

BMU-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht

zum Vorhaben

“Ressourceneffiziente Produktionsanlage zur Herstellung von selbsttragenden
Wandelementen aus Brettsperrholz mit Restholzanteilen”

Zuwendungsempfänger:

Holzwerke van Roje GmbH & Co. KG
Ignatz van Roje Platz 1
56587 Oberhonnefeld-Gierend

Umweltbereich Ressourcen

Laufzeit des Vorhabens

01.11.2020 bis 30.06.2024

Autor

Oliver Mühmel

Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare
Sicherheit

Datum der Erstellung

30.08.2024

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA: NKa3 - 003512	Projekt-Nr.:
Titel des Vorhabens: Ressourceneffiziente Produktionsanlage zur Herstellung von selbsttragenden Wandelementen aus Brettsper Holz mit Restholzanteilen	
Autor/-en (Name, Vorname): Oliver Mühmel	Vorhaben beginn: 01.11.2020
	Vorhabenende: 30.06.2024
Zuwendungsempfänger/-in (Name, Anschrift): Holzwerke van Roje GmbH & Co. KG Ignatz-van-Roje-Platz 1 56587 Oberhonnefeld-Gierend	Veröffentlichungsdatum:
	Seitenzahl: 29
Gefördert Im BMU-UmweltInnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit	
Der klimaschonende Bau unter Verwendung von modernen Holzprodukten gewinnt vor dem Hintergrund des Klimawandels zunehmend Bedeutung in Europa. Die Herstellung von Bauprodukten aus dem nachhaltigen Rohstoff Holz ist energieeffizient und kostengünstig. Im Zuge der Errichtung immer größerer Holzgebäude kommt zunehmend Brettsper Holz zum Einsatz. Die Fertigung der Wand- und Deckenelemente aus Brettsper Holz ist sehr komplex und bietet nach dem bisherigen Stand der Technik deutliches Optimierungspotenzial. Mit der Realisierung des Projekts bei van Roje wurden verschiedene Ansätze verfolgt, um die Produktion von Brettsper Holz ressourcenschonender und effizienter zu machen. Insgesamt konnten alle Projektziele erreicht werden, wenn auch die Kosten höher und die Laufzeit des Projekts länger als geplant waren.	
Schlagwörter: Brettsper Holz, klimaschonende Bauweise, Ressourceneffizienz, Abfallvermeidung, CO2-Einsparung, Holzbau, vernetzte Fertigung	
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: Elektronischer Datenträger:	Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet geplant auf der Webseite:

Report coversheet

Reference-No. Federal Environment Agency: Project-No.:	
Report Title: Resource-efficient production plant for the manufacture of self-supporting wall elements made of cross-laminated timber with residual wood content	
Author/Authors (Family Name, First Name): Oliver Mühmel	Start of project: 11-01-2020
	End of project: 06-30-2024
Performing Organisation (Name, Address): Holzwerke van Roje GmbH & Co. KG Ignatz-van-Roje-Platz 1 56587 Oberhonnefeld-Gierend	Publication Date:
	No. of Pages: 29
Funded in the Environmental Innovation Programme of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.	
<p>Climate-friendly construction using modern timber products is becoming increasingly important in Europe against the backdrop of climate change. The manufacture of building products from the sustainable raw material wood is energy-efficient and cost-effective. Cross laminated timber is increasingly being used in the construction of ever larger timber buildings. The production of wall and ceiling elements made of cross laminated timber is very complex and offers significant potential for optimisation based on the current state of the art. With the realisation of the project at van Roje, various approaches were pursued to make the production of cross laminated timber more resource-friendly and efficient. Overall, all project objectives were achieved, even though the costs were higher and the duration of the project was longer than planned.</p>	
Keywords: Cross laminated timber, climate-friendly construction, resource efficiency, waste avoidance, CO2 savings, timber construction, networked production	

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	5
1.2. Ausgangssituation.....	5
2. Vorhabenumsetzung	7
2.1. Ziele des Vorhabens.....	7
2.2. Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten).....	8
2.3. Umsetzung des Vorhabens	9
2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen).....	10
2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten.....	10
2.6. Konzeption und Durchführung des Messprogramms.....	11
3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung.....	13
3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung.....	13
3.2. Stoff- und Energiebilanz	15
3.3. Umweltbilanz.....	20
3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse	21
3.5. Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren.....	23
4. Übertragbarkeit.....	25
4.1. Erfahrungen aus der Praxiseinführung.....	25
4.2. Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/der Anlage/des Produkts)	25
4.3 Kommunikation der Projektergebnisse.....	26
5. Zusammenfassung.....	28
6. Summary	31
7. Anhang	33
8. Abbildungsverzeichnis	34
9. Tabellenverzeichnis	34
10. Quellenverzeichnis.....	34

1. Einleitung

1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die Holzwerke van Roje GmbH & Co. KG mit Firmensitz in Oberhonnefeld-Gierend wurde 1929 gegründet und ist ein eigentümergeführtes Familienunternehmen, das der Branche „Säge- und Holzindustrie“ zuzurechnen ist (Wirtschaftszweig 1610: Säge- Hobel- und Holzimprägnierwerke). Z. Zt. beschäftigt van Roje rund 200 Mitarbeiter.

Die Leistungsbereiche von van Roje gliedern sich in die Schnittholzproduktion (u.a. Kantholz, Seitenware, Bauholz) und deren Weiterverarbeitung (z.B. Holzveredelung durch Trocknung, Imprägnierung, Hobeln), die Pelletherstellung und die Herstellung von Brettspertholz. Das Holz für diese Produkte entstammt nachhaltig bewirtschafteten Wäldern der näheren Region. Da der Rohstoff für die Produktion der Holzpellets im eigenen Sägewerk hergestellt wird und hierdurch u.a. auch Transportkosten eingespart werden, fällt die Ökobilanz dieses Produktes besonders positiv aus. Dies wurde durch die Verleihung des Umweltzeichens „Blauer Engel“ bestätigt.

Seit der Firmengründung ist sich das Unternehmen seiner großen ökonomischen Verantwortung, insbesondere in Bezug auf die Nutzung des Rohstoffes Holz, bewusst. Die Verwendung von einheimischen Hölzern aus nachhaltiger Bewirtschaftung ist dabei eine der wichtigsten Maßnahmen, gleichfalls die Verwertung von Abfall- bzw. Nebenprodukten wie Hackschnitzel und Sägemehl zu Pellets und auch der Betrieb des betriebseigenen Biomasseheizwerkes.

Einem typischen mittelständischen Sägewerk entsprechend ist das Betriebsgelände von van Roje weiträumig erschlossen und teilt sich in die folgenden Bereiche: Biomasseheizwerk, Rundholzplatz, Spanerlinie/Sortierung (Seitenware, Hauptware), Hobelwerk, Trocknung (16 Trockenkammern), Pelletwerk, Imprägnierwerk und Brettspertholzwerk.

1.2. Ausgangssituation

Neue Gebäude entstehen in Deutschland zunehmend in Holzbauweise. Holz gilt als sehr klimaverträglich und zeichnet sich durch ein geringes Gewicht bei hoher Tragfähigkeit aus. Mit den Zielen „Klimaschutz – Wertschöpfung – Ressourceneffizient“ fördert die Charta für Holz 2.0¹ des Bundeslandwirtschaftsministeriums unter anderem das Bauen mit Holz im Nichtwohnbau. So entstanden in den vergangenen Jahren immer mehr Schulen, Kindergärten, Sporthallen und Gemeindezentren als Holzmassivbau, Holzrahmenbau oder Holzhybridbau.

Produkt- und verfahrenstechnische Innovationen im Zusammenhang mit nachwachsenden Rohstoffen, zur Ressourcen- und Energieeffizienz und zum Klimaschutz stehen im Fokus des öffentlichen Interesses. Durch die erheblichen

¹Quelle: www.charta-fuer-holz.de

Vorteile des Einsatzes von Brettsperrholz in der Baubranche, insbesondere auch durch den geringen Energieeinsatz während des gesamten Herstellprozesses, der Bindung von CO₂ im Bauprodukt und der Möglichkeit einer stofflichen Wiederverwertung, ist die europäische Brettsperrholzproduktion in den vergangenen 15 Jahren auf ca. 1.500.000m³ gestiegen.

Derzeit gibt es in Europa ca. 30 Brettsperrholzproduzenten² wie z.B. die Unternehmen Binderholz, Decker, Pfeifer-Group, Stora Enso, KLH Massivholz.

Brettsperrholz ist ein massives flächiges Holzprodukt aus Nadelholz und wird besonders in der Bauindustrie für großflächige, fertig abgebundene Wand- und Deckenbauteile mit tragendem Zweck eingesetzt.

Es besteht aus mindestens drei i.d.R. rechtwinklig zueinander verleimten Lagen aus Schnitthölzern (Lamellen). Durch den kreuzweisen Aufbau sind Brettsperrholzelemente sehr formstabil, luftundurchlässig und können zudem Lasten, sowohl längs wie auch quer zur Haupttragrichtung, abtragen.

Im Vergleich zu anderen Massivbauweisen benötigt die Herstellung und Bearbeitung von Brettsperrholzelementen nur wenig Energie³. Brettsperrholz (BSP) kann stofflich wiederverwertet werden. Bei einer thermischen Verwertung von BSP wird nur die Menge an CO₂ abgegeben, die im Laufe des Baumwachstums im Holz gespeichert wurde. Man kann die thermische Verwertung daher auch als „indirekte Sonnenenergienutzung“ bezeichnen.

Die Produktion von Holzwänden ermöglicht einen sehr hohen Vorfertigungsgrad, Rohbauten können so in kürzester Zeit fertig gestellt werden. Die Bauelemente sind trocken und tragen daher keine Feuchte in das Bauwerk ein. Da das Quell- und Schwindmaß von Holz in Faserrichtung deutlich geringer ist als radial bzw. tangential zur Faser, führt die kreuzweise Anordnung von benachbarten Brettlagen zu einem Sperreffekt hinsichtlich des feuchteabhängigen Verformungsverhaltens. Brettsperrholzelemente weisen daher nur sehr geringe Quell- und Schwindverformungen auf.

Durch die Aktivierung der flächigen Lastabtragung der Brettsperrholzelemente können im Vergleich zu stabförmigen Tragsystemen auch Systemaufbauten mit geringerer Bauteilhöhe und niedrigem Eigengewicht realisiert werden.

Gut gedämmte Bauteilkonstruktionen tragen durch den hohen Massenanteil und die große spezifische Feuchte- und Wärmespeicherfähigkeit der eingesetzten Nadelhölzer zur nachhaltigen Regulation des Wohnraumklimas bei. Positiv wirkt sich dieser Aspekt besonders auf den sommerlichen Wärmeschutz aus, da eine ausgeprägte Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung der Oberflächentemperaturen erreicht wird.

Die flächige Bauweise mit geschlossenen Deckschichten erzielt wesentliche Vorteile in Bezug auf den Wärme-, Feuchte-, Brand- und Schallschutz, da Luftströmungen im Bereich des Bauteils unterbunden werden.

Das UIP-Projekt umfasst neben der Errichtung eines komplett neuen Werkes zur

² Quelle: Holzkurier BSP Special 2024

³ Quelle: BAUEN MIT BRETTSPERRHOLZ | holzbau handbuch | REIHE 4 | TEIL 6 | FOLGE 1

Herstellung von BSP-Elementen auch Investitionen in das vorhandene Sägewerk. Hierbei wurden bestehende Anlagen durch innovative Maschinen ersetzt, die im Gesamtprozess zu weiteren Materialeinsparungen führen:

- Stapelanlage für die Paketierung von Brettern mit variablen Längen
- Hochleistungsscanner für die optimale Sortierung der BSP-Lamellen

Vor der Realisierung des Projekts lag die Ausschussquote im Sägewerk bei rund 6%. Das bedeutet, dass jährlich eine Menge von rund 4.350m³ des produzierten Schnittholzes nicht den geforderten Qualitätskriterien entsprach und thermisch verwertet werden musste. Durch die Herstellung der Lamellen für die BSP-Fertigung sollte die Ausschussquote im Sägewerk deutlich gesenkt werden, da die Bereiche mit Qualitätsmängeln selektiv aus den Produkten entfernt werden können und nicht das komplette Stück aussortiert werden muss.

