



Bild: Lisa Länzinger

Prof. Dr. Holly Ott



Bild: Fritz Egger GmbH Co. OG

Dr. Veronika Auer

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

Das Labor für Simulation und vernetzte Wertschöpfungsketten an der Technische Hochschule Rosenheim arbeitet mit KMUs in der regionalen Holzlieferkette zusammen, um Produktionsherausforderungen in der variantenreichen Produktion, einschließlich der Ziele Effizienz und Nachhaltigkeit, zu unterstützen und die Kommunikation und Koordination entlang der Forst-Holz-Wertschöpfungskette zu verbessern. Zu den Projekten mit Möbel-, Türen- und Fertighausproduzenten gehören die Simulation bestehender und geplanter Produktionshallen-Layouts und Lagerhaltung zur Optimierung der Materialflüsse, die Simulation geplanter FTS-Transporte zur Bewertung der Routenplanung, sowie die Simulation neuer kooperativer Logistikkonzepte für Möbelhersteller zur Demonstration der erzielbaren Kosten- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Digitalisierungsoptionen wurden ebenfalls untersucht, zum Beispiel die Anwendbarkeit von B2B-Plattformen für die regionale KMU-Forst-Holz-Wertschöpfungskette und optimierte Logistikkonfigurationen für die Möbellieferung. Die in diesem Artikel vorgestellten Projekte aus den Jahren 2023-2024 konzentrieren sich auf die Bewertung der südostoberbayerischen Forst-Holz-Wertschöpfungskette mittels Stoffstromanalyse und ereignisdiskreter Simulation, um Potenziale zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen aufzudecken und Methoden zur Umsetzung vorzuschlagen.

## Erfassung und Analyse von Holzströmen in Südostoberbayern: Identifikation von Optimierungspotenzial der regionalen Wertschöpfungskette

### „Forst – Sägewerk – Zimmerei/Holzbaubetrieb“

Materialflussanalysen werden eingesetzt, um die Bewegung und Verwendung von Materialien innerhalb eines Systems zu verfolgen und zu kontrollieren, um die Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit zu verbessern. Sie sind ein nützliches Instrument zur Bewertung von Holzlieferketten, um die komplexen Materialflüsse von Waldbesitzern und dem Holzhandel zu Sägewerken, Verarbeitern und Holzbauunternehmen zu erfassen. Die Abschlussarbeit mit dem Schwerpunkt Planungsregion 18 wurde von Herrn

Lukas Steinbach, Master-Student der Holztechnik unter der Betreuung von Dr. Veronika Auer und Prof. Dr. Holly Ott und in Zusammenarbeit mit Jorun Klinger-Illner, der ersten Vorsitzenden des Vereins „Wir bauen auf Heimisches Holz e.V.“<sup>1</sup> mit dem Ziel verfasst, eine Darstellung der bestehenden Wertschöpfungskette im Holzsektor in der Region Südostoberbayern zu erstellen. Die Holzflüsse der regionalen Produkte wurden für die Akteure Waldbesitzer, Sägewerke und Zimmereien dargestellt, um zukünftiges Handlungspotenzial aufzuzeigen.

Als datengestützte Ist-Analyse der regionalen Wertschöpfungskette in der Planungsregion 18 werden mit Schwerpunkt auf den Sägewerken und Zimmereien die wichtigsten Baumarten, Stärke- und Güteklassen und deren Bezugsregionen als kohärente Auswertung aufgezeigt. Dabei ist die Rücklaufquote zur Datenerhebung bei den Akteuren jedoch gering ausgefallen. Es muss daher ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die hier vorgestellten Ergebnisse nicht als auf einer ausreichenden Datenbasis erarbeitet angesehen werden dürfen; die aufgezeigten Tendenzen sind jedoch wichtig und sollten dennoch vertieft weiter analysiert werden. Diese Auswertung zeigt die grundsätzliche Anwendbarkeit und, dass die Methodik und Analysetechnik Potenzial für eine flächendeckende Bearbeitung der Region ausweist. Dies kann in zukünftigen umfangreicheren Forschungsarbeiten weiter ausgeführt werden.

## Stoffstromanalyse Planungsregion 18

Bei der Betrachtung der Herkunftsregion zu den durch Sägewerke verarbeiteten Hölzern ergibt sich ein regionaler Bezug von 374.418 m<sup>3</sup> Rundholz im Jahr 2020. Dabei stellt das Holzaufkommen aus Traunstein mit insgesamt 23 % des in der Region durch Sägewerke weiter verarbeiteten Holzvolumens den größten Anteil dar. Bei der Majorität der eingeschnittenen Hölzer handelt es sich um Fichte mit einem Gesamtanteil von 70% des Einschnitts der Nadelhölzer.

