

Kurzbericht WIR! – Holz-21-regio – Analyse modularer Bausysteme für eine serielle Produktion Teil 1

- 1.) die ursprüngliche Aufgabenstellung sowie den wissenschaftlichen und technischen Stand, an den angeknüpft wurde

Das ursprüngliche Ziel des Startervorhabens 3 war die Analyse modularer Bausysteme für eine serielle Produktion von holzbasierten Systemelementen und deren Produktion und Anwendung in der Zielregion Thüringer Wald. Dafür sollten neueste Technologien und Systeme unter dem Gesichtspunkt der Nutzung im Holzbau evaluiert werden. Besonderes Augenmerk wurde auf den Innovationsbereich Zukunftsbaustoff Holz gelegt, um Vorschläge für eine serielle Entwicklung und Herstellung modularer Holzbausysteme in Thüringen zu erarbeiten. Der Stand der Technik in der Fertigung der Elemente wurde dabei vollumfänglich einbezogen und folgende Bauweisen miteinander verglichen: Rahmen- / Ständerbauweise, Tafelbauweise, Massivholzbauweise, Holz-Dämmstoff Verbundsysteme und Modulherstellung.

Als Handlungsempfehlung für Thüringen wurde ein System entwickelt, das sich technisch im Bereich der Holz-Dämmstoff Verbundsysteme, aber auch im Massivholzbau (Brettstapeldeckenelemente) wiederfindet. Die Beschreibung der Verfahrenstechnik ist dabei als Projektergebnis des Holz-21-regio Teams darzustellen, da es dieses Verfahren bisher nicht am Markt gibt. Für die technische Realisierbarkeit wurde die Meinung von Sondermaschinenbauern und Holzverarbeitern europaweit eingeholt, mit dem Ergebnis, dass eine Produktion von Wandelementen und Deckenelementen nach den theoretischen Vorgaben durchführbar ist.

- 2.) den Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben erstreckte sich über 1 Jahr Bearbeitungszeit (01.04.2023-31.03.2024) und umfasste die Projektmitarbeiterstelle an der FH Erfurt, sowie die Vergabe von 3 Unteraufträgen. Für die Gesamtbetrachtung sind externe Gutachten und Zuarbeiten im Bereich der Erstellung einer theoretischen Vorgabe für die Wandelemente für die Produktion, eine statische Betrachtung für ein mögliches Gebäude aus diesen Elementen, sowie eine kalkulatorische Betrachtung zur ökonomischen Bewertung der Einzelemente und deren Vergleich zum Marktpreis beauftragt worden. Alle Unteraufträge sind erfolgreich während der Projektlaufzeit vergeben und bearbeitet worden.

- 3.) die wesentlichen Ergebnisse sowie ggf. die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen

Entwicklung des Holzbaus in Thüringen:

Der überwiegende Teil der Bauleistungen basiert bisher auf Holzrahmenbauweise. Der Anteil von in Thüringen industriell hergestellten, Massivholzbauerelementen ist sehr gering. Zurückliegende Versuche größere Produzenten dieser Fertigungen für Thüringen zu gewinnen, scheiterte an fehlendem Personal und geringer Investitionsbestrebungen hinsichtlich fehlender

politischer Rückendeckung für eine Transformation des Bauwesens und des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe.

Bis auf 4 industrielle Fertiger an Holzbauelementen besteht die Branche aus handwerklichen Unternehmen mit durchschnittlich 6,5 Mitarbeitern. Aus dem Kreis dieser Unternehmen sind Investitionen in weitere industrielle Fertigungen von Brettschichtholz, Brettsperrholz, Massivholz-Mauern und Brettstapelholz mit sehr hohen Investitionskosten und größerem Personalbedarf nur im Ausnahmefall zu erwarten.

Thüringen benötigt eine neue Art kleinindustrieller Unternehmen zur Herstellung von seriellen Holzbauelemente mit breiter regionaler Verteilung und beherrschbaren Anforderungen an Investitionssumme und Personalbedarf. Dies ist mit großen industriellen Anlagen unwahrscheinlich.

Die Verfahrenstechnik zur Herstellung von seriellen Holzelementen:

Im Ergebnis wurde durch das Projektteam eine hybride, serielle Technologie zur Herstellung von Massivholzelemente mit einer Strohkerndämmung in Rahmenbauweise entwickelt und mit den Herstellern der ausgewählten Anlagen auf Nutzbarkeit geprüft.

Die hybride, serielle Technologie verbindet die Herstellung von Massivholzplatten in Kreuzlagen genagelt, unter Nutzung hochproduktiver Sonderpaletten-Nagelanlagen mit den modernen Wendemontagischen des Rahmenholzbaus sowie vielfältiger CNC-Bearbeitungstechnik.

Die so verbundenen Technologien erzeugen ein neues, massives Holzbauelement, das Sandwich – Massivholz – Element (genagelt), mit denen problemlos mehrgeschossige Wohnbauten (bis zu 3 Etagen) errichtet werden können.

Dieser technische Lösungsansatz wurde durch das Projektteam mit einer eigens entwickelten Idee gefunden. Das Herstellungsverfahren nutzt dabei die hocheffektive PALTEC-Portal-Nagelmaschinen aus der Fertigung von Sonderpaletten- und Sonderkistenteilen für die Nagelarbeiten für Brettsperrholzplatten und Brettstapelholzplatten.

Anhand der statischen und ökonomischen Betrachtung kann die Aussage validiert werden, dass eine Produktion dieser neuen Massivholzelemente in Thüringen aus regionalem Nadelholz großflächig für das Bauwesen zur Errichtung von Wohngebäuden eingesetzt werden kann.

Technologiebereitstellung in einem Kooperationsnetzwerk:

Wie für das Land Thüringen festgestellt, erfordert die Umsetzung der Transformation das Entstehen von mehreren neuen bzw. erweiterten Unternehmen der seriellen Produktion von Holzbauelementen. Dazu gibt es zwei grundsätzliche Wege. Neugründung von entsprechenden Unternehmen; Erweiterung des Geschäftsfelds von bestehenden Unternehmen der Bau- bzw. Holzwirtschaft. Es kann davon ausgegangen werden, dass es immer kleinere Unternehmen sind oder werden, die für den Aufbau, dessen Finanzierung, der Standortsuche und der Sicherung des notwendigen Zuwachses an Fachpersonal optimaler Rahmenbedingungen bedürfen.

Da diese Unternehmen die gleichen Technologien, die gleichen Maschinen und Anlagen benutzen und auch die gleichen Fertigprodukte herstellen, sind die Voraussetzungen für eine sehr kostengünstige Auslagerung gegeben. Mit der Zielstellung von 5-10 Produzenten in Thüringen werden alle Dienstleistungen von der Produktentwicklung, der Überleitung in die Produktion, der Zertifizierung, der Qualitätssicherung, des gemeinsamen Marketings und Rahmenverträgen für den günstigen Einkauf, Weiterbildung und Fachkräftegewinnung in einem Netzwerk bearbeitet.

Abschlussbericht WIR! – Holz-21-regio – Analyse modularer Bausysteme für eine serielle Produktion

Bearbeitung: Hannes Löschke; Sascha Lummitsch

Vorhabenszeitraum: 01.04.2023 – 31.03.2024

1 Einleitung

Das Startervorhaben 3 widmet sich der Analyse modularer Holzbausysteme und bildet damit einen elementaren Abschnitt der Wertschöpfungskette „Wald-Holz-Gesellschaft“. Es zielt darauf ab, durch eine gezielte Untersuchung des aktuellen Stands von Technik und Forschung sowie der regionalen Rohstoffverfügbarkeit, eine Grundlage für die serielle Produktion holzbasierter Bauelemente zu schaffen. Im Mittelpunkt steht die regionale Veredelung und die lokale Verwendung der in der Thüringer Waldregion anfallenden Rohholz-Sortimente, um nachhaltige, wirtschaftliche und innovative Bauweisen zu fördern.

Innerhalb des Bündnisses Holz-21-regio stellt dieses Vorhaben einen ersten wichtigen Schritt dar, um die Bedarfe und Potenziale der Region zu ermitteln. Dabei wird untersucht, welche modularen Holzbausysteme – wie Holzskelettbau, Holzrahmenbau oder Vollholzbau – bereits verfügbar sind und welche Weiterentwicklungen nötig sind, um eine wirtschaftliche serielle Produktion zu ermöglichen. Ebenso werden aktuelle Forschungsergebnisse, beispielsweise zu Materialeinsparungen, Holzarten oder Recyclingfähigkeit, auf ihre Anwendbarkeit in Thüringen überprüft.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Umsetzung einer regionalen Produktionskette. Hierbei gilt es, technische Grundlagen zu identifizieren, die geschaffen oder erforscht werden müssen, um eine nachhaltige und wirtschaftlich tragfähige Produktion von Holzbausystemen im Thüringer Wald aufzubauen. Ergänzend wird das Konzept der Kreislaufwirtschaft berücksichtigt:

Holzbaulemente sollen so gestaltet werden, dass sie nach einem Lebenszyklus von 50 Jahren rückgebaut und an anderer Stelle wiederverwendet werden können.

Das Startervorhaben verfolgt klare Ziele: die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs zur Produktion und Anwendung modularer Holzbauelemente in der Zielregion Thüringer Wald, die Erarbeitung von Vorschlägen für verschiedene Holzbauweisen sowie deren praktische Umsetzung in Form von Realmodellen. Darüber hinaus wird eine Bedarfsermittlung und Handlungsempfehlung für zukünftige, interdisziplinäre Projekte im Verbund Holz-21-regio vorgenommen, um langfristig die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Region zu stärken.

2 Stand der Technik im Holzbau

2.1 Rahmen- / Ständerbauweise

Die Holzrahmenbauweise beruht auf einer Kombination aus bewährten Bautechniken und modernen Materialien, die es ermöglichen, kostengünstige, energieeffiziente und nachhaltige Gebäude zu errichten. Der Kern der Holzrahmenbauweise ist der Holzrahmen selbst. Dieser Rahmen besteht aus senkrechten Ständern und horizontalen Trägern, die miteinander verbunden sind, um eine stabile Struktur zu bilden. Die Rahmenkonstruktion wird in der Regel aus Konstruktionsvollholz gefertigt.

Auf die Rahmenkonstruktion werden Werkstoffplatten aufgebracht. Diese Platten können aus verschiedenen Materialien wie Holzwerkstoffen oder Gipsfasern bestehen. Sie dienen nicht nur als äußere Verkleidung, sondern tragen auch zur Stabilität und Steifigkeit der Struktur bei.

Zwischen den Werkstoffplatten entsteht ein Hohlraum, der für die Dämmung genutzt wird. Typische Dämmmaterialien in der Holzrahmenbauweise sind Zellulose oder Holzfaser. Diese Materialien bieten eine effektive Wärmedämmung und tragen dazu bei, den Energieverbrauch des Gebäudes zu reduzieren.

Um die Kosten zu senken und die Effizienz der Bauweise zu erhöhen, werden häufig standardisierte Querschnitte für die Rahmenhölzer verwendet. Auch das Rastermaß für den Achsabstand der senkrechten Rahmenhölzer ist standardisiert, typischerweise bei 62,5 cm.

Eine der großen Stärken der Holzrahmenbauweise ist ihre Flexibilität. Sie ermöglicht es, verschiedene architektonische Formen und Designs umzusetzen. Außerdem ist es möglich, die Bauweise an spezifische Anforderungen wie Brandschutz, Schallschutz oder Erdbebensicherheit anzupassen.

2.2 Tafelbauweise

Die Holztafelbauweise ist eine Bauweise, die auf der Verwendung von großformatigen Holztafeln basiert, die als tragende und raumabschließende Elemente dienen. Hier ist eine Übersicht zu den technischen Grundlagen dieser Bauweise:

Holztafeln als Hauptelemente: In der Holztafelbauweise werden großformatige Holztafeln als tragende Elemente verwendet. Diese Tafeln bestehen in der Regel aus mehreren Schichten von Holzbrettern oder Holzwerkstoffplatten, die miteinander verklebt oder verschraubt sind. Die Tafeln können sowohl für Innen- als auch Außenwände, Decken und Dächer verwendet werden.

