



Prof. Dr. Holly Ott

Labor für Simulation und vernetzte Wertschöpfungskette

Optimierung von Losgröße-1-Produktion, Lagerung, Logistik und Lieferkette

Das Labor für Simulation und vernetzte Wertschöpfungskette an der Hochschule Rosenheim arbeitet mit KMU in der regionalen Holzlieferkette zusammen, um die Umstellung auf die Losgröße-1-Produktion zu unterstützen und die Kommunikation und Koordination entlang der Forst-Holz-Wertschöpfungskette zu verbessern. Zu den vergangenen Projekten gehören

- die Evaluierung verschiedener Lagerbestellungen in bestehenden Lagerbereichen, um sich an neue und individuell zugeschnittene Produktmischungen für einen schnelleren Materialfluss anzupassen
- die Evaluierung der Auswirkungen der Produktreihenfolge auf die Maschinenauslastung unter Berücksichtigung von Rüstvorgängen und den Auswirkungen von Fehlern und Nacharbeit
- die Simulation verschiedener Optionen für die Stapelung von Losgröße-1-Teilen innerhalb der Produktion
- die Evaluierung von bestehenden und geplanten Produktionshallenlayouts, die den Materialtransport verbessern
- die Simulation geplanter FTF-Routen, um die Überlastung und die Gebührenoptionen zu bewerten.

Die in diesem Artikel hervorgehobenen Projekte aus den Jahren 2022-2023 betreffen die Verwendung von Produktionssimulationen zur Unterstützung der täglichen Produktionsplanung, Logistiksimulationen zur Bewertung der Auswirkungen von Hub-Storage für die Möbellogistik im Hinblick auf Kosten- und Treibhausgasreduzierung sowie eine Analyse des Potenzials von B2B-Plattformen zur Verbesserung der Kommunikation und des Risikobewusstseins für die KMU-Wertschöpfungskette Forstwirtschaft-Holz.

Verifizierung einer optimierten Terminierung für variantenreiche Produkte mittels AnyLogic Simulation und Vorschläge zur Integration in die operative Planung bei der Schörghuber Spezialtüren KG

Steigende Anforderungen und Einflüsse von Megatrends zwingen auch produzierende Unternehmen in der Holzverarbeitenden Branche, sich anzupassen und die eigene Entwicklung stetig voranzutreiben. Daraus resultieren oft komplexere Produktions-

prozesse mit zusätzlichen Teilschritten bei einer mindestens gleichbleibenden Erwartungshaltung in Bezug auf bestehende Qualitätskriterien eines Produkts. Die Unternehmen versuchen diesem Verlangen unter anderem mittels technischer Aufrüstung von Anlagen, Umgestaltung von Prozessen und allgemeiner Digitalisierung gerecht zu werden.

Der technische Fortschritt bietet dabei aber auch neue Möglichkeiten, diesen Herausforderungen zu begegnen. Eine Möglichkeit ist die Nutzung von Simulationsprogrammen. Diese fanden bis vor einigen Jahren hauptsächlich in einigen Bereichen der Forschung oder in großen Industriezweigen wie der Automobil- oder Prozessindustrie Anwendung. Mit zunehmender Rechenleistung und Reduzierung einiger weiterer Hürden haben in den vergangenen Jahren nun auch kleine und mittlere Unternehmen Zugang zu diesen Programmen erhalten.

Da die Möglichkeiten dieser Technologie in KMU der Holzbranche bis dato nur begrenzt ergründet wurden, befasste sich diese Abschlussarbeit von Herrn Simon Holzner aus dem Masterstudiengang Holztechnik mit den Potenzialen eines Simulationsmodells am Beispiel eines in Losgröße 1 fertigenden mittelständischen Türherstellers. Die Arbeit entstand dabei in Kooperation zwischen der Technischen Hochschule Rosenheim und der Schörghuber Spezialtüren KG aus Ampfing.

Schörghuber produziert mit rund 400 Mitarbeitern an zwei Standorten Holztüren mit besonderen Anforderungen in Bereichen wie Brand-, Schall-, Strahlenschutz und Beständigkeit gegen Feuchte. Dabei ist die Produktion so konzipiert, dass sowohl große Losgrößen als auch Einzelfertigungen an den automatisierten Anlagen realisierbar sind. Dieses Zusammenspiel resultiert in komplexen technischen Anlagen und Hintergrundprozessen, welche das Produktionsmanagement vor Herausforderungen stellt.