Die eingeschnittenen Stämme sind insgesamt mit 51 % Verwendung größtenteils aus der Güteklasse B. Zudem bilden die mittleren Stärkeklassen von 2b, 3a, 3b und 4 mit einem aufsummierten Anteil von 79% die relevantesten Durchmesser der Rundhölzer ab.

<sup>1</sup> Wir bauen auf heimischen Holz e.V. (<https://www.wir-bauen-auf-heimisches-holz.de/>)

Fluss Farbe	Fluss Abkürzung	Fluss Name	Volumenstrom	Unsicherheit
Blk Expt	Balken für den Export		7.791 +/- 747	
KtHZ Expt	Kanthölzer für den Export		10.641 +/- 1.002	
B Expt	Bretter für den Export		11.782 +/- 1.147	
L Expt	Latten für den Export		10.372 +/- 999	
<b>Export summiert</b>			<b>40.586</b>	
Blk Zmr	Balken für Zimmerer		9.848 +/- 913	
KtHZ Zmr	Kanthölzer für Zimmerer		15.486 +/- 1.351	
B Zmr	Bretter für Zimmerer		13.503 +/- 1.303	
L Zmr	Latten für Zimmerer		7.238 +/- 711	
<b>Zimmereien summiert</b>			<b>46.075</b>	
Blk s.Akt	Balken für sonstige Akteure		14.021 +/- 1.156	
KtHZ s.Akt	Kanthölzer für sonstige Akteure		16.508 +/- 1.404	
B s.Akt	Bretter für sonstige Akteure		32.204 +/- 2.493	
L s.Akt	Latten für sonstige Akteure		23.128 +/- 1.844	
<b>sonstige Akteure summiert</b>			<b>85.861</b>	

Bild: Lukas Steinbach

Abbildung 1: Volumenströme je Kunden- und Produktgruppe

Übergeordnete Kategorien der Abmaße			
Balken	Kanthölzer	Bretter	Latten
Abmaße in mm			
80 x 240	40 x 240	18 x 40 - 240	31 x 52
80 x 280	60 x 120	23 x 40 - 240	41 x 62
120 x 240	60 x 160	30 x 80 - 240	40 x 80
120 x 280	60 x 200		
160 x 160	60 x 240		
160 x 200	60 x 280		
160 x 240			

Bild: Lukas Steinbach

Abbildung 2: Übergeordnete Kategorien und Abmaße

Besonders interessant sind die jeweiligen Volumenströme je Kundengruppe sowie zugeordnetem Abmaß welche in *Abbildung 1* gelistet sind. Hierzu sind die Abmaße zunächst zusammengefasst worden, um eine verständliche Visualisierung im Model zu ermöglichen. Die jeweiligen Abmaße folgen dabei den Einteilungen aus *Abbildung 2*. Es wird aufgrund der ausschlaggebenden Volumenanteile von Brettschicht- und Brettsperrholzimporten jeweils ein eigener Importstrom für diese dargestellt. Der Zufluss an BSH

von außerhalb Südostoberbayern beläuft sich auf 43.939 m³/a, was einem Volumenanteil von 17 % der durch Zimmereien der Region beschafften Hölzer entspricht. Brettsperrholz hingegen hat ein Volumenanteil von 23% der zugekauften Hölzer mit dem Importvolumen von 61.160 m³/a. Diese Importe sind auffällig in der sonst sehr regionalen Wertschöpfungskette. Die gesamtheitliche Darstellung der so entstandenen Modellierung ist in *Abbildung 3* zu finden.