Vorfertigung: Ein wesentlicher Bestandteil der Holztafelbauweise ist die Vorfertigung der Holztafeln in einer Werkstatt. Dort werden die Tafeln präzise zugeschnitten, bearbeitet und mit Fenster- und Türöffnungen versehen. Dies ermöglicht eine schnelle und effiziente Montage auf der Baustelle.

Isolierung und Dämmung: Die Holztafeln bieten bereits eine gewisse Wärmedämmung aufgrund der isolierenden Eigenschaften von Holz. Zusätzlich können zwischen den Tafeln Dämmmaterialien wie Mineralwolle, Holzfaser oder expandiertes Polystyrol (EPS) eingebracht werden, um den Wärmeschutz weiter zu verbessern.

Verbindungstechnik: Die Holztafeln werden miteinander und mit anderen Bauteilen wie Fundamenten, Decken oder Dachstühlen verbunden. Typische Verbindungstechniken umfassen

das Verschrauben, Verkleben oder Verbinden mit speziellen Verbindungselementen wie Holzstiften oder Metallwinkeln.

Vielseitigkeit und Anpassungsfähigkeit: Die Holztafelbauweise ist äußerst vielseitig und kann für verschiedene Gebäudetypen und -größen angepasst werden. Durch die präzise Vorfertigung können auch komplexe architektonische Formen und Designs realisiert werden. Zudem ermöglicht die Bauweise eine schnelle Bauzeit und minimiert die Baustellenbelastung.

Umweltfreundlichkeit: Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und seine Verwendung als Baumaterial ist umweltfreundlich. Darüber hinaus können Holztafeln oft recycelt oder wiederverwendet werden, was zu einer weiteren Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks beiträgt.

Insgesamt bietet die Holztafelbauweise eine effiziente, nachhaltige und flexible Lösung für den Bau von Wohn- und Gewerbegebäuden sowie anderen Bauwerken. Die Fertighausindustrie bedient sich heute meist der Holztafelbauweise, die rationelle Holzbauweise zur Fertigung von Holz-Fertighäusern. Große Holztafelelemente werden in den Werkshallen der Fertighaus-Hersteller mit eingebauten Tür- und Fensterelementen vorgefertigt. Die Dämmung der Wandelemente wird ebenfalls fix und fertig gemacht.

Für einseitig bekleidete Holztafelelemente (mit Plattenwerkstoffen) gibt das Holzbauunternehmen eine Herstellererklärung ab und ist zur Dokumentation der Fertigung der Elemente verpflichtet. Sichtbares Zeichen dafür ist das Ü-Zeichen, dass mit dem Namen des Herstellers und der technischen Regel (DIN 1052) gekennzeichnet ist.

2.3 Massivholz-Bauweise

Decken, Wände und auch Dächer werden zunehmend in Massivholzbauweise gegenüber der konventionellen Holzrahmenbauweise mit Deckenbalken und Sparren gefertigt. Zur Herstellung von Wand-, Dach- und Deckenelementen aus Massivholz sind in Deutschland insbesondere die nachfolgenden Systeme erhältlich:

2.3.1 Brettstapelbauweise

Bei der Brettstapelbauweise bestehen die einzelnen Lamellen aus hochkant gestellten Brettern, Bohlen oder Kanthölzern, die in der Regel über die Elementlänge ungestoßen durchlaufen oder durch Keilzinkung miteinander verbunden sind. Die Lamellenstärke beträgt herstellerabhängig bis 60 mm, die einzelnen Lamellen können sägerau oder gehobelt sein. In Querrichtung sind die Lamellen durch mechanische Verbindungsmittel (Metall oder Holz) oder Kleber miteinander verbunden.

2.3.2 Dübelholzelemente

Erfolgt die Verbindung im Gegensatz zu Brettstapelbauweise hier durch Stabdübel aus Holz, spricht man auch von Dübelholzelementen. Der besondere Vorteil besteht hierbei, wie bei der Verklebung darin, dass Ränder und Oberflächen keine metallischen Verbindungsmittel aufweisen und damit noch maschinell bearbeitet werden können. Die geklebten Elemente sind in der Fläche luftdicht, so dass bei entsprechender Fugenausbildung auf eine zusätzliche luftdichte Schicht verzichtet werden kann.

2.3.3 Brettsperrholz

Brettsperrholz besteht dagegen aus mindestens drei kreuzweise miteinander verklebten, keilgezinkten Brettlagen. Durch die kreuzweise Verklebung wird das Quell- und

Schwindverhalten des Holzes auf ein Minimum reduziert und das Element in der Fläche luftdicht. Als nicht geregeltes Bauprodukt benötigen Brettsperrholzelemente eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder eine europäisch technische Zulassung (ETA).

2.3.4 Hohlkastenelemente

Hohlkastenelemente oder auch zusammengesetzte Flächenelemente sind ganz offensichtlich keine Massivholzelemente, dennoch verläuft die Grenze dazu fließend. Bei einigen Systemen handelt es sich um Brettsperrholzelemente, bei denen die Vollholzquerschnitte auf Lücke geklebt sind (z.B. Lignotrend). Andere Systeme sind echte Hohlkastensysteme, die sich gut mit den beschriebenen Massivholzbauweisen kombinieren lassen. Hier können die Hohlräume mit Dämmstoffen oder aus Schallschutzgründen mit Beschwerung (auch KS-Stein) befüllt werden. Zudem werden diese Bauweisen mit einer großen Palette unterschiedlicher Deckenuntersichten angeboten, die raumakustisch wirksam sind und die Integration von Beleuchtungskörpern ermöglichen.

2.3.5 Blockbohlen

Der Holzquerschnitt entscheidet über die jeweilige Bezeichnung. Holzbohlen haben eine Mindestdicke von 40 cm. Kantholz ist quadratisch bis rechteckig im Querschnitt und hat eine Mindestseitenbreite von 6 cm. Holzbalken sind Kanthölzer mit einem Querschnitt von mind. 20 cm. Für tragende Bauteile und teilweise auch für den Ausbau werden heute vorwiegend einheimische Nadelhölzer wie Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Douglasie sowie die Laubhölzer Eiche und Buche verwendet.

2.4 Holz-Dämmstoff Verbundsysteme

Diese Bauelemente bestehen typischerweise aus zwei äußeren Deckschichten und einem inneren Kernmaterial, das für die Dämmeigenschaften und die strukturelle Stabilität verantwortlich ist. Im Holzbau kommen dabei vor allem Holzwerkstoffe wie Sperrholz, OSB-Platten (Oriented Strand Board) oder Holzfaserplatten für die äußeren Schichten zum Einsatz, während der Kern aus Dämmmaterialien wie Mineralwolle, Polyurethan (PUR), Polystyrol (EPS) oder auch aus natürlichen Fasern (z. B. Hanf, Flachs oder Schafwolle) bestehen kann.

Sandwich-Bauelemente im Holzbau können in industriellen Fertigungsanlagen vorgefertigt und in großen Bauteilen oder Modulen geliefert werden. Diese Fertigungsmethoden ermöglichen eine präzise Herstellung der Bauelemente und eine schnelle Montage vor Ort. Die Vorfertigung trägt dazu bei, die Bauzeit zu verkürzen und die Baustellenabfälle zu minimieren. Zudem wird die Qualität der Bauelemente durch kontrollierte Fertigungsprozesse erhöht.

Eine Modularisierung oder Vorfertigung in klein- und mittelformatigen Elementen, wie es bei der Herstellung von Metall-Sandwich-Elementen üblich ist, ist im Holzbau seltener anzutreffen.

2.5 Modularer Holzbau

Der Holzmodulbau befasst sich mit vorgefertigten Raummodulen, die in der Werkshalle des Holzbau-Unternehmens schlüsselfertig gebaut werden. Die Raummodule sind so konzipiert, dass sie bequem per LKW bis zur Baustelle transportiert werden und dort für das Bauwerk gestapelt werden. Die Raumzellen- oder Raummodul-Fertigung in Holzbauweise eignet sich besonders für die Fertigung von Studentenwohnheimen, Pflegeheimen, Mitarbeiterwohnungen und den mehrgeschossigen Wohnungsbau. Überall dort, wo im urbanen oder auch ländlichen Raum schnell Wohnraum geschaffen werden muss. Der Holzmodulbau überzeugt mit seiner schnellen, präzisen und umweltfreundlichen Bauweise im Gegensatz zu konventionellen

Bauweisen. Die Bauzeit im Holzmodulbau reduziert sich oft um mehr als die Hälfte bis zu zwei Drittel gegenüber Bauweisen mit mineralischen Baustoffen.

- Hoher Vorfertigungsgrad bedeutet kurze Bauzeit im Holzmodulbau
- Standardisierte Grundrisse lassen sich beliebig vervielfachen
- Lebensdauer der Holzbauten gilt analog der von Massivbauten
- Generell freie Grundrissgestaltung im Holzmodulbau möglich
- Ganze Holzmodule können mit der fertigen Einrichtung geliefert werden
- Aufstockungen durch Holzmodule ohne weiteren Platzbedarf jederzeit möglich
- Eine spätere anderweitige Nutzung der Holzmodule ist gegeben
- Holzhäuser verfügen von Natur aus über ein gutes Raumklima
- Bauen mit Holz ist klimafreundlich und nachhaltig
- Holz-Modulbauweise bietet Kostensicherheit und Terminalsicherheit
- Durch Serienfertigung der Module entstehen interessante Skalierungseffekte
- Holzbau-Unternehmen tritt als Generalunternehmer bei Bauprojekten auf.

2.6 Technologische Überlegung zur Elementbauweise

2.6.1 Ausgangssituation der Hersteller

Realisiert werden die Leistungen des Thüringer Holz-Wohnungsbaus im Schwerpunkt in Rahmenbauweise. Die vorhandenen Kapazitäten sind nach vorliegenden Informationen mit dem derzeitigen Bauvolumen ausgelastet. Ein weiteres Wachstum scheitert voraussichtlich an den Problemen des Fachkräftemangels.

An größeren Hersteller-Unternehmen sind im Holzbaubereich nur wenige im Thüringer Raum vorhanden. Dabei handelt es sich um:

Brettschichtholz:

Rettenmeier Holzindustrie Hirschberg GmbH
Ullersreuth 61
07927 Hirschberg

STRAB-Ingenieurholzbau Hermsdorf GmbH
Industriestraße. 11a
07629 Hermsdorf

Furnierschichtholz

Pollmeier Massivholz GmbH & Co. KG
Pferdsdorfer Weg 6
99831 Creuzburg

MHM–Massivholzmauer

Herrmann Massivholzhaus GmbH
Industriestr. 2
36419 Geisa/Rhön

Mit diesem Unternehmensbestand ist die Transformation nicht umsetzbar. Eine Erweiterung der Anzahl vergleichbarer Unternehmen ist auf Grund der hohen Investitionssummen und der zurzeit nicht lösbarer Personalsituation unwahrscheinlich.

2.6.2 Alternative Herstellung von Plattenwerkstoffen

Für Thüringen Unternehmen wurde eine technische Lösung gesucht, mit der Vollholzelemente zu einem auskömmlichen Marktpreis aus heimischer Fichte produzierbar sind, die mit einer kleinen Belegschaft betreibbar ist und deren Investitionskosten für KMUs realisierbar sind.

Mit der Feststellung, dass die vorgenannten Technologien vom Investitionsvolumen und vom Personalbedarf für die kleinteilige Branche im Einsatz für die Transformation unwahrscheinlich sind, bedarf es eines neuen Lösungsansatzes, der diese Probleme überwindet.

Bei der Lösungssuche wurden alle vorhandenen Technologien aus vergleichbaren Holzbearbeitungstechnologien sowie der Holzrahmenproduktion analysiert und eine hybride Serientechnologie neugestaltet.

Bei der Gestaltung standen außer den Vorgaben des Investitionsvolumens und der Qualifikation des zukünftigen Produktionspersonals die nachfolgenden Vorgaben zusätzlich an:

- Vermeidung der kostenintensiven Produktionsabfälle an Holz in Form von Ausschnitten aus den Massivholzplatten für Fenster und Türen;
- Verbindung der Fertigung von Massivholzplatten mit einer Strohkerndämmung zur Fertigung von fertiggedämmten Massivholzaußenwänden in der Produktionshalle;
- Produktionsstandorte in der Nähe der zukünftigen, regionalen Baustellen im ländlichen Raum;
- Sicherung der Nutzbarkeit von schnell wachsenden Laubbäumen des ländlichen Raumes als vollwertiges Kreuzlagenholz für die Massivholzplatten (beginnend mit Pappeln).