Zur Identifikation und Ergründung von Potenzialen einer Simulationssoftware für ein produzierendes Unternehmen wie Schörghuber wurde das Simulationsprogramm Anylogic verwendet. Diese bot auf Grund der Multimethodenfähigkeit, der themenspezifischen Bibliotheken, dem einfachen Einstieg und der trotzdem gegebenen Möglichkeit spezifischer Anpassungen mittels Java-Programmierung eine optimale Basis.

Zur Erstellung des Modells wurden Arbeitsfolgen erfasst, die relevanten Arbeitssysteme ermittelt und mittels Kennzahlen wie Taktzeit- und Anlagenlaufzeiten in einem ersten Schritt quantifiziert. Da die Realität in Modellen nicht 1:1 abgebildet werden kann, mussten unter Berücksichtigung des Einfachheitsprinzips manche Prozesse und Strukturen an geeigneten Stellen vereinfacht sowie bestimmte Annahmen getroffen werden. In dieser Phase sind kontinuierliche Abgleiche zwischen Theorie und Wirklichkeit mittels Verifizierungs- und Validierungsmethoden nötig und können so bereits zu ersten Erkenntnissen führen. Das fertige Modell stellt die Basis dar, auf der auch zukünftig je nach Anwendungsfall mit kleinen Anpassungen und Aktualisierungen aufgebaut werden kann (siehe Bild 1). Zu diesem Zeitpunkt kann das Modell bereits Potenziale im Bereich der Schulung von Mitarbeitern oder als Grundlage für die Planung von neuen Anlagen und Prozessumgestaltungsvorhaben bieten. Außerdem ist ein vereinfachtes Modell auch als Kommunikationsgrundlage für Gespräche mit anderen Teilhabern im Unternehmensfeld denkbar.

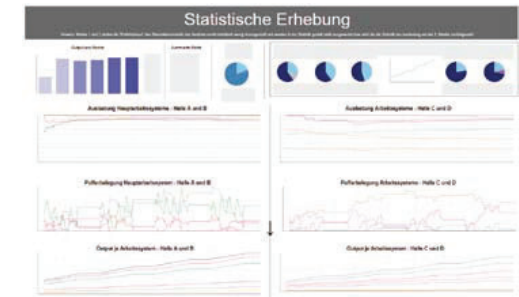
Zur Ergründung der Potenziale für den laufenden Betrieb wurde in der Folge das Simulationsmodell mit Produktionsdatensätzen gespeist. Ein Datensatzpaket entspricht dabei einer Sammlung an Datensätzen von Türen, die in einem gewissen Zeitraum produziert wurden. Jeder Datensatz enthält bestimmte Informationen zu relevanten Eigenschaften einer Tür, die für die Produktion nötig sind und das korrekte Durchlaufen der Türen durch den virtuellen Produktionsprozess der Simulation ermöglichen. Zur Feststellung von Engpässen und sonstigen Auffälligkeiten wurden für bestimmte Kennzahlen eine Protokollierung statistischer Daten im Simulationsmodell implementiert (siehe Bild 2).

Durch diverse Simulationsläufe konnten in der Folge Auffälligkeiten festgestellt werden. Um das Verhalten des Systems auf Änderungen im Bereich der Auffälligkeiten zu ergründen, wurden systematische Experimente in der Simulation geplant. Mit der Durchführung dieser Experimente konnten Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge an den betroffenen Arbeitssystemen und deren Folgesystemen nachvollzogen werden. Durch die Anpassung bestimmter Parame-