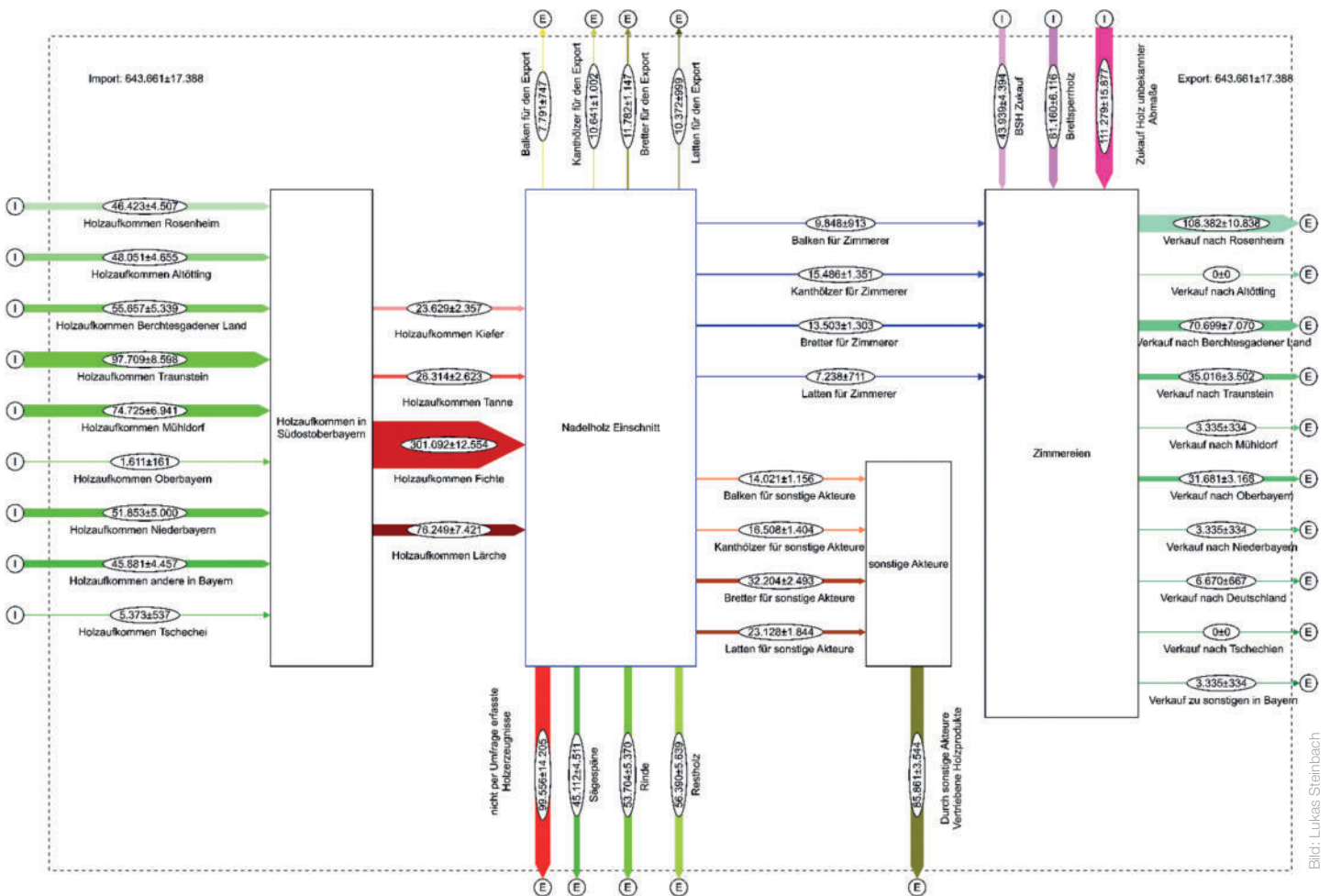
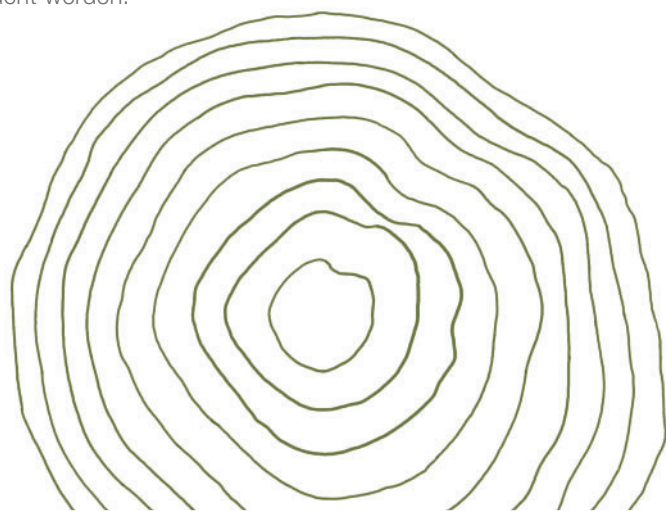


