

BMUB-Umweltinnovationsprogramm

Abschlussbericht zum Vorhaben:

„Aufbau einer Serienproduktion für das Leichtbausystem lisocore®“

KfW-Aktenzeichen: NKa3 – 001797

Fördernehmer:

lightweight solutions GmbH

Umweltbereich:

(Ressourceneffizienz/Materialeinsparung)

Laufzeit des Vorhabens:

von 04. August 2010 - bis 31. Dezember 2015

Autor/Ansprechpartner:

Marcus Wehner

Michael Schäpers

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums
für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung:

Oktober 2016

Inhaltsverzeichnis

Berichts-Kennblatt	4
Report-Specifications	6
1.1 Einleitung.....	8
1.2 Kurzbeschreibung des Unternehmens.....	8
1.2.1 Unternehmenszweck.....	8
1.2.2 Unternehmenshistorie	8
1.3 Ausgangssituation.....	9
1.3.1 Globale Trends.....	11
1.3.2 Leichtbau als zukunftsweisendes Konstruktionsprinzip	11
1.3.3 Trends in der Holzwerkstoffbranche	12
2 Vorhabensumsetzung.....	14
2.1 Ziel des Vorhabens	14
2.2 Darstellung der technischen Lösung.....	14
2.2.1 Kurztaktpressen	15
2.2.2 Plattenproduktionslinie	15
2.2.3 Thermische Versorgung der Produktionsanlage.....	16
2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens	17
2.3.1 Umzug und Standorterschließung.....	17
2.3.2 Energieversorgung und Gebäudeleitechnik.....	19
2.3.3 Kurztaktpressen	23
2.3.4 Plattenproduktionslinie	25
2.4 Darstellung der Schwierigkeiten / Hemmnisse des Vorhabens	31
2.4.1 Unvorhergesehene Schwierigkeiten bei der Standorterschließung.....	31
2.4.2 Unvorhergesehene Unterbrechungen.....	33
2.4.3 Lieferverzögerungen im Schwermaschinenbau.....	35
2.5 Behördliche Anforderungen	35
2.5.1 Brandmeldeanlage mit Aufschaltung zur Feuerwehroleitstelle gemäß LBO	35
2.5.2 Baugenehmigung zur Errichtung einer Heizzentrale gemäß BayBo	35
2.6 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten	36
2.6.1 Datenerfassung.....	36
2.6.2 Aufbereitung	37
2.6.4 Messplan	38
2.6.5 Aufbereitung und Dokumentation der Messdaten.....	42
3 Ergebnisse	43
3.1 Bewertung der Vorhabendurchführung.....	43
3.1.1 Begutachtung des fertigen Produktes.....	43
3.1.2 Kontrolle des Produktionsprozesses.....	48
3.1.3 Abschätzung der umweltrelevanten Folgen durch die Produktverwendung.....	48
3.2 Stoff- und Energiebilanz.....	51
3.2.1 Rohstoffbilanz.....	51
3.2.2 Energiebilanz.....	52
3.3 Umweltbilanz (Ergebnisse des Mess- und Untersuchungsprogramms).....	57

3.3.1	Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen.....	57
3.3.2	Verwendung von ökologischen Bindemitteln und Klebstoffen	57
3.3.3	Umweltfreundlicher Produktionsprozess.....	58
3.3.4	Reduzierung des CO ₂ -Ausstoßes	59
4	Empfehlungen	60
4.1	Erfahrungen aus der Praxiseinführung	60
4.2	Modellcharakter.....	60
4.3	Zusammenfassung.....	61
	Literatur	62
	Abbildungsverzeichnis	63
	Tabellenverzeichnis	64

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen: UBA 90 030/66	Vorhaben-Nr. 20190
Titel des Vorhabens: Aufbau einer Serienproduktion für das Leichtbausystem lisocore®	
Autor(en); Name(n), Vorname(n) Schäpers Michael, Wehner Marcus	Vorhabenbeginn: 04.08.2010 Vorhabensende: 31.12.2015
Durchführende Institution (Name, Anschrift) lightweight solutions GmbH Carl-von-Ossietzky-Str. 17 – 21 83043 Bad Aibling	Veröffentlichungsdatum: Seitenzahl: 64
Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau	
Kurzfassung: Das Unternehmen lightweight solutions entwickelt und produziert Leichtbauwerkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Die Produkte und Lösungen bieten Mehrwert, setzen Maßstäbe in der Gestaltungsfreiheit, der Verarbeitbarkeit und der Qualität. Im Vordergrund stehen dabei der Vorteil für den Kunden und das Unternehmen, sowie der effiziente und ressourcenschonende Einsatz von Rohstoffen. Der patentierte Leichtbauwerkstoff lisocore® bietet bis zu 70 Prozent Gewichtsersparnis gegenüber herkömmlichen Holzwerkstoffplatten und erreicht bei nur 30 bis 40 % des üblichen Materialeinsatzes bis zu 200 % der Leistungsfähigkeit einer genormten Spanplatte P2, bei gleichzeitig einfachster Möglichkeiten der Be- und Verarbeitung. Die speziellen Eigenschaften werden durch den einzigartigen Aufbau ermöglicht. Dieser besteht aus mindestens zwei dünnen Deckschichten, die durch eine dreidimensional geformte Kernstruktur miteinander verbunden werden. Durch punktuelles Fräsen der Deckschichten entstehen Vertiefungen, in denen die Kernstruktur formschlüssig aufgenommen wird. Für die stoffschlüssige Verbindung sorgt eine hochfeste Verklebung. Höchste Material- und Energieeffizienz bei einer emissionsarmen Herstellung, sowie der Einsatz geringster Klebstoffmengen basierend auf einer CO2-neutralen Werkstoffbasis, machen lisocore® ökologisch in Anwendung und Gebrauch. Die besondere Charakteristik ermöglicht einen Einsatz z. B. im Möbel- und Innenausbau, im Messe- und Ladenbau, bei der Inneneinrichtung von Reisemobilen, Schiffen und Yachten sowie im Bühnen- und Kulissenbau, aber auch als Transportverpackung in der Logistik und in einer Vielzahl weiterer Anwendungsmöglichkeiten. Seit der Fertigstellung von Prototypenanlagen im Jahr 2009 war es möglich, lisocore® teilautomatisiert herzustellen. So konnten erstmalig lisocore®-Platten mit gleichbleibender Qualität in kleineren Formaten produziert, die technischen Daten ermittelt und das Produkt bei Kunden vorgestellt werden.	

Es fehlten aber die für eine industrielle Großproduktion notwendigen Anlagen, um einen ernsthaften Markteintritt zu gewährleisten. Die Belieferung vieler potentieller Großkunden scheiterte an der völlig unwirtschaftlichen und rein handwerklichen Produktion und zu kleinen Plattenformaten. Die Eintrittsbarrieren am Massenmarkt für Plattenwerkstoffe sind sehr hoch. Sie bestehen im Wesentlichen in den sehr kapitalintensiven Anlageninvestitionen.

Das Ziel dieses aus dem Umweltinnovationsprogramm geförderten Vorhabens war der Bau der erforderlichen Produktionstechnologien und die großtechnische Erstanwendung des neuartigen energie- und ressourceneffizienten Produktionsverfahrens zur Herstellung des Leichtbaukonzeptes lisocore®.

Die errichtete Serienproduktionsanlage hat eine Grundfläche von 500 Quadratmeter und ist auf eine Kapazität für jährlich etwa zwei Millionen Quadratmeter des Leichtbauwerkstoffes ausgelegt. Branchenübliche Formatgrößen bis zu 2.180 x 3.100 mm und Plattenstärken von 15 bis 120 mm sind nun herstellbar.

Die Gesamt-Produktionsanlage besteht aus mehreren Bereichen und wurde an einem Standort zusammengefasst:

Auf den errichteten Kurztaktpressen werden mit Presswerkzeugen imprägnierte Zuschnitte zu Kernstrukturen verpresst und zur Weiterverarbeitung der Plattenproduktionslinie bereitgestellt.

Auf der errichteten Plattenproduktionslinie werden die Deckschichten, mit den zuvor hergestellten Kernstrukturen zum Leichtbauwerkstoff lisocore® verbunden. Die Anlage bohrt und beleimt Deckschichten aus unterschiedlichen Materialien und verpresst sie mit der Kernstruktur. Die Kombination aus hochentwickelter Fördertechnik (gesteuerte Rollenbahn, Plattenanwender, etc.), zwei Sonderkomponenten (Bohr- und Beleimautomat), sowie einer Flächenpresse mit mehreren Etagen bis zum finalen Palettierportal, arbeitet vollautomatisch.

Die im Bohrautomaten entstehenden Reststoffe (Bohrspäne) werden abgesaugt und brikettiert. Die Briketts werden einer Verbrennung zugeführt. Über diese thermische Verwertung wird wiederum Prozessenergie und Heizwärmeenergie zurückgewonnen, um die Flächenpresse und die Gebäudeheizung zu beheizen. Entstehende Reststoffe werden so eingesetzt, dass möglichst keine weiteren fossilen Ressourcen für die Herstellung des Produktes benötigt werden.

Die Serienproduktionsanlage kann durch den Einsatz modernster Produktionstechnologien in einem energieeffizienten Verfahren, einen sehr umweltentlastenden Werkstoff bei gleichzeitig sehr geringem Materialeinsatz herstellen. Damit wurde die Grundlage geschaffen, den steigenden Bedarf und das enorme Potential von materialeffizienten und leistungsstarken Leichtbauwerkstoffen auszuschöpfen. Der bei lisocore® sehr geringe Material- und Energieeinsatz von nur etwa 50%, im Vergleich zu konventionell hergestellten Holzwerkstoffen, kann in Zukunft große Mengen an nachwachsenden Rohstoffen einsparen und die Umwelt durch Reduktion von Emissionen in der Herstellung und der Verwendung entlasten.

Schlagwörter:

Leichtbauplatten, Werkstoffverbund, Hochleistungswerkstoff, nachwachsende Rohstoffe, Materialeffizienz, Energieeffizienz, Nachhaltigkeit

Anzahl der gelieferten Berichte in Papierform: 10

Report-Specifications

File number: UBA 90 030/66	Project No.: 20190
Report Title of the project: Construction of a serial productionline for the lightweight construction system lisocore®	
Author; Family Name, First Name Schäpers Michael, Wehner Marcus	Start of project: 04.08.2010 End of project: 31.12.2015
Performing Organisation (Name, Adress) lightweight solutions GmbH Carl-von-Ossietzky-Str. 17 – 21 83043 Bad Aibling	Report Date: No. of Pages: 64
Sponsoring Agency (Name, Adress) Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau	
Summary: The company lightweight solutions GmbH develops and produces lightweight materials made from regrowing raw materials. The products and solutions offer added value and set new standards within design possibilities, processability and quality. A special priority is given to the benefits of customers and the company as well as to the efficient and resource-saving use of raw material. The patented lightweight material lisocore® offers up to 70 % weight savings compared to usual wooden material boards and achieves - with only 30 to 40 % of the common material input - up to 200 % of the performance of a standardized chipboard P2, while providing the most simple opportunities for workability and processability. The special characteristics are achieved by its unique structure. This structure consists of at least two thin cover layers bonded by a three-dimensional pressed core structure. Selective milling of the cover layers creates recesses where the core structure finds a positive fit for a form-closed bond. The highest material and energy efficiency with a production low in emissions as well as the use of only very low amounts of adhesives on a CO2 –neutral material basis makes lisocore® ecological in both application and use. The special characteristics enable a usage in several fields, e.g. in furniture and interior construction, exhibition stand construction and store fitting, in interior finishing of motorhomes, vessels and yachts as well as in stage and scenery construction - but also as packaging for transportation in logistics and in several other areas. Since the completion of the prototype machinery in 2009 it has been possible to produce lisocore® on a partly automated basis. So, for the first time lisocore® panels of consistent quality could be produced in smaller formats and the product could be introduced to customers. However, the machinery needed for an industrial mass production to guarantee a serious market entry were still not available.	

The supply of many potential key accounts failed due to the completely uneconomical and purely mechanically production and due to too small panel formats. The entry barriers to corresponding markets for wood based panels are very high. This is particularly caused by the very capital-intensive investments.

Aim of this project promoted by the „Umweltinnovationsprogramm“ was the construction of the necessary production technology and the initial industrial-scale application of the new energy- and resource-efficient manufacturing process to produce the lightweight concept lisocore®.

The then built mass production machinery covers an area of 500 square meters and is designed for a yearly capacity of approximately two million square meters of the lightweight material. Customary format sizes of up to 2.180 x 3.100 mm and plate thicknesses of 15 to 120 mm are feasible.

The complete production plant consists of several sections combined in one location:

Impregnated cuttings will be provided by short-beat presses with pressing tools, pressed into core structures and will then be supplied to further processing in the panel production line.

On the panel production line the cover layers will be bonded together with the previously produced core structures to result in the lightweight material lisocore®. The machine drills and glues cover layers from different materials and bonds them with the core structure. The combination of a high-developed conveyor technology (controlled roller conveyor, board turner etc.), two extra components (drilling- and glueing machine) and a surface press with several floors up to the final palletizing system works fully automatically.

The occurring rest materials from the drill machine (borings) will be exhausted and made to briquettes. These will be incinerated and by using a thermic recycling process energy and thermal heat will be retrieved which is used to heat the panel press and the general heating. Remaining rest materials will be handled in a way that - in the best case - no further fossil resources will be needed for the production of the product.

By using up-to-date production technology in an energy-efficient procedure this mass production machinery can produce an environmentally-friendly material by very low material input. Therefore, a base was established to exploit the growing demand and the enormous potential of material-efficient and high-performance lightweight materials. In the future, lisocore® with its very low material and energy input of appr. 50% - in comparison to conventional produced wood-based materials - can save large amounts of regrowing raw materials and relieve the environment through a reduction of emissions caused by production and usage.

Keywords:

lightweight panel, composite, high-performance material, renewable raw materials,
material efficiency, energy efficiency, sustainability

No. of documents (Paper): 10

1.1 Einleitung

1.2 Kurzbeschreibung des Unternehmens

1.2.1 Unternehmenszweck

Das Unternehmen lightweight solutions entwickelt und produziert Leichtbau-Werkstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe.

1.2.2 Unternehmenshistorie

Das Unternehmen lightweight solutions wurde im März 2004 gegründet und beschäftigt sich seitdem mit der Entwicklung leichter Plattenwerkstoffe, sowie damit zusammenhängenden Themengebieten. Wesentliches Ergebnis dieser Entwicklung ist das Leichtbausystem lisocore®.

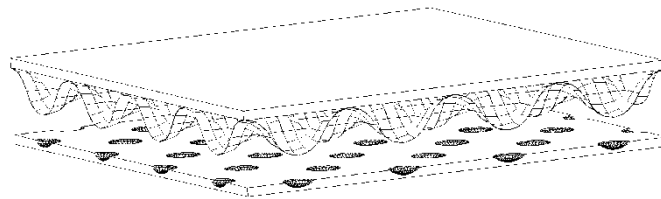


Abbildung 1: schematische Darstellung des Leichtbausystems lisocore®

Die technische Neuerung besteht in der Verwendung eines im Raster wiederkehrenden, zweifach gekrümmten, Schalentragerwerkes mit gegensinnigen Hauptkrümmungen (Sattelschale) für die Kernlage.