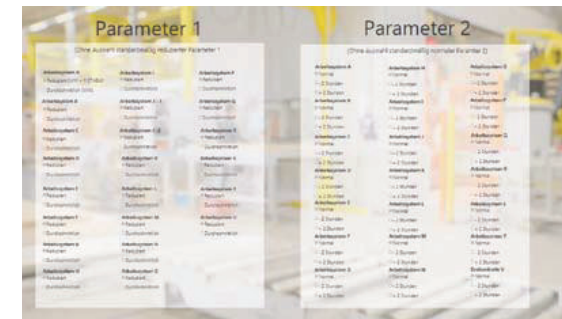


Prozesse und Logik

Bild 1: Zentraler Teil des Modells – die Prozessübersicht



Übersicht statistischer Kennzahlen



Übersicht der Parameteranpassung

ter unter Berücksichtigung der Reaktionen der anderen Systeme konnten so schließlich verschiedene Ansätze für einen optimierten Produktionsfluss in der Simulation erarbeitet werden. Darüber hinaus wurde auch untersucht, welche Möglichkeiten der Integration eines Simulationsmodells in den regulären kontinuierlichen Betrieb im Bereich der Produktionsplanung vorstellbar sind. Eine einfache Nutzungsmöglichkeit mit geringer Integrationstiefe besteht darin, das Simulationsmodell als Planungshilfe und Kontrollinstrument in der Arbeitsvorbereitung zu nutzen, indem geplante Wochenlose ins Modell eingespielt und simuliert werden. Das Ergebnis kann so Aufschluss darüber geben, ob am Los noch Anpassungen gemacht werden sollten, um einen verbesserten Ablauf zu erzielen oder nicht. Außerdem bestehen Potenziale im Bereich der Ressourcenplanung wie dem Personal, bei der die Simulation wiedergeben kann welche Auslastungen an welchen Anlagen im simulierten Zeitraum zu erwarten sind und wann und wo wahrscheinlich mehr oder weniger Ressourcen benötigt werden. Um die allgemeine Nutzbarkeit des Simulationsmodells durch Mitarbeiter des Unternehmens zu diesem Verwendungszweck zu vereinfachen, wurde für das Simulationsmodell zusätzliche Benutzeroberflächen erarbeitet. Diese enthält eine vereinfachte Navigationsmöglichkeit im Modell und für jedes Arbeitssystem ausgewählte veränderbare Parameter (siehe Bild 3).

Eine Möglichkeit einer etwas größeren Integrationstiefe besteht in der Kombination und Abstimmung der Simulationssoftware mit der Nutzung von zusätzlichen Produktionsplanung-Programmen, wobei die Simulation als Planungs- und Kontrollorgan in den Planungsprozess manuell integriert wird. Für eine hohe Integrationstiefe der Simulation in die Unternehmensprozesse besteht darüber hinaus die Möglichkeit der Eingliederung in das ERP-System des Unternehmens. Dabei übernimmt die Simulation wieder die Rolle eines Planungs- und Kontrollinstruments, wird aber vom ERP-System mit Daten gespeist und die Ergebnisse der Simulation können an definierten Stellen das ERP-System beeinflussen. Abschließend ist festzustellen, dass die Arbeit beispielhaft zeigen konnte, wo die Potenziale von Simulationsmodellen in variantenreichen Losgröße 1 Fertigungen der Holzverarbeitenden Branche

liegen und dass diese einen bei richtigem Einsatz einen Mehrwert bieten können.

Logistikkonzept Projekt – Entwicklung und Simulation einer nachhaltigen Distributionslogistikstrategie für kleine und mittlere Möbelhersteller zur Kosten- und Emissionsminimierung

Die Logistikbranche muss derzeit einige Herausforderungen bewältigen. Dazu zählt der erhebliche Mangel an LKW-Fahrern, sowie die Einführung der Bepreisung von CO₂-Emissionen, die zu steigenden Kosten führt. Jedoch ist eine effiziente Lieferlogistik insbesondere für kleine und mittlere Möbelhersteller wichtig, um wettbewerbsfähig zu sein. Deshalb gilt es neue und innovative Strategien für die Planung und Durchführung der Distribution ihrer Waren zu entwickeln. Aufbauend auf die Masterarbeit von Herrn Tobias Lederle, in welcher als finales Ergebnis ein Hybrides Konzept aus Verteilzentren, sowie kooperativer Touren einzelner Hersteller stand, untersucht Herr Florian Stieglmaier den ausschließlichen Einsatz von Verteilzentren. Anhand von realen Daten von vier deutschen Möbelherstellern (Lieferdaten einer Kalenderwoche, vgl. Bild 4) und der Software anyLogistix wurden verschiedene Konzepte hinsichtlich der Kosten, CO₂-Emissionen, gefahrener Kilometer und Leerkilometer bewertet.