Ein großer Teil der Materialeinsparung sollte durch die Installation einer Recycling-Anlage für die bei der BSP-Fertigung entstehenden Plattenreste realisiert werden. Bei den Produktionsanlagen der Mitbewerber werden diese bis heute zerkleinert und verbrannt.

2. Vorhabenumsetzung

2.1. Ziele des Vorhabens

In der Motivationslage von van Roje zur Errichtung des Brettsperrholzwerkes überlagern sich vielfältige ökologische und wirtschaftliche Ziele:

- Selbstverständnis der Holzwerke van Roje, dem Klimawandel durch industrielle Verantwortung entgegenwirken zu wollen und hierfür ökologische Produkte und Produktionsprozesse mit Nachahmungseffekt zu initiieren
- Chance zur Marktausweitung und Erschließung globaler Märkte
- Einstieg in einen lukrativen Wachstumsmarkt mit hohem Marktpotential
- Abfallvermeidung und Wiederverwertung von Abfall- und Restholz als qualitativ hochwertiges „Hauptprodukt“
- Profilierung und Imagebildung als „ökologischer Anbieter“ qualitativ hochwertiger Produkte
- Vermeidung von CO₂-Emissionen und mögliche Kosteneinsparungen zur Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit
- Herstellung eines sehr werthaltigen Primärproduktes mit besonders hoher Marktnachfrage und stabiler Preislage
- Bereitstellung vorgefertigter Bauteile: Die durchgängige Produktion (Zusammenfassung aller Arbeitsgänge vom Sägewerk bis zum fertigen Wandelement) im vollautomatischen Arbeitsablauf reduziert Herstellkosten und trägt dazu bei, preiswerten ökologischen Wohnraum zu schaffen
- Wiederverwertung der Materialreste führt zur Kostenreduzierung und dadurch zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit im Produkt-/Marktbereich
- Erweiterung des Produktangebotes um preisstabile bzw. wenig preiselastische Fertigprodukte, wodurch das unternehmerische Risiko reduziert und neue Arbeitsplätze geschaffen bzw. bestehende erhalten werden.

Eines der Hauptziele des innovativen Projekts war die Materialeinsparung (Abfallvermeidung) und die Erhöhung der Ressourceneffizienz bei der Fertigung von Brettsperrholzelementen. Dieses Ziel teilt sich in folgende Bereiche:

- *Abfallvermeidung durch Reduzierung des Ausschussquote*
- *Abfallvermeidung durch den Einsatz ungezinkter Lamellen*
- *Abfallvermeidung durch den Einsatz variabler Brettdimensionen*
- *Abfallvermeidung durch die Wiederverwertung von Plattenausschnitten*

2.2. Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

Derzeit werden in den bestehenden Werken zur Brettsperrholzproduktion (Wettbewerbsunternehmen) ausschließlich neue, gezinkte Lamellen bzw. Schnitthölzer in einheitlichen Längen verarbeitet. Durch die von van Roje errichtete Anlage mit Demonstrationscharakter können sowohl „Besenpakete“ mit unterschiedlichen Lamellenlängen in den Längslagen als auch ungezinkte Lamellen in den Querlagen verarbeitet werden. Ebenfalls ist eine Wiederverwertung von Plattenresten, wie sie z.B. durch Fenster- und Türausschnitte anfallen, für die Herstellung der Fertigteile aus Brettsperrholz möglich.

Im Vergleich zum heute gängigen Produktionsablauf bei anderen Anbietern wird der gesamte Produktionsprozess, von der Herstellung der Rohlamelle im Sägewerk (= Rohstoffgewinnung) bis zum fertigen Bauelement aus Brettsperrholz (= Produktherstellung und –veredelung), bei van Roje vor Ort realisiert.

Durch eine bedarfsorientierte Vorproduktion bzw. interne Fertigungsvorgabe können die benötigten Rohlamellen gezielt für den jeweiligen Bedarfsfall produziert und sortiert werden. In den Mittellagen des Brettsperrholzes können Lamellen verwendet werden, die für andere Zwecke (auch für den Verkauf an Dritte) nicht geeignet wären.

Das Werk ist auf die Herstellung von rund 60.000 m³ Brettsperrholz im zweischichtbetrieb ausgelegt. Hierzu wurden zwei Keilzinkenanlagen, zwei Hochleistungspressen sowie drei Abbundanlagen errichtet.

Um die Ziele des Vorhabens zu erreichen wurden im Detail folgende technische Lösungen erarbeitet:

- Implementierung eines integrierten und **vernetzten Verfahrensprozesses** von der Produktion der Rohlamelle im Sägewerk bis zum fertig abgebundenen Bauelement. Die Produktionsplanung erfolgt anhand der vom Kunden übermittelten 3D-Konstruktionsdaten. Die Bauteile werden in der Arbeitsvorbereitung des BSP-Werks zu Rohplatten zusammengefasst („genestet“). Die für die Rohplatten benötigten Lamellen werden ermittelt und im Sägewerk produziert. Hierzu wurde das vorhandene ERP-System TiCom erweitert und erhielt verschiedene Schnittstellen zur Arbeitsvorbereitung (SEMA, Dittrich) und zum eigentlichen Fertigungssystem (MINDA, Hundegger).

- Konzeption und Installation eines **Hochleistungsscanners** im Sägewerk: unter Einsatz modernster Messtechnik und Bildgebungsverfahren werden die für die BSP-Fertigung vorgesehenen Lamellen bereits im Sägewerk optimiert. Da die weiteren Bearbeitungsschritte schon in dieser Fertigungsstufe berücksichtigt werden können, gibt es insgesamt weniger Verschnitt. Daneben können für die Längslagen der BSP-Platten auch Lamellen mit variablen Längen eingesetzt werden, da die exakte Länge im Prozess keine Rolle spielt. Dadurch erhöht sich die Rohstoffausbeute im Sägewerk.
- Planung und Installation einer separaten **Querlagenaufgabe** für ungezinkte Lamellen und für Recyclinglamellen.
- Installation einer **separaten Hobel- und Sortierlinie** für die Aufarbeitung der Ausschusssortimente und für die Festigkeitssortierung der Querlagenlamellen.
- Softwaretechnische Integration der **Inline-CNC-Abundanlagen** von Hundegger in die Fertigungsleittechnik von MINDA. Um einen durchgängigen Bearbeitungsprozess im BSP-Werk zu gewährleisten, mussten sämtliche Anlagenkomponenten in die Flowmate-Software von MINDA integriert werden.
- **Wiederverwertung der Plattenausschnitte**: beim CNC-Abbund fallen große Mengen an Restholz an, insbesondere durch Tür- und Fensterausschnitte, die aus den Platten gesägt werden. Je nach Anwendungsfall müssen bei den Mitbewerbern 10-15% der Rohplatte entsorgt werden. Es wurde ein Fertigungsprozess entwickelt, bei dem die Plattenausschnitte in einem chaotischen Lager nach Plattenstärke und Lagenausrichtung sortiert werden. Anschließend werden die Ausschnitte automatisch in Streifen aufgetrennt, so dass kurze stabförmige Elemente entstehen. Diese werden anschließend wieder verzinkt, verleimt und auf Standardlängen gekappt um diese entweder zu Konstruktionshölzer mit definierten Dimensionen zu verarbeiten oder wieder in Form von Lamellen in die Mittellagen der BSP-Fertigung einzusortieren.

2.3. Umsetzung des Vorhabens

Folgende Arbeitsschritte waren bis zur Inbetriebnahme des Brettsperrholzwerks notwendig:

- Konzeptionsphase: es wurden vier Anlagenhersteller zur Abgabe eines Fertigungskonzepts aufgefordert. Die verschiedenen technischen Konzepte wurden verglichen und bewertet. Die Firma MINDA wurde anschließend ausgewählt, auf Basis des Konzepts ein detailliertes Angebot zu erstellen.
- Finanzmittelbeschaffung: neben der Strukturierung der Bankdarlehn war auch die Beschaffung von Fördermitteln zur Realisierung des Projekts erforderlich.
- Planungsphase: in diesem Arbeitsschritt liefen folgende Bereiche parallel:
 - Gebäudeplanung in Abstimmung mit den Maschinenlieferanten
 - Anlagenplanung
 - Baurechtliche Genehmigungsplanung
- Die Bau- und Installationsphase lässt sich in folgende Bereiche gliedern:
 - Gebäude und bauliche Infrastruktur inkl. Klimatisierung: die Errichtung

der Gebäude und der notwendigen Infrastruktur lief problemlos und innerhalb der geplanten Zeitfenster.

- Maschinen und Anlagen BSP-Linie: die Anlagenkomponenten wurden rechtzeitig geliefert und montiert
- Maschinen und Anlagen Recycling-Linie: aufgrund der Insolvenz eines Subunternehmers konnte dieser Anlagenteil erst mit einer Verspätung von 18 Monaten fertig gestellt werden.
- Der Hochleistungsscanner im Sägewerk konnte aufgrund von Lieferproblemen erst mit einer Verspätung von 20 Monaten installiert werden
- Bau der Ver- und Entsorgungsanlagen
- Errichtung der werksinternen Logistik (Stapeleinrichtungen, Stapelkran)
- Softwareimplementierung
- Anlageninbetriebnahme (Start der Inbetriebnahme: KW 15 2022; Dauerbetrieb ab 01. Oktober 2022)

2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Neben der eigentlichen baurechtlichen Genehmigung waren besondere wasserrechtliche Belange des Gewässerschutzes zu berücksichtigen (wasserrechtliche Genehmigung), da die Anlage in einem Wasserschutzgebiet errichtet wurde. Außerdem wurde ein Lärmschutzgutachten gefordert.

Für die Zulassung der Produktion war der Nachweis der Eignung zum Leimen von tragenden Holzbauteilen (sogenannte Leimgenehmigung) erforderlich. Die Leimgenehmigung ist ein Befähigungsnachweis des Herstellers ähnlich dem Schweißnachweis im Stahlbau. Zusätzlich zur Leimgenehmigung müssen die Hersteller für alle relevanten Festigkeitsklassen eine werkseigene Produktionskontrolle einrichten.

Für die Inverkehrbringung als Bauprodukt auf dem europäischen Markt ist eine ETA notwendig. Die Abkürzung ETA leitet sich vom englischen Begriff „European Technical Assessment“ ab – auf Deutsch: Europäische Technische Bewertung. Die Europäische Technische Bewertung ermöglicht es, Bauprodukte auch dann europaweit zu vermarkten, wenn sie nicht oder nicht vollständig von einer harmonisierten Norm erfasst sind.

2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die Betriebsdaten werden in verschiedenen anlagenspezifischen Messsystemen erfasst (s. Anlage 1) und abteilungsweise archiviert. Die Datenauswertung erfolgt mit Hilfe von Microsoft Power BI. Die Berichte werden zum Teil täglich aktualisiert, mindesten aber monatlich.