Die Mittelschicht ist in der Lage, sowohl senkrecht, als auch waagrecht wirkende Kräfte in nahezu idealer Form abzutragen. Bei der Idealform einer Schale werden alle äußeren Kräfte (Eigengewicht, Nutzlast, Beanspruchungen) unter Vermeidung von Biegemomenten lediglich durch Membranspannungen im Inneren der Konstruktion aufgenommen (d.h. durch gleichmäßig über den Querschnitt verteilte, tangential zur Schalenkrümmung gerichtete Zug- und Druckkräfte, nicht aber durch Querkkräfte und Momente). Da die Membrane durch die nahezu optimale Lastabtragung sehr dünn ausgelegt werden kann, sind im Sinne des Leichtbaus bei Schalentragerwirkung erhebliche Materialeinsparungen, bei gleichbleibender oder sogar besserer Steifigkeit im Gegensatz zu herkömmlichen Konstruktionen, möglich.

Zusätzlich zur effizienten Lastabtragung der Kernlage erfolgt eine form- und stoffschlüssige Verklebung von Kern- und Deckschichten. Diese bislang im Stand der Technik einmalige Form der Verklebung bedingt, durch ihren Formschluss und durch die bestehende große Klebefläche eine sehr hohe Biege-, Druck- und Zugfestigkeit des Produkts. Die mechanischen Eigenschaften können somit sogar die Referenzwerte massiver Werkstoffe übertreffen.

So war beispielsweise die Entwicklung eines vollkommen neuen Pressenkonzepts notwendig. Dieses Pressensystem presst auf „Position“ und nicht auf „Block“ und macht somit die Vorgänge innerhalb des Pressspalts transparent (Anzeige von Daten in Echtzeit).

Für die Herstellung von Pressformen für die Kernlagen wurde ein Bearbeitungszentrum entwickelt, das die effektive und effiziente Herstellung der erforderlichen Pressformen ermöglicht. Die Anlage unterscheidet sich von bestehenden Bearbeitungszentren durch sein Software-Bedienkonzept, das durch die Verwendung eines Ether-CAT Bussystems schnellste Regelungstakte und damit wesentlich höhere Vorschubgeschwindigkeiten der Fräsaggregate zulässt. Die Anlage ist insbesondere in der Lage, sehr hohe Datenmengen zu verarbeiten, die bei der Bearbeitung der Kernformen entstehen. Die Konstruktion dieser Fräse wurde 2007 mit dem Technologiepreis der „Prowood Stiftung“ prämiert.

Im Jahr 2009 wurde für das Bohren der Vertiefungen in den Deckschichten und den punktgenauen Auftrag des Klebstoffes ein Prototyp eines Bohr- und Beileimautomaten entwickelt und gebaut. Diese Anlage setzt die exakt notwendige Klebermenge punktgenau in die, für die Verbindung vorgesehenen Vertiefungen der Deckschichten. Damit wird im Vergleich zu anderen Leichtbausystemen (z.B. Wabenplatten) nur ein Bruchteil der Klebermenge benötigt.

So konnten 2009 mit Hilfe des oben dargestellten Maschinenparks erstmals erfolgreich Prototypen für Anwendungen in der Möbel-, Automobil- und Caravanindustrie, sowie im Schiffsinnenausbau produziert werden.

1.3 Ausgangssituation

Seit der Fertigstellung von Prototypenanlagen im Jahr 2009 ist es möglich, lisocore® teilautomatisiert herzustellen. Die Produktion ist jedoch aufgrund der Prototypenanlagen nicht wirtschaftlich. Auf den Prototypenanlagen können lisocore® Platten mit gleichbleibender Qualität in kleineren Formaten produziert werden. So ist es möglich, dass Produkt bei Kunden vorzustellen und die technischen Daten zu ermitteln.

Die technischen Daten zeigen, dass lisocore® überlegene mechanische Eigenschaften mit sich bringt. Neben den typischen umweltrelevanten Vorteilen des Leichtbaus (Ressourceneffizienz, etc.) bietet lisocore® auch zahlreiche verarbeitungstechnische Vorteile.

Kunden und Anwender räumen dem Produkt große Marktchancen ein.

Für das Leichtbaukonzept lisocore® ergeben sich folgende Vorteile:

- erhebliche Gewichtsreduktion des Endproduktes
- Beibehaltung der statischen Eigenschaften eines vergleichbaren Vollproduktes
- Fertigung aus nachwachsenden Rohstoffen
- kein Einsatz von umweltbelastenden Stoffen
- Verminderung des Energieverbrauchs und geringerer CO₂-Ausstoß in Herstellung und vor allem in der Anwendung

Aufgrund des neuartigen Leichtbauansatzes des Produktes sowie deren Herstellung auf Basis nachwachsender Rohstoffe ergeben sich zwangsläufig die folgenden positiven Umweltauswirkungen:

- weniger Materialverbrauch
- Verminderung des Energieverbrauchs in Herstellung und Anwendung
- geringerer CO₂-Ausstoß

Mit den oben dargestellten Vorteilen verfolgt das Leichtbaukonzept lisocore® sehr vorteilhaft das immer wichtiger werdende Ziel der ressourcenschonenden Materialverwendung, verbunden mit einer umweltunschädlichen Entsorgung. Darüber hinaus spart das Leichtbaukonzept lisocore® Energie in der Herstellung und bei der Anwendung des Produktes. Mit dieser Energieeinsparung ist wiederum eine sehr wünschenswerte Reduktion des CO₂-Ausstoßes verbunden.

Das Unternehmen lightweight solutions verfügt zwar über alle, für die Produktion des Leichtbausystems erforderlichen Technologien im Labormaßstab, ihr fehlen aber die für eine industrielle Großproduktion notwendigen Anlagen, um einen ernsthaften Markteintritt zu gewährleisten. Die Belieferung vieler potentieller Großkunden scheitert an der völlig unwirtschaftlichen und rein handwerklichen Produktion und zu kleinen Plattenformaten.

Die Eintrittsbarrieren am Massenmarkt für Plattenwerkstoffe sind sehr hoch. Sie bestehen im Wesentlichen in den sehr kapitalintensiven Anlageninvestitionen.

Die Ausgangssituation stellt sich somit folgendermaßen dar:

- Auf Laborsystemen kann jeder der erforderlichen Produktionsschritte einzeln durchgeführt werden; die Laborsysteme arbeiten vornehmlich handwerklich, es besteht keine automatisierte Lösung.
- Das Leichtbausystem kann in kleinen Formaten prüffähig hergestellt werden.
- In kleinen Umfängen konnte bereits unter seriennahen Bedingungen die Praxistauglichkeit getestet werden.
- Die überlegenen mechanischen Eigenschaften und die hervorragende Verarbeitbarkeit konnten ebenfalls nachgewiesen werden.
- Kunden bestätigen die Produktqualität.
- Es besteht ein erhebliches Marktinteresse.

1.3.1 Globale Trends

Die steigende Weltbevölkerung, der exzessive Ressourcenverbrauch, und die damit oft einhergehende umweltschädliche Herstellung und Entsorgung von Gütern aller Art, sind drei der wesentlichen Ursachen, die das Klima und die Umwelt nachhaltig stark gefährden.

Ohne an dieser Stelle auf die Einzelheiten näher einzugehen sind die nachfolgend aufgeführten Trends von entscheidender Bedeutung für die weitere wirtschaftliche und soziale Entwicklung unserer Gesellschaft.

- Die begrenzt zur Verfügung stehenden Rohstoffe dürfen nicht mehr länger verschwendet werden, sie müssen so effizient wie möglich Verwendung finden, um so der Rohstoffknappheit entgegen zu wirken.
- Dort wo es sinnvoll und technisch möglich ist, sollte natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen, den erdölbasierten Rohstoffen der Vorzug gegeben werden, umso die weltweiten CO₂ Emissionen zu senken und eine sinnstiftende Verwendung des begrenzt vorhandenen Rohstoffs Erdöl herbeizuführen, oder auf dessen Verwendung gänzlich zu verzichten.
- Dabei muss die stoffliche und energetische Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen langfristig in Einklang gebracht werden, um nicht durch einseitig gestaltete Marktanreizprogramme ein Ungleichgewicht herbeizuführen.

Ein Zitat von Hans-Jörg Bullinger ehemaliger Präsident der Fraunhofer Gesellschaft bringt es auf den Punkt: "Die maximale Wertschöpfung aus minimalem Ressourceneinsatz, das müsse das alte Dogma von der Gewinnmaximierung aus Kapital ablösen." (WirtschaftsWoche, 2011)

Gemäß dieser Forderung kann und muss der Leichtbau als zukunftsweisendes Konstruktionsprinzip in den Fokus von Neuentwicklungen gestellt werden.

1.3.2 Leichtbau als zukunftsweisendes Konstruktionsprinzip

„Der Leichtbau hat sich als technische Disziplin aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrt entwickelt und von dort seine entscheidenden Anstöße erfahren. Er ist zunächst einmal als eine Zielvorgabe zu verstehen, aus funktionalen oder ökonomischen Gründen Gewicht zu reduzieren oder zu minimieren, ohne die Tragfähigkeit, die Steifigkeit oder andere Funktionen der Konstruktion einzuschränken.

Produkte, die technisch nahezu ausgereift sind, erlangen durch die Umsetzung von Leichtbauprinzipien neue Qualitäten. Der Fahrzeugbau ist derzeit der wichtigste Absatzmarkt für Leichtbauprodukte. Aber auch in der Verpackungsmittelindustrie, der Baubranche, im Maschinen- und Anlagenbau und bei Sport- und Freizeitgegenständen ist das Potenzial an Leichtbauwerkstoffen noch nicht ausgeschöpft. Damit werden auch in Zukunft innovative Leichtbauwerkstoffe in der Industrie an Bedeutung gewinnen.

Knapper werdende Rohstoffaufkommen, steigende Umweltbelastungen und verschärfte Richtlinien, Gesetze und Abgaben werden in Zukunft dem Leichtbau als Konstruktionsprinzip zunehmend wirtschaftliche Vorteile eröffnen.“ (J. Poppensieker, 2005)

1.3.3 Trends in der Holzwerkstoffbranche

Trotz umfangreicher Bemühungen um einen effizienteren Rohstoffeinsatz werden noch immer in erheblichen Mengen Vollwerkstoffe aus Holz und Holzwerkstoffen hergestellt und eingesetzt. Bei diesen handelt es sich z.B. um:

- Spanplatten (FPY)
- Grobspanplatten (OSB)
- Mitteldichte Holzfaserplatten (MDF)
- Hochdichte Holzfaserplatten (HDF)
- Sperr- und Schichthölzer

Diese Materialien werden in großen Mengen in der Bau- und Möbelindustrie eingesetzt. Sie sind aber auch heute noch in erheblichen Mengen in mobilen Anwendungen zu finden. Dies betrifft z.B. den Innenausbau von Caravans, die Beplankung von LKW-Aufliegern, Kabinenmöbel auf Passagierschiffen und unter anderem Laderaumabdeckungen in der Automobilindustrie. Durch die Fertigungstechnik und das damit verbundene Eigengewicht ergeben sich folgende Nachteile:

- hoher Materialverbrauch
- hoher Energieverbrauch bei der Produktion
- hoher CO₂-Ausstoß bei der Produktion
- höherer Energieverbrauch und höherer CO₂-Ausstoß in der mobilen Anwendung bezogen auf die gesamte Lebensdauer

Die oben dargestellten Holzwerkstoffplatten werden im Wesentlichen aus Bäumen und anderen mehrjährig wachsenden Pflanzen gefertigt. Hierzu wird die Struktur dieser Bäume und anderen Pflanzen aufgeschlossen und die damit gewonnenen Fasern und Späne werden mit Hilfe von Harnstoff-Formaldehydharzen (UF), Melamin-Formaldehydharzen (MF), Phenol-Formaldehydharzen (PF), Polymere-Diphenylmethan-Diisocyanat-Harzen (PMDI) oder Mischungen davon unter Druck und Temperatur zu Platten verpresst. Dieser in Bezug auf das eingesetzte Material sehr ineffiziente Prozess benötigt große Mengen an wertvoller mehrjähriger Biomasse, sowie erhebliche Energiemengen (bei dicken Platten muss z.B. immer der volle Querschnitt zur Aushärtung durchwärmt werden).

Darüber hinaus wird bei herkömmlichen Produktionsverfahren (z.B. beim "Blow-Line-Verfahren") im Herstellungsprozess bis zu 12 Gramm Formaldehyd pro m³ Faserplatte freigesetzt. Formaldehyd kann Allergien, Haut-, Atemwegs- oder Augenreizungen hervorrufen. Seit 1. Januar 2016 ist Formaldehyd in die Gefahrenklassen Karzinogen/Kategorie 1B und Keimzellmutagen/Kategorie 2 eingestuft. Damit gilt die Substanz offiziell als krebserregend. Aufgrund dieser Neueinstufung sind Unternehmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung dazu verpflichtet, entsprechende Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

Aufgrund der zuvor dargestellten Nachteile von Vollwerkstoffen und des leichteren Handlings ist man bereits seit geraumer Zeit darum bemüht, eine Gewichtsreduktion - im Idealfall unter Beibehaltung der mechanischen Eigenschaften - zu erreichen.

Die bisherigen, am Markt bekannten, Lösungsansätze basieren entweder auf einem stofflichen oder einem konstruktiven Leichtbau. Im Rahmen des stofflichen Leichtbaus werden schlichtweg schwerere Werkstoffe durch leichtere substituiert. Diese leichteren Werkstoffe haben jedoch eine geringere Schubsteifigkeit und erfüllen damit nicht die geforderten mechanischen Eigenschaften des Endanwenders wie z.B. die Beschlagsbefestigung, sowie die Schmalflächenbeschichtung.

Im konstruktiven Leichtbau wird durch Sandwichkonstruktionen eine Gewichtsreduktion angestrebt. Eine Sandwichtafel besteht in der Regel aus drei Schichten: den beiden außen liegenden Deckschichten und einer innen liegenden Kernschicht. Diese sind schub- und zugfest miteinander verbunden, um eine gemeinsame Tragwirkung (Verbundtragwirkung) zu erreichen.

Der Nachteil bei den bisher existierenden Sandwichkonstruktionen besteht darin, dass es bei diesen Plattenwerkstoffen statische Schnitte gibt, an denen die gesamte Querkraft durch die Deckschichten übertragen werden muss. Bei einfach gekrümmten schalenförmigen Mittellagen (Wellenform) bzw. durch einzelne z.B. zylindrische oder kalottenförmige Abstandhalter (z.B. Wabenstrukturen) existieren statische Schnitte, in denen die Plattenquerkräfte nicht von der Mittellage abgetragen werden. Bei diesen Konstruktionen ist deshalb die Auslegung der Deckschichten auf eine zusätzliche Querkraftbeanspruchung erforderlich. Dies bedingt stärkere, schwerere und teurere Lösungen für die Deckschichten. So kann festgehalten werden, dass alle bisher entwickelten Leichtbaulösungen mindestens einen oder mehrere der folgenden Nachteile aufweisen:

- Niedrigere Steifigkeit (insbesondere hinsichtlich der Querkzugsfestigkeit)
- für den Endanwender inakzeptable Festigkeiten
- hoher Energieverbrauch in der Produktion
- Probleme bei der Entsorgung von Verbundmaterialien
- kompliziertere Weiterverarbeitung die nur durch Sonderbetriebsmittel möglich ist
- Befestigung von Möbel- und sonstigen Beschlägen ist nicht ausreichend gegeben

2 Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhabens war der Bau der erforderlichen Produktionstechnologien und die großtechnische Erstanwendung des neuartigen energie- und ressourceneffizienten Produktionsverfahrens zur Herstellung des Leichtbaukonzeptes *lisocore*®.

Mit dem innovativen Verfahren sollen Produkte angefertigt werden, die erhebliche positive Umweltwirkungen ermöglichen, sowohl in der Herstellung als auch im Gebrauch.

2.2 Darstellung der technischen Lösung

Die „Gesamt-Produktionsanlage“ besteht aus mehreren „Bereichen“ und wurde an einem Standort zusammengefasst:

- Pressen der Kernstrukturen auf Kurztaktpressen
- Herstellen des Sandwich-Verbunds auf der Plattenproduktionslinie. Auf dieser werden vollautomatisch im Durchlauf die Bohrungen, sowie die Beleimpunkte eingebracht und anschließend die Kern- und Deckschichten zusammengefügt
- Bereitstellung der thermischen Energie zur Beheizung der Flächenpressen

Jedes der erforderlichen Betriebsmittel musste im Sondermaschinenbau erstellt werden. Zudem baut jedes System auf das andere auf. Die jeweiligen Betriebsmittel werden in unterschiedlicher Anzahl kombiniert. Es werden z.B. eine Produktionslinie, aber mehrere Kurztaktpressen benötigt.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass jedes der Betriebsmittel, insbesondere die Flächenpresse, äußerst energiesparend arbeitet.

Die Herstellung des Leichtbausystems kommt z.B. mit einem sehr geringen Pressdruck aus. Die eigentliche Flächenpresse konnte daher vergleichsweise leicht gebaut werden. Wenn z.B. übliche Pressentische Gewichte bis zu 20 Tonnen haben, ist für diese Anlage ein Gewicht von nur 7 Tonnen erforderlich. Aufgrund der ebenfalls leichten Bauweise im Maschinen- und Anlagenbau kann mit mehreren Etagen gearbeitet werden. Dadurch ergeben sich für den Prozess wiederum wesentlich längere Taktzeiten. Durch die längeren Taktzeiten konnte die Prozesswärme, also der Energieverbrauch zum Beheizen der Anlage, deutlich gesenkt werden. Zudem wird aufgrund der langsamen Hubbewegung wenig Antriebsenergie benötigt.

Ausgelegt wurde die Anlage auf folgenden Eck-Daten:

- max. Plattenformat: 2.150 x 3.100 mm
- Plattenstärken: 15 – 120 mm
- max. Kapazität: ca. 1.5 – 1.8 Mio. m²/a (3-Schichtig)

Im Produktionsprozess anfallende Reststoffe wie z.B. die Bohrspäne aus den Bohrungen in den Deckschichten, werden ebenso sinnvoll wie entstehende Abwärme genutzt.

Alles in allem wird das Gesamtsystem (der Standort) als Einheit betrieben.

2.2.1 Kurztaktpressen

Auf Kurztaktpressen werden imprägnierte Zuschnitte (sogenannte Platinen) bei ca. 200 °C zu Formteilen verpresst. Die dafür notwendigen Presswerkzeuge werden im hauseigenen Werkzeugbau aus einer speziellen Aluminiumlegierung hergestellt.

Die Abluft aus den Pressen wird über einen Abluftstutzen ins Freie abgeleitet. Die Abluft beinhaltet aufgrund der spezifischen Bindemittel keine Schadstoffe und darf somit ins Freie geleitet werden, ohne einer Genehmigungspflicht zu unterliegen.

Der Abluft-Volumenstrom beträgt insgesamt im Durchschnitt ca. 8.000 m³/h (4 x 2.000 m³/h). Die Abgastemperatur liegt gemittelt unter 40 °C.

Der Abluft-Volumenstrom wird über die Steuerung geregelt. Die Abluft wird in den Momenten, in denen Pressdämpfe erwartet werden, auf maximale Leistung hochgeregt. In den Zeiten dazwischen wird der Abluft-Volumenstrom auf ein Minimum gesenkt. So kann erreicht werden, dass den Presswerkzeugen nicht unnötig Wärme entzogen wird.

Die Abwärme der Hydraulik wird über Wärmetauscher aufgefangen und einem Puffersystem zugeführt. Das erwärmte Puffervolumen wird genutzt, um das erforderliche Zuluft-Volumen im Bedarfsfall zu erwärmen.

Die hergestellten Formteile werden zwischengelagert, konditioniert und anschließend an der Plattenproduktionslinie bereitgestellt.

2.2.2 Plattenproduktionslinie

Auf der Produktionslinie werden handelsübliche Deckschichten auf Holzwerkstoffbasis mit den zuvor hergestellten Kernen zum Leichtbauwerkstoff lisocore® verbunden.

Die Produktionslinie besteht im Wesentlichen aus einer Kombination einer hochentwickelten Fördertechnik (gesteuerte Rollenbahn, Plattenanwender, etc.), zwei Sonderkomponenten (Bohr- und Beleimautomat), sowie einer Flächenpresse mit mehreren Etagen.

Im Bohr- und Beleimautomaten werden die Deckschichten automatisch eingezogen und im Durchlauf mit Bohrungen versehen. Anschließend wird auf die Deckschicht in die zuvor gebohrten Vertiefungen punktuell Klebstoff eingebracht (1K-PUR-Kleber).

In einer Flächenpresse werden die Kernlage und die zwei Deckschichten form- und stoffschlüssig miteinander zu einer Verbundplatte verbunden.

Die fertigen Verbundplatten werden nach dem Verpressen gestapelt und verpackt.

Die Flächenpresse wird mit Heißwasser aus der eigenen thermischen Versorgung beheizt.

Bohr- und Beleimtechnik

Eine der technisch anspruchsvollsten Herausforderungen war der Bau eines hochpräzise und dabei hochdynamisch arbeitenden Bohr- und Beleimautomaten. Dieser Automat muss pro Auftragskopf, pro Jahr bis zu 65 Mio. Schaltspiele hoch präzise und dabei stabil und wartungsresistent durchführen können. Diese extremen Belastungen konnten bislang durch Zukaufkomponenten nicht im Geringsten erreicht werden.

Demnach wurden neuartige Klebstoffauftragsköpfe gefertigt und in Langzeitversuchen erprobt.

Zudem musste die aus der Bewegung der Bohrgetriebe und Klebstoffauftragsköpfen zu erwartende Maschinendynamik des Bohr- und Beleimautomaten, untersucht und bei der Konstruktion berücksichtigt werden. Aus der hochdynamischen und kurzen Zustellung der Bohraggregate resultiert eine extrem hohe Belastung auf das Maschinengestell. Zudem können auftretende Schwingungen die notwendige Präzision der Verklebung der lisocore® -Platten derart gefährden, dass die geforderten Toleranzen am Endprodukt nicht erfüllt werden können. Insgesamt gesehen ist der Gesamtaufbau sehr komplex.

Mit dem Bewusstsein der Komplexität dieser Anlagen lagen vor dem Bau einer jeden Maschine erhebliche Vorbereitungszeiten. Hierin lag das größte Fehlerpotential verborgen. Ein überhastetes Vorgehen und zu schnell getroffene Entscheidungen hätten womöglich später kostspielig ausgeglichen werden müssen.

Flächenpresse

In der Flächenpresse werden die lose zusammengelegten Bauteile unter Einwirkung von Druck und Temperatur miteinander verbunden. Da lisocore® ein Präzisionsprodukt ist, arbeitet auch dieses Pressensystem positionsgesteuert.

Grundsätzlich wird für die Verklebung nicht viel Druck benötigt. Bei der Entwicklung der Anlage wurden daher stark versteifte Pressetagen in Rippenbauweise gewählt. Die Etagen sind sehr verwindungssteif, aber auch gleichzeitig leicht.

Für das Antriebssystem konnte daher auf eine Speicherhydraulik gesetzt werden, die mit vergleichsweise geringen Antriebsleistungen auskommt.

Durch die besondere Ansteuerung der Pressetagen können die Druck-Sensoren der jeweiligen Antriebszylinder für die Qualitätsüberwachung genutzt werden.

2.2.3 Thermische Versorgung der Produktionsanlage

Die im Bohrautomaten entstehenden Reststoffe (Bohrspäne) werden abgesaugt und brikettiert. Die Briketts werden einer Verbrennung zugeführt. Über diese Verbrennungsanlage kann wiederum Heiß-Wasser gewonnen werden, um die Presse und sonstige Produktionseinrichtungen zu beheizen.

So werden die bei der Produktion entstehenden Reststoffe thermisch verwertet und nicht entsorgt, so dass möglichst keine weiteren fossilen Ressourcen für die Herstellung des Produktes benötigt werden.

2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Die Umsetzung des Vorhabens sah den Aufbau der Iisocore®-Serienproduktion in einigen grundlegenden „Schritten“ vor. Jeder Schritt/Teilbereich baut auf dem Vorigen auf und dient zur Risikominimierung, sowie zur Überprüfbarkeit der Planungsziele.

Für den Aufbau der Produktion mussten zudem zwei grundsätzlich unterschiedliche Ansätze in Einklang gebracht werden. Einerseits wird eine Produktionslinie gebraucht, die ein Maximum an Flexibilität bietet und viele völlig unterschiedliche Bearbeitungsschritte beherrscht, andererseits eine Produktionslinie, die große Formate und enorme Mengen liefert.

Anders als bei vergleichbaren Vorhaben wurden hier keine bestehenden Technologien kombiniert oder erstmals angewandt. Alle benötigten Anlagenteile und Technologien mussten vollständig neu konstruiert und gebaut werden.

Aufgrund dieser erforderlichen Entwicklungen waren zeitliche Planungen äußerst schwierig.

2.3.1 Umzug und Standorterschließung

Zum Projektbeginn wechselte das Unternehmen Ende Januar 2011 an den jetzigen Produktionsstandort.

Um den gewünschten Umweltschutzwirkungen nachzukommen, die sich bei diesem Projekt in der Herstellung des Leichtbausystems an sich und der späteren Verwendung finden, wurde eine bestimmte „Philosophie“ verfolgt:

Üblicherweise stehen aus dem eigentlichen Produktionsprozess nur begrenzt Informationen zur Verfügung. In diesem Fall wurden die Maschinen aber im Sondermaschinenbau erstellt und es besteht voller Zugriff auf die Steuerungstechnik.

Informationen, die in der Steuerung sowieso enthalten sind, werden gezielt genutzt, um z.B. Energieverbräuche pro Bauteil, Energie-Rückgewinnungsmengen oder Optimierungsspielräume ‚transparent‘ darzustellen. Darüber hinaus ist denkbar, diese Informationen zukünftig in einer ERP-Software gezielt auszuwerten.

Konkret wurde in einem ersten Arbeitsschritt der Standort derart erschlossen, dass die spätere Anbindung der Maschinen flexibel erfolgen kann. Es wurden Energieversorgungen, Versorgungskorridore, etc. geschaffen, um eine maschinelle Anlage dieser Dimension solide (bei Bedarf redundant) betreiben zu können.

Die hier geleistete Vorarbeit ist essentiell wichtig und beinhaltet bereits wesentliche Aspekte des späteren ‚transparenten‘ sowie energie- und ressourceneffizienten Betriebs.



Abbildung 2: Produktionshalle im Rohbau mit neuer Bodenplatte



Abbildung 3: Firmengelände in Bad Aibling, Ortsteil Mietraching

2.3.2 Energieversorgung und Gebäudeleitechnik

Zur Versorgung der Produktionsanlage mit thermischer Energie wurde ein Gesamt-Energiekonzept erarbeitet. Dieses sieht die Nutzung der eigenen Produktionsreststoffe (brikettierte Holz- und Naturfaserwerkstoffe) nicht nur für Heizzwecke, sondern vor allem für die Bereitstellung von Prozesswärme vor.

Die Verwendung von Holzbriketts ist für industrielle Zwecke (hier: Versorgung der Betriebsmittel) unüblich.

Anhand zahlreich durchgeführter Laborbrennversuche wurde sichergestellt, dass die Produktionsreststoffe thermisch genutzt werden können.

Basierend auf der Auslegung der Produktionsanlage wurde die thermische Energieerzeugung geplant und ein Heizgebäude errichtet.

Im Wesentlichen erzeugt eine Hackschnitzelanlage inkl. zwei Pufferspeichern eine Grundmenge an thermischer Energie. Eine redundante Gaskesselanlage deckt die Spitzenlast ab. Eine speziell für dieses Anlagenkonzept entwickelte Steuerung berücksichtigt den tatsächlichen Wärmebedarf der Produktionsanlagen und regelt die Anlage möglichst energieeffizient.

Um den Primärenergiebedarf möglichst gering zu halten, bzw. vollständig zu vermeiden, wurden folgende weitere Maßnahmen ergriffen:

- Die Prozessabwärme von Hydraulikaggregaten, der Werkzeugtemperierung und der Brikettierung wird durch einen geschlossenen Kühlkreislauf wiedergewonnen und gespeichert. Bei Bedarf können so bis zu 150 kW_{thermisch} der Zuluft-Erwärmung bereitgestellt werden.

Eine übergeordnete Steuerung (Gebäudeleitechnik, GLT) überwacht die einzelnen Energieerzeuger und -verbraucher. Zusätzlich gibt eine CO₂-Bilanz Auskunft darüber, wie viel CO₂-Emissionen durch die thermische Verwertung der eigenen Reststoffe und der Nutzung der Abwärme aus den Kühlprozessen eingespart werden.



Abbildung 4: Rohbau der Heizzentrale



Abbildung 5: Heizzentrale mit Lagerraum für Festbrennstoffe



Abbildung 6: Hackgutkessel mit Pufferspeicher und Zyklon-Abscheider



Abbildung 7: redundanter Gaskessel und automatische Druckerhöhung



Abbildung 8: Heißwasserverteiler mit Schaltschrank und Gebäudeleitrechner (GLT)

2.3.3 Kurztaktpressen

Anknüpfend an die Standorterschließung konnte der für die Kurztaktpressen erforderliche Werkzeugbau wieder zeitnah in Betrieb genommen werden. Zur Vermeidung ungewollter Fräsabweichungen und zur Einhaltung niedrigster Frästoleranzen ($\pm 20 \mu\text{m}$), wurde das Maschinenfundament schwingungsentkoppelt vom Hallenfundament errichtet. Zudem wird der CNC-Raum auf konstanter Temperatur ($21 \pm 1^\circ\text{C}$) gehalten.

Vor der eigentlichen Montage der Pressengestelle mussten alle Versorgungskanäle montiert, die Hydraulikaggregate platziert und die Fixatoren gesetzt werden. Mithilfe eines Spezialkrans wurden dann die Pressengestelle auf die Fixatoren gesetzt und verspannt. Durch das exakte horizontale Verspannen mit dem Hallenfußboden können Maschinenschwingungen und ungewünschte Verformungen des Maschinenkörpers und somit Maßabweichungen im Pressgut, vermieden werden.



Abbildung 9: Montage der Oberdruckpressen mit einem Spezialkran

Im Bereich der Oberdruckpressen wurde ein geschlossener Kühlwasserkreislauf geplant und installiert. Damit wird anfallende Prozessabwärme der Hydraulikaggregate und der Werkzeugtemperierung mittels Pufferspeicher nutzbar gemacht. Üblicherweise werden hier offene Kühlwasserkreisläufe installiert, welche das Frischwasser nach der Kühlung der Aggregate direkt ins Abwasser und somit ungenutzt einleiten. Die gewonnene Nutzenergie wird zur Aufheizung der Zuluft wieder bereitgestellt.



Abbildung 10: Montage des Kühlwasserkreislaufes der Oberdruckpressen

Um den Energieverbrauch für die Ableitung von Pressdämpfen an den Oberdruckpressen möglichst energieeffizient zu gestalten, wurde die Steuerung der Abluftventilatoren an die zu erwartenden Pressverläufe gekoppelt. Üblicherweise saugen Abluftventilatoren eine konstante Luftmenge ab, unabhängig davon, ob Pressdämpfe entstehen oder nicht. In diesem Fall wird z.B. nur beim Öffnen der Presse abgesaugt, also wenn auch Pressdämpfe zu erwarten sind. Ansonsten wird die Absaugleistung auf ein Minimum zurückgefahren, um die Werkzeuge nicht unnötig abzukühlen.

Bei den Oberdruckpressen konnte weiterhin durch die Herstellung eines Sondersteuerkolbens (energieverbrauchender Engpass in den Regelventilen) der Durchflusswiderstand im Hydrauliksystem erheblich gesenkt werden. Eine Betrachtung der Druckverluste im System senkt somit das allgemeine Druckniveau von 150 bar auf ca. 100 bar. Die erforderliche Kühlleistung des Systems kann somit deutlich sinken und es entsteht weniger Abwärme.

Nach der Inbetriebnahme der ersten Oberdruckpresse wurden Testläufe gefahren, um Optimierungspotentiale zu finden und die sichere Funktionsweise der Presse zu gewährleisten.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in die Steuerungs- und Automatisierungstechnik eingearbeitet, so dass alle Hochdruckpressen bis Ende 2013 in den Testbetrieb überführt werden konnten.



Abbildung 11: Ansicht auf zwei von vier Hochdruckpressen mit eingebauten Werkzeugen

2.3.4 Plattenproduktionslinie

Die Plattenproduktionslinie wurde in mehreren Etappen aufgebaut. Für die Konstruktion bestimmter Anlagenteile wurden Informationen und Erkenntnisse aus vorherigen Baugruppen benötigt. Der Bau der Anlage musste immer wieder durch „Forschungsphasen“ für Anlagenteile und Technologien unterbrochen werden.

Zur Montagevorbereitung wurde die gesamte Produktionsfläche vermessen und an den erforderlichen Bereichen Maschinenfüße einbetoniert.

Zunächst wurden die gesamte Anlagenperipherie, Krananlagen, Kabelkanäle und Rollenbahnen montiert.



Abbildung 12: Montage der Kabelkanäle, Schaltschränke, Rollenbahnen und Pressetagen



Abbildung 13: Inbetriebnahme der Scherenhubtische zur Beschickung der Flächenpresse

Im Anschluss an die Anlagenperipherie erfolgte die Montage der thermischen Versorgung und der Unterbau der Flächenpresse (links oben im Bild).



Abbildung 14: Montage der dritten Pressetage



Abbildung 15: Montage des Bohr- und Beleimautomaten



Abbildung 16: Montage des zweiten Maschinengestells des Bohr- und Beleimautomaten



Abbildung 17: Probetrieb des Scherenhubtisches



Abbildung 18: Probetrieb der Stapelanlage



Abbildung 19: Ansicht auf den Schonplattenplatz

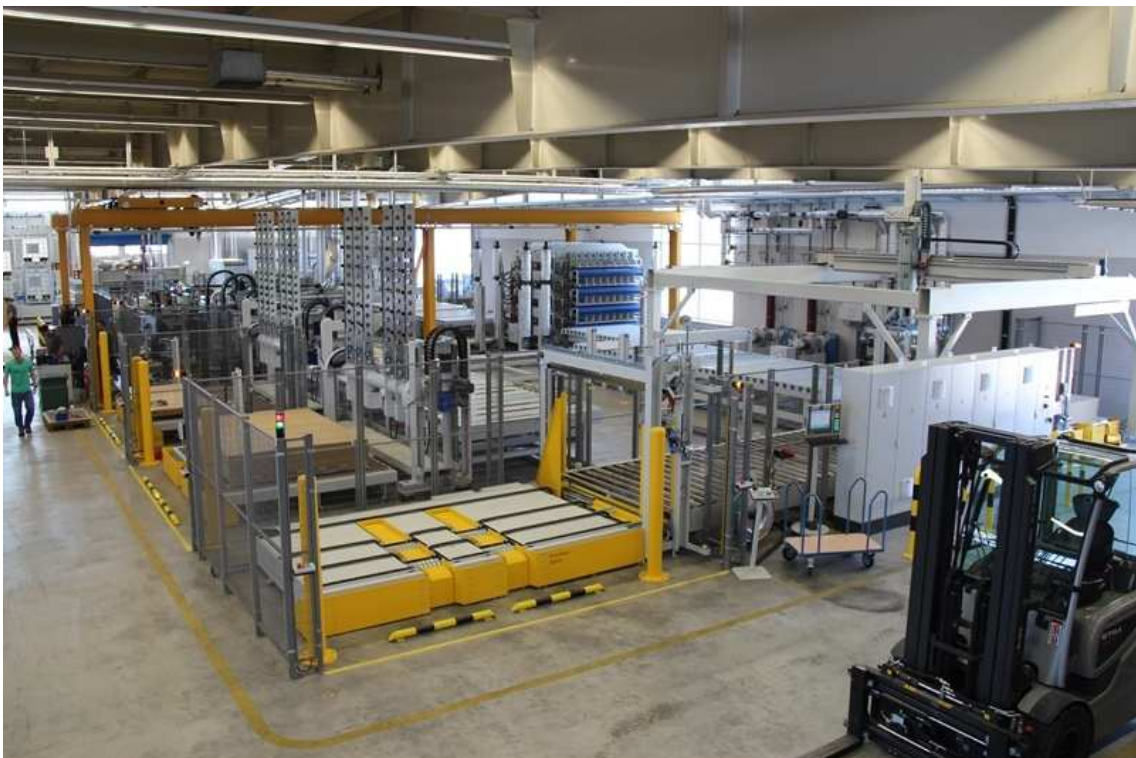


Abbildung 20: Ansicht der fertiggestellten Produktionsanlage



Abbildung 21: Ansicht auf die ersten großformatigen Testproduktionen



Abbildung 22: Ansicht auf die ersten großformatigen Produktionen

2.4 Darstellung der Schwierigkeiten / Hemmnisse des Vorhabens

Der kritische Erfolgsfaktor dieses Vorhaben war die genaue Abstimmung und Synchronisation der einzelnen Anlagenkomponenten und Technologien. Zwar konnten vor Projektbeginn alle Einzelschritte im Labormaßstab umgesetzt werden, die großtechnische Adaption musste dennoch vollständig neu geplant werden.

Da die einzelnen Prozessschritte aufeinander aufbauen, gab es in dem Projekt auch keinerlei Spielraum für Fehler oder Kompensationsmöglichkeiten, z.B. für langsamere Anlagenteile.

Für die Umweltwirkung des Verfahrens und der Produkte, war es essentiell wichtig, die gesteckten Ziele hinsichtlich Automatisierungsgrad, Prozessgeschwindigkeit und -effizienz, Produktionskapazität bei hoher Energie- und Ressourceneffizienz und gleichzeitig hoher Produktqualität einzuhalten.

Da dieses neue Produktionsverfahren erstmalig im Stand der Technik umgesetzt wurde, gab es keinerlei Erfahrung, auf die man hätte zurückgreifen können.

Ein Fehlschlag in einem Bereich der Prozesskette hätte das gesamte Projekt in Gefahr gebracht. Die Firma lws musste also mit „Bedacht“ vorgehen und teilweise Neukonstruktionen erarbeiten, um die Anlagenteile, die ausnahmslos im Sondermaschinenbau erstellt wurden, bauen zu können.

2.4.1 Unvorhergesehene Schwierigkeiten bei der Standorterschließung

Der Umzug in die Räumlichkeiten des neuen Firmengeländes in Bad Aibling im Ortsteil Mietraching gestaltete sich aufwendiger als anfangs vermutet. Der Standort wurde militärisch genutzt, so dass keinerlei Dokumentation vorhanden war. Zudem war die Bausubstanz derart geschädigt, dass eine vollständige Sanierung notwendig war.

Insgesamt mussten drei Gebäude vollständig umgebaut werden. Bis auf die Außenhülle der Gebäude blieb nichts weiter bestehen.

Die finanziellen und zeitlichen Investitionen übertrafen so bei weitem die ursprünglichen Planungen für den Umbau. Als Ausgleich gegenüber dem erhöhten Aufwand bei der Erschließung bietet das Standortgelände jedoch erhebliche Erweiterungsflächen, die im Falle des Projekterfolges erforderlich sind.

Die zukunftsorientierte Attraktivität des Standorts ist demzufolge trotz aller Schwierigkeiten generell gegeben.



Abbildung 23: Blick in die Produktionshalle (aufgenommen am 07.06 2010)



Abbildung 24: Blick in die Produktionshalle nach Entfernen der Innenwände

2.4.2 Unvorhergesehene Unterbrechungen

2.4.2.1 Klebstoffauswahl

Um die bei der Antragstellung dargestellten technischen Herausforderungen der Klebstoffapplikation optimal zu lösen, wurden neue Klebstoffventile und ein Klebstoffversuchsstand konzipiert und gefertigt. Die Auslegung der Ventile erfolgte dabei auf Basis von 1K-PUR-Klebstoffen.

Jedoch wurde bei ersten kundenspezifischen Produktentwicklungen, basierend auf dem Großformat, festgestellt, dass der bisher eingesetzte Klebstoff eine Schwachstelle im Systemaufbau darstellte. Dieses Erkenntnis ist insofern verwunderlich, da es sich bei dem Klebstoffsystem um einen sehr hochwertigen Klebstoff mit entsprechenden Zertifikaten für tragende Anwendungen im Holzbau handelt und maximale Festigkeiten verspricht. Dieser Effekt untermauert jedoch auch wiederum das enorme Potential des Leichtbausystems *isocore*® und unterstreicht die statische Wirksamkeit der form- und stoffschlüssigen Verbindung zwischen Kernlage und Deckschicht.

Bei eingehender Untersuchung stellte sich heraus, dass die notwendige Zugfestigkeit der Klebstofffuge mit diesem Klebstoff nicht erreicht werden kann. Damit die Klebstofffugenfestigkeit im Sandwichverbund auch bei höchsten Beanspruchungen gewährleistet werden kann, musste ein geeigneteres Klebstoffsystem gefunden werden.



Abbildung 25: Prüfvorrichtung für einen Klebstoffzugfestigkeitsversuch

2.4.2.2 Bau der Klebstoff-Auftragsköpfe

Um den Klebstoff punktgenau in den Vertiefungen abzusetzen, werden Klebstoffauftragsköpfe benötigt, die eine genaue Klebstoffmenge in sehr kurzer Zeit applizieren können.

Alle Systeme, die am Markt zugekauft werden konnten, haben diese Anforderungen nicht erfüllt. Es musste ein eigenes System gebaut werden, das den Anforderungen genügt, sowie wartungsarm und leicht wieder instand zu setzen ist.

Mithilfe eines Versuchstandes mussten Langzeitversuche zur Dauerfestigkeit der neuen Klebstoffventile durchgeführt werden.

Die so ermittelten Erfahrungswerte ermöglichten eine abschließende Konstruktion der Auftragsköpfe.

2.4.2.3 Konstruktion der Bohr- und Frästechnik

Um die bei der Antragstellung dargestellte technische Herausforderung der Bohrtechnik optimal lösen zu können, wurden am Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart die dynamischen Bohrkraften an den vom Werkzeuglieferanten entwickeltem Fräswerkzeug (Prototyp) ermittelt.

Zudem wurden bei einem vom Werkzeughersteller begleitetem Praxisversuch der neuen Bohr- und Fräswerkzeuge, die realen Schnittkräfte und die Schnittleistung beurteilt. Dabei wurde deutlich, dass das vom Werkzeuglieferanten erarbeitete Werkzeugkonzept zu einer zu hohen Schnittleistung führt.

Um die zu hohen Schnittleistungen der Bohr- und Fräswerkzeuge zu minimieren, wurde das Werkzeuggrundkonzept überarbeitet und erneut die Schnittkräfte am IfW in Stuttgart ermittelt.

Dieses Vorgehen führte ebenfalls zu zeitlichen Verzögerungen.



Abbildung 26: Bohrversuch zur Ermittlung der Schnittkräfte am IfW in Stuttgart

2.4.2.4 Aufbau eines Prüflabors

Um die vielen verschiedenen Fragestellungen bei der Maschinen-, Verfahrens- und Produktentwicklung möglichst zeitnah beantworten zu können, musste in einem nicht unerheblichen Maße in die Prüftechnik, sowie den Bau von Vorentwicklungsprüfständen, investiert werden.

2.4.3 Lieferverzögerungen im Schwermaschinenbau

Bezüglich des Sondermaschinenbaus wurden einschlägige Lieferanten eng in die Entwicklungs- und Konstruktionsarbeit eingebunden. So war es möglich, frühzeitig die Machbarkeit und Herstellbarkeit zu prüfen.

Aufgrund von Personalproblemen eines Maschinenbaulieferanten, kam es im Schwermaschinenbau der Flächenpresse zu Lieferverzögerungen von 16 Wochen.

Ein weiterer Lieferant musste „aufgebaut“ werden, um die notwendigen Arbeiten durchführen zu können. Dies ist insofern schwierig, da es bundesweit nur wenige Maschinen gibt, auf denen Bauteile dieser Dimension, und vor allem der geforderten Präzision, hergestellt werden können.

2.5 Behördliche Anforderungen

2.5.1 Brandmeldeanlage mit Aufschaltung zur Feuerwehrleitstelle gemäß LBO

Das Brandschutzkonzept sah zwingend vor, dass in der Produktionshalle eine automatische Brandmeldeanlage mit Aufschaltung zur Feuerwehrleitstelle eingebaut werden muss. Diese wurde auf freiwilliger Basis auf die Bürogebäude erweitert und durch die DEKRA am 11. Juli 2011 abgenommen.

Die dabei zu beachtenden Regeln sind:

- VdS-Richtlinie Betrieblicher Brandschutz
- VdS-Richtlinie für den angesiedelten Betrieb
- Flucht- und Rettungswegplan
- Flucht- und Rettungswegmarkierungen
- Feuerwehrpläne
- Brandschutzordnung

2.5.2 Baugenehmigung zur Errichtung einer Heizzentrale gemäß BayBo

Für die erforderliche Prozesswärme, und um die eigenen Reststoffe verwerten zu können, musste eine Heizzentrale zur Bereitstellung von Heiz- und Prozesswärme errichtet werden.

Die dafür notwendige Baugenehmigung wurde im vereinfachten Verfahren vom Landratsamt Rosenheim am 5. Juli 2012 erteilt.

2.6 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Bei der Erfassung und Auswertung der Betriebsdaten besteht bei diesem Projekt eine Besonderheit. Es gibt keine Möglichkeit, Daten gegen eine vergleichbare Technologie auszuwerten.

Die Produktion des Leichtbausystems lisocore® ist absolutes Neuland. Es ist nicht zu erwarten, dass die Anlage nach Inbetriebnahme nennenswerte Mengen in gleichförmigen und großen Chargen produziert.

Das Produkt muss zunächst am Markt beworben und eingeführt werden. Vor jedem Produkteinsatz steht eine Testphase der Kunden, die sich über mehrere Monate, oft sogar Jahre erstreckt.

Die Anfangsphase der Produktion sieht immer die Herstellung von kleineren Chargen vor. Die Messungen müssen sich daher auf diese „Produktionsausschnitte“ konzentrieren und entsprechend interpretiert werden.

Der wesentliche Erfolgsfaktor liegt jedoch nicht in den niedrigen Energieverbräuchen zur Herstellung des Leichtbau-Werkstoffes lisocore®, sondern in der Anwendbarkeit des Produkts, also in den mechanischen Kennwerten.

2.6.1 Datenerfassung

Üblicherweise stehen aus dem eigentlichen Produktionsprozess nur begrenzt Informationen zur Verfügung. In diesem Fall wurden die Maschinen aber im Sondermaschinenbau erstellt und es besteht voller Zugriff auf die Steuerungstechnik. So wurden beispielsweise jeder Heizkreis und jeder elektrische Maschinenabgang mit digitalen Energiemesszählern ausgestattet.

Mit Hilfe der installierten hauseigenen Gebäudeleittechnik werden die Daten zur Regelung und Überwachung der Energieverbräuche mit individueller Ergebnisauswertung automatisch, sowie teilweise manuell erfasst.

2.6.1.1 Energieerzeugung

Die thermische Energieerzeugung erfolgt mit einem Festbrennstoffkessel, sowie zwei Gaskesseln. Beide Erzeugungssysteme sind mit Wärmemengenzählern ausgestattet. Daneben wird die Leistung der Wärmerückgewinnung erfasst und die thermische Verlustleistung berechnet.

- Messstellen thermische Energieerzeugung [$\text{kWh}_{\text{therm.}}$]
 - Zähler Festbrennstoffkessel
 - Zähler Gaskessel
- Messstellen thermische Energierückgewinnung [$\text{kWh}_{\text{therm.}}$]
 - Zähler Wärmerückgewinnung (WRG); (Hydraulikaggregate, Werkzeugtemperierung, Brikettier-Presse)
- Berechnung thermische Verluste [$\text{kWh}_{\text{therm.}}$]

2.6.1.2 Energieverbrauch

Beim Energieverbrauch wird unterschieden zwischen thermischen und elektrischen Verbrauchern. Die thermischen Verbrauchsstellen sind mit Wärmemengenzählern, die elektrischen Verbrauchsstellen mit Energiemesszählern ausgestattet.

- Messstellen elektrischer Energieverbrauch [$\text{kWh}_{\text{elektr.}}$]
 - Gesamtverbrauch (Hauptzähler)
 - Heizzentrale (elektrischer Bedarf zur Bereitstellung thermischer Energie)
 - Oberdruckpressen I- IV (Verbrauchszähler je Maschine)
 - Plattenproduktionslinie (Verbrauchszähler)
- Messstellen thermischer Energieverbrauch [$\text{kW}_{\text{therm.}}$]
 - Oberdruckpressen (Zuluft-Abluft-Anlage)
 - Plattenproduktionslinie
 - Heizung der Produktionshalle
 - Heizung sonstiger Betrieb

2.6.1.3 Material-/ Rohstoffverbrauch

Die zur Herstellung des Leichtbausystems Isocore® notwendigen Rohstoffe werden im Rahmen der Warenwirtschaft erfasst:

- Imprägnierte Vliese
- Deckschichtmaterialien
- Klebstoff
- Abdeckplatten
- Stapelhölzer
- Verpackungsbänder

2.6.2 Aufbereitung

Alle erfassten Daten (Erzeugung und Verbrauch) werden in der zentralen Datenbank der Gebäudeleittechnik und/oder der Warenwirtschaft gespeichert. Zusätzlich können produktionsrelevante Informationen (BDE/MDE), die in der Steuerung enthalten sind, gespeichert und/oder abgelesen werden. So können diese gezielt genutzt werden, um z.B. Energieverbräuche pro Bauteil, Energie-Rückgewinnungsmengen oder Optimierungsspielräume ‚transparent‘ darzustellen.

Eine gezielte Auswertung dieser Informationen in einer ERP-Software ist denkbar.

2.6.4 Messplan

Der Messplan sah vor, dass im Rahmen einer repräsentativen Fertigungslosgröße die wesentlichen Material- und Energieverbräuche erfasst werden. Somit wurden die energetischen Aufwendungen für die Herstellung von 1m³ Isocore® Leichtbauplatte ermittelt. Anhand der Daten wurde eine Hochrechnung der Verbrauchswerte vorgenommen, sowie ein Vergleich zur Umweltwirkung des Verfahrens gezogen.

Da die Herstellung auf die verschiedenen Betriebsmittel entfällt, wurden die Verbrauchsdaten je Betriebsmittel erfasst und anschließend auf die benötigte Menge [m³] der Referenzplatte bezogen.

Abgrenzung:

Nicht berücksichtigt wurden die Vorketten, wie beispielsweise die Herstellung eines Vliesstoffes, des Bindemittels, der Deckschichten oder des Klebstoffes. Diese Daten liegen bei den Vorlieferanten und können nicht ermittelt werden.

2.6.4.1 Messplan Oberdruckpressen

Messung elektrischer Energieverbrauch Oberdruckpressen					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Gesamtverbrauch Oberdruckpresse	Leistung	Energieverbrauch [kWh]	Produktionsmenge [m ²]	[kWh/m ²]
2	Gesamtverbrauch Temperierung (Werkzeug)	Leistung	Energieverbrauch [kWh]	Produktionsmenge [m ²]	[kWh/m ²]

Tabelle 1: Messung elektrischer Energieverbrauch Oberdruckpressen

Messung thermischer Energieverbrauch Oberdruckpressen					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	HZK Zuluft-Anlage	Wärmemenge	Energieverbrauch [kWh]	Produktionsmenge [m ²]	[kWh/m ²]

Tabelle 2: Messung thermischer Energieverbrauch Oberdruckpressen

Messung Materialverbrauch Oberdruckpresse					
Nr.	Messstelle	Materialart	Rechengröße	Einheit	Verbrauch
1	BDE-ODP	Kernmaterial	Fläche	m ²	m ²

Tabelle 3: Messung Materialverbrauch Oberdruckpresse

2.6.4.2 Messplan Plattenproduktionslinie

Messung elektrischer Energieverbrauch Plattenproduktion					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Gesamtverbrauch Plattenproduktion	Leistung	Energieverbrauch [kWh]	Produktionsmenge [m²]	[kWh/m²]

Tabelle 4: Messung elektrischer Energieverbrauch Plattenproduktion

Messung thermischer Energieverbrauch Plattenproduktion					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Heizungsverteiler Abgang Plattenprod.	Wärmemenge	Energieverbrauch [kWh]	Produktionsmenge [m²]	[kWh/m²]

Tabelle 5: Messung thermischer Energieverbrauch Plattenproduktion

Messung Materialverbrauch Plattenproduktion					
Nr.	Messstelle	Materialart	Rechengröße	Einheit	Verbrauch
1	BDE-PL	Deckschichten	Fläche	m²	m²
2	BDE-PL	Kernmaterial	Fläche	m²	m²
3	BDE-PL	Klebstoff	Gewicht	Kg	kg
4	BDE-PL	Schonplatten	Fläche	m²	m²
5	BDE-PL	Stapelhölzer	Volumen	m³	m³
6	BDE-PL	Umreifungsband	Meter	Lfm	lfm

Tabelle 6: Messung Materialverbrauch Plattenproduktion

Dem gegenüber steht die produzierte Menge Isocore®.

2.6.4.3 Messplan thermische Energieerzeugung (Heizzentrale)

Messung elektrischer Energieverbrauch der Heizzentrale					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Heizzentrale	Leistung	Energieverbrauch [kWh]	Produktionsmenge [m²]	[kWh/m²]

Tabelle 7: Messung elektrischer Energieverbrauch der Heizzentrale

Messung thermische Energieerzeugung der Heizzentrale					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Wärmemengenzähler (Holzkessel)	Wärmemenge	Energieerzeugung [kWh]	Produktionsmenge [m²]	[kWh/m²]
	Wärmemengenzähler (Erdgaskessel)	Wärmemenge	Energieerzeugung [kWh]	Produktionsmenge [m²]	[kWh/m²]

Tabelle 8: Messung thermische Energieerzeugung der Heizzentrale

2.6.4.4 Messplan thermische Wärmerückgewinnung

Messung thermische Energierückgewinnung					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Wärmemengenzähler (WRG-ODP-PL)	Wärmemenge	Energierückgewinnung [kWh]	Produktionsmenge [m²]	[kWh/m²]

Tabelle 9: Messung thermische Energierückgewinnung

2.6.4.5 Messplan sonstige betriebliche Energieverbraucher

Messung thermischer Energieverbrauch Gebäude					
Nr.	Messstelle	Messart	Energieverbrauch [kWh/Tag]	Produktionsmenge [m²]	Auswertung [kWh/m²]
1	Heizungsverteiler Abgang Heizung Produktion	Wärmemenge	Energieverbrauch [kWh]	Produktionsmenge [m²]	[kWh/m²]
	Heizungsverteiler Abgang Heizung Sonstiges	Wärmemenge	Energieverbrauch [kWh]	Produktionsmenge [m²]	[kWh/m²]

Tabelle 10: Messung thermischer Energieverbrauch Gebäude

2.6.5 Aufbereitung und Dokumentation der Messdaten

Anhand einer repräsentativen Fertigungslosgröße können die Messdaten gemäß Messplan aufgenommen und ausgewertet werden. Daraus kann anschließend der innerbetriebliche Energieverbrauch pro 1m³ Isocore® Leichtbauplatte ermittelt werden. Nachfolgende Übersicht stellt den Energieverbrauch anschaulich zusammen.

Energieeinsatz	
A. Thermisch	
1. Einsatz von fossilen Energieträgern	
- Erdgas	
Summe 1	
2. Einsatz von biogenen Energieträgern	
- Bohrspäne	
- Sonstige Reststoffe	
Summe 2	
3. Einsatz von Nutzenergie	
- Wärmerückgewinnung	
Summe 3	
Summe A (1+2+3)	
B. Elektrisch	
Stromeinsatz	
Summe B	
C. Transport im Werk	
Kraftstoffe	
Summe C	
Summe A + B + C	
Gesamtsumme in MJ/m³	

Tabelle 11: Auswertung innerbetrieblicher Energieverbrauch

3 Ergebnisse

3.1 Bewertung der Vorhabendurchführung

Gemäß der Antragstellung erfolgt die Bewertung und Erfolgskontrolle dieses Projekts in drei Schritten:

- Begutachtung des fertigen Produktes
 - o Ist das Produkt anwendbar? Wurden die technischen Eigenschaften erreicht?
- Kontrolle des Produktionsprozesses
 - o Kann das Produkt material- und energieeffizient hergestellt werden?
- Abschätzung der umweltrelevanten Folgen durch die Produktverwendung
 - o Blick in die Zukunft, die sich mit dem Eigenschaftsprofil des Produktes erreichen lässt.

3.1.1 Begutachtung des fertigen Produktes

Für eine vollständige und lückenlose Begutachtung des Produktes ist es von außerordentlicher Wichtigkeit, dass ein funktionierendes Qualitätssicherungs- und Forschungszentrum aufgebaut wurde. Mit hochwertiger und vorausschauender Ausstattung ermöglicht diese Einrichtung eine allumfassende Qualitätssicherung und stetige Weiterentwicklung der Produkte. Durch die Prüfungen, welche sich nicht nur auf geltende Normen und Richtlinien beziehen, sondern auch an gewünschte Kundenanforderungen angepasst werden können, ist es möglich, die hohe Leistungsfähigkeit der Produkte herauszuarbeiten. Die individuelle Anpassung an verschiedene Szenarien des aktuellen Marktgeschehens führt zu einer stetigen, nach vorne gerichteten Entwicklung der Produkte.

Es konnte nachgewiesen werden, dass das fertige Serienprodukt über identische und zum Teil bessere technische Eigenschaften verfügt, als die kleinformigen Prototypen. Diese konnten bereits auf Kleinmaschinen vor Beginn des Vorhabens in Handarbeit hergestellt werden.

Bezogen auf einen kundenindividuellen Plattenaufbau, konnte der Biege-E-Modul und die Biegefestigkeit um etwa 20% verbessert werden (siehe Tabelle 12). Der hier zum Einsatz kommende Iisocore® Plattenaufbau entspricht folgendem Detailaufbau:

- Deckschichten aus HDF 4,0 mm
- Kernlage aus Naturfaservlies (Flachs/Hanf Fasern)
- Oberfläche ist unbeschichtet

Technische Eigenschaften	Norm	kleinformatiger Prototyp (890 x 2.070 mm)	serielles Großformat (2.800 x 2.070 mm)
Plattenstärke [mm]	DIN EN 324	23,8	23,8
Rohdichte [kg/m³]	DIN EN 326	350	350
Biege-E-Modul [N/mm²]	DIN EN 310	2.700	3.300
Biegefestigkeit [N/mm²]	DIN EN 310	21	25

Die hier dargestellten Werte wurden im hauseigenen Prüflabor in Anlehnung an die jeweilige Norm ermittelt. Es handelt sich hierbei um Mittelwerte.

