



## Abstract / Zusammenfassung

Der Transport vom Wald zum Holzverarbeiter macht einen beachtlichen Anteil der Holzbereitstellungskosten aus und hat in den letzten Jahren aus verschiedenen Gründen zugenommen. Für «Lignum Holzwirtschaft Zentralschweiz» (vormals und zur Zeit der Antragstellung «PROHOLZ Lignum Luzern») wurden durch die HAFL in Zusammenarbeit mit mehreren Praxispartnern (SWISS Krono AG, Perlen Papier AG, Schilliger Holz AG, Tschopp Holzindustrie AG, Florinett Holz AG, Latschbacher AG, Amstutz Holzenergie AG, RWG Fontannen) Optimierungspotentiale analysiert und Praxistests durchgeführt.

Anhand einer Literaturrecherche wurden technische und organisatorische Lösungsansätze zur Senkung der Transportkosten in der Rohholzlogistik identifiziert, beschrieben und im Hinblick auf ihre Einsatzmöglichkeiten in der Schweiz beurteilt. Im Rahmen eines Workshops mit potenziellen Praxispartnern wurden die 31 identifizierten Ansätze von den Experten priorisiert und 9 selektiert, die mit einer Ausarbeitung von Factsheets genauer beschrieben wurden. In einem zweiten Workshop wurde festgelegt, welche dieser Ansätze mit welchen Praxispartnern erprobt werden sollen, um sie auf ihre Einsatztauglichkeit zu prüfen und konkrete Einsparpotenziale zu ermitteln. Mit diesem Vorgehen wurde dem Interesse der Praxispartner entsprochen und somit deren Beteiligung sichergestellt.

Für die technischen Varianten wurde vorgängig ein Vergleich der Kosten unterschiedlicher LKW-Modelle vorgenommen. Für den kombinierten Verkehr wurden die Kosten verschiedener Transportkonzepte (Bahn-LKW, LKW) verglichen. Für die Detailplanung der Praxistests fanden bilaterale Treffen statt. Zusätzlich wurde mit einer Internet-basierenden Holzwarenplattform ein Thema in einem separaten Workshop eingehender diskutiert, welches im Antrag stark fokussiert war, in der Selektion durch die Teilnehmer aber nicht in die Umsetzungsphase aufgenommen wurde. Von den Antragstellern und einem am Projekt beteiligten Softwarehersteller wird darin ein wichtiges Optimierungspotential gesehen. Dieses kann jedoch nur mobilisiert werden, wenn sich die Praxis mit der Warenplattform identifiziert und die erforderlichen Holz mengen auf ihr bereitstellt. Weil diese Bereitschaft im Rahmen des Projektes jedoch nicht gegeben war, wurde der Gedanke verworfen eine Holzwarenplattform zu entwickeln und das Thema lediglich theoretisch behandelt.

Für die Praxistests im Teil Technik wurden 6 verschiedene LKWs (je 3 der Schilliger Holz AG und Tschopp Holzindustrie AG) verwendet. Die LKWs unterschieden sich in ihrer Ausstattung (mit / ohne Kran, Anhänger aufladbar oder nicht) und somit auch in der maximal möglichen Nutzlast. Die Bewegungen der LKWs wurden mit einer frei verfügbaren SmartPhone App aufgezeichnet. Ergänzend dazu wurden die Teilarbeitsschritte der Transporte durch die Fahrer mit Messprotokollen dokumentiert. Insgesamt konnten Daten zu 23 Transporten erhoben werden.

Für den kombinierten Verkehr wurde für die Datenerfassung das gleiche Vorgehen gewählt. Sämtliche Transportvorgänge vom Wald zum Verladebahnhof oder Direkttransporte zum Werk der Schilliger Holz AG wurden der Vergleichbarkeit halber mit dem gleichen LKW durchgeführt. Bei kombiniertem Verkehr wurde vom Endbahnhof bis zum Werk von Schilliger ein firmeneigener LKW genutzt. Der Bahntransport erfolgte mit konventionellen Bahnwaggons für den Holztransport oder Standard-Waggons mit ACTS-Flats. Sämtliche Varianten konnten im Rahmen der Untersuchung nur einmal durchgeführt werden.

Einige Fahrten konnten wegen fehlerhafter Datenerfassung nicht in die statistische Betrachtung mit einbezogen werden. Zusätzlich vorgesehene Fahrten für eine umfangreichere Datenerfassung konnten durch die Praxispartner nicht erfasst werden. Wegen der geringen Anzahl Transporte pro Variante sind sowohl beim Teil Technik als auch beim kombinierten Transport nur qualitative, statistisch nicht gesicherte Aussagen möglich.