Im Ergebnis der Analysetätigkeit wurde durch das Projektteam eine hybride, serielle Technologie zur Herstellung von Massivholzelemente mit einer Strohkerndämmung in Rahmenbauweise entwickelt und mit den Herstellern der ausgewählten Anlagen auf Nutzbarkeit geprüft.

Die hybride, serielle Technologie verbindet die Herstellung von Massivholzplatten in Kreuzlagen genagelt, unter Nutzung hochproduktiver Sonderpaletten-Nagelanlagen mit den modernen Wendemontagtischen des Rahmenholzbaus sowie vielfältiger CNC-Bearbeitungstechnik.

Die so verbundenen Technologien erzeugen ein neues, massives Holzbauelement, das Sandwich – Massivholz – Element (genagelt).

Dieser technische Lösungsansatz wurde durch das Projektteam mit einer eigens entwickelten Idee gefunden. Das Herstellungsverfahren nutzt dabei die hocheffektive PALTEC-Portal-Nagelmaschinen aus der Fertigung von Sonderpaletten- und Sonderkistenteilen für die Nagelarbeiten für Brettsperrholzplatten und Brettstapelholzplatten.



Abb. 1: Die Paltec 2000 Nagelmaschine der Firma CETEC (Link: <https://www.cetec.de/wp-content/uploads/2016/10/PALTEC-2000-Ansicht-von-links.jpg>, abgerufen am 12.11.2024)

Zusätzlich wird die PALTEC-Portal-Nagelmaschine genutzt, um gleichzeitig Brettstapelholz-Deckenelemente mit den Abmaßen von bis 6 m Länge und bis 30cm Höhe herzustellen.

Mit den modernen Wendepplatten-Montagetischen aus der Rahmenholzfertigung wird die Dämmung, die bei den anderen Anbietern auf der Baustelle zusätzlich anzubringen ist, in die Vorfertigung der Produktionshalle verlagert.

Die gesamte Fertigung verzichtet auf Ausschnitte aus den fertigen Platten, sondern nutzt ein effektives Montagesystem mit einer Vielzahl genormter Einzelteile aus Holz. Damit wird die Montage sehr professionell, effektiv und maßlich sehr genau. Dazu kommen im Bereich Konstruktionsholz eine Reihe moderner CNC-Maschinen zum Einsatz.

Die vorgeschlagene PALTEC-Portal-Nagelmaschine wurde für eine hochproduktive Herstellung von großen Sonderpaletten sowie Sonderkistenteilen entwickelt und eingesetzt. Der Fokus der Maschine liegt auf der Herstellung genagelter Produkte unterschiedlichster Art bei gleichzeitig minimalen Umstellzeiten. Die Maschine verfügt über eine robuste Rahmenkonstruktion, eine überaus flexible Nagelbrücke mit bis zu 16 Nageleinheiten und vielfältigen Einstellmöglichkeiten. Die Anlage ist geeignet zur Herstellung von Massivholzplatten und sonstigen Produkten bis zu einer maximalen Größe von 14.000 mm x 2.200 mm x 250 mm.

2.6.3 Dämmung mit Naturfasern

Zur Montage von Brettspertholz und Brettstapelholz sind die ausgereiften Wechselmontagetische der Holzrahmenbauweise vorgesehen. Auf diesen werden die genormten Einzelteile der Massivholzplattenelemente mit einem inneren Rahmensystem und einer dabei eingeschlossenen Stroherndämmung zu fertig gedämmten Außenwänden gefügt. Damit wird die notwendige Dämmung von der Baustelle in die Montagehalle und damit in die Vorfertigung verlegt. Das Stroh bietet sich als regionaler Rohstoff in Thüringen an, es sind aber ebenfalls Holzfasern, oder andere nachwachsende Rohstoffe als Dämmung möglich.

Beispiele der Dämmung auf der Baustelle anderer Hersteller:

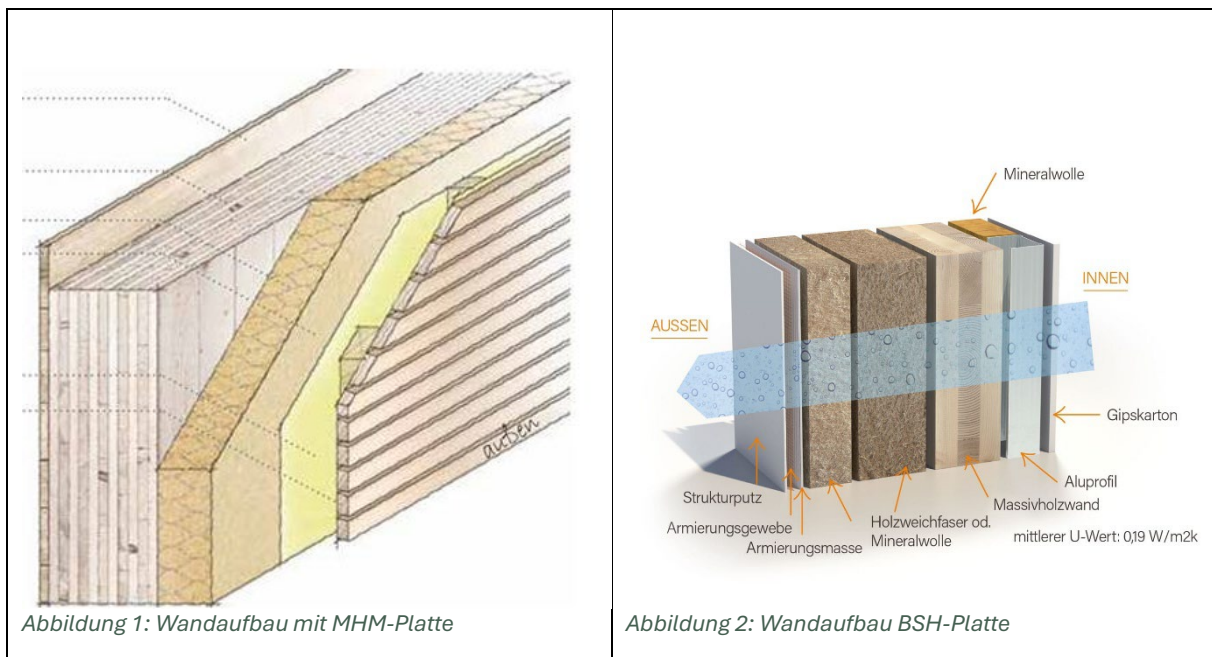


Abb. 2: Wandaufbauten inklusive Dämmung bei vergleichbaren Wandelementen (aus Machbarkeitsstudie Römheld, Unterauftrag des Startervorhabens, 2023)

Wenn die Herstellung der Massivholzelemente als Wandelemente auf der Portalnagelmaschine abgeschlossen ist, werden diese beidseitig auf eine Holzständerkonstruktion geschraubt. Das neue Wandelement besteht aus einer äußeren und einer inneren Massivholzplatte aus Brettschichtholz mit einer Stärke von jeweils 10 cm sowie einer Stroherndämmung eingeblasen mit einer Stärke von 20 cm, aufgeschraubt auf dem Holzrahmen. Durch die Holzrahmenkonstruktion erfüllt das neue Element auch ohne Bauteilzulassung die Nutzbarkeit des Holzrahmensystems als statisch tragendes Element. Die nachträgliche Zulassung als statisch eigenes tragendes Bauelement ist der nächste Schritt gemeinsam mit der MFPA Weimar.



Abb. 3: Probekörper für die Wandkonstruktion (eigenes Foto – händische Herstellung eines potenziellen Wandaufbaus von 2 Massivholzplatten auf einem tragenden Holzständer mit eingeblassener Strohdämmung)

3 Standortanalyse Thüringen

3.1 Entwicklung des Holzbaus

Die Auswertung der Veröffentlichungen des Thüringer Landesamtes für Statistik zeigt, dass zwar in den letzten 5 Jahren eine Steigerung im Holzbau bei Wohngebäuden von 19,75% auf 26,96% zu verzeichnen ist, was sich jedoch im Bereich der dabei geschaffenen Wohnungen von 11,88 % auf 19,90 % nur in geringerem Volumen vollzogen hat.

Der überwiegende Teil dieser Bauleistungen basiert auf Holzrahmenbauweise. Der Anteil von in Thüringen industriell hergestellten, Massivholzbauerelementen ist sehr gering. Zurückliegende Versuche größere Produzenten dieser Fertigungen für Thüringen zu gewinnen, scheiterte an dem fehlenden, notwendigen Personal und geringer Investitionsbestrebungen hinsichtlich fehlender politischer Rückendeckung für eine Transformation des Bauwesens und des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe.

Bis auf 4 industrielle Fertiger an Holzbauerelementen besteht die Branche aus handwerklichen Unternehmen mit durchschnittlich 6,5 Mitarbeitern. Aus dem Kreis dieser Unternehmen sind Investitionen in weitere industrielle Fertigungen von Brettschichtholz, Brettsperrholz, Massiv-Holz-Mauern und Brettstapelholz mit sehr hohen Investitionskosten und größerem Personalbedarf nur im Ausnahmefall zu erwarten.

Damit braucht Thüringen eine neue Art kleinindustrieller Unternehmen zur Herstellung von seriellen Holzbauerelemente mit breiter regionaler Verteilung und beherrschbaren Anforderungen an Investitionssumme und Personalbedarf. Dies ist mit den großen industriellen Anlagen aus den genannten Gründen unwahrscheinlich.

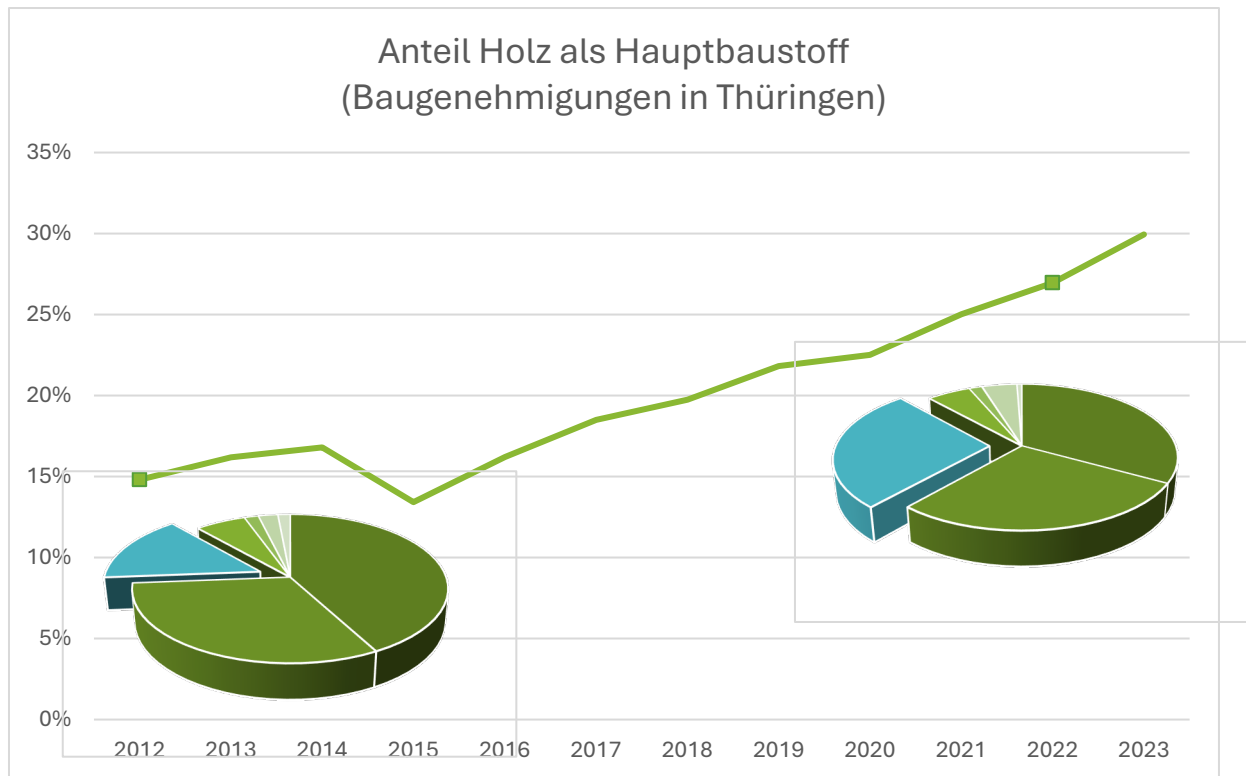


Abb. 4: Entwicklung des Holzbaus im Wohnungsneubau anhand der erteilten Baugenehmigungen in Thüringen (eigene Darstellung)

3.2 Verortung der Wertschöpfungskette

Die Waldfläche

Thüringen hat eine Gesamtfläche von ca. 16.200 km², wovon etwa 30 Prozent (rund 4.800 km²) von Wald bedeckt sind. Das Land zählt somit zu den walddreicheren Bundesländern Deutschlands. Diese Waldflächen verteilen sich über das gesamte Bundesland, wobei bestimmte Regionen eine höhere Walddichte aufweisen als andere. Insbesondere in den Mittelgebirgen und den hügeligen Regionen gibt es eine größere Konzentration an Waldgebieten.