BSP

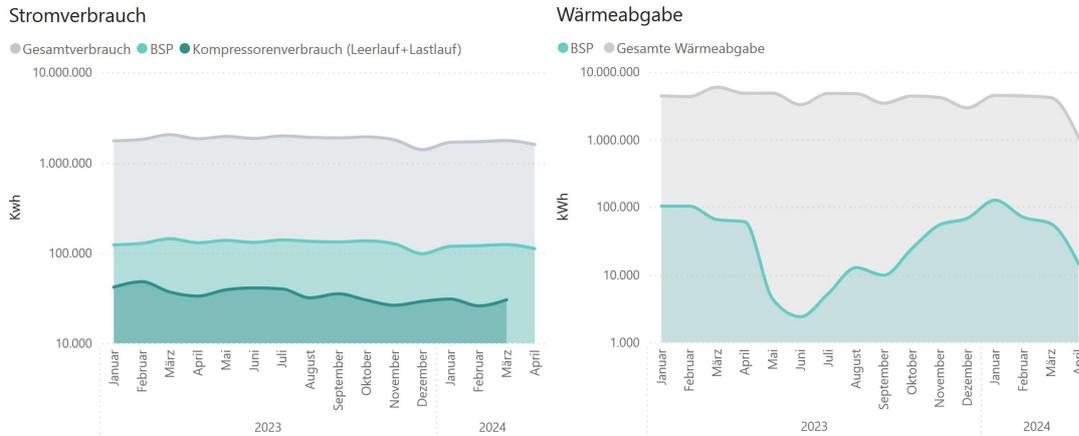


Abbildung 1: Energieverbrauch BSP-Werk

Neben den Produktionsdaten werden auch die für die Bewertung der Energieverbräuche relevanten Klimadaten mit eigenen Messsystemen erfasst und aufgezeichnet:

Wärme und Wetterdaten

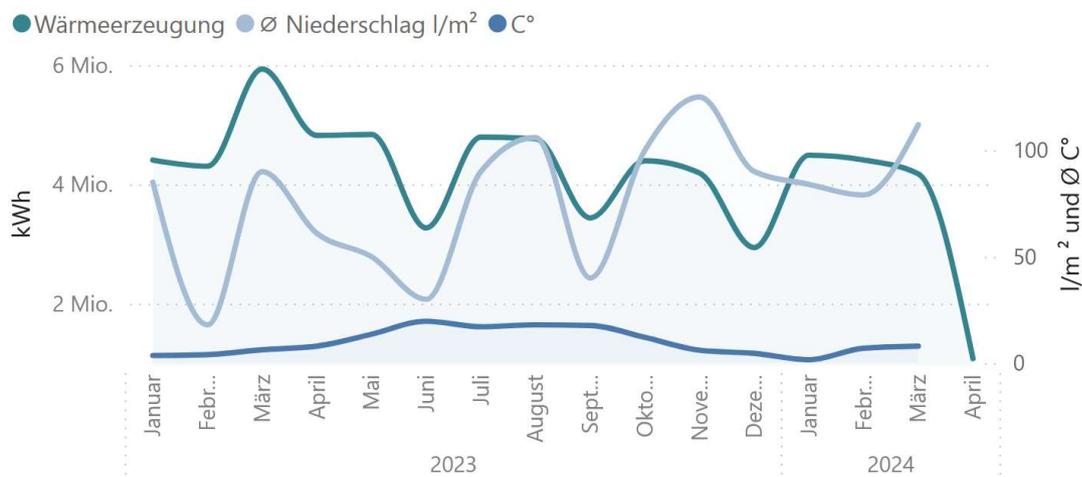


Abbildung 2: Wärme- und Wetterdaten

2.6. Konzeption und Durchführung des Messprogramms

Folgende Ziele sollten im Rahmen des Projekts erreicht werden und waren mit Hilfe des Messprogramms zu überprüfen:

1. Abfallvermeidung durch Reduzierung der Ausschussquote:

Die Ausschussmengen werden im Produktionssystem „Sortierwerk“ der Firma

ALFHA, Finntrop, erfasst. Dabei werden die an der Sägelinie erzeugten Produktionsdaten an das „Sortierwerk“ übergeben. Im „Sortierwerk“ werden die als Ausschuss klassifizierten Stücke sowie die Stücke, die aus dieser Ausschussmenge für die Weiterverarbeitung im BSP-Werk verwendet werden sollen, im Datenspeicher entsprechend abgelegt. Die Daten des „Sortierwerks“ werden an die Produktionskennzahlendatenbank übergeben. Hieraus werden langfristige Statistiken erzeugt, die eine Nachvollziehbarkeit der Ausschussquote insgesamt sowie des Anteils der zu Weiterverarbeitung klassifizierten Ausschusses ermöglichen. Somit kann die Reduzierung der Ausschussquote nachgewiesen werden.

2. Abfallvermeidung durch den Einsatz ungezinkter Lamellen

Die ungezinkten Lamellen werden im Brettsperrholzwerk über eine spezielle Aufgabestation dem Produktionsprozess zugeführt und somit getrennt von den gezinkten Lamellen erfasst. Die Vermessung und gütemäßige Beurteilung (sowohl der ungezinkten als auch der gezinkten Lamellen) erfolgt vollautomatisch durch entsprechende Scanner der Firma Microtec, Brixen. Die Messdaten werden an den Güteklassenrechner (MINDA) übergeben und von diesem für den nächsten Produktionsschritt ausgewertet. Der Güteklassenrechner ist in der Lage, die jeweiligen Brutto- und Nettovolumina der beiden Lamellensorten zu vergleichen und somit die Abfallvermeidung bei den ungezinkten Lamellen im Vergleich zu den gezinkten Lamellen auszuweisen.

3. Abfallvermeidung durch den Einsatz variabler Brettdimensionen

Die Erzeugung der Seitenbretter im Sägewerk erfolgt in zwei Schritten: Zunächst werden an der Spanerlinie unbesäumte Bretter erzeugt. Die Software „Schnittbildoptimierung“ der Firma Joerg Elektronik berücksichtigt dabei die theoretisch mögliche Brettbreite und -länge, die in einer entsprechenden Datenbank hinterlegt ist. Bis dato erfolgte die Optimierung der Seitenwarenbretter in einem fixen Raster, da die Anzahl der Sortierboxen auf 50 begrenzt ist. Bei der Verwendung von Lamellen mit variablen Dimensionen können die Brettlängen nun im Millimeterraster optimiert werden. Im nächsten Schritt werden die erzeugten Seitenwarenbretter am neuen Hochleistungsscanner der Firma USNR vermessen und ausgewertet. Anhand der Scannerdaten werden die Seitenbretter dann auf ihr endgültiges Maß besäumt. Das tatsächliche Brettvolumen wird in der Datenbank der Software MillExpert von USNR abgespeichert. Die Ausbeute (d.h. das Verhältnis von erzeugtem Produkt zu eingesetztem Rohstoff) wird in der Produktionskennzahlendatenbank unter Einbeziehung der Daten aus der Schnittbildoptimierung ermittelt. Da bei geänderten Produktionsabläufen keine aktuellen Vergleichszahlen als Referenz für die Abfallvermeidung zur Verfügung stehen, soll die Abfallvermeidung durch die Relation von den aktuellen Daten zu den historischen Daten ermittelt werden. Als Referenz soll das Jahr 2019 mit einer Seitenwarenausbeute in Höhe von 14,2% herangezogen werden.

4. Abfallvermeidung durch die Wiederverwertung von Plattenausschnitten

Das Volumen der Plattenausschnitte wird im CAD/CNC-Programm „Cambium“ der Firma Hundegger ermittelt. Diese Daten werden dem Leitrechner von MINDA übermittelt. MINDA erfasst die aus den Plattenausschnitten im Arbeitsschritt „Keilzinkung REC Lamelle“ erzeugten Lamellen. Somit können die aus den Plattenausschnitten erzeugten Lamellen in Relation zum Gesamtvolumen der Plattenausschnitte gesetzt werden.

3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung

Das Projekt wurde erfolgreich umgesetzt; alle selbstgesteckten Ziele hinsichtlich der Ressourceneffizienz und der Produktqualität konnten erreicht werden. Allerdings wurden sowohl der Kostenrahmen als auch der Zeitrahmen überschritten. Die Gründe sind folgende:

- Im Zuge der Detailplanung haben die konstruktiven und statischen Anforderungen zu höheren Kosten bei den Maschinen und dem Gebäude geführt. Zusätzlich gab es Preisaufschläge gegenüber der Kostenplanung aufgrund steigender Materialkosten (insbesondere Stahl) für Gewerke, die erst einige Monate nach Projektbeginn vergeben wurden.
- Aufgrund von Lieferengpässen verzögerte sich die Fertigstellung der Gebäudehülle. Dadurch notwendige provisorische Abdichtungen erhöhten die Baukosten.
- Beim Hauptlieferanten MINDA gab es Beschaffungsschwierigkeiten bei einzelnen Vorlieferanten, insbesondere bei elektronischen Bauteilen, wodurch sich die Montagezeit verlängert hat.
- Bei der Vergabe des Hallenkranes stellte sich heraus, dass die ursprünglich vom Planer angegebenen Leistungsdaten nicht plausibel waren und der Kran der Firma ABUS die Anforderungen bei weitem nicht erfüllen konnte. Der nun montierte Hallenkran der Fa. Voith ist wesentlich teurer.
- Nach der Klärung aller technischen Details mit dem US-amerikanischen Hersteller USNR (was sich im Laufe des Projekts als sehr schwierig herausstellte) war der vorgesehene Hochleistungsscanner in der ursprünglich angebotenen Version für das Vorhaben nicht einsetzbar. Die Lieferung und Inbetriebnahme verzögerte sich um mehr als 18 Monate.
- Die Inbetriebnahme der Anlage startete in der KW 15/2022. Hinsichtlich des Layouts der Gesamtanlage sowie der Funktionalität der Maschinen konnte bereits nach kurzer Zeit bestätigt werden, dass das neue Werk die geplanten Anforderungen erfüllen würde. Allerdings stellte die Komplexität der Anlage den Hauptlieferanten vor unerwartet große Herausforderungen in Bezug auf die Ablaufsteuerung (Software). Das Hochfahren der Anlage hat sich als wesentlich

zeitintensiver als geplant herausgestellt. Insbesondere die Schnittstellen zwischen den einzelnen Maschinenherstellern führten häufig zu Ablaufstörungen und erforderlichen Änderungen an der Software.

- Aufgrund der Insolvenz des Sublieferanten verzögerte sich die Montage und Inbetriebnahme der Anlage für die Aufbereitung der Plattenausschnitte um mehr als 18 Monate.
- Der ursprünglich geplante Ansatz, den Materialeinsatz durch Querlagenlamellen mit „fallenden Breiten“ zu reduzieren, hat sich maschinenbautechnisch als nicht umsetzbar erwiesen. Hierbei sollten in einem Paket verschieden breite Lamellen gestapelt werden, um die im Sägewerk notwendigen Sortierraster (20 bis 40 mm) zu reduzieren. Der längsseitige Trennschnitt, der an der letzten Lamelle einer Querlage notwendig gewesen wäre⁴, lies sich nicht in den Fertigungsprozess integrieren. Zum einen hätte der zusätzliche Längsschnitt die Taktung des Fördermenge deutlich reduziert, so dass die benötigten Stückzahlen nicht hätten erreicht werden können. Zum anderen wäre das Handling der schmalen Restlamellen im weiteren Produktionsschritt zu störanfällig gewesen, so dass der Anlagenhersteller die geforderte Leistung nicht garantieren konnte. Stattdessen wurde durch eine zusätzliche Investition im Sägewerk die Erzeugung von Längslagenlamellen mit variablen Längen umgesetzt. Statt Bretter mit variablen Breiten werden die Sortierboxen nun mit Brettern in variablen Längen befüllt. Im Ergebnis konnte das Ziel der Abfallvermeidung durch den Einsatz variabler Brettdimensionen trotzdem erreicht werden.
- Die Hochfahrkurve des neuen Werks war deutlich flacher als geplant. Neben den bereits genannten Problemen des Hauptlieferanten MINDA hinsichtlich der Maschinenansteuerung hat sich inzwischen auch die Auftragsstruktur als Problem erwiesen. Da die komplette Fertigung in einer Linie ohne großes Zwischenlager erfolgt, ist die Produktion der Rohplatten vom Durchsatz der nachgeschalteten CNC-Abbundanlagen abhängig. Seit dem Start der Projektplanung hat sich der Markt für BSP-Elemente geändert. Die Kunden fordern mehr Abbundleistungen und Sichtqualitäten (-> größerer Aufwand) und auch die Zahl der Zusatzleistungen (Beschichtungen, Folierungen) hat sich deutlich erhöht. Im Ergebnis bremst derzeit der Abbund die Gesamtleistung des Werkes aus. Aus diesem Grund ist die geplante Zweischichtkapazität noch nicht erreicht worden. Für 2024 rechnen wir mit einer Menge von 40.000 m³, in 2025 dann mit 55.000 m³. Neben einer besseren Durchmischung der Aufträge (einfache und komplexe Abbundleistungen) sollen die Abläufe im nachgeschalteten Prozess verbessert werden und somit die Bearbeitungszeiten verkürzt werden. Ebenso wird der Einsatz einer zusätzliche Abbundanlage geprüft.

⁴ Da bei Paketen mit fallenden Breiten die Breite der einzelnen Lamelle nicht bekannt ist, kann erst bei der Zuführung der Lamellen zur Lagenbildung vor den Pressen die Gesamtbreite der Lage ermittelt werden. Da die Plattenlänge (=Deckfläche der Querlage) exakt vorgeben ist, müsste die letzte Lamelle einer Lage mit fallenden Breiten längsseitig besäumt werden.

3.2. Stoff- und Energiebilanz

Stoffbilanz:

Die Ziele des Projekts hinsichtlich der Abfallvermeidung konnten insgesamt übertroffen werden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die vermiedenen Abfallmengen umgerechnet in m³ Schnittholz⁵. Bei einer geplanten Vollauslastung des Brettsperrholzwerkes mit einem Materialeinsatz von 75.000 m³ pro Jahr beträgt die Materialeinsparung statt der geplanten 10.499 m³ pro Jahr aufgrund der ermittelten Messdaten nun 12.479 m³. Dies entspricht einem Zielerreichungsgrad von 119%. Gegenüber dem Stand der Technik⁶ in der Branche bedeutet dies eine Materialeinsparung von 17%.

(Zur Veranschaulichung des Stoffstroms verweisen wir auf die Anlage 5.)

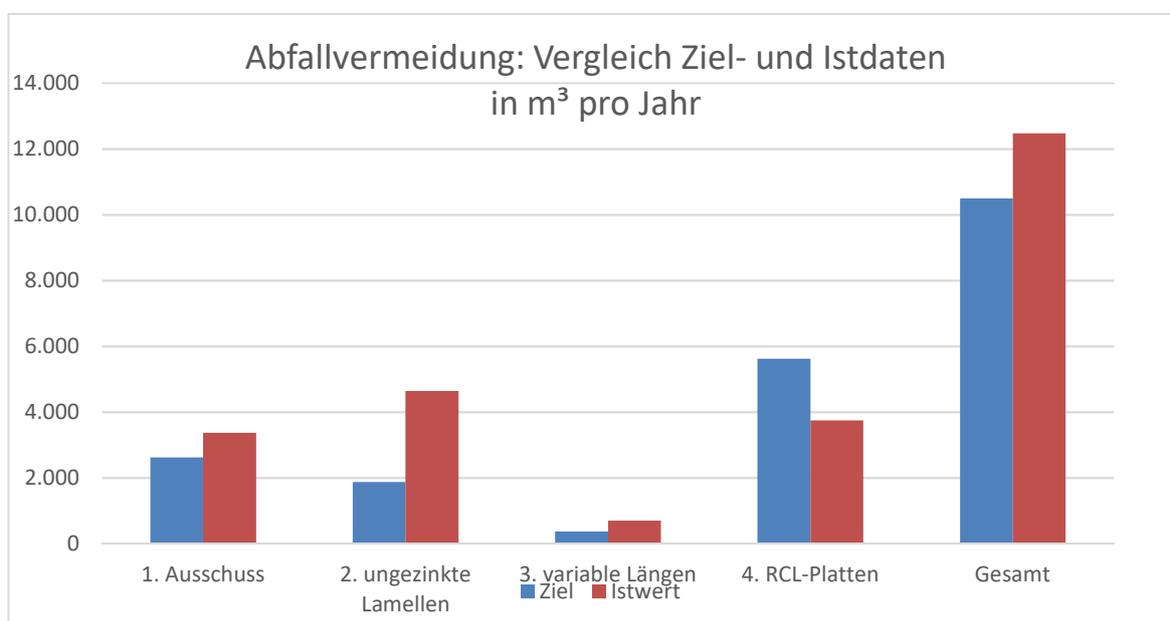


Abbildung 3: Abfallvermeidung

⁵ Bei einer durchschnittlichen Rundholzausbeute von 60% entspricht die Gesamteinsparung umgerechnet 20.800 fm Rundholz (ohne Rinde).

⁶ Der „Stand der Technik“ wurde auf Basis einer Evaluierung bei den vier führenden Anlagenbauern für Brettsperrholzanlagen zum Zeitpunkt der Antragsstellung ermittelt und bezieht sich auf die Werke der Wettbewerber, bei denen keine der vier Technologien/Verfahren (s. unten) angewendet wurden.

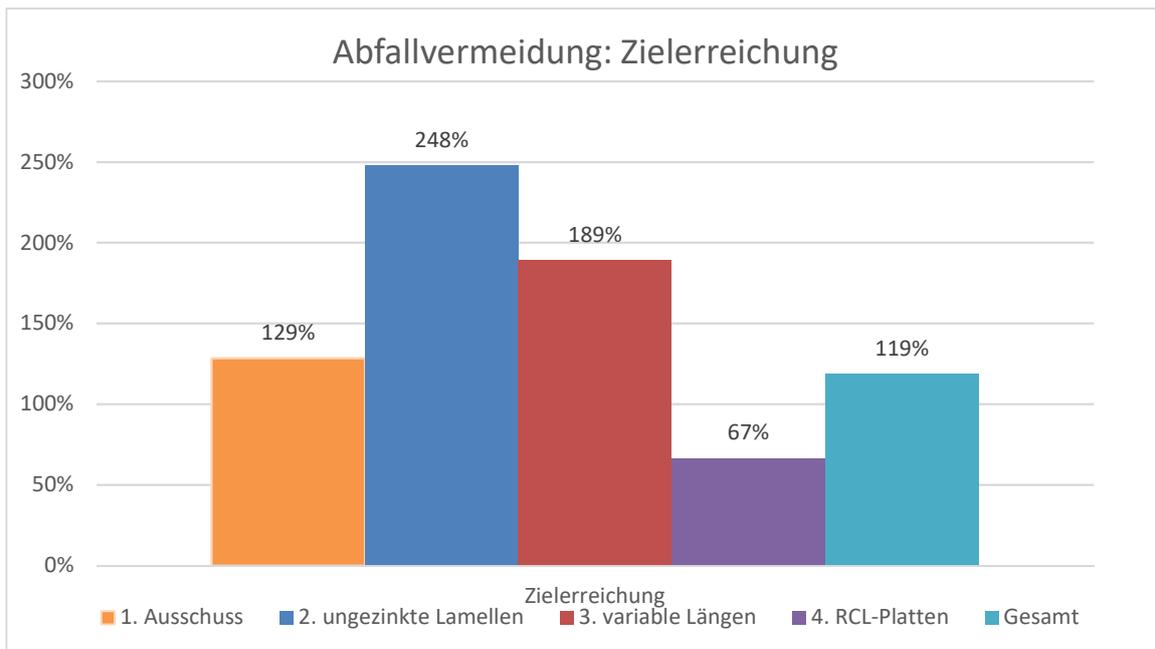


Abbildung 4: Abfallvermeidung Zielerreichung

- Abfallvermeidung durch Reduzierung des Ausschussquote

Die Reduzierung der Ausschussquote betrifft die der Brettsperrholzfertigung vorgelagerte Produktion der Rohlamellen im Sägewerk. Die bei der Antragstellung zu Grunde gelegte Quote der aussortierten Schnittholzprodukte (Ausschuss) im Verhältnis zu Produktionsmenge betrug 5,8%. Die im Rahmen des Messprogramms ermittelte Ausschussquote betrug 1,3% (s. Anlage Stoffbilanz Tabellenblatt 2; zur Ermittlung der Ausschussquote wurde eine repräsentative Produktionsmenge in Höhe von 625 m³ BSP-Lamellen ausgewertet). Der ursprüngliche Ansatz, die Reduzierung der Ausschussquote global über die gesamte Produktion zu betrachten, ist für die Bewertung der Ist-Situation nicht geeignet, da zum einen die volle Auslastung im BSP-Werk noch nicht erreicht wurde und zum anderen die Rohstoffqualität im Betrachtungszeitraum deutlich schlechter ist als im Referenzzeitraum und somit das Ergebnis negativ beeinflussen würde.

1. Abfallvermeidung durch Reduzierung der Ausschussquote	
Ausschussquote im Referenzzeitraum*	5,8%
Ausschussquote Istwert BSP-Lamellen	1,3%
Lamellenbedarf 2-Schicht m ³	75.000
Ausschuß Referenz m ³	4.350
Ausschuß tatsächlich m ³	977
Abfallvermeidung Zielwert m ³	2.624
Abfallvermeidung tatsächlich m ³	3.373
Zielerreichung	129%
* Referenzwerte zum Zeitpunkt der Antragsstellung gem. Projektantrag	

Tabelle 1: Abfallvermeidung durch Reduzierung der Ausschussquote

- *Abfallvermeidung durch den Einsatz ungezinkter Lamellen*

Das Potential der Abfallvermeidung durch den Einsatz ungezinkter Lamellen wurde bei der Antragstellung unterschätzt. Die Auswertungen haben ergeben, dass die Materialeinsparungen im Vergleich zu den gezinkten Lamellen statt 2,5% tatsächlich bei 16,5 % liegen. Die Gründe hierfür liegen zum einen in der besseren Qualität der Querlagenlamellen, was zu weniger Ausschuss führt und zum anderen in den höheren Kappverlusten der Keilzinkenanlagen. Für die Auswertung wurden Chargen verglichen, die entweder nur über die Keilzinkenanlagen („Nur A11“) oder nur über die Querlagenaufgabe (= ungezinkt, „Nur A21“) produziert wurden.

2. Abfallvermeidung durch Einsatz ungezinkter Lamellen in den Querlagen	
Lamellenbedarf 2-Schicht m ³	75.000
Anteil Querlagen Zielwert	50%
Querlagen Zielwert m ³	37.500
Materialeinsparung Querlagen Zielwert	5%
Materialeinsparung Querlagen Zielwert m ³	1.875
Materialeinsparung Gesamt Zielwert	2,5%
Materialeinsparung Messprogramm tatsächlich	16,5%
Querlagenanteil ungezinkt ist tatsächlich	75,0%
Querlagen Istwert m ³	28.125
Materialeinsparung Gesamt tatsächlich m ³	4.647
Zielerreichung	248%

Tabelle 2: Abfallvermeidung durch Einsatz ungezinkter Lamellen in den Querlagen

- *Abfallvermeidung durch den Einsatz variabler Längen*

Die Lamellen für die Längslagen können durch den Einsatz der neuen Paketieranlage im Sägewerk in variablen Längen produziert werden. Hierdurch entfällt der sonst notwendige Kappschnitt, der die Brettware in einem fixen Längenraster kürzt. Die Verarbeitung der Lamellen mit variablen Längen stellt im Brettsperrholzwerk kein Problem dar, weil die Lamellen für die Längslagen im Prozess verzinkt werden. Ursprünglich sollten die Bretter im Sägewerk in variablen Breiten produziert werden, wodurch im Jahr 750 m³ Material eingespart werden sollte. Die Umsetzung dieser Idee war maschinenbautechnisch mit vertretbarem Aufwand nicht realisierbar. Durch den Einsatz variabler Längen können nun sogar 1.418 m³ jährlich eingespart werden.