Tabelle 12: Vergleich einer Referenzplatte im Kleinformat mit dem Großformat aus der Serienfertigung

Im Vergleich zu herkömmlichen Holzwerkstoffen verfügt das fertige Serienprodukt zum Teil über identische, wenn nicht sogar bessere Eigenschaften

Produkt	Anwendung/ Bemerkung	Rohdichte [kg/m³]	Biege-E-Modul [N/mm²]	Biegefestig. [N/mm²]	Querzugs- festig. [N/mm²]
Norm		DIN EN 323	DIN EN 310	DIN EN 310	DIN EN 319
lisocore®	Möbelbau/ Innenausbau	350	3.300	25	0,3
Spanplatte P2	Möbelbau/ Innenausbau	630	1.500	11	0,3
Spanplatte P4	Möbelbau/ Innenausbau	660	2.050	13	0,3
Spanplatte P6	Möbelbau/ Innenausbau	700	2.550	16	0,4
MDF	Möbelbau/ Innenausbau	800	3.100	31	0,8
OSB3	Holzbau/ Ausbau	600	3.500	18	0,3
OSB4	Holzbau/ Ausbau	>600	4.800	26	0,4
Multiplex	Holzbau/ Ausbau	670	7.200	62	>0,8

Die hier dargestellten Werte wurden aus einschlägigen Produktnormen entnommen bzw. im hauseigenen Prüflabor in Anlehnung an die jeweilige Norm ermittelt. Es handelt sich hierbei um Mittelwerte.

Tabelle 13: Vergleich ausgewählter lisocore® Aufbauten mit herkömmlichen Holzwerkstoffplatten, Plattenstärke ca. 25 mm (Vollprodukte, kein Leichtbau)

Im Vergleich zu den wichtigsten Wettbewerbsprodukten des Leichtbaus setzt das fertige Serienprodukt, bezogen auf die technischen Eigenschaften, in fast allen Bereichen die Maßstäbe.

Produkt	Anwendung/ Bemerkung	Rohdichte [kg/m³]	Biege-E-Modul [N/mm²]	Biegefestig- keit. [N/mm²]	Querzugs- festigkeit. [N/mm²]
Norm		DIN EN 323	DIN EN 310	DIN EN 310	DIN EN 319
lisocore®	Leichtbau Werkstoffverbund	350	3.300	25,0	0,30
Balance Board	leichte Spanplatte von Pfeiderer	500	1.500	10,5	0,30
AirMaxx	leichte Spanplatte von Nolte	450	~ 1.300	7,8	0,25
Eurolight	Wabenplatte von Egger	270	2.000	9,0	0,15
Dendrolight	optimierte Tischlerplatte Dendrolight Latvija	400	2.400	11,0	~ 0,40
Greenpanel	Stegplatte von Finsa	350	1.000	10,0	0,15
SWL-light	leichte Tischlerplatte von SWL	450	2.300/5.600	20/36	~ 0,40
MDF-light	Leichte MDF Platte von Finsa	400	1.300	12,0	0,06

Tabelle 14: Vergleich ausgewählter Leichtbauwerkstoffe mit lisocore® in der Stärke von ca. 25 mm

Um die Leistungsfähigkeit des Leichtbau-Werkstoffes lisocore® zu verdeutlichen, wurden Einlegeböden aus lisocore® mit Einlegeböden aus Spanplatten Typ P2 in der Stärke 25,0 mm mit einander verglichen. Die Abbildung 27 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse einer Dauerdurchbiegungsprüfung gemäß DIN-68874-1. Es ist der deutliche Unterschied der Verformung zwischen den Plattentypen zu entnehmen. Je geringer die Durchbiegung, desto höher die Leistungsfähigkeit des Plattenwerkstoffes.

Zusätzlich zu den normierten Testreihen zeigen auch kundenspezifische Prüfreihen den Leistungsvorteil von lisocore® im Vergleich mit anderen Plattenmaterialien. Die Abbildung 28 zeigt eine Dauerdurchbiegungsprüfung gemäß DIN 68874-1, in der eine kundenspezifische Spannweite von 1 m und einer Prüflast von 60 kg/m² verwendet wurde.

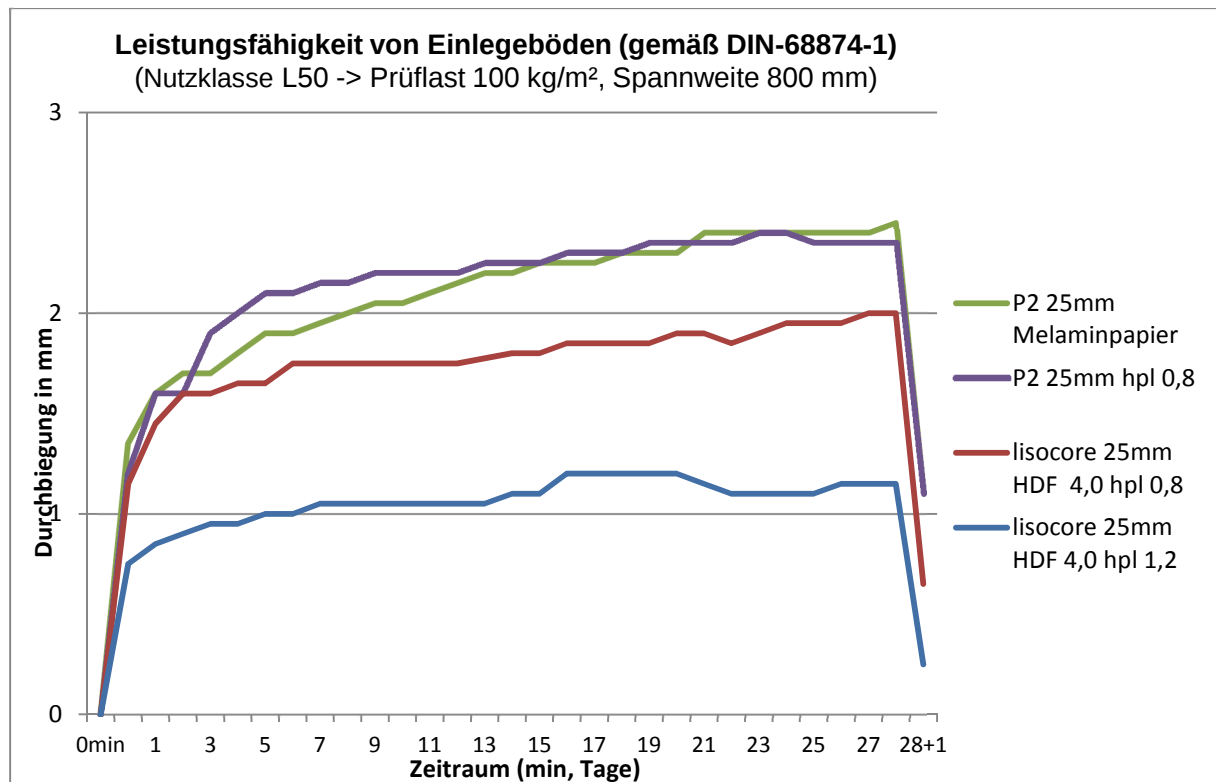


Abbildung 27: Leistungsvergleich von Einlegeböden (DIN-68874-1)

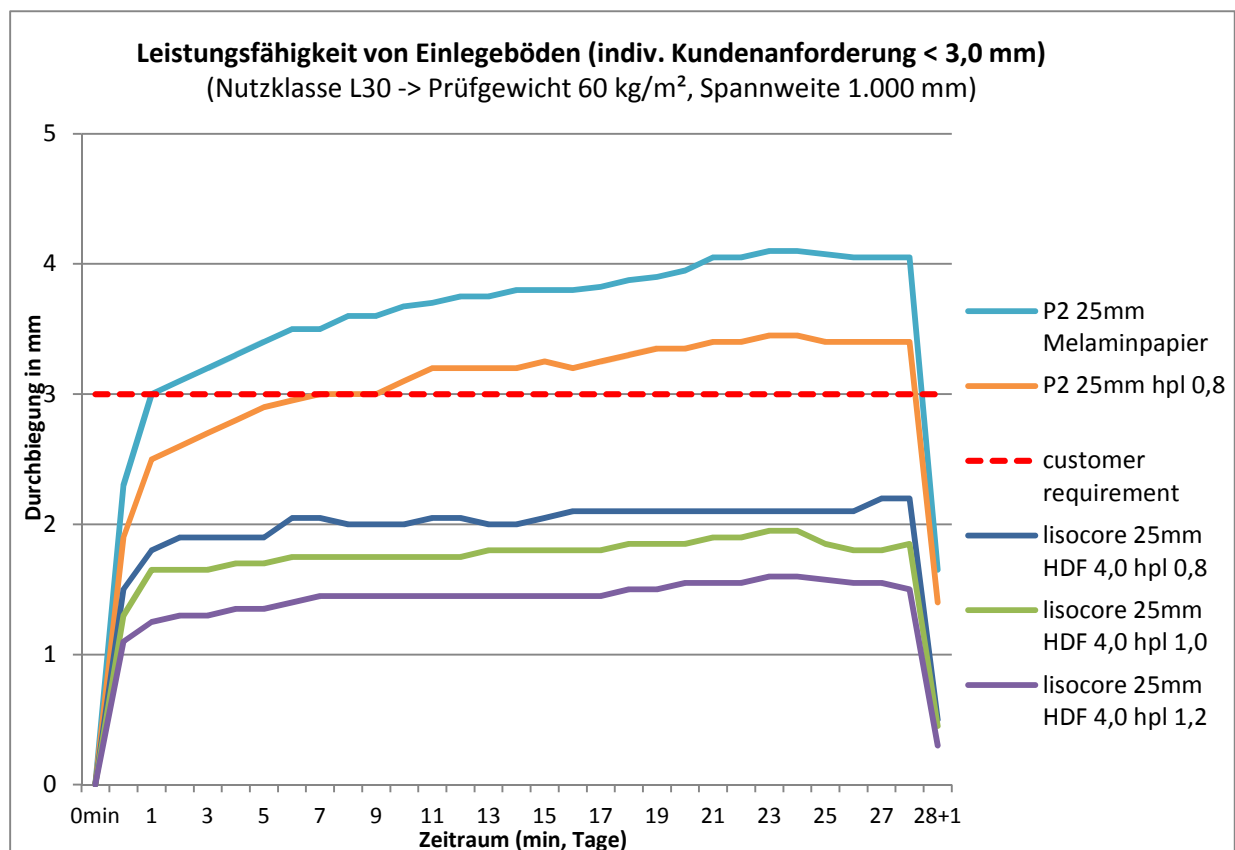


Abbildung 28: Leistungsvergleich von Einlegeböden (individuelle Kundenanforderung)

Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Vergleich von herkömmlichen Holzwerkstoffen, wie in diesem Beispiel einer Spanplatte Typ P2, und dem Produkt lisocore® einen erheblichen Unterschied in diversen Bereichen aufzeigt. Der somit entstehende Gesamteindruck des Produktes wird durch das nachfolgende Netzdiagramm (Abbildung 29) gestützt.

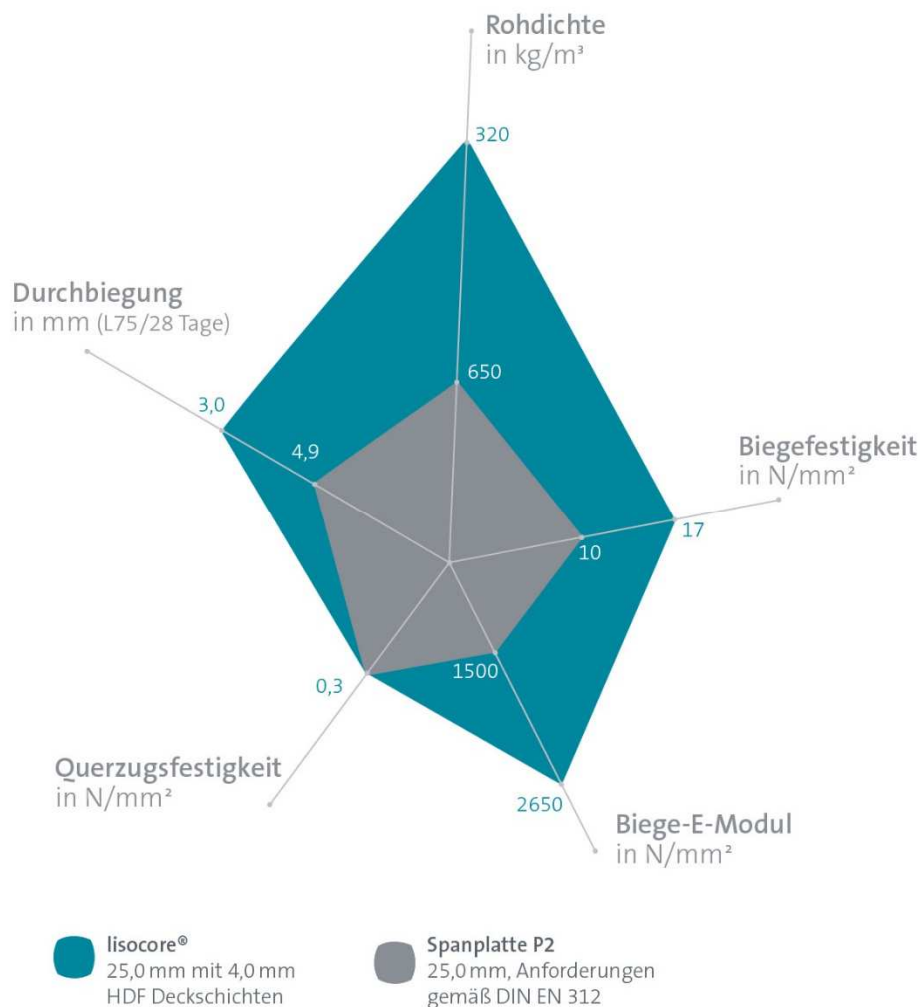


Abbildung 29: Netzdiagramm Vergleich P2 – lisocore® in 25,0 mm

Durch die Grafik zeigt sich nicht nur eine rein technische Verbesserung zur weitverbreiteten Spanplatte. Betrachtet man die Ergebnisse aus einem anderen Blickwinkel, zeigt sich, dass durch die Steigerung der Materialeffizienz dieser Leichtbauweise hervorragende Errungenschaften erzielt wurden. Vergleicht man die beiden Rohdichten miteinander, so stellt sich heraus, dass eine Steigerung der mechanischen Eigenschaften nicht gleichbedeutend mit einer Steigerung der eingesetzten Materialien einhergeht. Durch die Verwendung des hochentwickelten Aufbaus von lisocore® lassen sich enorme Festigkeitswerte erzielen, obgleich ein geringerer Materialeinsatz nötig ist. Bei einem Materialeinsatz von nur rund 50% im Vergleich zur Spanplatte, werden gleiche bzw. höhere Festigkeitswerte erreicht (bezogen auf Beispielaufbau 25,0mm Stärke). Dieser Gesichtspunkt unterstreicht den Effizienzcharakter von lisocore®. Dem potentiellen Kunden wird dieser Aspekt der ressourcenschonenden Produktion, neben den rein technischen Vorteilen, dargestellt.

3.1.2 Kontrolle des Produktionsprozesses

Neben den umweltrelevanten Themen, die in den folgenden Kapiteln erläutert werden, folgen an dieser Stelle noch einige ergänzende Hinweise zum Produktionsverfahren.