Zunächst musste die Ist-Situation analysiert werden. Jeder Hersteller beliefert vom eigenen Standort aus nur die eigenen Kunden (vgl. Bild 5). Die einzelnen Kunden werden je nach geographischer Lage und Nachfrage in verschiedene Touren eingeteilt und beliefert. Um die Ist-Situation mit den Konzepten vergleichen zu können, wurden alle Kundendaten in das Programm eingegeben und optimierte Auslieferungstouren simuliert. In der Soll-Situation kooperieren mehrere Möbelhersteller in ihrer Distributionslogistik hinsichtlich des Warentransports zum Kunden. Die Unternehmen liefern die Produkte zu einem gemeinsamen Verteilzentrum (Hub). Hier werden die Waren herstellerunabhängig gebündelt und in optimierten Touren zu den Kunden geliefert (vgl. Bild 5).

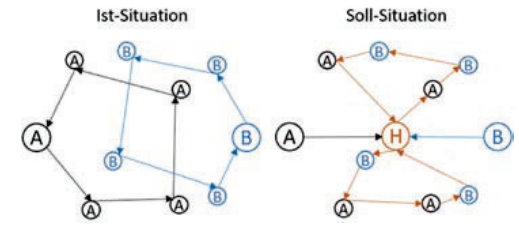
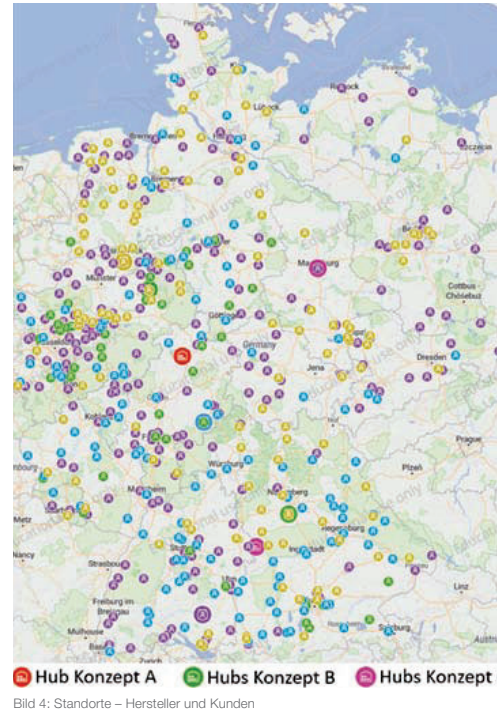


Bild 5: Ist-Situation und Soll-Situation

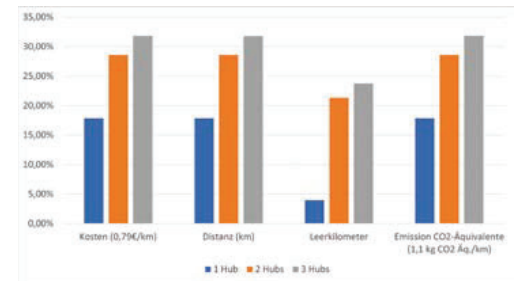
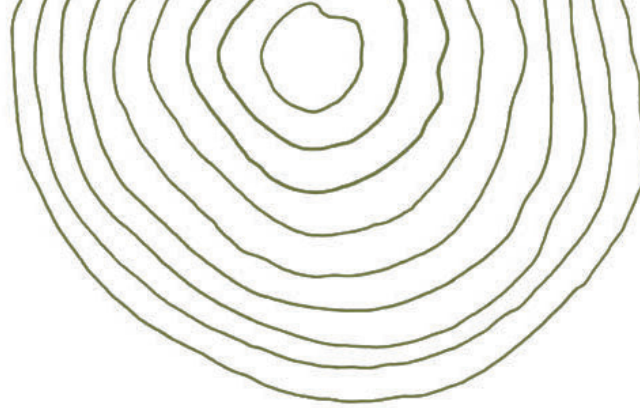