Die Verteilung der Wälder in Thüringen ist stark von der Topografie und den geologischen Gegebenheiten geprägt. Die höchsten Waldbestände befinden sich vor allem in den Mittelgebirgen und höheren Lagen des Landes:

- **Thüringer Wald:** Im Süden Thüringens liegt der Thüringer Wald, der das größte zusammenhängende Waldgebiet des Bundeslandes bildet. Er erstreckt sich von der fränkischen Grenze bis nach Eisenach und umfasst mehrere Naturparks, darunter den Nationalpark Hainich. Der Thüringer Wald ist vor allem von Nadelwäldern geprägt, mit einem sehr hohen Anteil an Fichtenbeständen. Der Waldumbau ist seit 30 Jahren im Gange und setzt auf eine breitere Verteilung der Baumarten.
- **Vogtland:** Im Westen Thüringens, an der Grenze zu Sachsen und Bayern, findet man das Vogtland, das von dichten Mischwäldern bedeckt ist. Hier dominieren Buchen, Fichten und Kiefern.

- **Saale-Unstrut-Gebiet:** Im mittleren Bereich des Landes, entlang der Saale und Unstrut, gibt es vor allem kleinere Waldgebiete, die sich jedoch zunehmend in die Landschaft eingliedern.
- **Harzvorland:** Im Norden Thüringens befindet sich das Harzvorland, wo ebenfalls große Wälder existieren, die sich an den südlichen Rand des Harzes anschließen.

Die Waldflächen in Thüringen zeichnen sich durch eine hohe Baumartenvielfalt aus. Die häufigsten Baumarten in Thüringens Wäldern sind:

- **Fichte:** Besonders im Thüringer Wald und den angrenzenden Gebirgen ist die Fichte weit verbreitet. Sie hat sich aufgrund der klimatischen Bedingungen in diesen Höhenlagen gut etabliert, leidet aber zunehmend unter den Auswirkungen des Klimawandels (z. B. Trockenheit, Schädlinge wie der Borkenkäfer).
- **Buche:** Die Buche ist die am weitesten verbreitete Laubbaumart in Thüringen und kommt vor allem in den tieferen und mittelhohen Lagen des Landes vor. Die Buchenwälder sind in vielen Regionen typisch, vor allem im Thüringer Wald und im Hainich.
- **Kiefer:** Auch die Kiefer ist in Thüringen weit verbreitet, besonders in den südlichen und westlichen Teilen des Landes. Kiefernwälder sind oft in trockeneren Gebieten anzutreffen.
- **Eiche:** Eichenwälder sind seltener, aber in manchen Regionen Thüringens, insbesondere im Süden, anzutreffen.
- **Sonstige Laub- und Nadelbäume:** Weitere Baumarten wie Lärche, Birke, Esche, Ahorn und Tanne sind ebenfalls in Thüringen vertreten, jedoch weniger verbreitet als die oben genannten.

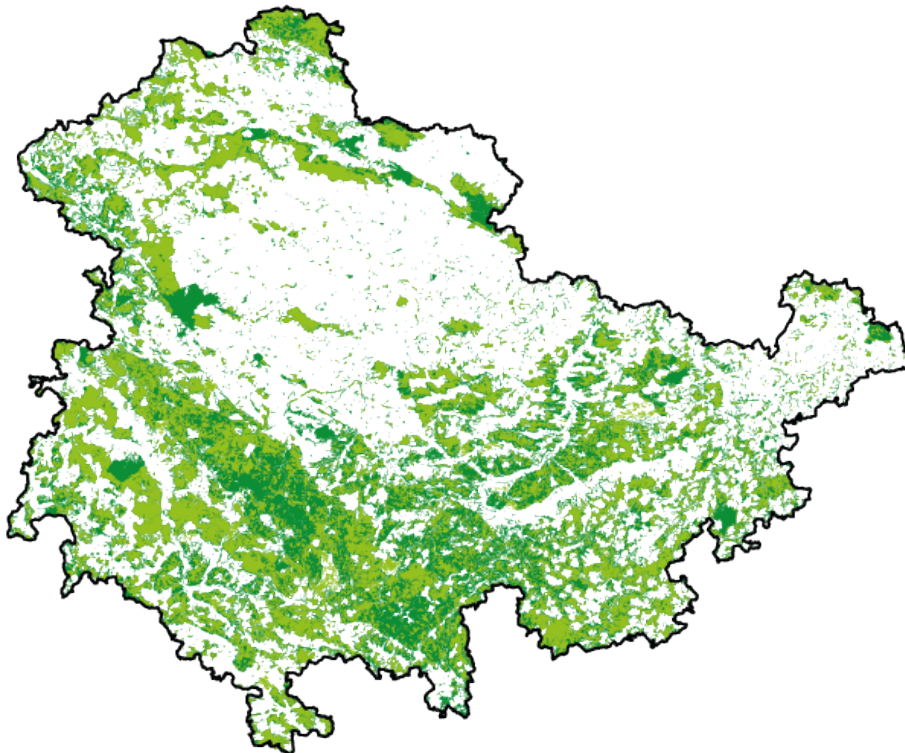


Abb. 5: Räumliche Verteilung der Waldflächen und hochproduktiver Wälder (eigene Darstellung)

Die Sägewerke

Nachdem die Verteilung der nachhaltig nutzbaren Rohholzmenge aufgezeigt wurde, stellt das Sägen der Rundstämme die nächste Stufe in der Verarbeitungskette dar. Die räumliche Verteilung der Sägewerke in Thüringen folgt einer klaren geografischen Struktur, die durch die vorhandenen Waldflächen und die forstwirtschaftliche Nutzung geprägt ist. Der Großteil der Sägewerke befindet sich in den walddreichen Mittelgebirgen, dem Thüringer Wald und im Vogtland.

Die Sägewerke in Thüringen sind über die Region verteilt und spielen eine zentrale Rolle in der holzbasierten Wertschöpfungskette. Sie verarbeiten sowohl Laub- als auch Nadelhölzer, wobei vor allem Fichte, Kiefer, und Buche als Hauptsortimente dominieren. Die Verarbeitungskapazitäten und Jahresleistungen variieren je nach Größe und Technologie des jeweiligen Betriebs.

Verteilung und Hauptakteure:

- Große Sägewerke wie Mercer Timber Products in Friesau gehören zu den größten weltweit und haben eine Produktionskapazität von etwa 1,3 Millionen m³ Schnittholz jährlich. Sie verarbeiten hauptsächlich Nadelholz und setzen moderne Technologien für effiziente Produktionsprozesse ein.
- Pollmeier in Creuzburg ist ein führender Verarbeiter von Buchenholz und produziert hochwertige Massivholzprodukte wie die BauBuche, die insbesondere im Ingenieurholzbau Anwendung findet.

Sortimente:

Die Sortimente umfassen Stammholz, Industrieholz und Energieholz:

- Stammholz, das höchste Qualitätssortiment, wird für Schnittholzprodukte und Balken genutzt, vor allem aus Fichte und Kiefer.
- Industrieholz (etwa 380.000 m³ jährlich) stammt aus weniger hochwertigen Stammteilen oder Kronenbereichen und wird in Plattenmaterialien wie OSB oder Zellstoffprodukten verarbeitet.
- Energieholz wird für Pellets, Briketts und zur Energieerzeugung verwendet

Kapazitäten und Leistungen:

Die Sägewerke in Thüringen tragen signifikant zur Verarbeitung der jährlich geernteten ca. 660.000 Festmeter Stammholz bei, wobei die regionalen Rohholzmengen effizient genutzt werden. Neben großen Betrieben gibt es auch kleinere und mittelgroße Sägewerke, die regional produzieren und lokale Bedarfe decken.

Die Sägewerke profitieren von einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder und unterstützen die regionale Wirtschaft durch Arbeitsplätze und die Bereitstellung von hochwertigen Holzprodukten für Bau, Möbel und Industrie. Die Kapazität der Sägewerke in Thüringen ist höher als der jährliche Holzeinschlag und stellt somit keinen Engpass in der Verarbeitungskette dar.

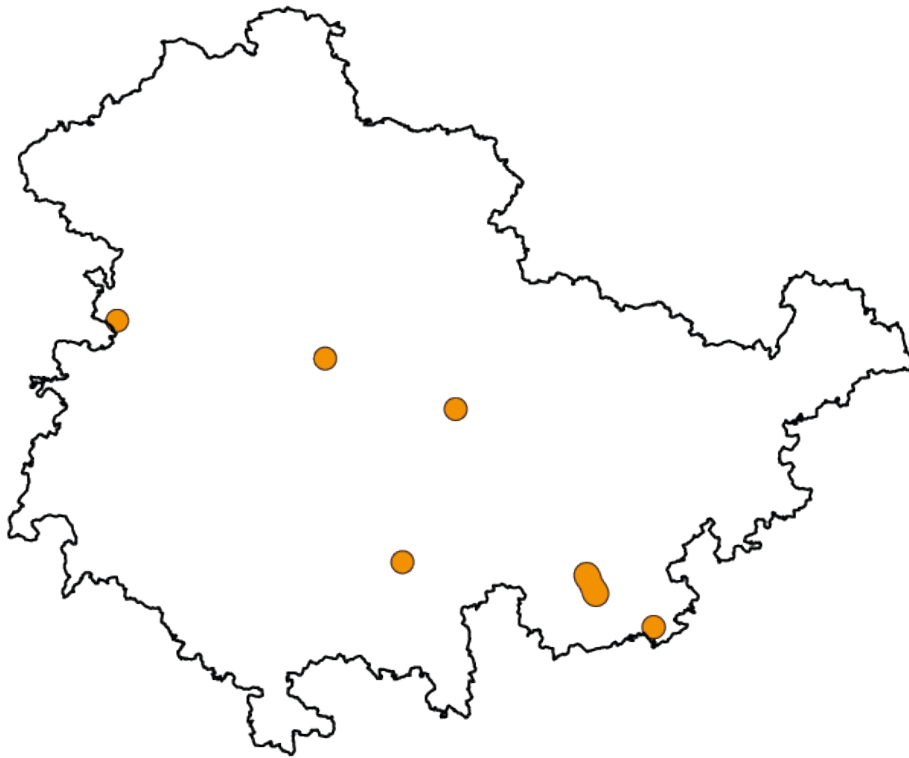


Abb. 6: Räumliche Verteilung von Sägewerken (eigene Darstellung)

Die Holzverarbeitenden Betriebe

Holzverarbeitende Betriebe gibt es über 600 in Thüringen. Insbesondere kleine und mittelständische Betriebe bieten Leistungen aus dem Bereich der Zimmerei an und bedienen damit die lokale Nachfrage der Holzbauwirtschaft.

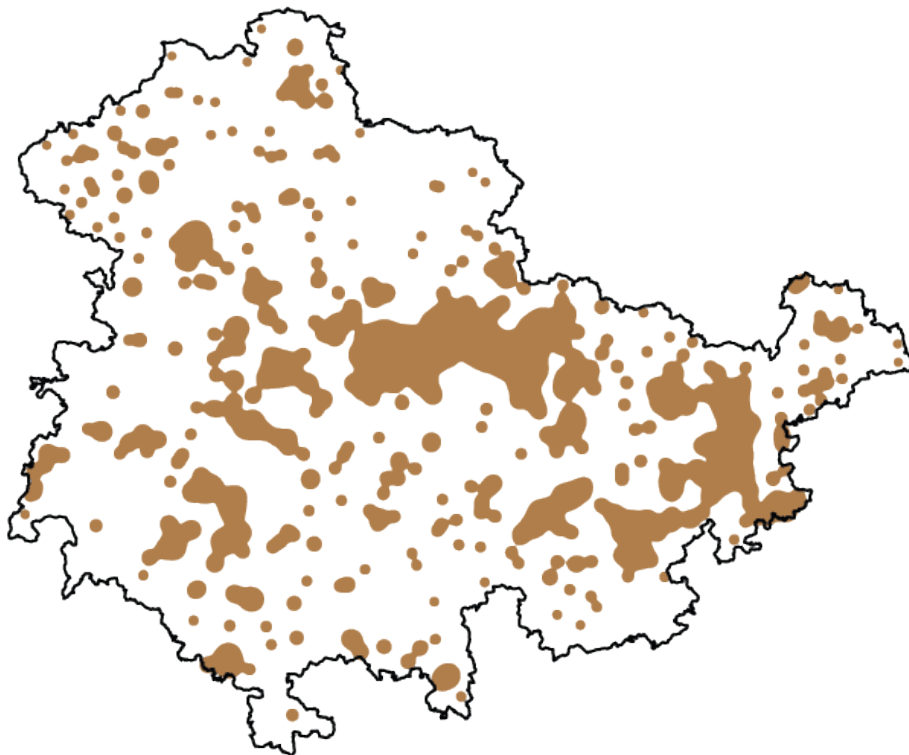


Abb. 7: Räumliche Verteilung von Holzverarbeitenden Betrieben/Zimmereien (eigene Darstellung)

Verteilung der Holzbaubetriebe in Ballungszentren

Im Bereich der Ballungsräume ist bei den verarbeitenden Betrieben eine Konzentration zu verzeichnen.

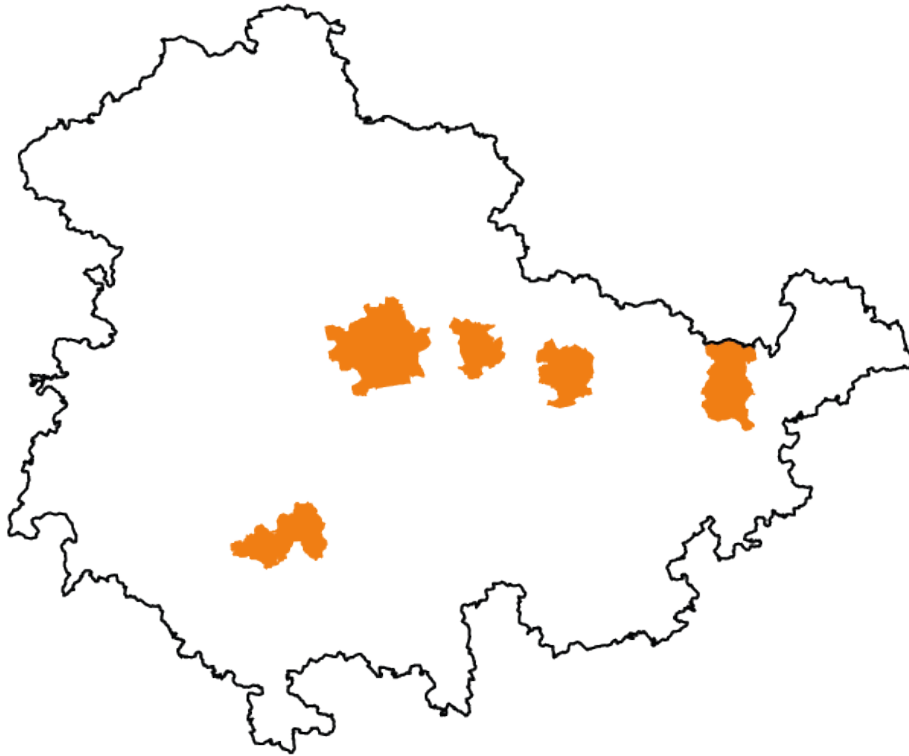


Abb. 8: Holzbaubetriebe in Thüringer Ballungszentren (eigene Darstellung)

Einer großen Zahl lokaler Verarbeiter steht eine geringe Anzahl von Sägewerken gegenüber. Obwohl das Material lokal zum Einschlag zur Verfügung steht, muss es zunächst zu den Sägewerken verbracht und anschließend zur weiteren Verarbeitung in Betriebe verbracht werden, die das Produkt weiterverarbeiten. Es fehlt die raumübergreifende Verknüpfung der Akteure für kurze Lieferketten und zukünftig die Kapazitäten zum Sägen von Laubhölzern.

4 Wirtschaftliches Konzept eines Herstellungsverfahrens (nach Römheld, 2023)

4.1 Leistungsparameter eines alternativen Fertigungsansatzes

Mit der Feststellung, dass die vorhandenen Technologien vom Investitionsvolumen und vom Personalbedarf für die kleinteilige Branche im Einsatz für die Transformation unwahrscheinlich sind, bedarf es eines neuen Lösungsansatzes, der diese Probleme überwindet.

Bei der Lösungssuche wurden alle vorhandenen Technologien aus vergleichbaren Holzbearbeitungsverfahren sowie der Holzrahmenproduktion analysiert und eine hybride Serientechnologie neugestaltet. Bei der Gestaltung standen außer den Vorgaben des Investitionsvolumens und der Qualifikation des zukünftigen Produktionspersonals die nachfolgenden Vorgaben zusätzlich an:

- Vermeidung der kostenintensiven Produktionsabfälle an Holz in Form von Ausschnitten aus den Massivholzplatten für Fenster und Türen
- Verbindung der Fertigung von Massivholzplatten mit einer Strohkerndämmung zur Fertigung von fertiggedämmten Massivholzaußenwänden in der Produktionshalle
- Produktionsstandorte in der Nähe der zukünftigen, regionalen Baustellen im ländlichen Raum
- Sicherung der Nutzbarkeit von schnellwachsenden Laubbäumen des ländlichen Raumes als vollwertiges Kreuzlagenholz für die Massivholzplatten.

Im Ergebnis der Analysetätigkeit wurde durch das Projektteam eine hybride, serielle Technologie zur Herstellung von Massivholzelemente mit einer Strohkerndämmung in Rahmenbauweise entwickelt und mit den Herstellern der ausgewählten Anlagen auf Nutzbarkeit geprüft. Das Ergebnis ist die technische Realisierung der Plattenproduktion auf dieser Sondermaschine (Nagelportalmaschine). Diese Anwendung hat bisher kein Produzent für seine Produktion realisiert und stellt ein Novum dar.

Die hybride, serielle Technologie verbindet die Herstellung von Massivholzplatten in Kreuzlagen genagelt, unter Nutzung hochproduktiver Sonderpaletten-Nagelanlagen mit den modernen Wendemontagischen des Holzrahmenbaus sowie vielfältiger CNC-Bearbeitungstechnik.

Die verknüpften Technologien erzeugen ein neues, massives Holzbauelement, das Sandwich Massivholz–Element (genagelt).

Neben dem neuen Element können Brettsperrholzplatten in Abmaßen bis 10 m x 2 m und 24cm Stärke produziert werden. Die Sonderpaletten-Nagelanlage ist darüber geeignet Brettstapelholz-Platten mit Abmaßen von 10 m x 1m und 24cm Stärke zu produzieren.

4.2 Unternehmensplanung mit alternativem Fertigungsansatz

Zielstellung der betriebswirtschaftlichen Analysen, Modellierungen und Planungen sind die Erkenntnisse zu den zu erwartenden Kosten sowie der Umsätze am Markt. In dem Ergebnis ist dann seriös einschätzbar, ob die vorgeschlagene Unternehmenslösung wirtschaftlich rentabel und zukunftsfähig ist. Bei einer positiven Wertung können diese kleinen, regionalen, industriellen Unternehmen die Transformation des Wohnungsbaus zur Klimaneutralität für den ländlichen Raum umsetzen.

Da das Investitionsvolumen insbesondere für Gründer und kleine Unternehmen von besonderer Bedeutung ist, wurde ein Vergleich vom Investitionsaufwand zur Produktionsmenge erstellt. Der Vergleich mit den anderen Technologien und dem Verhältnis von errichtetem Produktionsvolumen in m³ Holzelemente zu dem Investitionsaufwand basiert auf Vergleichsgrößen und hat damit den Charakter einer guten Schätzung.

Anlagentyp	ca. Invest	Schichtregime 3-schichtig		Schichtregime 2-schichtig		Schichtregime 1-schichtig	
		Produktion m ³	Invest -€/m ³	Produktion m ³	Invest -€/m ³	Produktion m ³	Invest -€/m ³
BSP / CLT	80.000.000 €	120.000	667 €	80.000	1.000 €	40.000	2.000 €
MHM	2.500.000 €	12.000	208 €	8.000	313 €	4.000	625 €
Sandwich	1.200.000 €	18.000	67 €	12.000	100 €	6.000	200 €

Tabelle 1: Investitionsaufwand pro m³ Produktion

Unter Beachtung der realistischen Betriebsgrößen der neuen Unternehmen um 10 Mitarbeiter zum Startzeitpunkt, wird das einschichtige Regime wahrscheinlich und sollte in die engere Betrachtung gezogen werden. Unter der Annahme einer Förderung im Rahmen GRW von 35% ergeben sich die nachfolgenden optimalen Werte:

Anlagentyp	ca. Invest	Schichtregime 3-schichtig		Schichtregime 2-schichtig		Schichtregime 1-schichtig	
		Produktion m ³	Invest -€/m ³	Produktion m ³	Invest -€/m ³	Produktion m ³	Invest -€/m ³
Sandwich	1.200.000 €	18.000	67 €	12.000	100 €	6.000	200 €
gefördert 35% ohne Grundstück							
Sandwich	1.200.000 €	18.000	46 €	12.000	69 €	6.000	138 €

Tabelle 2: Investitionsaufwand pro m³ Produktion Sandwich -Außenwand

Auf der Basis dieser Ausgangswerte zeigt sich nachfolgender Return on Investment.

Return on Invest / Schichtregime 3-schichtig				
Zeitraum	Monat	Quartal	Jahr 11 Mio.	
Produktion m ³	545	1.636	6.000	
Invest/m ³	75.454	226.362	829.993	
Deckungsbeitrag	69.629	208.888	679.413	Return im 2. Monat des zweiten Jahres
Deckungsbeitrag/m ³	128	128	113	
Deckungsbeitrag	48.741	146.222	475.589	Return im 7. Monat des zweiten Jahres
Deckungsbeitrag/m ³	89	89	79	

Tabelle 3: Return on Invest hybride Produktion

Mit diesen guten Werten des Returns on Investment gibt es bei optimaler Auslastung gute Voraussetzungen die notwendigen Investitionen der 2. und 3. Ausbaustufe mit ausreichend Eigenmitteln, gesichert anzugehen. Da der Markt mit günstigen Angeboten an Holzbaulemente in Massivbauweise und Dämmung völlig unterversorgt ist, sind die Produktionszahlen real und ein erfolgreicher Aufbau der notwendigen Unternehmen für die Transformation möglich. Grundlage der nachfolgenden Analysen sind die technologischen Daten der Hersteller der Ausrüstungen und eigene Zeiteinschätzungen einschließlich des dazu notwendigen Personalbedarfs.

4.2.1 Leistungsparameter und mögliches Produktionsvolumen

Voraussetzung aller betriebswirtschaftlichen Planungen sind technologische Betrachtungen der einzelnen Herstellungsschritte der unterschiedlichen Produkte, die gleichzeitig mit den dazugehörigen Kosten verbunden wurden. Sie wurden einzeln und voneinander entkoppelt betrachtet. In der Praxis wird es je nach zu fertigendem Gebäude einen Mix der Holzelemente geben. Die entkoppelte Betrachtung zeigt jedoch die wertmäßige, untere und auch die obere Grenze je Produktart an, die eine grundlegende Aussage zum praktischen Mix seriös gestattet. Es wurden die technologischen Schritte zur Herstellung der Holzelemente beispielhaft analysiert und bewertet. Bei der Bewertung wurden die Ausfallzeiten dahingehend

berücksichtigt, dass das Jahr nur mit 11 Monaten im Umsatz geplant wird und die Ausfallzeiten in die Kosten der Leistungsstunde der Mitarbeiter entsprechend eingerechnet. Darüber hinaus wurden zusätzlich weiche Normen angesetzt, die dann in einem Leistungslohnsystem zu weiteren Kostensenkungen und Erträgen führen.

4.2.2 Leistungsparameter der PALTEC-Portal-Nagelmaschinen zur Plattenherstellung

Grundlage der Analyse und Bewertung sind die technologischen Schritte zur Herstellung von Teilplatten an Brettsperrholz mit einer Wandstärke von 10 cm, bestehend aus 5 Brettern mit einer Wandstärke von 2 cm und einer Breite von 20 cm. Die Bretter werden kreuzweise vernagelt und an den Rändern durch Freilassen eine umlaufende, doppelte Nut in der Dimension eines halben Brettes, für eine optimale Montage gesichert. Bei der Bewertung des Ansatzes des Gemeinkostenzuschlags auf die Personalkosten der Mitarbeiter des Nagelbereichs wurde der hohe Satz von 300 % gewählt. Damit werden die Personalkosten des Vorfertigungsbereiches „Konstruktionsholz“ bei der Vorabbearbeitung der Bretter sowie sonstiger Elemente der Verbindung der einzelnen Elemente mit abgedeckt. Eine eigenständige Abteilungskostenrechnung des Bereiches „Konstruktionsholz“ ist erst möglich, wenn die Summe der Holz -Normteile bekannt und bewertet ist. Gleichzeitig ist dieser Bereich auch eine Reserve bei Personalausfällen im Nagel- bzw. Montagebereich. Gleichermaßen wurde die Gewinnerwartung auf die Leistungen des Nagelbereiches mit 20% hoch angesetzt, da er die Gesamtzielstellung des Gemeinkostensatzes um 10% sichert. Das Ergebnis der beispielhaften Bewertung zeigt

Kapazität in m ³	Leistungspotenzial			Umsatzpotenzial		
	m ² pro Tag	m ² pro Monat	m ² pro Jahr	€ pro Tag	€ pro Monat	€ pro Jahr
einschichtig	282	5.645	62.093	14.354	287.086	3.157.947
zweischichtig	564	11.290	124.186	28.709	574.172	6.315.894

Tabelle 4: Leistungspotenzial der hybriden Produktion Massivholzplatten

Bei diesem Umsatz fehlt die Teilleistung des Bereichs Montage, die dann für die zweite Schicht eingesetzt werden könnte.

Der Vergleich des Nettoabgabepreises von ca. 51 € zum Marktpreis für eine Trockenbautrennwand von 70 € gibt trotz fehlender Montage immer noch einen wettbewerbsfähigen Preis für eine bessere Qualität.

4.2.3 Leistungsparameter der PALTEC-Portal-Nagelmaschinen zur Stapelholzherstellung

Es werden die technologischen Schritte zur Herstellung von Stäben an Brettstapelholz mit einer Wandstärke bestehend aus 7 Brettern mit einer Wandstärke von 3,5 cm und einer Breite von 10 bis 25 cm und bis zu einer Länge von 10 m genagelt. Es werden gleichzeitig 6 Stäbe genagelt und die Gesamtaufwände wurden beispielhaft analysiert und bewertet.

Bei der Bewertung des Ansatzes des Gemeinkostenzuschlags auf die Personalkosten der Mitarbeiter des Nagelbereichs wurde der hohe Satz von 300 % gewählt. Damit werden die Personalkosten des Vorfertigungsbereiches „Konstruktionsholz“ bei der Vorabbearbeitung der Bretter sowie sonstiger Elemente der Verbindung der einzelnen Elemente mit abgedeckt. Eine eigenständige Abteilungskostenrechnung des Bereiches „Konstruktionsholz“ ist erst möglich, wenn die Summe der Holz -Normteile bekannt und bewertet ist. Gleichzeitig ist dieser Bereich auch eine Reserve bei Personalausfällen im Nagel- bzw. Montagebereich.

Gleichermaßen wurde die Gewinnerwartung auf die Leistungen des Nagelbereiches mit 20% hoch angesetzt, da er die Gesamtzielstellung des Gemeinkostensatzes um 10% sichert.

Das Ergebnis der beispielhaften Bewertung zeigt:

Kapazität in m ³	Leistungspotenzial			Umsatzpotenzial		
	m ² pro Tag	m ² pro Monat	m ² pro Jahr	€ pro Tag	€ pro Monat	€ pro Jahr
einschichtig	288	5.760	63.360	17.468	349.368	3.843.052
zweischichtig	576	11.520	126.720	34.937	698.737	7.686.103

Tabelle 5: Leistungspotenzial der hybriden Produktion Stapelholz

Bei diesem Umsatz fehlt die Teilleistung des Bereichs Montage, die dann für die zweite Schicht eingesetzt werden könnte.

Der Vergleich des Nettoabgabepreises für 1 m³ von ca. 404€ bei der Eigenherstellung zu den veröffentlichten Markteinschätzungen für Brettstapelholz für 1 m³ von ca. 850 € bis 900 € zeigen eine außerordentlich gute Wettbewerbssituation und Reserven in der Preisbildung.

4.2.4 Leistungsparameter der Wechsel-Montagetische für Sandwich-Platten

Hierfür werden die technologischen Schritte zur Herstellung der neuen Massivholz Sandwichplatte mit einer Wandstärke von 40 cm, bestehend aus 2 Brettsperrholzplatten mit einer Wandstärke von 10 cm und einer Kerndämmung von 20 cm Einblasstroh. Die Kerndämmung ist eingebettet in eine Holzrahmensystem.

Bei der Bewertung des Ansatzes des Gemeinkostenzuschlags auf die Personalkosten der Mitarbeiter des Nagelbereichs wurde der hohe Satz von 300 % gewählt. Damit werden die Personalkosten des Vorfertigungsbereiches „Konstruktionsholz“ bei der Vorabbearbeitung der Bretter sowie sonstiger Elemente der Verbindung der einzelnen Elemente mit abgedeckt.

Eine eigenständige Abteilungskostenrechnung des Bereiches „Konstruktionsholz“ ist erst möglich wenn die Summe der Holz -Normteile bekannt und bewertet ist. Gleichzeitig ist dieser Bereich auch eine Reserve bei Personalausfällen im Nagel-bzw. Montagebereich.

Gleichermaßen wurde die Gewinnerwartung auf die Leistungen des Montagebereiches mit 20% hoch angesetzt, da er die Gesamtzielstellung des Gemeinkostensatzes um 10% sichert.

Das Ergebnis der beispielhaften Bewertung zeigt:

Kapazität in m ³	Leistungspotenzial			Umsatzpotenzial		
	m ² pro Tag	m ² pro Monat	m ² pro Jahr	€ pro Tag	€ pro Monat	€ pro Jahr
einschichtig	118	2.352	25.872	19.684	393.684	4.330.528
Zusätzlicher Umsatz aus Überschuss Innenwand, Decken- und Fußbodenplatte 10 cm Stärke						
einschichtig g	47	941	10.349	2.392	47.848	526.324
Gesamtumsatz gemischt						
einschichtig	250	3.293	36.221	22.077	441.532	4.856.853

Tabelle 6: Leistungspotenzial hybride Produktion Außen- und Innenwände

Bei der Montage des Massivholz –Sandwichelements werden beide Bereiche, Nagel- und Montagebereich benötigt, sodass nur von einem Einschichtregime ausgegangen wurde. Der Vergleich des Nettoabgabepreises für 1 m² einer kerngedämmten Massivholzwand von 40 cm Stärke in Höhe von ca. 168€ bei der Eigenherstellung zu den veröffentlichten Markteinschätzungen für eine vergleichbare, gedämmte Wand mit 375 € zeigen trotz fehlenden Montageaufwands eine außerordentlich gute Wettbewerbssituation und Reserven in der Preisbildung.

4.2.5 Exemplarische Planung eines Unternehmens mit alterativem Lösungsansatz

Im Rahmen des Vorhabens wurde eine Investitionsplanung beispielhaft für ein neues Musterunternehmen in mehreren Etappen geplant. Die Motivation für diese Planung bestand darin, gute Voraussetzung für die Finanzierung, die Förderung und die Verhandlungen mit der zukünftigen Hausbank zu schaffen, sowie dem Freistaat Thüringen die Potentiale der Wertschöpfungskette offenzulegen.

Da bereits die erste Etappe mit einer Fremdversorgung der gesamten Brettware und keiner eigenen Trocknung sowie Energieerzeugung bereits eine sehr gute Rentabilität und Ertragslage generiert, sind für die nachfolgenden Ausbaustufen gute Erträge und Eigenmittel gesichert und beste Argumente zur Fremdfinanzierung.

Mit der sich anbietenden, zukünftigen Erschließung des unmittelbar, regionalen Rohholzaufkommens an schnellwachsenden Laubbäumen, bringen die weiteren Aufbaustufen wesentliche Vorteile in der Versorgung in eigener Regie und erhebliche Kostensenkungen in den Energie- und Transportkosten.

Unter Beachtung der aktuellen Nettopreise, Preisgrundlage: BKI-Kostenplanung, Baukosten Elemente Neubau, Kostenstand 1. Quartal 2022, ergeben sich nachfolgende Vergleiche:

Außenwand KS	Außenwand tragend Kalksandstein,	d = 240 mm	90,00 €	netto
Außenwand WDVS incl. Oberputz,		d = 160 mm	110,00 €	
Summe Außenwand			205,00 €	

Außenwand Holzwand:	Außenwand tragend Holzrahmenbau, Dämmung, OSB/Sperrholz	d = 160 mm	140,00 €	netto
Außenwand WDVS incl. Oberputz,	Außenwand Bekleidung Holz, Boden-Deckel, MW 160mm	d = 160 mm	235,00 €	
Summe Außenwand			375,00 €	

Außenwand Massivholz -Sandwich	Massivholz-Außenwand 40cm mit 20 cm Strohkerndämmung	d = 400 mm	167,38 €	netto
Summe Außenwand			167,38 €	

Innenwand TB:	Innenwand nicht tragend, Metall, 2 x Gipsplatten	d = 150 mm	70,00 €	netto
Summe Innenwand			70,00 €	

Innenwand Massivbrettholz:	Massivholz-Innenwand 10 cm	d = 100 mm	50,86 €	netto
Summe Innenwand			50,86 €	

Tabelle 7: Kostenvergleich der Wandaufbauten

Unter Beachtung, dass für die Montage noch ca. 20% Kosten entstehen, sind die Preise mehr als wettbewerbsfähig. Auch bei Ungenauigkeiten in den ersten Kalkulationen, zeichnet sich aus der wesentlich höheren Produktivität der PALTEC-Portal-Nagelmaschine und der Serienfertigung bei der Kerndämmung ein deutlicher Preisabstand zugunsten des Sandwich-Massivholzelementes ab. Dieser Vorteil gepaart um die wirtschaftlichen Vorteile aus der veränderten Logistik und der verlustfreien Produktion gibt der hybriden Holzelemente-Fertigung gute Chancen am Markt und eine gute Ertragslage. Mit damit wesentlich geringeren Kosten ist der Wohnungsbau im ländlichen Bereich auch wirtschaftlich wieder darstellbar.

Auf der Grundlage der Einschätzungen der Aufwände und Produktionsmengen wurde der Umsatz pro Monat gerechnet und die Fixkosten eingeschätzt. Als Berücksichtigung der anfallenden Ausfallzeiten wurde das Jahr nur mit 11 Monaten im Umsatz jedoch 12 Monaten in den Kosten geplant

Das Ergebnis der exemplarischen GuV Planung zeigt sich positiv. Auch bei Würdigung der teilweise geschätzten Kosten, zeigen die Marktvergleiche ausrechnend Preisspielraum, um Fehler auszugleichen. Die Hauptursache liegt in der hohen Produktivität der Nagelanlage und in der Verlagerung der Dämmung in die Produktionshalle.