Durch die Anlagenautomatisierung und die maschinellen Ausstattungen mit Sensorik werden die Produktionsprozesse laufend überwacht. Stimmen ein oder mehrere Produktionsparameter nicht mit den hinterlegten Produktionsdaten überein, werden dem Anlagenbediener entsprechende Hinweise und Fehlermeldungen angezeigt. Der Bediener entscheidet im Rahmen der Qualitätssicherung, ob es sich hierbei um Gut- oder Ausschussware handelt.

- Überwachung der Deckschichtparameter (Länge, Breite, Dicke)
- Überwachung der Bohrtiefen
- Überwachung der Klebstoffmengen, sowie der offenen Klebezeit
- Überwachung der Plattenstärke und des Formats

Parameter, die nicht eingehalten werden, führen zu einer automatischen Ausschleusung der Teile bzw. zu Fehlermeldungen.

Die Platte wird mit einer Dickentoleranz von $\pm 0,1$ mm hergestellt (!). Üblicherweise geht man von Toleranzen im Bereich von $\pm 0,3$ mm aus. lisocore® ist somit als absolutes Präzisionsprodukt zu werten.

3.1.3 Abschätzung der umweltrelevanten Folgen durch die Produktverwendung

Zunächst steht mit lisocore® ein Präzisionsprodukt zur Verfügung, das mit erheblichen mechanischen Eigenschaften beeindruckt.

In einigen wenigen Marktbereichen, in denen der Leichtbau erforderlich wurde (z.B. im Caravan-Markt und im Schiffsinnenausbau) hatte man sich mit den schlechten Produkteigenschaften von Leichtbauprodukten arrangiert.

Mit lisocore® lassen sich jetzt aber Produkte und Ideen umsetzen, bei denen das Gewicht nicht vordergründiges Thema ist.

Lisocore® hat nach aktuellen Erkenntnissen einige Eigenschaftsprofile, bei denen der Leichtbau – besser formuliert, die modernen umweltschonenden Werkstoffe – in völlig neue Marktbereiche Einzug erhält, bzw. erhalten.

Dadurch kann eine viel bessere Umweltwirkung erreicht werden. Es ist nicht notwendig, sich ausschließlich auf leichte Anwendungen zu konzentrieren.

Dazu zwei aktuelle Projektbeispiele:

Projekt 1

Bei einem modernen Schreibtischsystem sollte eine dünne Deckplatte zum Einsatz kommen. Würde diese Deckplatte aus einer Spanplatte hergestellt, hätte die Platte keine ausreichende Stabilität. Mit lisocore® erreicht man bei einer Stärke von 19 mm die bis zu dreifache Festigkeit einer Spanplatte, bei halbem Gewicht. Mit lisocore® konnte das Tischsystem erfolgreich gebaut werden. Die Stabilität des Produkts und das niedrige Gewicht waren für den Kunden entscheidend für den Einsatz von lisocore®.

Das Tischsystem wurde mit dem Red Dot Award ausgezeichnet und wird weltweit vertrieben. Es erfüllt nicht nur die europäischen, sondern auch die asiatischen und amerikanischen Anforderungen.



Abbildung 30: Stapeltisch yuno



Abbildung 31: Stapeltisch yuno

Projekt 2

Ein moderner Caravan, der die aktuellen Themen der Branche aufgreift. E-Mobilität, die neuen Führerscheinklassen, etc. führen zu immer weniger Anhängerlast der Zugfahrzeuge. Innerhalb des Projekts wurde ein Wohnanhänger in extremer Leichtbauweise umgesetzt.

Lisocore® kommt hier in den Stärken 15 und 22 mm für alle flächigen Anwendungen zum Einsatz. Das Projekt wird in der Branche als Leuchtturm-Projekt angesehen, als Vorreiter für neue Bauweisen und eine moderne zukunftsorientierte Ausrichtung.



Abbildung 32: Knaus Travelino



Abbildung 33: Knaus Travelino

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die Verwendung von lisocore® eine erhebliche Umweltwirkung entsteht. Das Produkt lässt sich sehr energie- und materialeffizient herstellen. Jeder m² lisocore®, der Vollwerkstoffe ersetzt, spart Ressourcen und mindert den CO₂-Ausstoß.

Durch das hervorragende Eigenschaftsprofil von lisocore® lassen sich zudem Anwendungen und Bereiche erschließen, die dem „Leichtbau“ bislang verwehrt waren.

3.2 Stoff- und Energiebilanz

Anhand einer repräsentativen Fertigungslosgröße wurden lisocore® Leichtbauplatten in der Stärke 17,4 mm produziert. Zum Einsatz kamen Deckschichten aus HDF. Insgesamt wurden hierfür eine Deckschichtfläche von 440,50 m² und eine Kernstrukturfläche von 220,25 m² benötigt. In den nachfolgenden Unterkapiteln Rohstoffbilanz und Energiebilanz werden die ermittelten Daten für diese Produktionscharge dargestellt. Anschließend können daraus der Rohstoffverbrauch und der Energieverbrauch für die Produktion von 1m³ lisocore® Leichtbauplatte ermittelt werden.

3.2.1 Rohstoffbilanz

Gemäß einer Referenzproduktion von lisocore® Leichtbauplatten in der Stärke 17,4 mm.

Messung Materialverbrauch Oberdruckpresse					
Nr.	Messstelle	Materialart	Rechengröße	Einheit	Verbrauch
1	BDE-ODP	Kernmaterial	Fläche	m ²	220,25 m ²

Tabelle 15: Messung Materialverbrauch Oberdruckpresse

Messung Materialverbrauch Plattenproduktion					
Nr.	Messstelle	Materialart	Rechengröße	Einheit	Verbrauch
1	BDE-PL	Deckschichten	Fläche	m ²	440,50 m ²
2	BDE-PL	Kernmaterial	Fläche	m ²	220,25 m ²
3	BDE-PL	Klebstoff	Gewicht	kg	22,03 kg
4	BDE-PL	Schonplatten	Fläche	m ²	11,59 m ²
5	BDE-PL	Stapelhölzer	Volumen	m ³	0,052 m ³
6	BDE-PL	Umreifungsband	Meter	lfm	14,94 lfm

Tabelle 16: Messung Materialverbrauch Plattenproduktion

Die Produktion entspricht 3,85 m³ lisocore®.

lisocore®:

440,50 m² x 0,004 m (Deckschichtstärke) x 900 kg/m³ (Deckschichtdichte) = 1,57 Tonnen Holzwerkstoff für die Deckschichten

220,25 m² x 0,0012 m (Kernstärke) x 1000 kg/m³ (Kerndichte) = 0,264 Tonnen Holzwerkstoff für die Kernlage

Gesamt: 1,834 Tonnen Materialeinsatz

Vergleich mit einem Vollwerkstoff auf Basis von Holzwerkstoffen.

Vollwerkstoff (FPY P2):

$220,25 \text{ m}^2 \times 0,0174 \text{ m (Plattenstärke)} \times 640 \text{ kg/m}^3 \text{ (Plattendichte)} = 2,452 \text{ Tonnen Materialeinsatz}$

Im Vergleich zu einem Vollwerkstoff (Spanplatte P2) werden bezogen auf dieses Produktbeispiel bereits 25 % weniger Rohmaterial (Holzwerkstoff) eingesetzt.

Generell gilt, je dicker der Plattentyp, desto höher ist die Einsparung beim Rohmaterial.

15 mm ist die dünnste Platte, die überhaupt hergestellt wird. Bereits bei dieser geringen Plattenstärke lassen sich große Mengen wertvoller Ressourcen einsparen.

(Die Rohstoffbilanz ist vereinfacht und nur stellvertretend für einen Plattentyp. Dieser Plattentyp wird in dem Referenzbeispiel aus Kapitel 3.1.3 eingesetzt)

3.2.2 Energiebilanz

Gemäß der Referenzproduktion der Isocore® Leichtbauplatten in der Stärke 17,4 mm wurden die folgenden Verbrauchswerte ermittelt:

Messung elektrischer Energieverbrauch Oberdruckpressen					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Gesamtverbrauch Oberdruckpresse	Leistung	Energieverbrauch 91,4 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,415 [kWh/m²]
2	Gesamtverbrauch Temperierung (Werkzeug)	Leistung	Energieverbrauch 186 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,844 [kWh/m²]

Tabelle 17: Messung elektrischer Energieverbrauch Oberdruckpressen

Messung thermischer Energieverbrauch Oberdruckpresse					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	HZK Zuluft-Anlage	Wärmemenge	Energieverbrauch 120 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,545 [kWh/m²]

Tabelle 18: Messung thermischer Energieverbrauch Oberdruckpresse

Messung elektrischer Energieverbrauch Plattenproduktion					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Gesamtverbrauch Plattenproduktion	Leistung	Energieverbrauch 149,2 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,677 [kWh/m²]

Tabelle 19: Messung elektrischer Energieverbrauch Plattenproduktion

Messung thermischer Energieverbrauch Plattenproduktion					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Heizungsverteiler Abgang Plattenproduktion	Wärmemenge	Energieverbrauch 200 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,908 [kWh/m²]

Tabelle 20: Messung thermischer Energieverbrauch Plattenproduktion

Messung elektrischer Energieverbrauch der Heizzentrale					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Heizzentrale	Leistung	Energieverbrauch 4,3 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,0195 [kWh/m²]

Tabelle 21: Messung elektrischer Energieverbrauch der Heizzentrale

Messung thermische Energieerzeugung der Heizzentrale					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Wärmemengenzähler (Holzkessel)	Wärmemenge	Energieerzeugung 400 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	1,816 [kWh/m²]
	Wärmemengenzähler (Erdgaskessel)	Wärmemenge	Energieerzeugung 0,00 [kWh]	Produktionsmenge [m²]	0,00 [kWh/m²]

Tabelle 22: Messung thermische Energieerzeugung der Heizzentrale

Messung thermische Energierückgewinnung					
Nr.	Messstelle	Messart	Messgröße	Bezugsgröße	Ergebnis-Größe
1	Wärmemengenzähler (WRG-ODP-PL)	Wärmemenge	Energierückgewinnung 40 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,181 [kWh/m²]

Tabelle 23: Messung thermische Energierückgewinnung

Messung thermischer Energieverbrauch Gebäude					
Nr.	Messstelle	Messart	Energieverbrauch [kWh/Tag]	Produktionsmenge [m²]	Auswertung [kWh/m²]
1	Heizungsverteiler Abgang Heizung Produktion	Wärmemenge	Energieverbrauch 84,445 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,38 [kWh/m²]
	Heizungsverteiler Abgang Heizung Sonstiges	Wärmemenge	Energieverbrauch 9,572 [kWh]	Produktionsmenge 220,25 [m²]	0,04 [kWh/m²]

Tabelle 24: Messung thermischer Energieverbrauch Gebäude

Der Messplan sah vor, dass im Rahmen einer repräsentativen Fertigungslosgröße die wesentlichen Material- und Energieverbräuche erfasst werden. Somit wurden die innerbetrieblichen energetischen Aufwendungen für die Herstellung von 1m³ lisocore® Leichtbauplatte ermittelt. Anhand der Daten kann eine Hochrechnung der Verbrauchswerte, sowie ein Vergleich zur Umweltwirkung des Verfahrens gezogen werden.

Da die Herstellung auf die verschiedenen Betriebsmittel entfällt, wurden die Verbrauchsdaten je Betriebsmittel erfasst und anschließend auf die benötigte Menge [m³] der Referenzplatte bezogen.

Abgrenzung:

Keine Berücksichtigung fanden die Vorketten, wie beispielsweise die Herstellung eines Vliesstoffes, des Bindemittels, der Deckschichten, oder des Klebstoffes, sowie der Transport.

Energieeinsatz	kWh/m²	MJ/m³
A. Thermisch		
1. Einsatz von fossilen Energieträgern		
- Erdgas	0,00	0,00
Summe 1	0,00	0,00
2. Einsatz von biogenen Energieträgern		
- Bohrspäne	1,816	375,724
- Sonstige Reststoffe	0,00	0,00
Summe 2	1,816	375,724
3. Einsatz von Nutzenergie		
- Wärmerückgewinnung	0,181	37,448
Summe 3	0,181	37,448
Summe A (1+2+3)	1,997	413,172
B. Elektrisch		
Stromeinsatz	1,955	404,483
Summe B	1,955	404,483
C. Transport im Werk		
Kraftstoffe (Elektrostapler)	-	-
Summe C		
Gesamtsumme A + B + C	3,952	817,66

Tabelle 26: Auswertung des Energieeinsatzes zur Herstellung von lisocore® (ohne Deckschichten)

Energieinput	
A. Thermisch	[MJ/m³ Spanplatten]
1. Einsatz von fossilen Energieträgern	
- Heizöl (EL)	189
- Heizöl (S)	95
- Sonstiges	60
Summe	344
2. Einsatz von biogenen Energieträgern	
- Rinde	37
- Gebrauchtholz	303
- Holz	159
- Holzreste aus:	
Sieben und Sichten	189
Sieben und Sichten trocken	330
Schleifstaub	719
Produktionsreste	82
Rücklieferungen von Kunden	212
Summe	2032
Summe 1 und 2	2376
B. Elektr. Energieinput	[MJ (Äq)/m³ Spanplatten]
Stromeinsatz	1383
Stromeinsatz gesamt	1383
C. Transport im Werk	[MJ/m³ Spanplatten]
Kraftstoffe	15,92
Transport gesamt	16
Summe A + B + C	3774

Tabelle 27: Energetische Aufwendungen für die Herstellung von Spanplatte für den Trockenbereich
[Prof. Dr. Frühwald, A., Scharai-Rad]

3.3 Umweltbilanz (Ergebnisse des Mess- und Untersuchungsprogramms)

Die aufgebaute Serienproduktionsanlage zur Herstellung des Leichtbausystems lisocore® ist in der Lage, Platten mit folgenden Parametern zu produzieren:

- lisocore® ist im Format 2.180 x 3.100 mm herstellbar,
- lisocore® ist in den Plattenstärken von 15 bis 120 mm herstellbar,
- lisocore® kann mit einer Kapazität von bis zu 1,8 Mio. m² hergestellt werden

3.3.1 Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen

Im Rahmen der innerbetrieblichen Produktionsanteile des Werkstoffes lisocore® (Zukauf der Deckschichten) sind alle eingesetzten Rohstoffe auf Basis von nachwachsenden CO₂-neutralen Werkstoffen.

Ausgenommen davon sind die Bindemittel zur Bindung der Kernlage, und der Klebstoff zur Verklebung von Deckschichten und Kernstruktur, die nur in geringsten Mengen zum Einsatz kommen.

Lisocore® ist somit als „sortenreiner Holzwerkstoff“ zu betrachten, ganz im Gegensatz zu Sandwichprodukten mit einer Innenlage aus Kunststoffschäumen, imprägnierten Waben, oder ähnlichen Werkstoffen.

3.3.2 Verwendung von ökologischen Bindemitteln und Klebstoffen

Es werden umweltschonende Bindemittel (bspw. Acrylate) und Klebstoffsysteme (bspw. 1K-PUR) zur Herstellung von lisocore® eingesetzt. Die Bindung der Kernlage, sowie die Verklebung der Schichten, erfolgen formaldehydfrei.

