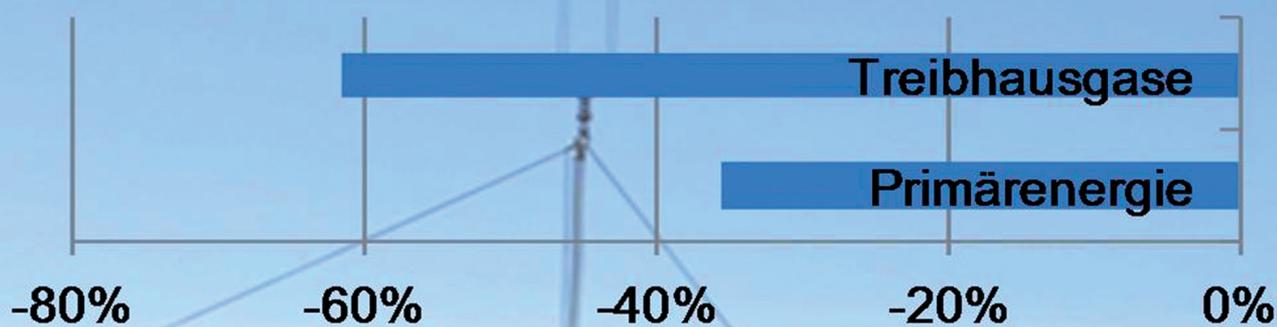


INTERREG IV Bayern-Österreich

Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden



Landwirtschaft Bauen in regionalen Kreisläufen

Interreg IV Bayern - Österreich 2007-2013

Impressum

Herausgeber:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Straße 38, 85354 Freising;
Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB), Vöttinger Straße 36,
85354 Freising

Redaktion:

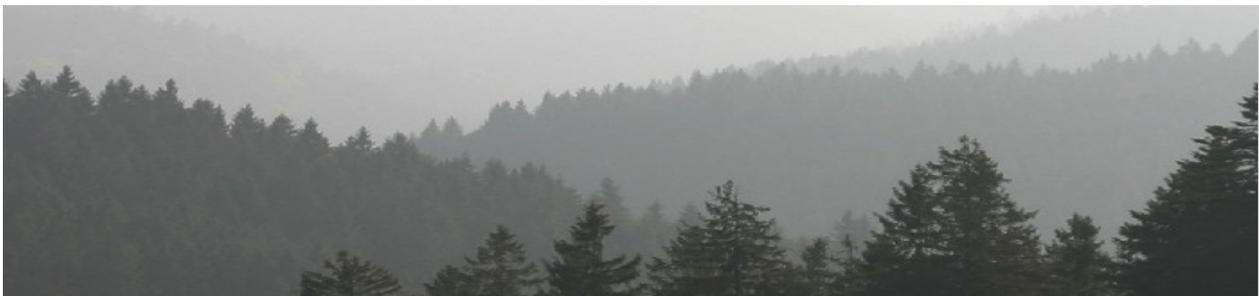
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT),
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Poing/Grub
Ausarbeitung im Rahmen des Forschungsprojektes Interreg IV Bayern-Österreich für die Projektregionen Bayern und
Vorarlberg in Zusammenarbeit mit den beteiligten Projektpartnern

Layout: Christine Biermanski, Juliane Nogler

Druck: Oktober 2013

© 2013, alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ohne Zustimmung der
Autoren ist unzulässig. Das gilt insbesondere für Fotokopien, Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen
und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.





Interreg IV Bayern-Österreich



Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten,
München



Land Vorarlberg
Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen
in Bayern e.V. (ALB), Freising



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL),
Poing/Grub



Landwirtschaftskammer Vorarlberg,
Bregenz



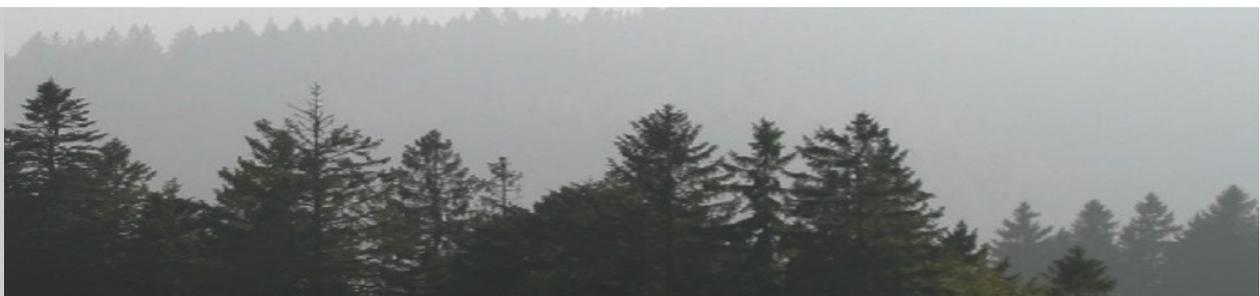
Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Fachzentrum für Rinderhaltung
Kaufbeuren, Pfarrkirchen



Technische Universität München, Holzforschung München



Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH,
Freising



Inhalt

Impressum	2
Finanzierung	3
Inhalt	4-5
Vorwort	6
Holzzuwachs in Bayern	7
Projektvorstellung: Technische Universität München, Holzforschung München	
Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden	8-9
Bauen mit Holz oder Stahl	10
Methode der Ökobilanzierung	11-13
Ergebnisse der Umweltauswirkungen	14-18
Software - Tool	19
Schlussfolgerungen	20-21
Projektvorstellung: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft	
Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise	22-25
Projektvorstellung: Cluster Forst und Holz in Bayern	
Regionale Wertschöpfung	26-29
Anhang	
Projektkoordinator und Projektpartner	30-31
Autoren & Projektbearbeitung, Co-Autoren	32
In Zusammenarbeit mit	33





Vorwort

Regionale Produzenten sind zurecht stolz auf ihre Erzeugnisse, natürlich auch in Bayern. Die Verbraucher schätzen zunehmend regionale Lebensmittel und Produkte. Dadurch entsteht Wohlstand in den Regionen. Die Überlegung hinter dieser Art der Wertschöpfung ist einfach: Wenn es meinem Nachbarn gut geht, geht es mir gut.

Nirgends haben die Bürger durch nachhaltiges Wirtschaften, Bauen und Konsumieren so viel Einfluss auf die Natur und die Kulturlandschaft wie in ihrem direkten Umfeld. Regionale Wertschöpfung heißt für mich daher in erster Linie, die heimischen Rohstoffe und Produkte der lokalen und regionalen Wirtschaft zu nutzen. Darum ist es bedauerlich, dass sich unsere vielfältigen, nachhaltig naturnah bewirtschafteten Wälder und das heimische Holz noch zu wenig im landwirtschaftlichen und ländlichen Bauen widerspiegeln.

Es wäre so einfach: Rückbesinnung auf Jahrhunderte alte Traditionen und vermehrte Verwendung von Holz als Baustoff des 21. Jahrhunderts in modernen Holzbaukonzepten und landschaftsgebundener Architektur.

Für mich ist das eine herausfordernde gesellschaftliche Aufgabe, um unsere Lebensräume dauerhaft lebenswürdig zu gestalten.



Prof. Dr. Dr. habil. Gerd Wegener, Cluster-Sprecher



Prof. Dr. Dr. habil. Gerd Wegener



Ressource Bauernwald

"Unser naturnaher Wald erfüllt viele Funktionen und birgt große Schätze. Einer davon ist das Holz. Mit diesem wunderbaren Roh- und Werkstoff lassen sich unsere Wohn- und Wirtschaftsgebäude umweltschonend und wertschöpfend gestalten."

Ignaz Einsiedler, Waldbauer

60% der bayerischen Holzvorräte sind im Besitz von **Waldbauern**. Das ist die Grundlage für unseren traditionellen Baustoff. Die Ressource aus dem Bauernwald wird bisher nur zum Teil genutzt. Hier ist noch viel Potenzial gegeben.

Holzzuwachs in Bayern pro Minute

60 Festmeter Rundholz = 36 m³ Schnittholz / Minute

Holzbedarf Stallgebäude für 170 Milchkühe
(Pilotbetrieb A, ohne Melkhaus)