Bild: Lukas Steinbach

Abbildung 3: Materialflussanalyse Südostoberbayern

## Ergebnisse und Potenziale

Während einerseits die insgesamt starke Regionalität beim Zukauf und Vertrieb von Hölzern auffällt, wird dieser Trend durch die verhältnismäßig hohen Importvolumen durch Zimmereibetriebe – für Holzbauprodukte, die in der Region nicht verfügbar sind – gebrochen. Besonders deutlich wird hier Potenzial für Abstimmungen zwischen den lokalen Wirtschaftszweigen auch durch die Potenziale, welche der Import von regional nicht verfügbaren Produkten aufzeigt. Obwohl nicht alle importierten Hölzer in ihren Abmaßen erfasst sind, stellen Brettsperr- sowie Brettschichtholz mit 40% Volumenanteil die relevantesten Produktgruppen dar. In Anbetracht dessen wären weitere Ausarbeitungen zur möglichen Erweiterung der Brettschicht- sowie Brettsperrholz Produktionskapazitäten der Region von Interesse. Andere regionale Holzmarktuntersuchungen ergaben ähnliche Ergebnisse für die jeweiligen Regionen (Brand et al., 2021). Diese zusätzlichen Kapazitäten könnten neben der stärkeren Regionalität der Produkte auch die horizontale Integration der Wertschöpfungskette stark steigern (Gothe & Hahne, 2005). Nicht zu vernachlässigen ist auch der Export aus dem Forst und den Sägewerken. Ein Teil des Holzes wird außerhalb der Region genutzt und steht somit in der Region nicht mehr vollständig zur Verfügung. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sowohl der Import als auch der Export von Holz in die und aus der Region reduziert werden können, wodurch lange Transportwege und hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert werden können. Diese Ströme sollten mit aktuellerem und umfangreichem Datenmaterial weiter untersucht werden.



## Simulationsbasierte Modellierung der Holzströme für die Wertschöpfungskette Forst-Holz in Südostoberbayern: Visualisierung und Verifizierung von Optimierungspotentialen verschiedener Akteure mit AnyLogic

Unter Verwendung der Ergebnisse der Materialflussanalyse für die Planungsregion 18 wurde eine Grundsimulation mit dem Simulationstool AnyLogic<sup>2</sup> erstellt, die als Grundlage für zukünftige Simulationen dienen soll. Diese Arbeit wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit von Herrn Raphael Hess erstellt und in enger Kooperationen mit dem Verein „Wir bauen auf Heimisches Holz e.V.“ erarbeitet.

### Simulationsszenarien und Auswertung Optimierungspotentiale

Nach der Erstellung der Basissimulation wurde ein mögliches theoretisches Szenario angenommen und entwickelt, um die Auswirkungen auf Export, Import und Auslastung zu simulieren. Das Szenario basiert auf der Annahme, dass die Nachfrage nach Bauholz seitens der Holzbau- und Zimmereibetriebe zunimmt. Diese erhöhte Nachfrage führt zu einer Umverteilung des Holzes zugunsten der Zimmereien im Produktionsfluss des Sägewerks. Für die Modellierung wird beispielhaft eine dynamische Nachfragesteigerung von 0 bis 20 % angenommen. Von den Mitgliedern des Vereins „Wir bauen auf heimisches Holz e.V.“ wurden neue Vorschläge zur Optimierung der regionalen Wald-Holz-Wertschöpfungskette eingebracht, mit dem Ziel, mehr regionales Holz in der Region zu halten und weniger Holz oder Holzwerkstoffe importieren zu müssen. Eine vorgeschlagene Option ist die Möglichkeit, dass ein großes gemeinsames Lager für kleine Sägewerke einen positiven Effekt auf die Verfügbarkeit von Holz in der Region haben könnte. Schätzungen zufolge könnte eine solche Lösung bis zu 20% mehr Holz in der Region halten, vorausgesetzt, die Sägewerke könnten ihre Kapazität erhöhen, um mehr Standardgrößen zu schneiden und diese Produkte dann zu lagern, um den kurzfristigen Bedarf der Zimmereien zu decken.

<sup>2</sup> <https://www.anylogic.com/>

Die AnyLogic-Simulation ermöglicht eine Schätzung der Produkte und Produktmengen, die in der Region gelagert werden sollten, um die Lagergröße für die kommenden Jahre zu bestimmen. Anhand der für die MFA gesammelten Daten wurden die Materialflüsse des Rundholzes vom Waldbesitzer zum Sägewerk und weiter zu den Holzbaubetrieben und Zimmerern als Grundlage für die Basissimulation verwendet, um die richtigen Mengen der

Holzflüsse abzubilden. Die Simulation wurde so aufgebaut, dass sie eine Grundlage für systematische Weiterentwicklung bieten kann. Das heißt, sie kann in Zukunft auf die gesamte WSK Forst-Holz in der Planungsregion 18 mit allen Beteiligten erweitert werden.