Das Entwicklungs- und Prüflabor „Holztechnologie in Dresden (eph)“ wurde beauftragt, eine orientierende Emissionsmessung (gemäß RAL-UZ 76) an einem ausgewählten lisocore® Aufbau zu testen. Dabei konnten keinerlei Isocyanat- und nur geringste Formaldehydemissionen (0,016 ppm) nachgewiesen werden. (25.07.2014, eph Dresden, Prüfbericht 2514292).

Basierend auf den positiven Ergebnissen der Emissionsmessungen (gemäß RAL-UZ 76) muss im nächsten Schritt geprüft werden, ob das Leichtbausystem lisocore® die Formalien zur Antragstellung erfüllen kann. Derzeit werden im Geltungsbereich des RAL UZ 76 keine Leichtbauplatten genannt. Hierzu bedarf es der Rücksprache mit der RAL-gGmbH als zuständige Vergabestelle des Umweltzeichens „blauer Engel“.

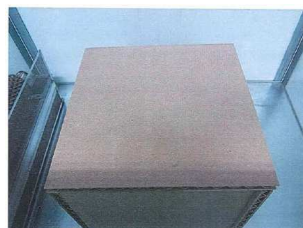


Abbildung 34: Anordnung des Prüfkörpers in der 1m³-Prüfkammer zur Bestimmung der MDI-Emissionen

3.3.3 Umweltfreundlicher Produktionsprozess

Der Produktionsprozess wurde bereits in den vorstehenden Kapiteln verdeutlicht. Durch das Gesamtkonzept ist es möglich, lisocore® mit minimalen Energieverbräuchen herzustellen. In Verbindung mit zielführenden Wärmerückgewinnungssystemen konnte der Gesamt-Energiebedarf zusätzlich abgesenkt werden.

Durch den punktuellen Klebstoffauftrag werden nur etwa 15% der Deckschicht beleimt. Der Klebstoffverbrauch sinkt um 85%.

Insgesamt kommen nur die zwingend erforderlichen materiellen Ressourcen zum Einsatz.

Zur Betrachtung der Effizienz des Produktionsprozesses muss folgende Überlegung herangezogen werden:

Um 17,4 mm eines klassischen Holzwerkstoffes herzustellen, muss eine bekannte Energiemenge eingesetzt werden.

Bei dem alternativen Aufbau des lisocore® Werkstoffes kommen zwei 4-mm-Deckschichten zum Einsatz. Unter der Annahme, dass für jeden Millimeter Plattenwerkstoff die gleiche Energie benötigt wird, verbleibt ein Rest von 9,4 mm. Die Produktion von lisocore® darf also nicht mehr Energie verbrauchen, als üblicherweise für diese 9,4 mm nur benötigt würden.

Energieeinsatz zur Herstellung von 1m ² lisocore® vs. Spanplatte					
Nr.	Plattenmaterial	Plattenstärke mm	Elektrische Energie [kWh/m ²]	Thermische Energie [kWh/m ²]	Gesamt Energie [kWh/m ²]
1	lisocore®	17,4 mm	1,955	1,997	3,952
2	Spanplatte	9,4 mm	3,611	6,204	9,815
Energieeinsparung			1,656	4,207	5,863

Tabelle 28: Energieeinsatz zur Herstellung 1m² lisocore® vs. Spanplatte

Bei einer jährlichen Produktionskapazität von 1,8 Mio. m² könnten pro Jahr etwa 10.550 GJ an Energieeinsatz eingespart werden.

3.3.4 Reduzierung des CO₂-Ausstoßes

Die Reduzierung des CO₂- Ausstoßes ergibt sich in mehreren Bereichen:

- Ressourceneinsatz
- Produktionsprozess
- Gebrauch der Produkte

Allein durch die Einsparung der Energiemenge von 10.550 GJ (siehe Tabelle 28) ließen sich je nach Energieträger die CO₂ Emissionen wie folgt reduzieren.

- Braunkohle (ca. 1.000 g CO₂/kWh) > 5,86 kg CO₂/m² > 10.550 t CO₂
- Erdöl (ca. 800 g CO₂/kWh) > 4,69 kg CO₂/m² > 8.440 t CO₂
- Erdgas (ca. 640 g CO₂/kWh) > 3,75 kg CO₂/m² > 6.750 t CO₂

4 Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

In dem Projekt „Aufbau einer Serienproduktionsanlage für das Leichtbausystem lisocore®“ konnte erstmalig gezeigt werden, dass sich „ressourcenschonende Leichtbauwerkstoffe mit Mehrwert“, effizient und wirtschaftlich herstellen lassen.

Neben globalen und allgemein branchenspezifischen Trends, ist jedoch die Praxistauglichkeit solcher Werkstoffe entscheidend für eine umweltrelevante Mengenanwendung.

Lisocore® ist der erste Vertreter einer völlig neuen Werkstoffgeneration. Durch den charakteristischen Aufbau enthält der Werkstoff eine bislang einmalige „Engineering-Komponente“, mit dem der Werkstoff im Sinne des Anwenders gezielt auf die jeweilige Situation angepasst werden kann.

Die Flexibilität im Aufbau, die form- und stoffschlüssige Verankerung der Kernstruktur in den Deckschichten, sowie die umweltschonenden Bindemittel der Kernstruktur, bringen jedoch völlig neue Herausforderungen bei der Herstellung der Produkte mit sich.

Es bestehen keine Vergleichsmöglichkeiten zu vergleichbaren Verfahren. Es hat sich jedoch gezeigt, dass alle Aufgabenstellungen durch entsprechende neue Verfahrenskombinationen und Verfahrensneuentwicklungen gelöst werden können.

Es wurde deutlich, dass das in dieser Ausarbeitung beschriebene Verfahren, sowohl energetisch, als auch in Bezug auf den Materialeinsatz, die beabsichtigten umweltrelevanten Ziele erreicht.

4.2 Modellcharakter

Aus Autorsicht besteht an dieser Stelle Erläuterungsbedarf zum Thema des „Leichtbaus“.

Leichtbauwerkstoffe kommen in der Holzwerkstoffbranche vornehmlich im Möbelbau zum Einsatz. In der jüngeren Vergangenheit wurde das Thema ausschließlich über die Argumente des Gewichts behandelt.

Es werden medial immer die gleichen Themen wie Reduzierung von Transportgewichten, innerbetriebliches Handling, Reduzierung von Verpackungskosten, usw. hervorgehoben.

Diese Argumente alleine sind aber für großtechnische (und damit umweltrelevante) Anwendungen nicht ausreichend.

Der Anwender selbst (derjenige, der ebenfalls wirtschaftlich aus diesen Werkstoffen Möbel oder ähnliches herstellen muss) wird bei diesen Gesichtspunkten völlig vergessen.

Dieser benötigt in erster Linie eine einfache Verarbeitbarkeit dieser Produkte, eine gleichbleibende Qualität, mehr Leistung, mehr Designfreiheit, etc. Nur über diese Argumente kommen moderne, neue, innovative Werkstoffe zum Einsatz.

In diesem Projekt wurde daher im Ergebnisteil entsprechend Wert auf die Bewertung des Produkts gelegt.

Lisocore® erreicht bei nur 30 bis 40% des üblichen Materialeinsatzes bis zu 200% der Leistungsfähigkeit von einer genormten Spanplatte P2 und das bei einer hervorragenden Be- und Verarbeitbarkeit.

Damit stehen dem Anwender völlig neue Möglichkeiten zur Verfügung. Neue Designs, innovative Möbel, völlig neue Anwendungen, die beim Endkunden Begehrlichkeiten wecken.

Der „Leichtbau“, also besser gesagt „moderne materialeffiziente Hochleistungswerkstoffe“, sind viel mehr als nur leicht.

Diese Vorteile müssen erkannt und medial erfasst werden.

Der Modellcharakter dieses Projekts wird dazu einen entsprechenden Beitrag leisten. Durch dieses Projekt, wird die Technologie und die daraus resultierenden umweltentlastenden Hochleistungswerkstoffe, branchenintern, sowie branchenübergreifend bekannt gemacht und ihr erfolgreicher großtechnischer Einsatz demonstriert.

4.3 Zusammenfassung

Mit dem Projekt „Aufbau einer Serienproduktion für das Leichtbausystem lisocore®“ konnte ein großtechnisches Herstellungsverfahren für einen modernen materialeffizienten Hochleistungswerkstoff umgesetzt werden.

Mit dem energieeffizienten Verfahren können bei sehr geringem Materialeinsatz leistungsfähige Werkstoffe hergestellt werden.

Es wurde gezeigt, dass durch den Einsatz moderner Produktionstechnologie ein umweltentlastender Werkstoff hergestellt werden kann, der aufgrund seines Aufbaus, Vorbild für viele Folgeprodukte sein kann.

Bereits jetzt kommt lisocore® aufgrund seiner umweltrelevanten Vorzüge, sowie seinen elastomechanischen Eigenschaften schon in vielen Ländern weltweit zum Einsatz.

Literatur

J. Poppensieker, H. T. (2005). *Wabenplatten für den Möbelbau*. Institut für Holzphysik und mechanische Technologie des Holzes. Hamburg: Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft.

Prof. Dr. Frühwald, A., Scharai-Rad, D. M., & Dipl.-Holzwirt Hasch, J. (März 2000). *Ökologische Bewertung von Holzwerkstoffen*. Hamburg: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft.

WirtschaftsWoche. (02. Oktober 2011). *www.wiwo.de*. Von Rohstoffknappheit - Fünf Schritte zur grünen Wirtschaft: <http://www.wiwo.de/technologie/rohstoffknappheit-fuenf-schritte-zur-gruenen-wirtschaft/5155452.html> abgerufen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: schematische Darstellung des Leichtbausystems lisocore®	8
Abbildung 2: Produktionshalle im Rohbau mit neuer Bodenplatte	18
Abbildung 3: Firmengelände in Bad Aibling, Ortsteil Mietraching	18
Abbildung 4: Rohbau der Heizzentrale.....	20
Abbildung 5: Heizzentrale mit Lagerraum für Festbrennstoffe.....	21
Abbildung 6: Hackgutkessel mit Pufferspeicher und Zyklon-Abscheider	21
Abbildung 7: redundanter Gaskessel und automatische Druckerhöhung	22
Abbildung 8: Heißwasserverteiler mit Schaltschrank und Gebäudeleitrechner (GLT).....	22
Abbildung 9: Montage der Oberdruckpressen mit einem Spezialkran.....	23
Abbildung 10: Montage des Kühlwasserkreislaufes der Oberdruckpressen.....	23
Abbildung 11: Ansicht auf zwei von vier Hochdruckpressen mit eingebauten Werkzeugen	24
Abbildung 12: Montage der Kabelkanäle, Schaltschränke, Rollenbahnen und Pressetagen.....	25
Abbildung 13: Inbetriebnahme der Scherenhubtische zur Beschickung der Flächenpresse.....	26
Abbildung 14: Montage der dritten Pressetage	26
Abbildung 15: Montage des Bohr- und Beleimautomaten.....	27
Abbildung 16: Montage des zweiten Maschinengestells des Bohr- und Beleimautomaten.....	27
Abbildung 17: Probetrieb des Scherenhubtisches	28
Abbildung 18: Probetrieb der Stapelanlage.....	28
Abbildung 19: Ansicht auf den Schonplattenplatz	29
Abbildung 20: Ansicht der fertiggestellten Produktionsanlage	29
Abbildung 21: Ansicht auf die ersten großformatigen Testproduktionen	30
Abbildung 22: Ansicht auf die ersten großformatigen Produktionen	30
Abbildung 23: Blick in die Produktionshalle (aufgenommen am 07.06 2010).....	32
Abbildung 24: Blick in die Produktionshalle nach Entfernen der Innenwände	32
Abbildung 25: Prüfvorrichtung für einen Klebstoffzugfestigkeitsversuch	33
Abbildung 26: Bohrversuch zur Ermittlung der Schnittkräfte am IfW in Stuttgart.....	34
Abbildung 27: Leistungsvergleich von Einlegeböden (DIN-68874-1)	46
Abbildung 28: Leistungsvergleich von Einlegeböden (individuelle Kundenanforderung)	46
Abbildung 29: Netzdiagramm Vergleich P2 – lisocore® in 25,0 mm	47
Abbildung 30: Stapeltisch yuno	49
Abbildung 31: Stapeltisch yuno	49
Abbildung 32: Knaus Travelino	50
Abbildung 33: Knaus Travelino	50
Abbildung 34: Anordnung des Prüfkörpers in der 1m ³ -Prüfkammer zur Bestimmung der MDI-Emissionen	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Messung elektrischer Energieverbrauch Oberdruckpressen	38
Tabelle 2: Messung thermischer Energieverbrauch Oberdruckpressen	38
Tabelle 3: Messung Materialverbrauch Oberdruckpresse	38
Tabelle 4: Messung elektrischer Energieverbrauch Plattenproduktion	39
Tabelle 5: Messung thermischer Energieverbrauch Plattenproduktion	39
Tabelle 6: Messung Materialverbrauch Plattenproduktion	39
Tabelle 7: Messung elektrischer Energieverbrauch der Heizzentrale	40
Tabelle 8: Messung thermische Energieerzeugung der Heizzentrale	40
Tabelle 9: Messung thermische Energierückgewinnung	41
Tabelle 10: Messung thermischer Energieverbrauch Gebäude	41
Tabelle 11: Auswertung innerbetrieblicher Energieverbrauch	42
Tabelle 12: Vergleich einer Referenzplatte im Kleinformat mit dem Großformat aus der Serienfertigung	44
Tabelle 13: Vergleich ausgewählter lisocore® Aufbauten mit herkömmlichen Holzwerkstoffplatten, Plattenstärke ca. 25 mm (Vollprodukte, kein Leichtbau)	44
Tabelle 14: Vergleich ausgewählter Leichtbauwerkstoffe mit lisocore® in der Stärke von ca. 25 mm	45
Tabelle 15: Messung Materialverbrauch Oberdruckpresse	51
Tabelle 16: Messung Materialverbrauch Plattenproduktion	51
Tabelle 17: Messung elektrischer Energieverbrauch Oberdruckpressen	52
Tabelle 18: Messung thermischer Energieverbrauch Oberdruckpresse	52
Tabelle 19: Messung elektrischer Energieverbrauch Plattenproduktion	53
Tabelle 20: Messung thermischer Energieverbrauch Plattenproduktion	53
Tabelle 21: Messung elektrischer Energieverbrauch der Heizzentrale	53
Tabelle 22: Messung thermische Energieerzeugung der Heizzentrale	53
Tabelle 23: Messung thermische Energierückgewinnung	54
Tabelle 24: Messung thermischer Energieverbrauch Gebäude	54
Tabelle 26: Auswertung des Energieeinsatzes zur Herstellung von lisocore® (ohne Deckschichten)	55
Tabelle 27: Energetische Aufwendungen für die Herstellung von Spanplatte für den Trockenbereich [Prof. Dr. Frühwald, A., Scharai-Rad]	56