3. Abfallvermeidung durch Einsatz variabler Längen	
Materialeinsparung Zielwert	2,0%
Materialeinsparung Istwert	3,78%
Lamellenbedarf 2-Schicht m ³	75.000
Anteil Längslagen varL tatsächlich	25%
Längslagen varL m ³	18.750
Abfallvermeidung Zielwert m ³	375
Abfallvermeidung tatsächlich m ³	709
Zielerreichung	189%

Tabelle 3: Abfallvermeidung durch Einsatz variabler Längen

- Abfallvermeidung durch wiederverwertbare Plattenreste

Die geplante Materialeinsparung durch die Verwertung der Plattenreste lag bei 5.625 m³. Die Ermittlung dieses Wertes basierte auf den Aussagen der Mitbewerber zum Zeitpunkt der Planung der Anlage. Die tatsächliche jährliche Einsparung liegt deutlich darunter. Die Grund hierfür ist, dass bei der Produktion nur rund die Hälfte der ursprünglich geplanten Restplatten in der verwertbaren Größe anfallen. Das heißt, dass zum einen die Durchschnittsgröße geringer ist und zum anderen, dass insgesamt weniger Platten anfallen. Die zum Recycling geeigneten Plattenreste bezeichnen wir als RCL-Platten

4. Abfallvermeidung durch wiederverwertbare Plattenreste	
Anteil wiederverwertbarer Plattenreste Zielwert	10,0%
RCL-Platten Zielwert m ³	5.625
Brettsperrholzmenge m ³	75.000
Anteil der RCL-Platten tatsächlich	5%
RCL-Platten tatsächlich gesamt m ³	3.750
Zielerreichung	67%

Tabelle 4: Abfallvermeidung durch wiederverwertbare Plattenreste

Energiebilanz:

Bei der Schätzung des Energieverbrauchs wurden die Angaben des Hauptlieferanten MINDA zugrunde gelegt (s. Anlage 8 des Förderantrags). Bei der Auswertung der Stromverbräuche zeigte sich, dass wesentliche Stromverbraucher nicht berücksichtigt wurden. Es handelt sich hierbei um den Hallenkran der Fa. Voith, die Absaug- und Filteranlage von Scheuch, die Restholzentorgung von Vecoplan und die Druckluftstation von Kaeser. Diese Verbraucher vereinen 31% der gesamten Anschlussleistung:

Position	Anlage	Beschreibung	Anlageleistungen kW	%	Anlageleistungen kW	%
			Soll		Ist	
1.	Minda	Presse	1500	48%	1.194	29%
2.	Weinig	Abbund	450		420	
3.	REX	Abbund	300		559	
4.	Oest	Abbund	50	52%	6	41%
5.	Costa	Abbund	250		192	
6.	Hundegger	Abbund	600		507	
7.	Voith	ges. Werk	k.A		126	
8.	Scheuch	ges. Werk	k.A		534	31%
9.	Vecoplan	ges. Werk	k.A		110	
10.	Kaeser	ges. Werk	k.A		507	
Summe			3.150		4.155	

Tabelle 5: Anlagenleistungen

Die Gesamtanschlussleistung steigt somit von 3.150 kW auf 4.155 kW. Um den gemessenen Stromverbrauch mit dem geschätzten vergleichen zu können, muss daher die Basis angepasst werden:

	Soll Antrag	Soll neu
Gesamt Anschlussleistung kW	3.150,00	4.155,00
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,65	0,65
Betriebsleistung kW	2.047,50	2.700,75
Produktion m ³	75.000,00	75.000,00
Energiebedarf kWh	7.207.200,00	9.506.640,00
Energiebedarf kWh/m³	96,10	126,76
Betriebsstunden	3.520,00	3.520,00

Tabelle 6: Soll-Vergleich - Energie und Leistung:

Beim Vergleich von geschätztem und gemessenem Stromverbrauch ist weiterhin die Kapazitätsauslastung zu beachten, da ein Teil der Verbraucher auch im Standbybetrieb den selben Stromverbrauch wie im Lastbetrieb haben:

- Absaug- und Filteranlage von Scheuch
- Restholzentorgung von Vecoplan

Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Standby-Verbrauchs der übrigen Anlagen, ist von einem Anteil des fixen Verbrauchs in Höhe von 20% auszugehen. Somit ergibt der Soll-/Istvergleich folgende Werte:

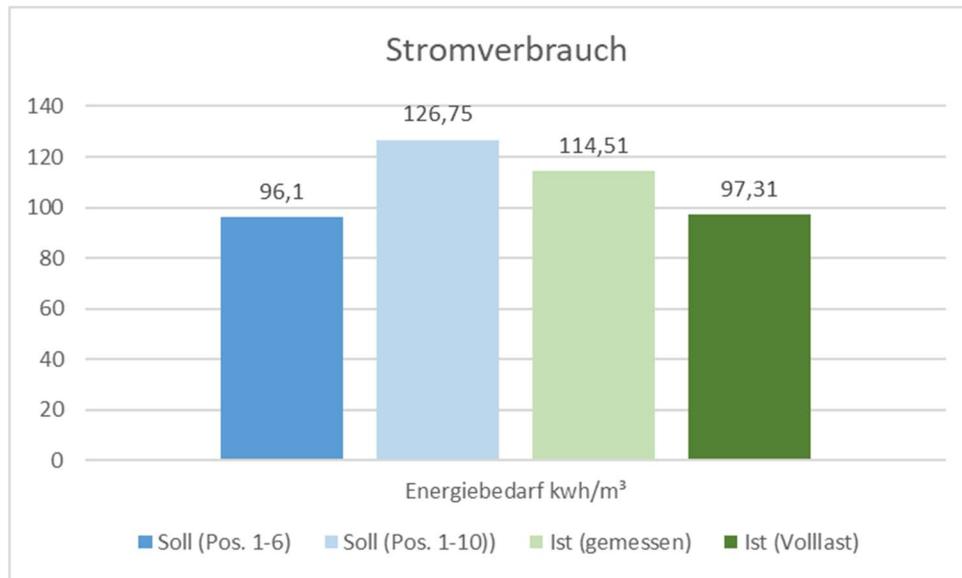


Abbildung 5: Stromverbrauch

Somit liegt der gemessene Stromverbrauch (114,5 kWh) 10% unter der (angepassten) Prognose (126,7 kWh). Bei Vollausslastung des Werks (97,3 kWh) kann der Prognosewert sogar um 23% unterschritten werden (dies entspricht 2,2 MWh/Jahr oder 984 to CO₂/Jahr⁷).

3.3. Umweltbilanz

Durch das unter Punkt 3.2 (Stoffbilanz und Energiebilanz) erläuterte Potential zur Abfallvermeidung ergibt sich folgende jährliche CO₂-Emissionsminderung:

⁷ Berechnet auf Basis des Strommix 2022; Quelle UBA: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-stiegen-in>

Eckdaten	Umweltentlastung: Abfallvermeidung	
Gesamt-Abfallvermeidung bezogen auf die Gesamt-Produktionsmenge/Jahr	17%	12.479 m³
Eckdaten		
	Umweltentlastung: CO₂- Emissionsminderung 917 kg CO ₂ /m ³	
CO ₂ -Emissionsminderung durch vermiedene Verbrennung	12.479 m ³ x 917 kg CO ₂ /m ³	11.443.243 kg
CO ₂ -Emissionsminderung durch Stromeinsparung		955.020 kg
CO₂-Emissionsminderung/Jahr		12.398.263 kg

Abbildung 6: CO₂-Emissionsminderung

Gegenüber den Zielwerten (bei Antragstellung) ergeben sich auch hier deutliche Verbesserungen. Bei der Abfallvermeidung konnte das Ziel (10.499 m³) um 19% und bei der CO₂-Emissionsminderung (8.958.925 kg) um 38% überschritten werden.

3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse

Eines der Hauptziele des innovativen Projekts war die Materialeinsparung (Abfallvermeidung) und die Erhöhung der Ressourceneffizienz bei der Fertigung von Brettsperrholzelementen. Das ursprünglich Ziel (10.499 m³/Jahr) kann bei der projektierten Vollauslastung in Höhe von 75.000 m³ Brettsperrholz deutlich überschritten werden. Hierdurch verbessert sich auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage:

	Istwerte	Zielwerte
Eingespartes Material m ³	12.479	10.499
Durchschnittlicher Preis €/m ³	220 €	220 €
Eingesparte Kosten	2.745.380 €	2.309.780 €
Alternative Abfallmenge m ³	12.479	10.499
Alternative Erlöse €/m ³	120 €	120 €
Alternative Erlöse €	1.497.480 €	1.259.880 €
Einsparungen pro Jahr	1.247.900 €	1.049.900 €

Tabelle 7: Vergleich der Einsparungswerte

Auf der Grundlage aktueller Marktpreise können so im Vergleich zu der konventionellen Technik rund 1,2 Mio € pro Jahr an Kosten gespart werden.

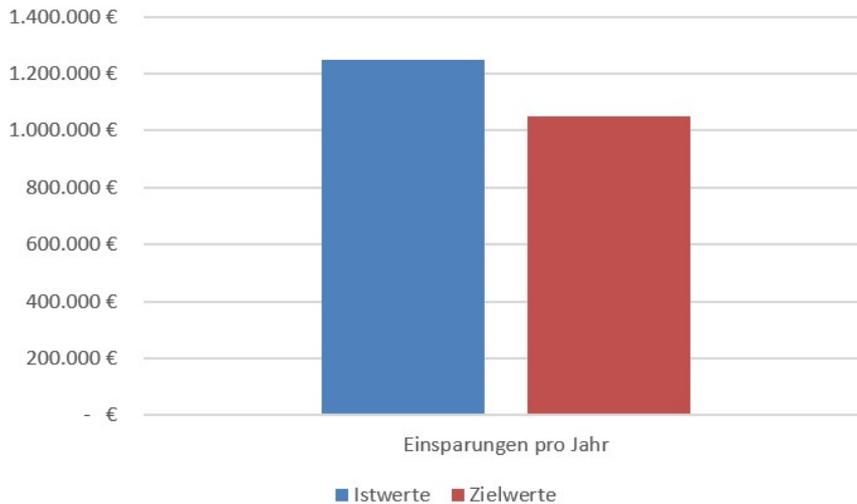


Abbildung 7: Jährliche Einsparungen

Bei der aktuellen Produktionsmenge ist ein wirtschaftlicher Betrieb noch nicht gegeben. So wurde im ersten Quartal 2024 bei einem Umsatz von knapp 4 Mio € ein Verlust in Höhe von 1,5 Mio. € erzielt. Die Gründe hierfür liegen zum einen in den höheren Kosten:

- Personalkosten: Die tatsächlich benötigten Personalressourcen sind höher als geschätzt
- Wareneinsatz: die Rohstoffkosten sind stärker gestiegen als bei der Planung erwartet
- Fixkosten: aufgrund der geringeren Produktionsmenge sind die Fixkosten pro m³ deutlich höher als geplant.

Unter den gegebenen Marktbedingungen sind die Erlöse derzeit nicht kostendeckend. Um in den nächsten 12 Monaten ein neutrales Ergebnis zu erzielen, sind folgende Maßnahmen geplant:

- Kontinuierliche Erhöhung der Produktionsmenge, ggf. unter Einsatz einer zusätzlichen Abbundanlage von Hundegger
- Verbesserung der Durchschnittserlöse durch eine geänderte Preispolitik, insbesondere bei den Zusatzarbeiten
- Weitere Optimierung des Rohstoffeinsatzes (günstigere Rohprodukte, höhere Rohstoffausbeute, weitere Abfallvermeidung)

Außerdem ist bei einer zu erwartenden Wiederbelebung des Bausektors mit steigenden Produktpreisen zu rechnen.

Die Simulation zeigt, dass bei einer geplanten Jahresmenge in Höhe von 76.000 m³ (19.000 pro Quartal) sowie einem Durchschnittserlös von 507 €/m³

Brettsperrholz der Break-even erreicht wird. Der aktuelle Durchschnittspreis im Juli 2024 liegt bei 479,- €/m³.

Aufgrund der aktuellen Marktlage kann keine seriöse Amortisationsdauer für das Gesamtprojekt berechnet werden. Mittelfristig besteht das Ziel (bis Ende 2026) eine Umsatzrendite von 10% zu erzielen. Wie schnell sich die Gesamtinvestition amortisiert, hängt im Wesentlichen von der Preisentwicklung (sowohl rohstoffseitig als auch produktseitig) ab. Diese lässt sich derzeit nur schwer einschätzen.

3.5. Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Derzeit setzen alle Brettsperrholzwerke als Vorprodukt Lamellen aus getrocknetem Nadelholz, in Standardmaßen / definierten Fixmaßen ein. Diese Lamellen werden der Produktion übergeben und durchlaufen die folgenden Verfahrensschritte:

- Qualitätssortierung: nicht geeignete Lamellen werden u.a. aufgrund von Krümmung, Ästen und fehlender Festigkeit aussortiert bzw. Fehlstellen werden ausgekappt.
- Keilzinkung: Lamellen werden durch Verzinken und Verleimen auf die definierte Soll-länge gebracht (Längslamellen bis zu 16m, Querlamellen bis zu 3,5m).
- Hobeln: Die Lamellen werden auf eine einheitliche Höhe und Breite gehobelt.
- Verleimung: Lamellen werden Lagenweise zusammengelegt und verleimt. I.d.R. folgt auf eine Querlage eine Längslage, so dass Platten in den Dimensionen bis max. 3,50m x 16,00m mit einer Stärke von bis zu 280mm entstehen.
- Pressen und Schleifen: Die verleimten Platten werden verpresst und anschließend geschliffen.
- Fenster- und Türausschnitte: Die erforderlichen Fenster- und Türausschnitte werden mit CNC-Technologie ausgeschnitten.

Derzeit ist kein Mitbewerber bekannt, der Lamellen mit variablen Längen bei der Herstellung von Brettsperrholz einsetzt.

Ebenfalls ist keine Produktionsstätte bekannt, in der die Tür- und Fensterauschnitte aufgearbeitet und dem Produktionsprozess wieder zugeführt werden.

Die konsequente Umsetzung der Strategie der Materialeinsparung, die bereits bei der Planung der Produktion der Vorprodukte im Sägewerk beginnt, ist derzeit einmalig.

Bei dem umgesetzten Projekt handelt es sich um eine erstmalige Anwendung in Deutschland (und auch weltweit!) im großtechnischen Maßstab. Sie weist im Vergleich zu bisherigen Produktionsanlagen folgende Vorteile (= innovativen Ansätze) auf:

- Integrierter Verfahrensprozess von der Produktion der Lamelle im Sägewerk (Materialgewinnung) bis zum fertig abgebundenen Bauelement (Produktveredelung)
- Vernetzte Produktionsplanung und -steuerung, sowohl im Säge- als auch Brettsperrholzwerk
- Bedarfsorientierte Vorproduktion: die Rohlamellen können gezielt und individuell für den jeweiligen Bedarfsfall produziert und sortiert werden
- Integration und Verwendung von Rest- und Abfallholz in den Querlagen des

Brett-sperrholzelementes

- Einsatz ungezinkter Lamellen in den Querlagen, d.h. ohne besondere Kappung, Verzinkung oder Verleimung
- Einsatz von Lamellen mit variierenden Längen in den Längslagen und Realisierung eines optimalen Rohstoffeinsatzes bei variablen Schnittbildern
- Inline-CNC-Abbund: Die fertige Platte wird nach dem Schleifen ohne betriebsinterne Transporter abgebunden
- Wiederverwertung der Plattenausschnitte (z.B. Tür- und Fensterausschnitte in der Platte), die beim CNC-Abbund als Restholz anfallen mit Integration in das Hauptprodukt
- Weiterverwertung des i.d.R. zu entsorgenden Restabfalls zu verkaufsfähigen Konstruktionshölzern mit definierten Dimensionen (eine Verwendung in der Pelletherstellung ist aufgrund des Leimanteils nicht möglich)

Die Prüfung der Brettsperrholzplatten mit ungezinkten Lamellen in den Querlagen hat ergeben, dass keine Abweichung der Testwerte im Vergleich zu Platten mit gezinkten Lamellen erkennbar sind. Diesbezüglich gibt es bei der erteilten Zulassung (ETA) keine Differenzierung/Einschränkung.

Die aus den Recycling-Lamellen hergestellten BSP-Platten zeigen bei den internen Tests vergleichbare Werte wie die Platten aus Vollholz-Lamellen. Die Testwerte der Delaminierungsprüfung waren bei den begutachteten Platten alle im Toleranzbereich. Diese Prüfung ist für die Verwendung als Wandelement hinreichend. Weitere Testergebnisse stehen noch aus. Die Begutachtung durch die externe Stelle sowie die anschließende Zulassung der Platten mit Recycling-Lamellen im Rahmen der ETA soll bis Ende November 2024 abgeschlossen sein.



Abbildung 8: Brettsperrholzelemente mit Recycling-Lamellen in den Querlagen (Mittellagen)⁸

⁸ Quelle: Eigenes Foto Holzwerke van Roje

4. Übertragbarkeit

4.1. Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die größte Herausforderung war die Leistungsbeschreibung und die Koordinierung der am Projekt beteiligten Unternehmen. Sowohl während der Bauphase als auch im Rahmen der Inbetriebnahme galt es die Vielzahl der Schnittstellen im Blick zu behalten und auf zeitliche Verzögerungen oder Ausführungsfehler zu reagieren. Bei der Errichtung der Produktionshalle war es von Vorteil, dass wir den Auftrag an einen Generalunternehmer vergeben haben, mit dem seit über 30 Jahren Geschäftsbeziehungen bestehen. Die Errichtung des Gebäudes lief weitgehend planmäßig, lediglich durch Lieferengpässe kam es zu leichten zeitlichen Verzögerungen.

Deutlich schwieriger war die Errichtung der Anlagentechnik, da der innovative Ansatz zahlreiche maschinenbautechnische Herausforderungen mit sich brachte, die z.T. erst während der Inbetriebnahme zu Problemen führten. Aber auch hier war es vorteilhaft, dass die Gesamtkonzeption und die Errichtung der wesentlichen Komponenten von einem erfahrenen Anlagenbauer übernommen wurde.

Unterschätzt wurden die eigenen personellen Kapazitäten, die für das Projektmanagement erforderlich waren. Hierdurch wurde dem Betrieb des laufenden Geschäfts nicht immer die erforderliche Aufmerksamkeit zuteil.

Für künftige Projekte sind folgende Punkte zu optimieren:

- Verbesserung der Schnittstellenbeschreibungen
- Erhöhung der eigenen Personalkapazität für die Projektsteuerung
- Ausweitung des geplanten finanziellen Spielraums für unvorhergesehene Verzögerungen und Kostensteigerungen

4.2. Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/der Anlage/des Produkts)

Im Vergleich zu bestehenden Produktionen kann durch die neuen Ansätze ein beispielhafter Innovationssprung zum Stand der Technik, der in unternehmerischer Eigeninitiative erfolgt, demonstriert werden. Das geplante Vorhaben zeigt in dieser Breite Querschnittscharakter (Ressourcenschonung und Reduzierung von Emissionen sowie Vermeidung und Wiederverwertung von Abfall) und ist beispielhaft für den produktionsintegrierten Umweltschutz, auch über die Holzverarbeitende Branche hinaus.

Im Jahr 2023 wurden in Mitteleuropa laut dem Branchenmagazin Holzkurier (#03 / 18.01.2024) rund 1,3 Mio. m³ Brettsperrholz hergestellt, was ein historischer Rekordwert ist¹⁰:

¹⁰ Quelle: Holzkurier 39/2024



Abbildung 9: BSP-Produktion in D-A-CH-IT-CZ

Das bei van Roje entwickelte innovative Produktionsverfahren kann generell bei allen integrierten Betrieben (Sägewerk + Brettsperrholzwerk) umgesetzt werden. Nach eigenen Schätzungen sind 70% der Brettsperrholzwerke in Europa in ein Unternehmen integriert, das auch mindestens ein Sägewerk betreibt. Der Grad der Übertragbarkeit hängt dabei von der Flexibilität der vorgelagerten Schnittholzfertigung und der bei der Brettsperrholzfertigung eingesetzten Produktionsverfahren ab. Viele der innovativen verfahrenstechnischen Ansätze können auch bei anderen bestehenden Produktionen umgesetzt werden.

Mit höheren Kosten ist die Realisierung der folgenden Teilbereiche verbunden:

- Einsatz ungezinkter Lamellen in den Querlagen: hierzu muss ein zusätzlicher Qualitätssicherungsprozess im Sägewerk integriert werden, der gegebenenfalls den Einsatz eines zusätzlichen Scanners erforderlich macht
- Wiederverwertung der Plattenausschnitte: das Verfahren zum Recycling der Plattenreste ist mit hohen Investitionskosten verbunden und erfordert ein aufwendiges Zulassungsverfahren.

Für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen ist ein Zeitraum von ein bis zwei Jahren erforderlich, in Abhängigkeit von der bis dahin eingesetzten Produktionstechnik und den Lieferzeiten der erforderlichen Anlagentechnik.

4.3 Kommunikation der Projektergebnisse

Die neue Produktion wurde erstmals im Rahmen der Westerwälder Holztag am 10. und 11. September 2022 einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Rund 30.000 Besucher aus der Region waren vor Ort und es wurde von vielen die Gelegenheit genutzt, die neue Fertigung live zu besichtigen.

Zur Verbreitung des innovativen Projekts wurden unter anderem folgende Kanäle genutzt:

- Tagespresse (Rhein-Zeitung)
- Fachpresse (Holz-Zentralblatt, Holzkurier, EUWID)
- Messen (Dach + Holz, AFA Baufachkongress, Forum Holzbau)
- Internet (Unternehmenswebsite, Portale, Soziale Medien)
- Vorführungen und Schulungen vor Ort (z.B. für Handelsgemeinschaften, Zimmererinnung, Kunden)

5. Zusammenfassung

Einleitung

Die Holzwerke van Roje GmbH & Co. KG mit Firmensitz in Oberhonnefeld-Gierend wurde 1929 gegründet und ist ein eigentümergeführtes Familienunternehmen. Zur Zeit beschäftigt van Roje rund 200 Mitarbeiter.

Die Leistungsbereiche von van Roje gliedern sich in die Schnittholzproduktion und deren Weiterverarbeitung (z.B. Holzveredelung durch Trocknung, Imprägnierung, Hobeln), die Pelletherstellung und die Herstellung von Brettsperrholz. Das Holz für diese Produkte entstammt nachhaltig bewirtschafteten Wäldern der näheren Region.

Der klimaschonende Bau unter Verwendung von modernen Holzprodukten gewinnt vor dem Hintergrund des Klimawandels zunehmend Bedeutung in Europa. Die Herstellung von Bauprodukten aus dem nachhaltigen Rohstoff Holz ist energieeffizient und kostengünstig. Im Zuge der Errichtung immer größerer Holzgebäude kommt zunehmend Brettsperrholz zum Einsatz. Die Fertigung der Wand- und Deckenelemente aus Brettsperrholz ist sehr komplex und bietet nach dem bisherigen Stand der Technik deutliches Optimierungspotenzial. Mit der Realisierung des Projekts bei van Roje wurden verschiedene Ansätze verfolgt, um die Produktion von Brettsperrholz ressourcenschonender und effizienter zu machen.

Vorhabenumsetzung

Folgende Hauptziele sollten mit der Errichtung des Brettsperrholzwerkes erreicht werden:

- Einstieg in einen lukrativen Wachstumsmarkt mit hohem Marktpotential
- Abfallvermeidung und Wiederverwertung von Abfall- und Restholz als qualitativ hochwertiges „Hauptprodukt“
- Profilierung und Imagebildung als „ökologischer Anbieter“ qualitativ hochwertiger Produkte
- Vermeidung von CO₂-Emissionen und mögliche Kosteneinsparungen zur Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit
- Herstellung eines sehr werthaltigen Primärproduktes mit besonders hoher Marktnachfrage und stabiler Preislage
- Bereitstellung vorgefertigter Bauteile: Die durchgängige Produktion (Zusammenfassung aller Arbeitsgänge vom Sägewerk bis zum fertigen Wandelement) im vollautomatischen Arbeitsablauf reduziert Herstellkosten und trägt dazu bei, preiswerten ökologischen Wohnraum zu schaffen
- Wiederverwertung der Materialreste führt zur Kostenreduzierung und dadurch zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit im Produkt-/Marktbereich

Um die Ziele des Vorhabens zu erreichen wurden im Detail folgende technische Lösungen erarbeitet:

- Implementierung eines integrierten und **vernetzten Verfahrensprozesses** von der Produktion der Rohlamelle im Sägewerk bis zum fertig abgebundenen Bauelement.

- Konzeption und Installation eines **Hochleistungsscanners** im Sägewerk.
- Planung und Installation einer separaten **Querlagenaufgabe** für ungezinkte Lamellen und für Recyclinglamellen.
- Installation einer **separaten Hobel- und Sortierlinie** für die Aufarbeitung der Ausschusssortimente und für die Festigkeitssortierung der Querlagenlamellen.
- Softwaretechnische Integration der **Inline-CNC-Abbandanlagen** in die Fertigungsleittechnik.
- **Wiederverwertung der Plattenausschnitte**: beim CNC-Abbund anfallenden Mengen an Tür- und Fensterausschnitten sollen dem Produktionsprozeß wieder zugeführt werden.

Ergebnisse

Das Projekt wurde erfolgreich umgesetzt; alle selbstgesteckten Ziele hinsichtlich der Ressourceneffizienz und der Produktqualität konnten erreicht werden. Die Ziele des Projekts hinsichtlich der Abfallvermeidung konnten insgesamt übertroffen werden. Bei einer geplanten Vollauslastung des Brettsprerrholzwerkes mit einem Materialeinsatz von 75.000 m³ pro Jahr beträgt die Materialeinsparung statt der geplanten 10.499 m³ aufgrund der ermittelten Messdaten nun 12.479 m³. Dies entspricht einem Zielerreichungsgrad von 119%. Gegenüber dem Stand der Technik in der Branche bedeutet dies eine Materialeinsparung von 17%.

Der prognostizierte Energiebedarf konnte unterschritten werden. Der gemessene Stromverbrauch (114,5 kWh) liegt 10% unter der Prognose (126,7 kWh). Bei Vollauslastung des Werks (97,3 kWh) kann der Prognosewert sogar um 23% unterschritten werden.

Auch die Ziele hinsichtlich der Umweltentlastung konnten übertroffen werden. Gegenüber den Zielwerten (bei Antragstellung) ergeben sich auch hier deutliche Verbesserungen. Bei der Abfallvermeidung konnte das Ziel (10.499 m³) um 19% und bei der CO₂-Emissionsminderung (8.958.925 kg) um 28% überschritten werden.

Die wirtschaftlichen Ziele konnten bisher noch nicht erreicht werden. Bei der aktuellen Produktionsmenge ist ein wirtschaftlicher Betrieb noch nicht gegeben. Die Gründe für die noch nicht erreichte Wirtschaftlichkeit liegen auch in den höheren Kosten und in den derzeit zu geringen Verkaufserlösen.

Ausblick

Im Vergleich zu bestehenden Produktionen kann durch die neuen Ansätze ein beispielhafter Innovationssprung zum Stand der Technik, der in unternehmerischer Eigeninitiative erfolgt, demonstriert werden. Das geplante Vorhaben zeigt in dieser Breite Querschnittscharakter (Ressourcenschonung und Reduzierung von Emissionen sowie Vermeidung und Wiederverwertung von Abfall) und ist beispielhaft für den produktionsintegrierten Umweltschutz, auch über die Holzverarbeitende Branche hinaus. Das bei van Roje entwickelte innovative Produktionsverfahren kann generell bei allen integrierten Betrieben (Sägewerk + Brettsprerrholzwerk) umgesetzt werden. Der Grad der Übertragbarkeit hängt dabei von der Flexibilität der vorgelagerten Schnittholzfertigung und

der bei der Brettsperrholzfertigung eingesetzten Produktionsverfahren ab. Viele der innovativen verfahrenstechnischen Ansätze können auch bei anderen bestehenden Produktionen umgesetzt werden.

6. Summary

Introduction

Holzwerke van Roje GmbH & Co. KG, based in Oberhonnefeld-Gierend, was founded in 1929 and is an owner-managed family business. At present, van Roje employs around 200 people. The service areas of van Roje are divided into sawn timber production and its further processing (e.g. wood refinement through drying, impregnation, planing), pellet production and the manufacture of cross laminated timber. The wood for these products comes from sustainably managed forests in the surrounding region.

Climate-friendly construction using modern timber products is becoming increasingly important in Europe against the backdrop of climate change. The manufacture of building products from the sustainable raw material wood is energy-efficient and cost-effective. Cross laminated timber is increasingly being used in the construction of ever larger timber buildings. The production of wall and ceiling elements made of cross laminated timber is very complex and offers significant potential for optimisation based on the current state of the art. With the realisation of the project at van Roje, various approaches were pursued in order to make the production of cross laminated timber more resource-friendly and efficient.

Realisation of the project

The following main objectives were to be achieved with the construction of the cross laminated timber plant:

- Entry into a lucrative growth market with high market potential
- Waste avoidance and recycling of waste and residual wood as a high-quality 'main product'
- Profiling and image building as an 'ecological supplier' of high-quality products
- Avoidance of CO₂ emissions and possible cost savings to improve international competitiveness
- Production of a very valuable primary product with particularly high market demand and stable prices
- Provision of prefabricated components: End-to-end production (combining all work steps from the sawmill to the finished wall element) in a fully automated workflow reduces manufacturing costs and helps to create affordable ecological living space
- Recycling of material residues leads to cost reductions and thus to increased competitiveness in the product/market area

The following technical solutions were developed in detail to achieve the objectives of the project:

- Implementation of an integrated and networked process from the production of the raw lamella in the sawmill to the finished, bound construction element.
- Design and installation of a high-performance scanner in the sawmill.
- Planning and installation of a separate cross-layer feed for non-jointed lamellas and for recycled lamellas.

- Installation of a separate planing and sorting line for processing the reject assortments and for strength sorting of the cross-ply lamellas.
- Software integration of inline CNC joinery systems into the production control system.
- Re-utilisation of panel cut-outs: the quantities of door and window cut-outs resulting from CNC joinery are to be fed back into the production process.

Results

The project was successfully implemented; all self-imposed targets in terms of resource efficiency and product quality were achieved. The project's waste avoidance targets were exceeded overall. With a planned full capacity utilisation of the cross laminated timber plant with a material input of 75,000 m³ per year, the material savings now amount to 12,479 m³ instead of the planned 10,499 m³ based on the measurement data determined. This corresponds to a target achievement rate of 119%. Compared to the state of the art in the industry, this means a material saving of 17%.

The predicted energy requirement was undercut. The measured electricity consumption (114.5 kWh) is 10% below the forecast (126.7 kWh). At full capacity utilisation of the plant (97.3 kWh), the forecast value can even be undercut by 23%.

The targets for environmental relief were also exceeded. Compared to the target values (at the time of application), there were also significant improvements here. The target for waste avoidance (10,499 m³) was exceeded by 19% and for CO₂ emissions reduction (8,958,925 kg) by 28%.

The economic targets have not yet been achieved. At the current production volume, the plant is not yet economically viable. The reasons why profitability has not yet been achieved include the higher costs and the fact that sales revenues are currently too low.

Outlook

In comparison with existing production processes, the new approaches can demonstrate an exemplary innovative leap towards the state of the art, which is achieved through entrepreneurial initiative. The planned project has a cross-sectional character (conservation of resources and reduction of emissions as well as avoidance and recycling of waste) and is exemplary for production-integrated environmental protection, even beyond the wood-processing industry.

The innovative production process developed at van Roje can generally be implemented in all integrated operations (sawmill + cross laminated timber plant). The degree of transferability depends on the flexibility of the upstream sawn timber production and the production processes used in cross laminated timber production. Many of the innovative process engineering approaches can also be implemented in other existing production processes.

7. Anhang

Anlage 1	Betriebsdatenerfassung
Anlage 2	Stoffbilanz Ausschussquote
Anlage 3	Stoffbilanz ungezinkte Lamellen
Anlage 4	Wirtschaftlichkeitsberechnung
Anlage 5	Stoffstrom - Materialfluss

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energieverbrauch BSP-Werk	11
Abbildung 2: Wärme und Wetterdaten	11
Abbildung 3: Abfallvermeidung	15
Abbildung 4: Abfallvermeidung Zielerreichung	16
Abbildung 5: Stromverbrauch	20
Abbildung 6: CO ₂ -Emissionsminderung	21
Abbildung 7: Jährliche Einsparungen	22
Abbildung 8: Brettsperrholzelemente mit Recycling-Lamellen in den Querlagen (Mittellagen)	24
Abbildung 9: BSP-Produktion in D-A-CH-IT-CZ	26

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abfallvermeidung durch Reduzierung der Ausschussquote	16
Tabelle 2: Abfallvermeidung durch Einsatz ungezinkter Lamellen in den Querlagen	17
Tabelle 3: Abfallvermeidung durch Einsatz variabler Längen	18
Tabelle 4: Abfallvermeidung durch wiederverwertbare Plattenreste	18
Tabelle 5: Anlagenleistungen	19
Tabelle 6: Soll-Vergleich - Energie und Leistung:	19
Tabelle 7: Vergleich der Einsparungswerte	21

10. Quellenverzeichnis

Quelle: www.charta-fuer-holz.de	5
Quelle: Holzkurier BSP Special 2024	6
Quelle: BAUEN MIT BRETTSPERRHOLZ, holzbau handbuch Reihe 4, Teil 6,	6
Berechnet auf Basis des Strommix 2022; Quelle UBA: https://www.umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-stiegen-in	19
Quelle: Eigenes Foto Holzwerke van Roje	22
Quelle: Holzkurier 39/2024	24