Bild 6: prozentuale Einsparungen im Vergleich zur Ist-Situation

Im ersten Konzept soll ein einzelnes Verteilzentrum in die Lieferlogistik integriert werden. Deshalb wurde mithilfe von anyLogistix eine sogenannte Greenfield Analyse durchgeführt. Mit dieser konnte der optimale Standort des Hubs, basierend auf den Hersteller- und Kundendaten, bestimmt werden. Wie zuvor bei der Ist-Situation wurde auch für dieses Konzept eine Simulation in anyLogistix durchgeführt. In der Software können dabei verschiedene Vorgaben für die Simulation berücksichtigt werden. So wurde für die Kostenberechnung mit dem Kostensatz 0,79 €/km, sowie für die Emissionsberechnung mit 1,1 kg CO₂-Äquivalenten pro Fahrkilometer kalkuliert. Dazu konnte das verwendete Transportfahrzeug, hinsichtlich der Geschwindigkeit und Kapazität (70 m³) definiert werden. Der Vergleich der Ist-Situation mit diesem Konzept zeigt eine Reduktion der gesamten gefahrenen Kilometer, Kosten und Emission von CO₂-Äquivalenten von 18 Prozent. Die Leerkilometer konnten um 4 Prozent verringert werden (vgl. Tabelle 1). Die Einsparungen sind dabei hauptsächlich auf die kürzeren Entfernungen zwischen den einzelnen Kunden zurückzuführen, da nicht nur die Kunden eines einzelnen Herstellers für eine Tour berücksichtigt wurde, sondern die Kunden aller Hersteller. So konnten geographisch naheliegende Kunden aller Hersteller in einem Transport gebündelt beliefert werden. Ein Nachteil dieses Verteilzentrums besteht darin, dass alle Waren zunächst zu diesem geliefert werden müssen. Dadurch entstehen teilweise zusätzliche gefahrene Kilometer für die auszuliefernden Produkte

für den Fall, dass der Kunde in entgegengesetzter Richtung von Hersteller zu Hub liegt. Deshalb untersuchte Herr Stieglmaier im nächsten Schritt die Auswirkungen von mehreren Verteilzentren. Zunächst wurde in Konzept B die Auswirkungen eines zweiten Verteilzentrums analysiert. Hierbei ist eine Steigerung der Einsparungen im Vergleich zu Konzept A zu erwarten. Diese soll vor allem aufgrund der kürzeren Entfernungen zwischen Hersteller und Hub, sowie Kunden und Hub zustande kommen. Das Ergebnis der durchgeführten Simulation unterstützt diese Aussagen. Im Vergleich zu Konzept A konnten die gefahrenen Kilometer, Kosten und Emission von CO₂-Äquivalenten um 13 Prozent reduziert werden (vgl. Bild 6). Die Leerkilometer sinken dabei um 18 Prozent. Diese Einsparungen sind wie erwartet auf die kürzeren Entfernungen und optimierten Transportwegen zwischen Herstellern und Hubs zurückzuführen.

In Konzept C wurde anschließend ein drittes Verteilzentrum in das Liefernetzwerk integriert. Wie erwartet, konnten auch so Einsparungen im Vergleich zu Konzept B in der Simulation nachgewiesen werden. Jedoch fallen diese mit einer Verringerung der gefahrenen Kilometer, Kosten und Emissionen um 4 Prozent deutlich geringer aus (vgl. Bild 6). Auch die Reduktion bei den Leerkilometern ist mit 3 Prozent im Vergleich zu Konzept B deutlich niedriger als erwartet. Ein Grund für diese Senkung der Einsparungen kann, die Lage des dritten Hubs und die geographische Verteilung der Kunden sein. Der dritte Hub liegt im Nordosten Deutschlands, in Magdeburg. Dabei fällt auf, dass in dieser Region für diese Lieferwoche im Vergleich zu den anderen Regionen nur wenige Kunden vorhanden sind. Dies führt zu dem verringerten Optimierungspotenzial.