5 Modulentwurf

5.1 Systemaufbau

Für die nächste Stufe ist die Implementierung der Massivholzwände in vorgefertigte Module geplant. Ein solcher Schritt erfordert eine nachgelagerte Produktionslinie (neue Halle) und wird einmal exemplarisch (anhand bereits am Markt verfügbarer Materialien) dargestellt. Die Grundlage für den Aufbau der Wandelemente als Außenwände bildet ein Rastersystem bestehend aus:

- nicht tragenden MHM-Elementen (Massivholzwand-Elementen) und
- einer tragenden Holzständerkonstruktion.

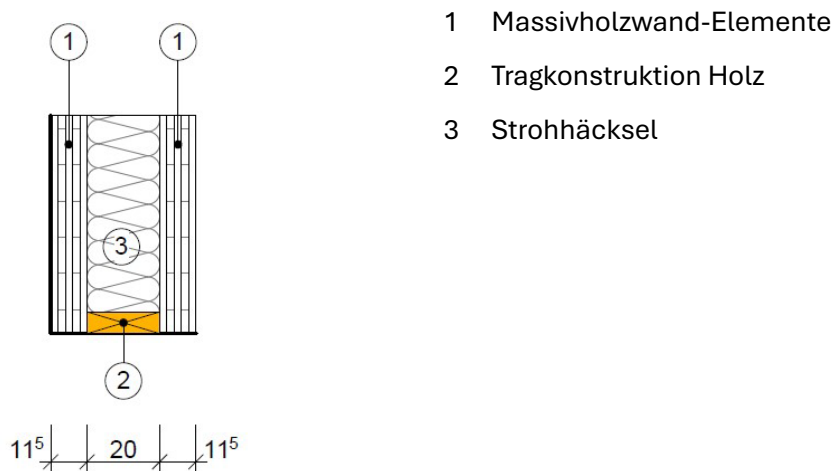


Abbildung 9: Skizze Wandaufbau (aus Machbarkeitsstudie BauWerk Erfurt, Unterauftrag Startervorhaben 3, 2023)

Das Rastermaß der Wand errechnet sich aus der Stärke der innenliegenden Holzständerkonstruktion, welche beidseitig mit jeweils 11,5cm starken MHM-Elementen beplankt wird.

Perspektivisch ist eine eigene Produktion der tragenden und nicht tragenden Konstruktion in Thüringen geplant. Das Wandelement soll als ein Massivholzelement in einer Rahmenbauweise mit einer Stroherkerndämmung ausgebildet werden. Das bedeutet, sie besteht aus einer beidseitig 10 cm starken Massivholzwand mit einer dazwischenliegenden statisch notwendigen Tragkonstruktion in Holz, kombiniert mit einer Stroheinblasdämmung. Durch die Dämmung werden die Anforderungen der Außenwände an das Gebäudeenergiegesetz (GEG) erfüllt.

5.2 Modulares Bausystem

Auf Basis des geplanten Wandaufbaus und der Produktionstechnologie wurde ein Modulsystem entwickelt. Dieses System hat den Zweck, die im Vergleich zur üblichen Wandtafel- oder Modulbauweise geringeren Plattenmaße effektiv in die Vorfertigung zu überführen.

Das System besteht aus gleichartigen Wandelementen, die lösbar zu Raumzellen verbunden werden. Dadurch ist eine flexible Umnutzung, Erweiterung oder Demontage jederzeit möglich.

5.2.1 Rahmenkonstruktion

Das System besteht aus vorgefertigten Holzrahmen, die als tragende Struktur dienen. Diese Rahmen bestehen in der Regel aus Holzlatten oder -balken, die in einem festen Rastermaß miteinander verbunden sind. Die Holzrahmen werden so konstruiert, dass sie eine hohe Stabilität und Tragfähigkeit bieten.

Die Anordnung der Rahmenhölzer erfolgt in einer Weise, die eine flexible Nutzung der Wandelemente über den Lebenszyklus der Raumzelle hinaus möglich ist. Es werden Sägelinien vorgesehen, in deren Bereich die Hölzer aufgedoppelt werden. So ist es nachträglich möglich, die Wandelemente mit Öffnungen zu versehen. Dabei werden die statischen Eigenschaften nicht grundsätzlich gestört. Gleichzeitig bleiben die mit Dämmstoff gefüllten Kammern zu jeder Zeit der Bearbeitung geschlossen. Die nachträgliche Veränderung der Öffnungsgeometrie ist damit ohne Eingriff in die grundsätzliche statische und bauphysikalische Funktion des Wandelements möglich.

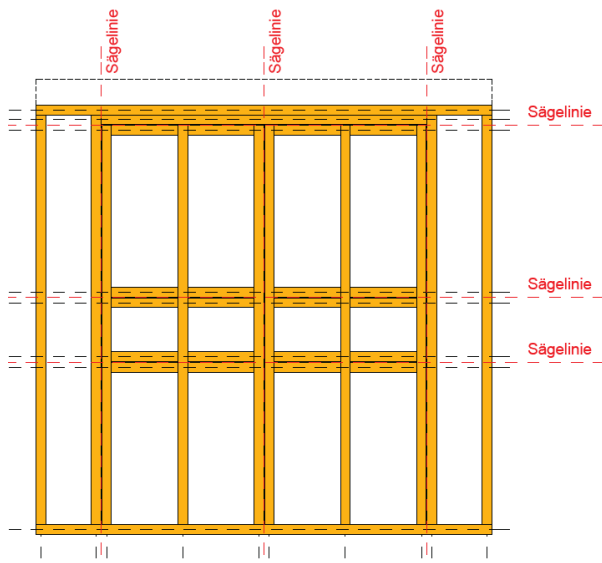


Abbildung 10: Sägelinien in der Holzrahmenebene (eigene Darstellung)

5.2.2 Rastermaß und Modulgröße

Das Rastermaß von $3,01\text{ m} \times 2,80^5\text{ m}$ dient als Standardmaß für die Anordnung und Dimensionierung aller Elemente innerhalb des Systems. Als Einfachmodule werden Raumzellen mit einer Fläche von $4,4\text{ m}^2$ oder $10,6\text{ m}^2$ geplant. Die Breite dieser Module wird mit dem Raster $3,01\text{ m}$ festgelegt. Die Länge ist aufgrund der maximalen Fertigungsgröße der vorgesehenen Platten auf zwei Rasterfelder des $2,80^5\text{ m}$ Rasters begrenzt.

Ein Doppelmodul erzeugt Raumzellen mit einer Grundfläche von 25 m². Hierzu werden zwei lange Einfachmodule längs aneinandergesetzt, wobei die Wandscheiben am Stoß entfallen. Auch eine weitere Anreihung der Module in dieser Art zu Mehrfachmodulen ist denkbar.

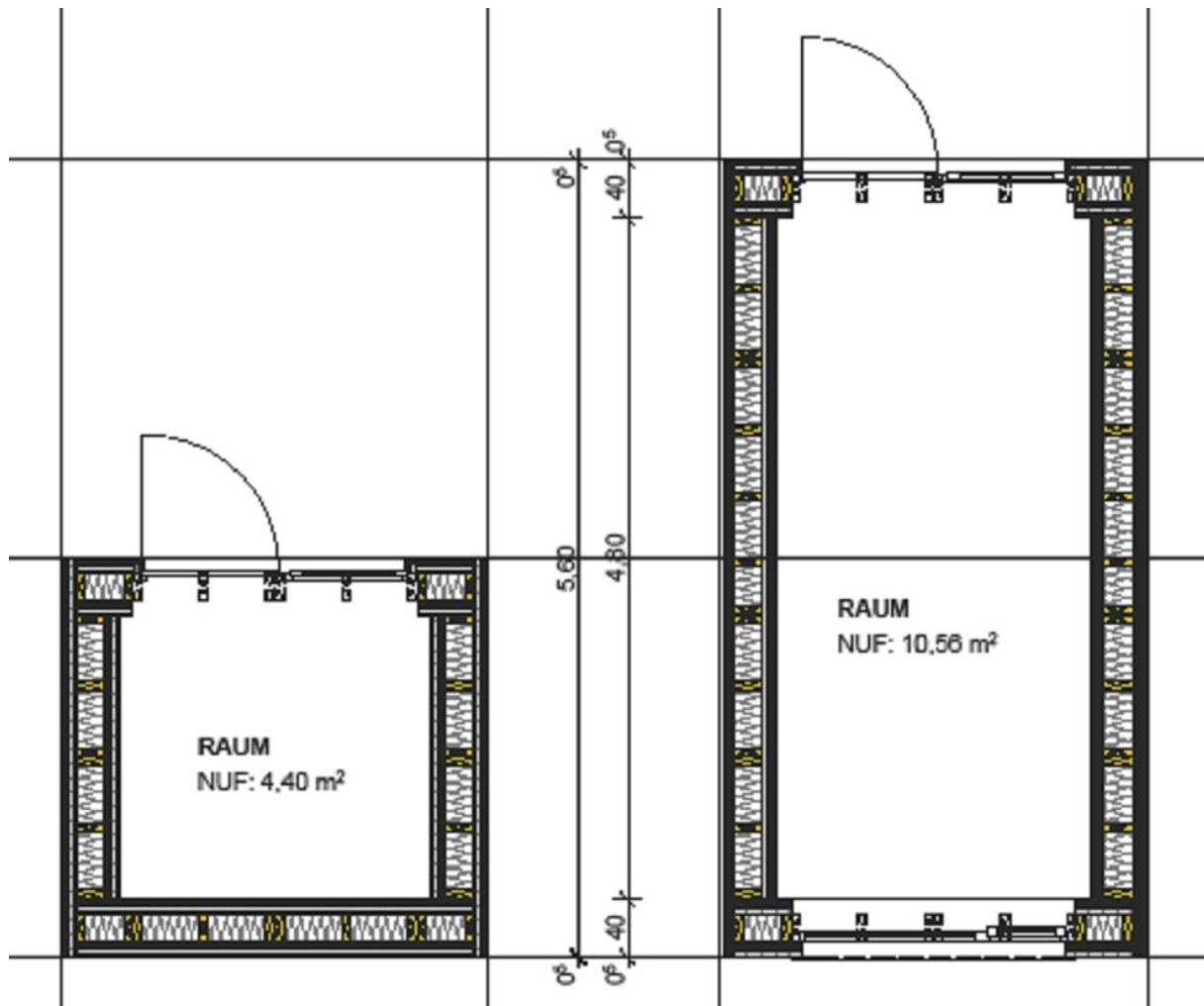


Abbildung 11: Grundrisse von Einfachmodulen (eigene Darstellung)

5.2.3 Vorteile des Systems

Einfache Erweiterbarkeit: Aufgrund der modularen Bauweise ist es einfach, das Gebäude zu erweitern oder umzugestalten. Neue Module können hinzugefügt oder bestehende Module entfernt werden, ohne die gesamte Struktur zu beeinträchtigen.

Nachhaltigkeit: Holz als Baustoff ist umweltfreundlich, erneuerbar und bietet eine gute CO₂-Bilanz. Das System wird mit nachwachsenden Rohstoffen und effizienter Energieplanung kombiniert.

5.3 Lastenheft Statik/Bauphysik

5.3.1 Statik

Das statische Prinzip des Wandaufbaus beruht auf einer Mischkonstruktion, bestehend aus einer beidseitigen Beplankung aus 11,5 cm starken MHM-Elemente und einem dazwischenliegenden tragenden Holzrahmenkonstruktion in den Abmessungen 6/20 cm. Die Beplankung ist tragend mit der Holzrahmenkonstruktion verbunden.

Zur Bemessung der Stiele wurden zwei Rechenmodelle zum Ansatz gebracht. Modell 1 bemisst ausschließlich die Einzelstütze. Hier zeigt sich, dass diese Stütze lediglich in der Lage wäre, ein Geschoss zu Tragen. In Modell 2 erfolgt die Bemessung für zwei miteinander gekoppelte Stützen. Dabei wird die Annahme zugrunde gelegt, dass mindestens jeder 2. Tragständer (6/20cm) rechtwinklig zum Ständer mit diesem vernagelt wird. Die Stützen funktionieren dann wie ein mehrteiliger gespreizter Stab. Hier zeigte die Bemessung, dass abhängig von der Vernagelung bis zu drei Geschosse mit diesen Wandplatten realisiert werden können.