Anlage 1
Erfassung der Betriebsdaten Brettsperrholzproduktion

Teil 1: Materialverbrauch

Bereich	Anlage	Art der Erfassung	Messverfahren	Messsystem	Ziel der Erfassung	Ermittelte Daten	Messintervall
Sägewerk	Rundholzplatz	Messung	3D-Kamerascan	JORO-SONAR	Volumenermittlung Eingangsmaterial, Schnittbildoptimierung, Ermittlung der Rohstoffausbeute, Ausschussermittlung	Stammvolumen, Abholzigkeit, Krümmung, Länge, Durchmesser	kontinuierlich
Sägewerk	Rundholzplatz	Visuelle Beurteilung	Visuelle Beurteilung	Visuelle Beurteilung	Qualitätsbestimmung des Eingangsmaterials	Diverse Holzfehler	kontinuierlich
Sägewerk	Säumer	Messung	HD-Laserprofilsensoren	BIOLUMA™ SENSORS (2900LV)	Volumenermittlung Seitenbretter, Waldkantenermittlung, Optimierung, Ermittlung der Rohstoffausbeute, Ausschussermittlung	Brettstärke und -länge, Holzfehler, Waldkante	kontinuierlich
Hobelwerk	Hobelanlage	Messung	Laser- und Kamerascan	Goldeneye 702 DSC	Qualitätsermittlung der gehobelten Lamellen, Festigkeitssortierung, Ausschussermittlung	Brettstärke und -länge, Holzfehler, Festigkeit	kontinuierlich
Brettsperrholzwerk	Längslagenaufgabe	Messung	Laser- und Kamerascan	Goldeneye 702 DSC	Qualitätsermittlung der Rohlamellen, Festigkeitssortierung, Ausschussermittlung	Brettstärke und -länge, Holzfehler, Festigkeit	kontinuierlich
Brettsperrholzwerk	Längslagenaufgabe	Messung	Feuchtigkeitsmessung	M3 Scan	Ermittlung der Holzfeuchte der eingesetzten Lamellen, Ausschussermittlung	Holzfeuchte	kontinuierlich
Brettsperrholzwerk	Längslagenaufgabe	Messung	Laserinterferometer	Viscan	Festigkeitssortierung, Ausschussermittlung	Bestimmung des MOE-Wertes von Schnittholz	kontinuierlich
Brettsperrholzwerk	Querlagenaufgabe	Messung	Feuchtigkeitsmessung	M3 Scan	Ermittlung der Holzfeuchte der eingesetzten Lamellen, Ausschussermittlung	Holzfeuchte	kontinuierlich
Brettsperrholzwerk	Querlagenaufgabe	Messung	Laserinterferometer	Viscan	Festigkeitssortierung, Ausschussermittlung	Bestimmung des MOE-Wertes von Schnittholz	kontinuierlich
Brettsperrholzwerk	Labor	Messung	Delaminierungsprüfung	easyQ DLA Compact Embedded	Delaminierungsprüfung für Klebstoffugen	Gesamtdelaminierungslänge	zweimal je Schicht
Brettsperrholzwerk	Labor	Messung	Druckmessung	Biegeprüfmaschine easyQ UTM-100	Keilzinkenbiegeprüfung	Vollautomatische Messwerterfassung sowie Protokollierung mit graphischer Darstellung	dreimal je Schicht und Anlage
Brettsperrholzwerk	Labor	Messung	Darrofen	BINDER Trocknungs-ofen ED0560	Bestimmung der Holzfeuchte	Holzfeuchte	zweimal je Schicht

Teil 2: Energieverbrauch

Energieträger	Art der Erfassung	Messverfahren	Messsystem	Ermittelte Daten	Messintervall
Strom	Messung	Wandlermessung	Socomec Webview	kWh	kontinuierlich
Wärme	Messung	Magnetisch induktiv	WMZ Fabrikat Ehlers	MWh	kontinuierlich
Druckluft	Messung	Berechnung	Sigma Air Manager von Kaeser	m ³ /h	kontinuierlich

Anlage 2: Stoffbilanz - Ausschussquote

Datum	Auftrag	Sort.	Sort. m³	Q2-Halle	Q2-Halle m³	Q5-Halle	Q5-Halle m³	g. Halle	g. Halle m³	Q2-Hack	Q2-Hack m³	Q5-Hack	Q5-Hack m³	g. Hack	g. Hack m³	Irtrl.	Irtrl. m³	Auftrag-TL	Kunde	Ausschuß Hack%
18.03.2024	571269/1 (44x144 4,03m)	P3	481	12,9099	0	0	0	0	0	12	0,3221	3	0,0805	15	0,4026	0	0	571269.1	BSP Werk	3,1%
18.03.2024	571269/2 (44x144 4,03m)	P4	571	15,3255	0	0	0	0	0	3	0,0805	0	0	3	0,0805	4	0,1074	571269.2	BSP Werk	0,5%
13.03.2024	571269/3 (44x144 4,63m)	P2	1252	38,6064	0	0	0	0	0	4	0,1233	0	0	4	0,1233	0	0	571269.3	BSP Werk	0,3%
12.04.2024	571269/4 (44x144 4,63m)	P5	1088	33,5494	0	0	0	0	0	5	0,1542	0	0	5	0,1542	1	0,0308	571269.4	BSP Werk	0,5%
22.04.2024	571269/5 (44x144 5,03m)	P1	1093	36,6153	10	0,335	0	10	0,335	1	0,0335	0	0	1	0,0335	6	0,201	571269.5	BSP Werk	0,1%
15.03.2024	571418/6 (44x144 4,00m)	P1	1099	29,2774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	571418.6	BSP Werk	0,0%
15.03.2024	571418/7 (44x144 4,00m)	P10	2646	70,4894	0	0	0	0	0	33	0,8791	4	0,1066	37	0,9857	10	0,2664	571418.7	BSP Werk	1,4%
15.03.2024	571418/8 (44x144 4,00m)	P11	1439	38,335	0	0	0	0	0	15	0,3996	2	0,0533	17	0,4529	1	0,0266	571418.8	BSP Werk	1,2%
18.03.2024	571418/9 (44x144 4,00m)	P12	1288	34,3123	0	0	0	0	0	36	0,959	2	0,0533	38	1,0123	1	0,0266	571418.9	BSP Werk	3,0%
02.02.2022	571418/5 (35x210 4,00m)	P7	301	8,8494	0	0	0	0	0	5	0,147	2	0,0588	7	0,2058	0	0	571418.5	BSP Werk	2,3%
02.02.2022	571413/6 (35x210 5,00m)	P10	578	21,2415	0	0	0	0	0	8	0,294	1	0,0367	9	0,3307	0	0	571413.6	BSP Werk	1,6%
02.02.2022	571313/6 (35x210 5,00m)	P7	290	10,6575	0	0	0	0	0	4	0,147	0	0	4	0,147	0	0	571313.6	BSP Werk	1,4%
02.02.2022	570221/5 (35x210 5,00m)	P7	101	3,7118	0	0	0	0	0	3	0,1102	0	0	3	0,1102	0	0	570221.5	BSP Werk	3,0%
02.02.2022	570220/6 (35x210 4,03m)	P7	792	23,4594	0	0	0	0	0	8	0,237	0	0	8	0,237	0	0	570220.6	BSP Werk	1,0%
02.02.2022	570626/5 (35x210 5,00m)	P7	1206	44,3205	0	0	0	0	0	19	0,6982	0	0	19	0,6982	0	0	570626.5	BSP Werk	1,6%
02.02.2022	571031/5 (35x210 5,03m)	P7	1318	48,7271	0	0	0	0	0	51	1,8855	1	0,037	52	1,9225	0	0	571031.5	BSP Werk	3,9%
02.02.2022	570041/6 (35x210 5,00m)	P7	305	11,2087	0	0	0	0	0	8	0,294	0	0	8	0,294	0	0	570041.6	BSP Werk	2,6%
02.02.2022	569803/4 (35x210 5,00m)	P7	765	28,1138	0	0	0	0	0	5	0,1838	0	0	5	0,1838	0	0	569803.4	BSP Werk	0,7%
02.02.2022	570296/2 (45x210 4,63m)	P5	796	34,8278	0	0	0	0	0	4	0,175	0	0	4	0,175	0	0	570296.2	BSP Werk	0,5%
02.02.2022	570296/5 (45x210 5,03m)	P1	445	21,1524	0	0	0	0	0	2	0,0951	0	0	2	0,0951	1	0,0475	570296.5	BSP Werk	0,4%
02.02.2022	570296/5 (45x210 4,63m)	P2	446	19,5141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	570296.5	BSP Werk	0,0%
02.02.2022	570296/6 (45x210 4,63m)	P7	446	19,5141	0	0	0	0	0	4	0,175	0	0	4	0,175	4	0,175	570296.6	BSP Werk	0,9%
02.02.2022	570296/6 (45x210 5,03m)	P8	445	21,1524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	570296.6	BSP Werk	0,0%
Summe			19191	625,8711	10	0,335	0	0	10	0,335	230	7,3931	15	0,4262	245	7,8193	28	0,8813		1,2%
Gesamtausschussquote BSP-Lamellen																				1,3%

Anlage 3: Stoffbilanz - ungezinkte Lamellen

BSP-Rohwarenbedarf A11 mit A21

KW
0324

	Materialeinsparung: 16,52%		
	Bedarf lfm	TM m ³	TM m ²
	265.947	1.293	40.110
20x120 QL	32.922,29	93,89	4.082,36
24x148	43.813,20	124,96	5.432,84
24x148 Si	-	-	-
24x148 NFi	-	-	-
24x172	5.606,96	18,57	807,40
24x192	-	-	-
30x120 QL	41.972,49	177,63	7.722,94
35x148	-	-	-
35x148 Si	385,78	1,63	47,84
35x148 NFi	1.972,41	9,66	284,03
35x169	-	-	-
35x210	20.289,03	99,34	2.921,62
40x120 QL	24.165,84	134,75	3.963,20
45x148	10.105,35	70,09	2.061,49
45x148 Si	14.518,20	79,21	1.800,26
45x148 NFi	9.516,33	60,30	1.370,35
45x169	16.774,85	106,29	2.415,58
45x169 Si	-	-	-
45x189	20.698,48	149,36	3.394,55
45x210	23.206,14	167,46	3.805,81
x	-	-	-
x	-	-	-
nur A11:		1.118	34.179,80
nur A21:		175	5.930,46

Jahresblatt Brettsperrholz

Informationsgrößen	Einheit	Q1/2024
BSP-Erlöse	€	3.905.067
Umsatz	€	3.806.020
Wareneinsatz	€	2.470.200
- Umlage Roh- / Hilfs- & Betriebsstoffe	€	163.263
- Umlage Heizwerk Wärme	€	11.343
- Energiekosten	€	50.220
Instandhaltungskosten	€	185.233
Vertriebskosten	€	316.680
- KFZ-Kosten	€	91.187
- Frachten (fremde)	€	173.404
- Maklerprovisionen	€	42.449
Variable Kosten I	€	3.146.719
Deckungsbeitrag I	€	659.301
Deckungsbeitrag I/Umsatz	%	48,5%
Personalkosten	€	929.742
Sonstige variable Kosten	€	54.788
- Kosten für Kommunikation	€	1.854
Variable Kosten II	€	984.530
Deckungsbeitrag II	€	-325.229
Deckungsbeitrag II/Umsatz	%	-29,8%
Abschreibungen	€	1.050.000
Zinsen	€	75.000
Leasing, sonstige fixe Kosten	€	78.293
Fixe Kosten	€	1.203.293
Ergebnis vor Steuern	€	-1.528.522
Ergebnis/Umsatz	%	-125,6%

Masterplatten	m ³	8031
Variable Kosten	€/m ³	391,82 €
Umsatz	€/m³	507,00 €
Deckungsbeitrag I	€/m ³	82,09 €
Deckungsbeitrag II	€/m ³ -	40,50 €
Ergebnis	€/m ³ -	190,33 €

Simulation Break-even

Quartalsmenge	m³	19.000
Umsatz	€	9.633.000,00 €
Variable Kosten	€	7.444.609,58 €
Variable Kosten II + Fixe Kosten	€	2.187.822,90 €
Ergebnis	€/m³	0,03 €