ca. 217 m³ Schnittholz

Zeit für den Nachwuchs des Holzbedarfs

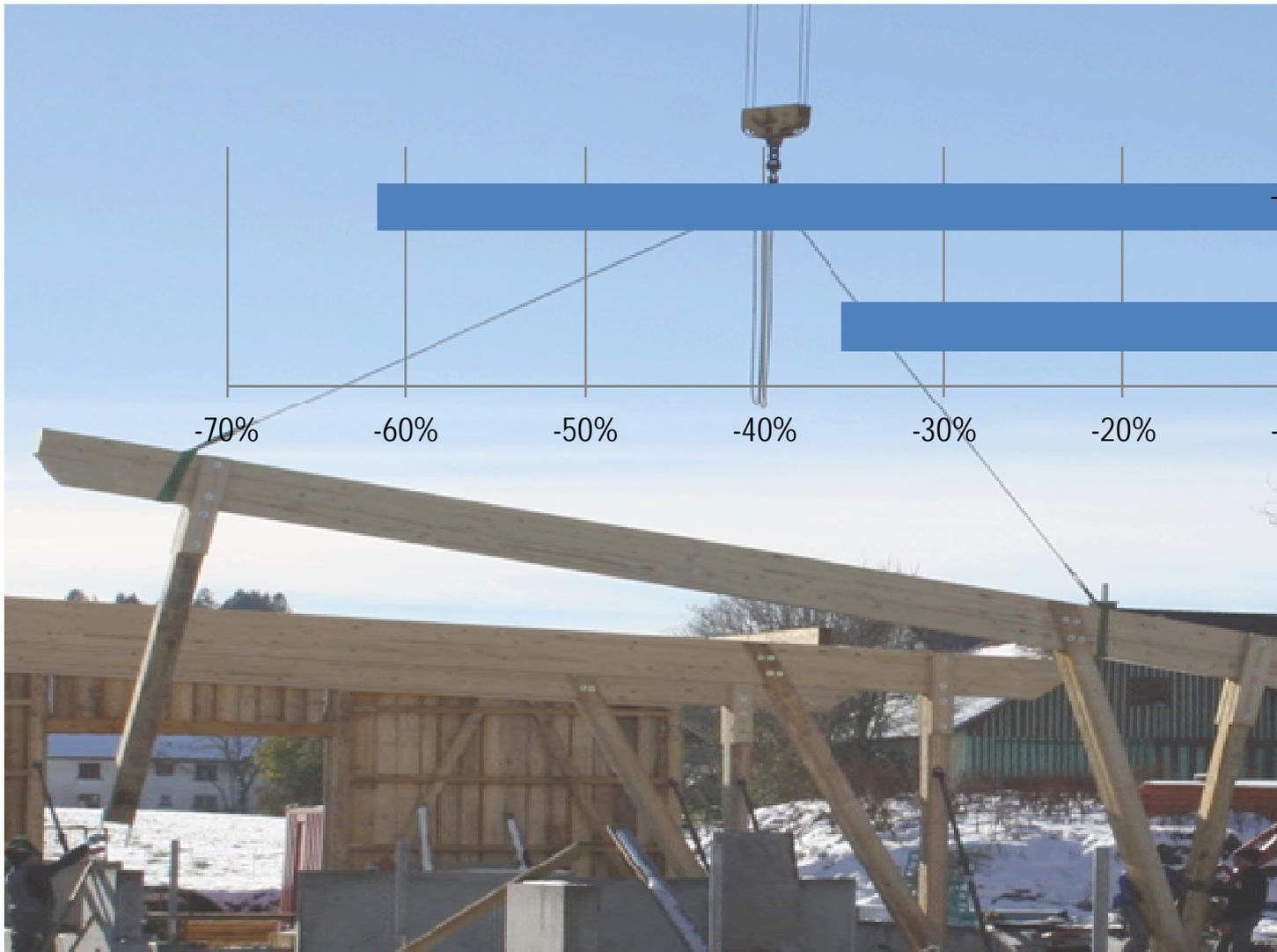
217m³ : 36m³ / Minute = 6,0 Minuten



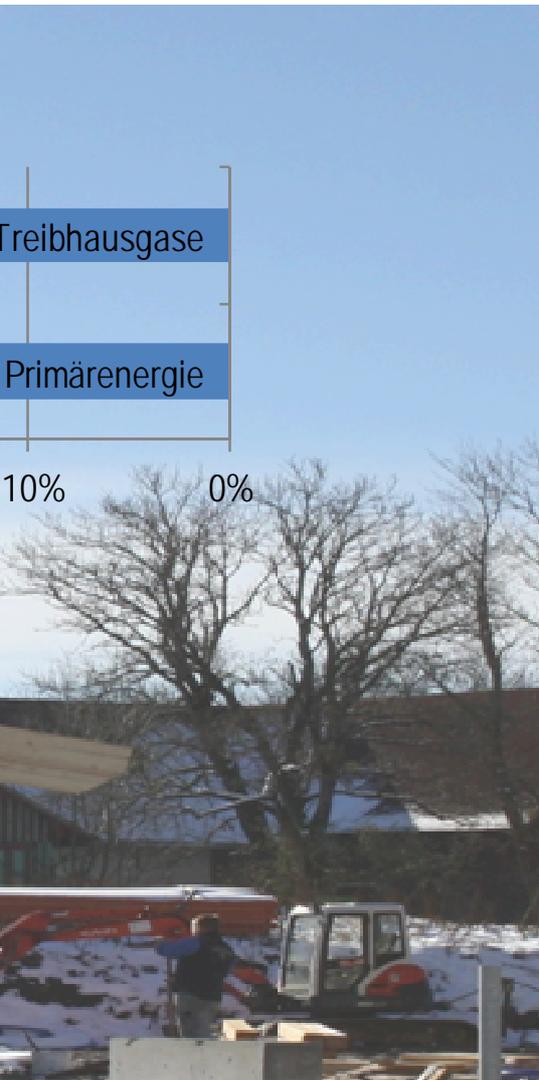
Alle 6 Minuten ein landwirtschaftliches Gebäude
in Holz aus Bayern !



Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial



bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden



INTERREG IV Bayern-Österreich Bauen in regionalen Kreisläufen

Partner TU München, Holzforschung München
Sabine Helm, Christel Lubenau,
Gabriele Weber-Blaschke, Klaus Richter

Ziele Teilprojekt

- Vergleichende Analyse der Baustoffe Holz und Stahl hinsichtlich der ökologischen Indikatoren Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial
- Erfassung ökologischer Vorteile von regionalem bzw. eigenem Holz
- Entwicklung eines vereinfachten Tools zur Abschätzung von Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial landwirtschaftlicher Gebäude aus unterschiedlichen Baumaterialien

Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Bauwesen

Die Problematik der Energieversorgung durch die Endlichkeit der fossilen Rohstoffe und den steigenden Energiebedarf, sowie die Bedrohung durch den Klimawandel führen zu immer größerem Umweltbewusstsein, sowohl auf gesellschaftlicher als auch politischer Ebene. Im Juni 1992 hat sich die internationale Staatengemeinschaft (UNO) auf dem Umweltgipfel in Rio de Janeiro zum Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung bekannt und mit der Agenda 21 ein umfangreiches Aktionsprogramm zur Umsetzung des Nachhaltigkeitskonzepts beschlossen. Auch die Bundesregierung von Deutschland verabschiedete 2002 die nationale Nachhaltigkeitsstrategie mit dem Titel „Perspektiven für Deutschland“, in welcher nachhaltige Energiepolitik und Klimaschutz zu den wichtigsten Zielen der nächsten Jahrzehnte zählt (BUNDESREGIERUNG 2002). Der Bausektor spielt dabei eine wichtige Rolle, um eine zukunftsfähige Entwicklung im Sinne der Nachhaltigkeit zu gestalten. Er trägt zu mehr als 30 Prozent zu den Energie- und Stoffströmen und zu den globalen Umweltauswirkungen bei (BBSR 2010). In Deutschland wurde Anfang des Jahres 2011 durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) der umfassend überarbeitete Leitfaden Nachhaltiges Bauen veröffentlicht und per Erlass verbindlich für Bundesneubauten eingeführt. Er beinhaltet das wissenschaftlich fundierte Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), welches erstmalig eine Nachweismethodik zur Bestimmung der Nachhaltigkeitsqualität von Gebäuden zur Verfügung stellt. Die Ermittlung der ökologischen Auswirkungen der Baustoffe beruht dabei auf der Ökobilanz-Methodik (BMVBS 2011).

Landwirtschaftliches Bauen mit Holz oder mit Stahl am Beispiel des „Pilotbetriebs A“

Das INTERREG-Projekt „Bauen in regionalen Kreisläufen“ erarbeitete Informationen, wie der Baustoff Holz zur Sicherung einer zukunftsfähigen Landbewirtschaftung durch kompetentes Bauen im Rahmen regionaler Kreisläufe beiträgt. Dieser Teil der Studie untersuchte den Einsatz von Holz im Vergleich zu Stahl als Baustoff in landwirtschaftlichen Gebäuden hinsichtlich der Umweltauswirkungen Treibhauspotenzial und Primärenergiebedarf. Zusätzlich wurden die ökologischen Vorteile durch die Nutzung von regionalem Holz herausgearbeitet. Im Rahmen eines Pilotprojektes wurden verfügbare Daten eines Milchviehstalls in Holzbauweise („Pilotbetrieb A“) zusammengetragen und diese mithilfe der Ökobilanz-Methodik ausgewertet und mit einem gleichwertigen Stall in Stahlbauweise verglichen. Die Ökobilanz-Ergebnisse sowie die für die Analyse erstellte Berechnungsgrundlage in Form eines Excel-Software-Tools können in zukünftigen Beratungen und Planungen für vergleichbare Fragestellungen genutzt werden.

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, dienen als Bezugsbasis funktionale Einheiten, auf die sich die Umweltauswirkungen beziehen. In diesem Fall wurde als funktionale Einheit das gesamte landwirtschaftliche Gebäude gewählt (Abb. 1).

Das Gebäude in Holzbauweise (Referenzgebäude) ist der Variante in Stahlbauweise (Vergleichsgebäude) funktionell absolut gleichwertig (Abb. 4).

Entworfen wurden beide Gebäudetypen durch das Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Für beide Gebäudetypen liegen Pläne und Schnitte sowie Materiallisten vor (ILT 2013, ILT 2012 in Helm 2013). Da während der Durchführung des Pilotprojektes Änderungen am Bau, der Bauweise und den Baumaterialien vorgenommen wurden, bezieht sich die in dieser Studie durchgeführte Bilanzierung auf den anfänglichen Stand der Planung, vor Baubeginn.



Abb. 1: Vergleich des „Pilotbetriebs A“ in Holz- versus Stahlbauweise über die funktionale Einheit „landwirtschaftliches Gebäude“

Abbildung 2 zeigt die Montage des Tragwerks aus Holzstützen und -bindern während der Bauphase im Oktober 2012. Das Holztragwerk des Modellstalls ist modular aufgebaut, dadurch ist eine Erweiterung des Stalls jederzeit möglich. Die Fassade besteht aus Nadelschnittholz, das zum Teil aus dem eigenen Wald eingeschlagen und zum Teil aus dem Wald eines Nachbarn zugekauft wurde.



Abb. 2: Der „Pilotbetrieb A“ in Holzbauweise während der Bauphase Oktober 2012 (Foto: Sabine Helm)

Die Methode der Ökobilanzierung

Die Ökobilanz-Methodik ermöglicht die Erfassung der Umweltauswirkungen eines Baustoffes oder Gebäudes über seinen gesamten Lebenszyklus. Von der Rohstoffgewinnung über Aufbereitung, Herstellung, Nutzung und Recycling bis hin zur endgültigen Beseitigung werden Daten in Form von Input-/Outputflüssen und deren potenzielle Umweltauswirkungen zu den einzelnen Le-

bensabschnitten erhoben. Nur so ist es möglich, quantifizierbare Aussagen zur ökologischen Bewertung eines Produktes zu treffen oder verschiedene Produkte hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen zu vergleichen.

Die Phasen der Ökobilanzierung

Die Erstellung einer Ökobilanz ist gemäß DIN EN ISO 14040/14044 (NAGUS 2006a, b) in vier Phasen unterteilt (Abb. 3).

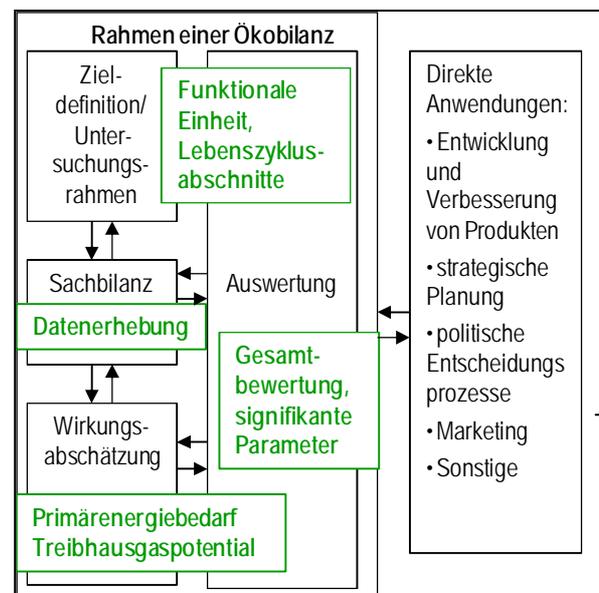


Abb. 3: Die vier Phasen einer Ökobilanz ergänzt nach ISO 14040/14044 (NAGUS 2006a, b)

Die erste Phase umfasst die Zieldefinition und die Festlegung des Untersuchungsrahmens. Dazu gehört die Festlegung der funktionellen Einheit (Vergleichseinheit mit quantifizierbarem Nutzen), die Definition des Produktsystems und der zugehörigen Systemgrenze, die Herkunft und Qualität der Daten und die zur Berechnung genutzten Verfahren und Indikatoren.

Die zweite Phase einer Ökobilanz ist die Sachbilanz, sie beinhaltet die Sammlung und Quantifizierung aller zur Zielerreichung nötigen Daten sowie die Darstellung aller relevanten Input- und Outputflüsse in Bezug auf das zuvor festgelegte System. Inputdaten können beispielsweise Rohstoffe, Energie, Betriebsstoffe oder physikalische Inputs sein.

Methode der Ökobilanzierung

Um die Ergebnisse der Sachbilanz in ihrer Umweltrelevanz besser einschätzen bzw. bewerten zu können, werden in der dritten Phase Wirkungsabschätzung die Ergebnisse mit potenziellen Umweltauswirkungen verknüpft und Umweltindikatorwerte berechnet. Zusätzlich können Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes unter Einbeziehung von Sachbilanzdaten dargestellt werden.

In der abschließenden Phase der Auswertung werden die Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung zusammengefasst und signifikante Parameter erfasst. Dies dient als Grundlage für Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Einschränkungen für die jeweilige Anwendung.

Systemdefinition des „Pilotbetriebs A“

Entscheidend bei unserem Pilotvorhaben „Pilotbetrieb A“ sind die Umweltbelastungen durch die Bauweise sowie die Menge und Auswahl der verschiedenen Baustoffe. Der Baustoff Holz bietet dabei als nachwachsender Rohstoff ökologische Vorteile. Zum einen fungiert er als CO₂-Speicher und zum anderen kann die in ihm gespeicherte Sonnenenergie am Ende des Lebenszyklus genutzt werden, um fossile Rohstoffe zu ersetzen.

Das Produktsystem definiert, welche Module zur Betrachtung in das System einzubeziehen sind. Dazu wird der gesamte Lebenszyklus des Milchviehstalls in drei Module unterteilt (Abb. 5). Jedes Modul besitzt eigene Input- und Outputflüsse, die isoliert betrachtet werden können. Die Module sind ebenso durch Flüsse miteinander verbunden.

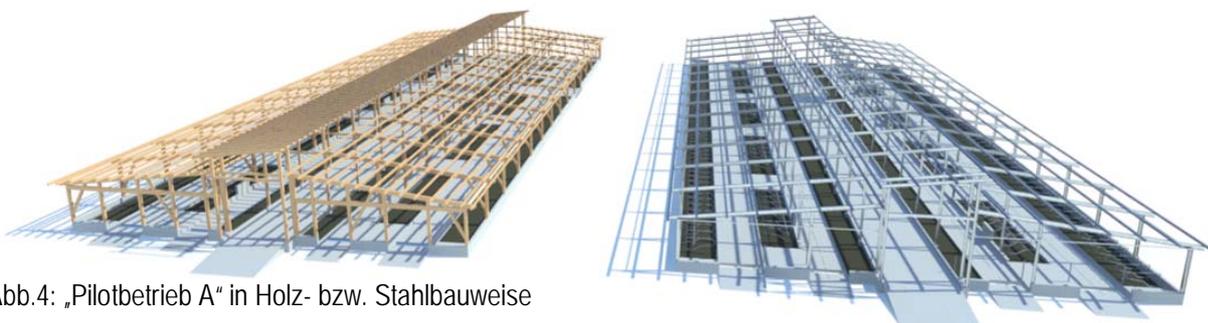


Abb.4: „Pilotbetrieb A“ in Holz- bzw. Stahlbauweise

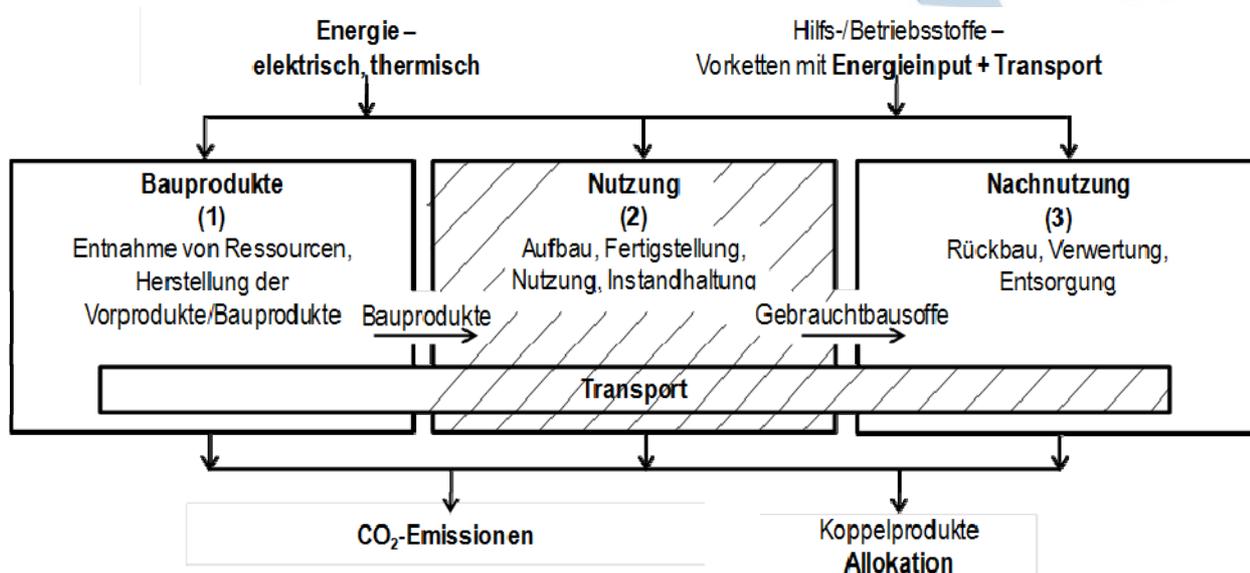


Abb.5: Systemdefinition des „Pilotbetriebs A“. Schraffiert sind die in der Bilanzierung nicht berücksichtigten Lebenszyklusabschnitte

Das Modul 1 umfasst die Herstellung aller für den Stall notwendigen Bauprodukte bis zum Werkstor. Im Fall von Holz beinhaltet es beispielsweise die forstliche Produktion im Wald, den Ernteprozess mit all seinen Vorketten, den Transport zum Werkstor, in diesem Fall zum Sägewerk, und die dortige Verarbeitung bis zum fertigen Bauprodukt inklusive des Verpackungsmaterials.

Modul 2 umfasst den Transport der Baustoffe vom Werkstor bis zur Baustelle, die Bauprozesse (beispielsweise Aushub des Mutterbodens) und die Instandhaltung des Gebäudes. Das komplette Modul 2, inklusive der Transporte vom Werkstor bis zur Baustelle, wurde bei der Bilanzierung nicht berücksichtigt, da entsprechende Daten nicht verfügbar waren und in beiden Bauvarianten ein annähernd gleicher Aufwand für das Modul 2 zu erwarten war, so dass die Ergebnisse des Vergleichs nicht beeinflusst wurden.

Das Modul 3 beinhaltet die stoffliche und energetische Entsorgung sowie die Wiederaufbereitung der Bauabfälle. Der Aufwand für den Rückbau selbst wird nicht betrachtet. Ebenso nicht berücksichtigt werden die Transporte von der Baustelle zum Entsorgungs- bzw. Aufbereitungsort. Für alle Bauabfälle mit Heizwert sowie alle Holzprodukte wird eine thermische Verwertung angenommen. Bauprodukte mit Recyclingpotenzial wie beispielsweise Stahl werden gemäß des in der ÖkoBauDat angegebenen Recyclingpotenzials behandelt. Für mineralische Baustoffe (z. B. Beton) wird ein für Deutschland realistisches Entsorgungsszenario angenommen, in welchem die Bauabfälle zu 70 % aufbereitet und zu 30 % deponiert werden.

Die Wirkungskategorien Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial

Im Rahmen dieser Studie wurden die ökologischen Auswirkungen durch die unterschiedlichen Baumaterialien der Gebäude anhand der Wirkungskategorien Primärenergiebedarf (PE) und Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) ermittelt.

Unter Primärenergiebedarf versteht man die Menge an Energie oder Energieträger, die aus der Hydrosphäre, Atmosphäre oder Geosphäre zum Beispiel zur Herstellung, Nutzung und Beseitigung eines Produktes entnom-

men wird, ohne vorherige Umwandlung durch den Menschen. Die entnommene Ressourcenmenge wird in Energieäquivalenten, das heißt entsprechend ihres unteren Heizwertes, in Megajoule (MJ) angegeben und unterteilt sich in den nicht regenerativen und den regenerativen Primärenergiebedarf. Zu nicht regenerativer Primärenergie zählen die fossilen Rohstoffe Erdgas, Erdöl, Steinkohle, Braunkohle und Uran. Dabei können Erdgas und Erdöl sowohl energetisch als auch stofflich eingesetzt werden. Die regenerative Primärenergie umfasst Wind- und Wasserkraft, Solarenergie, Geothermie und Biomasse.