Abschließend lässt sich festhalten, dass die Kooperation in der Distributionslogistik durch die Integration von mehreren Verteilzentren für kleine und mittlere Möbelhersteller eine große Chance sein kann. In den Simulationen in anyLogistix konnten deutliche Einsparungen von gefahrenen Kilometern, Kosten, Emission von CO₂-Äquivalenten und Leerkilometern gezeigt werden. Dabei ist die Anzahl und Positionierung der Verteilzentren abhängig von Anzahl und geographischer Lage der Kunden und kooperierenden Herstellern. Zudem muss berücksichtigt werden, dass die Hubs zu zusätzlichen Kosten und Verwaltungsaufwand führen. Dieses Forschungsprojekt wurde von Herrn Florian Stieglmaier im Rahmen seiner Bachelorarbeit im Studiengang Holztechnik an der TH Rosenheim in Zusammenarbeit mit der Zoller Consulting GmbH durchgeführt. Ein geplantes Pilotprojekt zu diesem Thema mit verschiedenen Partnern aus der Möbelindustrie wird erwartet.

Das Potenzial einer B2B-Plattform in der Holzlieferkette Südostoberbayerns: Handlungsempfehlungen für kleine und mittelständische Unternehmen für Zusammenarbeit und Datenaustausch

Die Forst- und Holzwirtschaft der Region Südostoberbayern (vgl. Bild 7) ist stark auf den Export ausgerichtet. Die hohen Preise für Schnittholz und die damit zusammenhängende schwierige Versorgungslage der regionalen Holzbau- und Zimmereibetriebe mit Schnittholz gaben den Anlass zur Gründung des Vereins Wir bauen auf heimisches Holz e.V. (vgl. Wir bauen auf heimisches Holz e.V., 2023).

Der Verein hat es sich zur Aufgabe gemacht diesen Entwicklungen, durch die Regionalisierung von Wertschöpfungsketten und die verstärkte von Kooperationen zwischen Akteuren der Forst- und Holzwirtschaft in Südostoberbayern, entgegenzuwirken. Für das Vorhaben, kleine und mittlere Unternehmen für mehr Zusammenarbeit miteinander zu vernetzen, kann die Digitalisierung eine Schlüsselrolle einnehmen. In diesem Zusammenhang ist die Idee von dieser Arbeit entstanden, das Potenzial einer B2B-Plattform für die Holzlieferkette Südostoberbayerns zu untersuchen. Dazu wurden mit ausgewählten Experten, die im Wesentlichen

einen Teil der regionalen Wertschöpfungskette Holz repräsentieren, Interviews geführt. Mit den Fragen sollte unter anderem herausgearbeitet werden, welche Kooperationsprozesse das größte Digitalisierungspotenzial besitzen, welche Inhalte bzw. Funktionen über die Plattform bereitgestellt werden müssen, um einen Mehrwert für die Nutzer zu generieren und wie es um die Bereitschaft der Akteure zu mehr Transparenz in der Lieferkette steht. Beendet wurden die Interviews mit Fragen zu möglichen Abhängigkeitsbedenken bezüglich eines Plattformbetreibers und allgemeinen Regularien für die gemeinsame Plattformnutzung. Aus den Ergebnissen der Befragung lässt sich schließen, dass mittels einer Plattform die Zusammenarbeit und der Datenaustausch durch die verbindliche Organisation, effektiver und transparenter gestaltet werden kann. Folglich können Kompetenzen gebündelt und freie Kapazitäten effektiv online angeboten werden. Dieses Vorgehen könnte zum Beispiel im Falle eines größeren Auftrags, der erfahrungsgemäß die Kapazitäten eines einzelnen Betriebes weit übersteigen würde, zum Erfolg führen. Stützen lässt sich diese These mit der Resilienzforschung von Lieferketten, die besagt, dass die Transparenz bzw. die Zugänglichkeit zu Informationen eine wesentliche Voraussetzung widerstandsfähiger Wertschöpfungsnetzwerke ist (vgl. Kleemann & Frühbeis, 2021, S.7). Wiederum sehen die Sägewerksbesitzer die online Darstellung von Kapazitäten kritisch. Begründet wird das mit der überwiegend offline stattfindenden Produktion einhergehend mit dem Problem das Kapazitäten manuell auf die Plattform übertragen werden müssten. Mehrheitlich negative Stimmen gibt es hinsichtlich der transparenten Preisdarstellung, aufgrund von Bedenken andere Marktteilnehmer könnten dies zum Nachteil der Unternehmen ausnutzen. Überwiegend positiv wird die Möglichkeit zur Kundenakquise beurteilt. Dafür ist die detaillierte Darstellung der angebotenen Leistungen wichtig. Beispielsweise sollten Sägewerke ihr Produktportfolio möglichst genau beschreiben, damit über eine entsprechende Filterfunktion auf der Plattform gezielt nach Betrieben mit den nachgefragten Produkten gesucht werden kann. Mit Sorge betrachten einige Experten den Umstand, dass mit einer Plattformlösung für die Branche, der für sie so wichtige persönliche Kundenkontakt ein Stück weit verloren