Die nachfolgende *Abbildung 4* zeigt einen Ausschnitt der Simulations-Logik in AnyLogic.

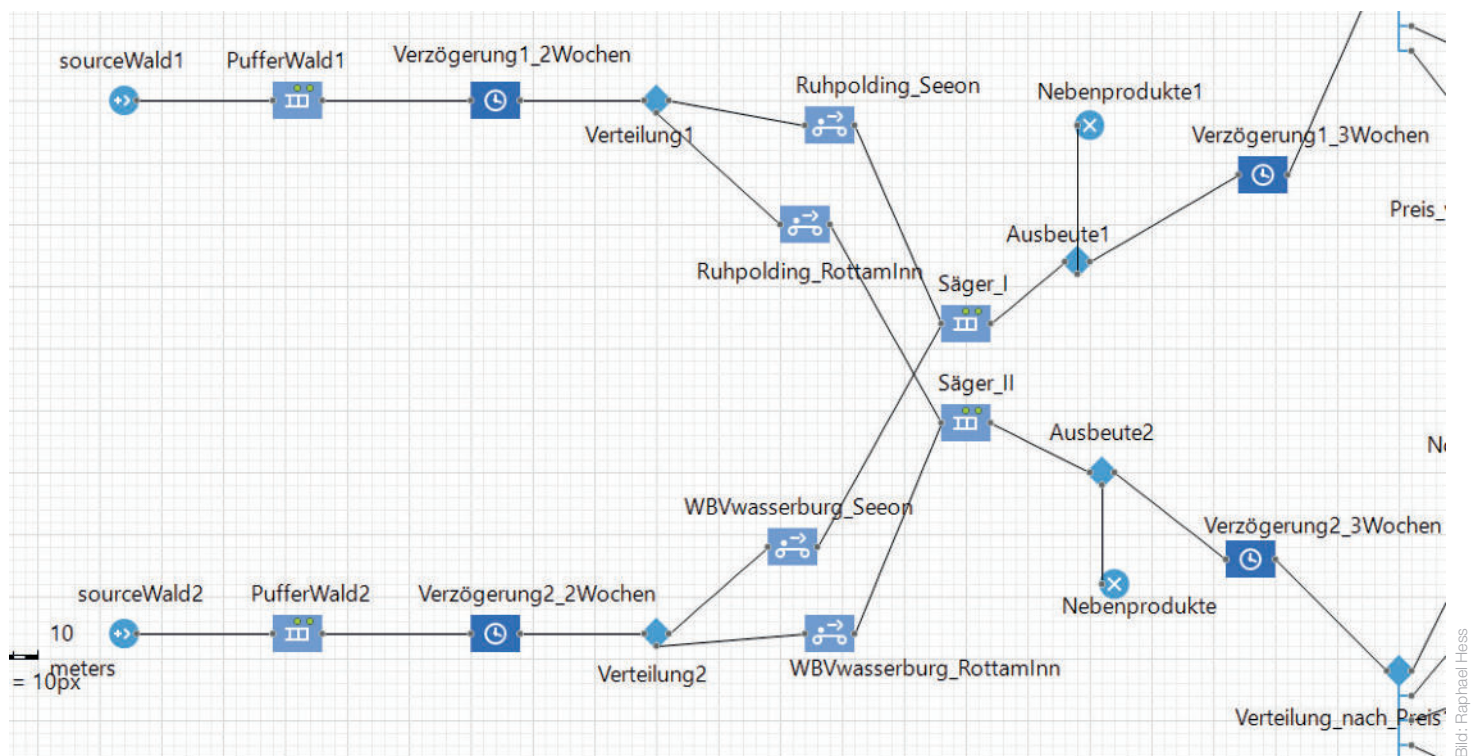


Abbildung 4: Ausschnitt Programm-Struktur AnyLogic für die Erstellung der Szenarien

Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. (2020). *Bayrische Staatsforsten Statistikband 2020*. Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Brand, C., Briechele, M. & Schulz, C. (2021). *Regionale Holzströme im Allgäu: Ergebnis der Betriebsbefragung im Rahmen des Projekts CarboRegio*. Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Gothe, D. & Hahne, U. (2005). *Regionale Wertschöpfung durch Holzcluster. Gezeigt an Best-Practice-Beispielen regionaler Holz-Cluster aus den Bereichen Holzenergie, Holzhaus- und Holzmöbelbau*. Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft.