSM mit Großunternehmen wie Dana Rexroth, Forstunternehmern aus Deutschland und Rumänien sowie Forschungseinrichtungen wie dem KIT, der Berner Fachhochschule und der Forstfakultät der Universität Brasov zusammenarbeiten können.

[www.hsm-forest.com](http://www.hsm-forest.com) • [www.kit.edu](http://www.kit.edu)  
[www.danarexroth.com](http://www.danarexroth.com) (englisch)



Nach der Referenzmaschine bewies ein Forwarder mit leistungsverzweigtem Getriebe auf dem Prüfstand seine Stärken.

Fotos: HSM