Die Resultate des Teils Technik zeigten, dass die **mittlere Ausnutzung der Nutzlast** der LKWs sehr hoch ist und **wenig Optimierungspotential** bietet. Die **LKWs unterschieden sich bezüglich der Kosten** pro Tonnenkilometer, Kosten pro Kilometer und Kosten pro Tonne teils **erheblich**. Weiter wiesen die von den Fahrern mit Messprotokollen erfassten Zeiten für die einzelnen Arbeitsschritte teils grosse Abweichungen zu den anhand der Applikation ermittelten Zeiten auf. Die Tests zeigten eine Tendenz für einen linearen Zusammenhang zwischen folgenden Faktoren: Gesamttransportkosten und

Transportdistanz; Gesamttransportkosten pro Tonnenkilometer und Nutzlast; Gesamttransportkosten pro Stunde und Nutzlast.

Eine **Kostenreduktion** lässt sich durch die Verwendung von LKWs mit einer **höheren Nutzlast**, die **Minimierung der Transportdistanzen** und die Erhöhung der **Anzahl LKWs pro Transport (bei 2 LKW könnte bspw. ein Kran eingespart und die Transportkapazität erhöht werden)** erreichen. Weiteres Optimierungspotential würde sich durch die Minimierung der Be- und Entladezeiten durch geeignete Disposition und effiziente Abladetechniken realisieren lassen.

Die Untersuchungen beim kombinierten Verkehr wiesen eine hohe Variabilität auf. Am günstigsten schneidet die Variante Strassentransport mit Rückfracht ab, weil ein Teil der Kosten dem Rückfrachtprodukt zugeteilt werden kann. Lässt sich keine Rückfracht organisieren, ist die Variante **kombinierter Verkehr je nach verwendeten Waggons / Flats selbst bei einer Umladung von der Rhätischen Bahn (RhB) auf die SBB noch konkurrenzfähig, solange die Waggons voll ausgelastet werden können**. Besonders die **Distanzen zwischen Wald und Bahnhof sowie Wald und Werk beeinflussen, welche Variante am kostengünstigsten ist**.

Optimierungspotential besteht in der Verwendung effizienterer Systeme zur Ladungssicherung der Bahnwaggons, dem Verladen der Flats auf die LKWs und der Reduktion der Wartezeiten bei den Holzabnehmern. Welche Transportvariante beim kombinierten Verkehr am kostengünstigsten ist, ist stark von den Ausgangsbedingungen (Distanz Wald – Bahnhof resp. Bahnhof – Werk) abhängig.

Das Thema Holzwarenplattform zur Optimierung der Auslastung / Rückfrachtoptimierung stiess bei den Praxispartnern nur auf verhaltenes Interesse. Die Idee zielt darauf ab, einen bestimmten Anteil der zu transportierenden Rohholzmenge über eine halboffene digitale Plattform dem günstigsten Transportunternehmer als Auftrag zu vergeben. Dadurch würden sich die Rückfrachttransporte optimieren lassen und die Professionalisierung der Transportbranche würde gefördert. Technisch wäre eine solche Lösung relativ einfach realisierbar (bspw. mit der net.logistik von Latschbacher), allerdings funktioniert sie nur, wenn eine sinnvolle Mindestmenge (Festmeter, Polter, Aufträge usw.) auf die Plattform gestellt wird. Volkswirtschaftlich wäre es vermutlich sinnvoll, um mit übergreifenden Lösungen die Kosten und die Umweltbelastung zu senken.

Für signifikante und aussagekräftigere Resultate ist eine Erhöhung der Anzahl Wiederholungen pro LKW-Modell erforderlich. Dies umzusetzen und eine gute Datenqualität zu gewährleisten würde eine automatische und vollständige Datenerfassung voraussetzen, damit der Aufwand für die Datenauswertung reduziert werden kann. Dazu wäre zu prüfen, ob durch den Einsatz von einem Telematiksystem für LKWs die erforderlichen Daten abgegriffen werden können oder ob eine Kombination mit zusätzlichen Sensoren notwendig ist, um die Arbeitsphasen trennen zu können. Zusätzlich betrachtet werden sollten Verfahrensvariationen, die weiteres Optimierungspotential bieten. Dies sind beispielsweise der Einsatz eines Stackers zur Entladung oder beim kombinierten Verkehr die Verwendung von ACTS-Flats bereits im Wald.

Die Daten, die durch die Ausstattung der LKWs mit einem Telematiksystem bzw. mit geeigneter Sensorik dann im Idealfall eine automatische Arbeitsphasentrennung ermöglichen, können als **Grundlage für die Entwicklung eines Decision Support Tools** verwendet werden. Dieses könnte helfen, die Transportvarianten zu vergleichen und in Abhängigkeit von den Distanzen zwischen Wald, Bahnhof und Kunde die kostengünstigste Lösung vorschlagen.

**Schlagwörter:** Rohholzlogistik, kombinierter Verkehr, Optimierung