5.3.2 Wärmeschutz

Der Wärmeschutz zielt einzig auf die Betrachtung des geplanten Wandbauteils ab. Für die Feststellung, ob es sich bei einem Gesamtbauwerk um ein Effizienzhaus handelt, kann nur in der Gesamtbetrachtung und unter Berücksichtigung weitere Parameter wie z. B. Heizung, Außenwandöffnungen etc. festgestellt werden.

Für die Ermittlung und Bemessung des Wärmeschutzes wurden mehrere Varianten und U-Werte verschiedener Dämmmaterialien untersucht und mit den Forderungen des GEG - Referenzhauses und der Einzelmaßnahmen nach BEG verglichen.

Bauteil-bezeichnung	Dämmstoff Dicke= 200mm	U-Wert W/(m ² K)	U-Wert GEG W/(m ² K)	U-Wertforderung BEG W/(m ² K)
Außenwand	Strohhäcksel	0,198	0,280	0,200
Außenwand	Holzfasern-Flocken	0,195	0,280	0,200
Außenwand	Isofloc	0,201	0,280	0,200

Tabelle 8: Dämmwerte verschiedener Dämmstoffe

Im Ergebnis ist festzustellen, dass der geplante Wandaufbau die Voraussetzungen für ein Effizienzhaus erfüllt.

5.3.3 Schallschutz

Die Bemessung und Betrachtung des Schallschutzes wurde analog zum Wärmeschutz nur für das zu betrachtende Wandbauteil geführt und sind nicht mit einem vollständigen Schallschutznachweis gleichzusetzen.

Bauteil-bezeichnung		Maßgeblicher Außenlärmpegel	R´w dB	Erf. R´w, res. dB
Außenwand	Wand ohne Öffnung	46	46	45

Tabelle 9: Schallwert des Wandaufbaus

Als Ergebnis der Betrachtung kann davon ausgegangen werden, dass das zu betrachtende Wandbauteil die Anforderungen an den geforderten Schallschutz erfüllt.

6 Der Thüringer Weg zum Holzbauand

6.1 Eine Wirtschaftsnahe Forschungseinrichtung (WinaFo) für die Technologieentwicklung im Bereich Wald und Holz

Kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) haben Probleme, qualifiziertes Personal für ihre FuE-Aktivitäten und den Einsatz moderner Verfahren zu gewinnen oder an sich zu binden. Darüber hinaus ergeben sich für KMUs Schwierigkeiten, die Fülle der wissenschaftlich-technischen Informationen zu überschauen und unternehmensspezifische Entwicklungsschwerpunkte zu definieren und umzusetzen. Speziell KMU der Bündnisregion in dem für Holz-21-regio relevanten Sektor Forst- und Holzwirtschaft und Partner der eher kleinteiligen Wirtschaft in kooperierenden Branchen sind hiervon betroffen.

Eine übergeordnete Technologieentwicklung und anwendungsorientierte Ausbildung in einem Technikum wird durch die Forschungseinrichtung übernommen. WinaFo adressieren diese Problemfelder: Sie haben einen starken Fokus auf die Anwendbarkeit ihrer Forschung. Sie arbeiten eng mit Unternehmen zusammen, um konkrete Probleme zu lösen und innovative Lösungen zu entwickeln. Wirtschaftsnahe Forschungseinrichtungen bieten in diesem Kontext einen besonders bedeutsamen Hebel für positive Strukturentwicklung. Sie tragen nicht nur zur Lösung dieser Herausforderungen bei, sondern stärken auch die Innovationsfähigkeit von KMUs, fördern die Qualifizierung von Fachkräften und unterstützen Unternehmen dabei, in einem sich schnell entwickelnden wissenschaftlichen Umfeld erfolgreich zu agieren. Innovation ist ein Schlüssel für regionale Entwicklung. In Thüringen gibt es zum aktuellen Stand zehn WinaFo, welche innerhalb der Zuse Gemeinschaft, dem Dachverband der deutschen WinaFo, anerkannt sind. In der bisherigen Thüringer WinaFo-Landschaft werden die Thematiken Holz und moderner Holzbau nicht schwerpunktmäßig bedient. Es gibt lediglich einige Schnittpunkte in den Bereichen Werkstoffwissenschaften und dem Zukunftsbaustoff Holz. Werkstoffwissenschaften werden bspw. vom IAB Weimar und TITK Rudolstadt betrieben, hieraus ist jedoch keine Konkurrenz ersichtlich. Vielmehr sind hier Synergiepotenziale zwischen den etablierten WinaFo und dem zu gründenden WinaFo absehbar und angestrebt. Im Raum Südthüringen gibt es drei weitere bedeutende strategische Regionalentwicklungskonzepte, die auf die Förderung der Region abzielen. Das erste ist das Regionalentwicklungskonzept (REK) der kommunalen Arbeitsgemeinschaft Oberzentrum Südthüringen, welches u.a. die Ansiedlung eines Forschungs- und Entwicklungsstandorts in Südthüringen anstrebt. Das zweite ist das Umsetzungsorientierte Realisierungskonzept "Suhl Nord", welches von der Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen entwickelt wurde und auf die Stärkung des Standorts Suhl Nord abzielt. Hier bieten sich Anknüpfungspunkte, Kooperationsmöglichkeiten und Synergieeffekte für ein WinaFo. Die bisherigen Recherchen zeigen, dass ein wirtschaftsnahes Forschungsinstitut mit dem inhaltlichen Fokus auf technologieorientierte Innovationsbereiche Wertschöpfungskette Rohholz und Zukunftsbaustoff Holz unter besonderer Berücksichtigung der Wertschöpfungsketten (cradle-to-cradle) und der Lebenszyklen von Materialien und die Wirkung für die regionale Strukturentwicklung in Deutschland einzigartig wäre und für Thüringen enormes Potential zur Stärkung und Weiterentwicklung für die Forst- und Holzwirtschaft besteht. Gleichsam werden anderen etablierten Branchen (z.B. Maschinen- und Fahrzeugbau, Optik, Sensorik) neue Entwicklungs- und Geschäftsfelder eröffnet. Eine wirtschaftsnaher Forschungseinrichtung könnte zudem erheblich von der gut strukturierten Innovationsförderung des Freistaats Thüringen (Thüringen MOTIVation, move to innovation) wie bspw. WINAFO Invest und WINAFO Bauinvestition profitieren. Ein weiteres strategische REK

(SREK) wird gegenwärtig vom Ilm-Kreis ausgearbeitet, welcher sich in der Gebietskulisse des Thüringer Waldes, unter anderem durch die Stadt Ilmenau, befindet. Das Konzept fundiert auf dem bestehenden Rahmenkonzept für das UNESCO-Biosphärenreservat Thüringer Wald und umfasst diverse Leitprojekte, welche sich auf die Verwendung von Holz als regionalen Baustoff und Energieressource zur Förderung der Regionalentwicklung spezialisieren. In alle drei genannten Konzeptentwicklungen sind Merkmale der Strategie der Mitglieder des WIR!-Bündnisses Holz-21-regio direkt eingeflossen.

Die Verstetigungsstrategie des Holz-21-regio Bündnisses sieht den Aufbau einer solchen wirtschaftsnahen Forschungseinrichtung in und für Thüringen vor, um eigenständig, langfristig und gemeinsam mit den Netzwerkpartnern eine europäische Modellregion zu entwickeln. Für die beschriebenen technologischen Bedarfe und die Etablierung von Holzbaufirmen ist diese Dachstruktur elementar.

6.2 Bereitstellung von Technologie zur Ertüchtigung kleiner Betriebe im Industriemaßstab in einem Kooperationsnetzwerk

Die Umsetzung der Transformation des Wohnungsneubaus und in der Folge von innovativen Angeboten zur Sanierung des Gebäudebestandes ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe beginnend beim Bauherrn bis zu den Aufgaben der Landesregierung. Wie für das Land Thüringen festgestellt, erfordert die Umsetzung der Transformation das Entstehen von mehreren neuen bzw. erweiterten Unternehmen der seriellen Produktion von Holzbauelementen. Dazu gibt es zwei grundsätzliche Wege. Neugründung von entsprechenden Unternehmen; Erweiterung des Geschäftsfelds von bestehenden Unternehmen der Bau- bzw. Holzwirtschaft. Es kann davon ausgegangen werden, dass es immer kleinere Unternehmen sind oder werden, die für den Aufbau, dessen Finanzierung, der Standortsuche und der Sicherung des notwendigen Zuwachses an Fachpersonal optimaler Rahmenbedingungen bedürfen.

Ablaufplan des Aufbaus des flächendeckenden Netzwerkes der Unternehmen des Holzelementebaus im ländlichen Raum

Eckdaten Unternehmen:

- Einzugsbereich je Landkreis / oder Landkreiszusammenschluss
- Potential an Holzrohbauelementen – pro Unternehmen ca. 7 bis 8 Mio. €
- Versorgungspotential nach Abschluss des Aufbaus des Versorgungssystems im Jahr 2030
- ca. 160 Mio. € Rohbau oder 350 Seniorenwohnanlagen pro Jahr

Nach erfolgreicher Modellierung der neuen Technologien, Produkten im Rahmen des Forschungsprojektes Holz-21-regio, steht der Aufbau des Versorgungssystems an.

Da der einzige Lieferant der speziellen Anlagen in Europa, nur 3 Anlagensätze pro Jahr produzieren kann, baut sich das System nach dem Start mit je 3 Unternehmen pro Jahr auf.

Abschnitt 1: Gründung und Aufbau des ersten Musterunternehmens und Entwicklung der ersten Teile und Rohbausätze

Das erste Unternehmen wird die Aufgabe innehaben, die Technologie anzuwenden und den Bauteilkatalog zu entwerfen. Ihm obliegt der Grundaufbau der zukünftigen Unternehmen als Musterunternehmen von der Technologie, der Fabrikplanung, der Entwicklung des ersten

Fertigteilsortiments an Holzelementen, der Entwicklung erster Mustergebäude mit Bestimmung der Rohbausätze einschließlich der Montaganleitung usw.

Investitionen:

• Sachanlagen – Maschinen und Einrichtungen	750.000 €
• Ideelle Leistungen	300.000 €
• Summe	1.050.000 €

Umlaufmittelbedarf infolge der Serienfertigung der Holzelemente auf Lager

Aufbau erstes Warenlager in Höhe von 25% des Jahresvolumens:

- 2025 Jahresproduktionsvolumen – 3,5 Mio. € - Umlaufmittelbedarf 0,8 Mio. €
- 2026 Jahresproduktionsvolumen – 7 Mio. € - Umlaufmittelbedarf 1,6 Mio.€

Aufbau eines Kooperationsnetzwerkes Holzelemente in Thüringen

Eine serielle Fertigung von Holzelementen für den Wohnungs- und Sozialbau hat immer den Charakter einer kleinindustriellen Fertigung. Mit diesem Charakter verbunden sind eine Vielzahl von Aufgaben und Verpflichtungen, die ein Führungsteam von 2 Mitarbeitern nur unvollständig erfüllen kann. Damit werden die kleinen Produktionsunternehmen vor hohe Aufgaben gestellt und es wird notwendig, dass eine Vielzahl von Aufgaben sinnvoll ausgelagert werden.

Da diese Unternehmen die gleichen Technologien, die gleichen Maschinen und Anlagen benutzen und auch die gleichen Fertigprodukte herstellen, sind die Voraussetzungen für eine sehr kostengünstige Auslagerung gegeben. Optimal wird es zusätzlich, wenn die Unternehmen an dem entstehenden Dienstleister beteiligt sind. Mit der Zielstellung von 5-10 Produzenten in Thüringen werden alle Dienstleistungen von der Produktentwicklung, der Überleitung in die Produktion, der Zertifizierung, der Qualitätssicherung, des gemeinsamen Marketings und Rahmenverträgen für den günstigen Einkauf, Weiterbildung und Fachkräftegewinnung usw. zu einem Kostensatz von nur 10% der üblichen Kosten möglich und für das einzelne Produktionsunternehmen günstig. Das Netzwerk wird zentraler Teil der wirtschaftsnahen Forschungseinrichtung.

Das Holz-21-regio Team hat einen Fahrplan für die nächsten Jahre zur Etablierung von Produktionskapazitäten in Thüringen aufgezeigt und stellt diesen seinen Mitgliedern zur Verfügung.