Bild 7: Karte Südostoberbayern

Quelle Bild links: BMWK, 2023. Copyright 2021 von Mapbox und OpenStreetMap
Quelle Bild rechts: Städte & Gemeinden in Südostoberbayern auf hey.bayern, 2023

geht. Der Plattformbetreiber sollte nach Ansicht der Befragten kein klassischer Akteur der Holzlieferkette sein. Hinsichtlich eines Regelwerks ist vor allem Geschlossenheit, in dem Sinne das nur registrierte Plattformnutzer Dateneinsicht haben, wichtig. Unter Berücksichtigung der Expertenaussagen in Kombination mit den Erkenntnissen der literarischen Auswertung wurde ein Plattformkonzept (vgl. Bild 8) erstellt. Das Konzept legt den Fokus auf das Kollaborieren im strategischen Netzwerk mit dem Ziel die Zugänglichkeit zu Informationen für alle Beteiligten gleichermaßen zu verbessern.

Bild 8: Startseite der B2B-Plattform auf dem Smartphone
An das Konzept anknüpfend wurden Handlungsempfehlungen formuliert, die als konkrete Lösungsvorschläge für erkannte Probleme zu verstehen sind. Dadurch soll verdeutlicht werden, wie das erstellte B2B-Plattform-Konzept für die Wertschöpfungskette Holz in der Modellregion Südostoberbayern unter den gegebenen Voraussetzungen Anwendung finden kann. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Digitalisierung, wie in Form eine B2B-Plattform, nicht einzig und allein von den technischen und finanziellen Möglichkeiten der einzelnen Unternehmen abhängt. Mindestens genauso wichtig ist die Bereitschaft der handelnden Personen diese Veränderung zuzulassen, auch wenn sich der Mehrwert für diese im ersten Moment noch nicht völlig erschließt.

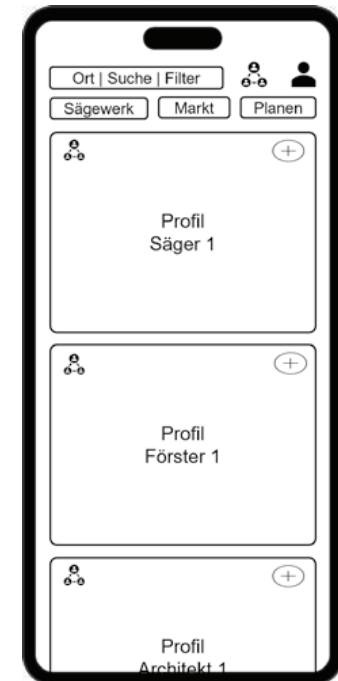


Bild 8: Startseite der B2B-Plattform auf dem Smartphone

Quellen
BMWK (2023) Vernetzung von Holz-, Lebensmittel- und Chemieindustrie für eine biobasierte Wertschöpfung im Alpenvorland [Online]. Verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/Industrielle-Bioeconomie/Beispielregionen/213_Region-Suedostoberbayern/00-suedostoberbayern.html (Abgerufen am 5 September 2023).
Kleemann, F. C. & Frühbeis, R. (2021) Resiliente Lieferketten in der VUCA-Welt: Supply Chain Management für Corona, Brexit & Co, Wiesbaden, Springer Gabler; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
Städte & Gemeinden in Südostoberbayern auf hey.bayern (2023) [Online]. Verfügbar unter <https://hey.bayern/orte-in-der-region-suedostoberbayern> (Abgerufen am 5 September 2023).
Wir bauen auf heimisches Holz e.V. (2023) [Online]. Verfügbar unter <https://www.wir-bauen-auf-heimisches-holz.de/> (Abgerufen am 5 September 2023).

Weitere Fragen oder Anregungen zu dieser Arbeit können an Professor Ott gerichtet werden: holly.ott@th-rosenheim.de