Das Treibhauspotenzial bezieht sich auf den zusätzlichen anthropogenen Treibhauseffekt, der in den letzten 100 Jahren zu einem weiteren mittleren Temperaturanstieg von 0,5-1°C geführt hat. Die Ursache hierfür ist der Anstieg der Konzentrationen einiger Treibhausgase in der Atmosphäre, allen voran Kohlendioxid (CO₂). Um das Treibhauspotenzial aller relevanten Gase, insbesondere auch Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O), darzustellen, werden diese jeweils im Verhältnis zum Kohlendioxidpotenzial angegeben und in Kohlendioxidäquivalenten (CO₂-Äqv.) ausgedrückt.

Zur Berechnung des Treibhauspotenzials muss mithilfe eines Wirkungsindikators die Wirkungskategorie quantifiziert werden. Ein Charakterisierungsfaktor wird über eine Charakterisierung (Charakterisierungsmodell) der Wirkungskategorie abgeleitet und dient dazu, die Sachbilanzergebnisse in Wirkbilanzergebnisse umzuwandeln (Tab. 1) (KLÖPFFER & GRAHL 2009).

Wirkungskategorie	Wirkungsindikator	Charakterisierung	Charakterisierungsfaktor
Treibhauspotenzial GWP (Global Warming Potential) [kg CO ₂ -Äqv.]	Verstärkung der Infrarotstrahlung [W/m ²]	Szenario „Baseline“ über 100 Jahre (IPCC 2007)	CO ₂ : 1 CH ₄ : 25 N ₂ O: 298 (IPCC 2007)

Tab. 1: Beschreibung der Wirkungskategorie Treibhauspotenzial (KLÖPFFER & GRAHL 2009)

Ergebnisse der Umweltauswirkungen

Datenquellen

Primärquellen

Die Daten über den Bau des Modellstalls wurden von den INTERREG-Projekt-Partnern (Arbeitsgruppe ILT 4 c Landwirtschaftliches Bauwesen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL) in Form von Materiallisten gesammelt. Bei den Materiallisten handelte es sich um umfassende mit Mengenangaben versehene Bauprodukte für die zwei zu vergleichenden Modellstallvarianten (ILT 2012 in Helm 2013).

Sekundärdaten

Zur Berechnung der In- und Outputflüsse, sowie der ökologischen Auswirkungen wurden vorhandene Ökobilanzdaten aus zwei unterschiedlichen Quellen verwendet (Helm 2013).

Für alle Nicht-Holz-Bauprodukte wurden Daten aus der Ökobau.dat-Datenbank des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (ÖKOBau.DAT 2011), für alle Bauprodukte aus Holz wurden Ökobilanzdaten aus dem 2012 vom Johann Heinrich von Thünen-Institut herausgegebenen Arbeitsbericht „Ökobilanzbasisdaten für Bauprodukte aus Holz“, kurz ÖkoHolzBauDat verwendet (RÜTER & DIEDERICHS 2012).

Allokation und Gutschriften

Das Produktsystem umfasst auch die stoffliche oder energetische Verwertung von Materialien. Für die dabei entstehenden Sekundärmaterialien und die Nutzenergie sowie auch für die Entstehung von Koppelprodukten erfolgten Gutschriften. Die Allokation von Ressourcen erfolgte gemäß physikalischer Zuordnung. Die Allokation des Aufwands und der Umwelteinträge erfolgte gemäß des ökonomischen Wertes der Produkte oder anderer einen Wert darstellender Outputs, beispielsweise Brennwert (bei der Erzeugung von Wärme und Strom). Die Berechnung dieser Gutschriften erfolgte für alle Nicht-Holzbaustoffe mithilfe der Ökobau.dat-Datensätze (Ökobau.dat 2011) und für Holzbaustoffe mit den Daten der ÖkoHolzBauDat (RÜTER & DIEDERICHS 2012).

Umweltauswirkungen des „Pilotbetriebs A“

Materialbilanz und C-Bindung im Holz

Holzbau trägt zum Klimaschutz durch die C-Speicherung im Holz bei!

Der Materialeinsatz in beiden Bau-Varianten ist annähernd gleich. Er liegt jeweils bei etwa 1.600 Tonnen. Den größten Teil machen in beiden Varianten die mineralischen Baustoffe, allen voran Beton, mit knapp 90 % aus. Statt 77 Tonnen Stahlprofil wurden in der Holz-Variante 106 Tonnen (217 m³) Holz und Holzwerkstoffe aus der Region verbaut (Abb. 6). Diese Menge Holz speichert rund 47 t Kohlenstoff (C), was einem CO₂-Entzug aus der Atmosphäre von ca. 174 t entspricht.

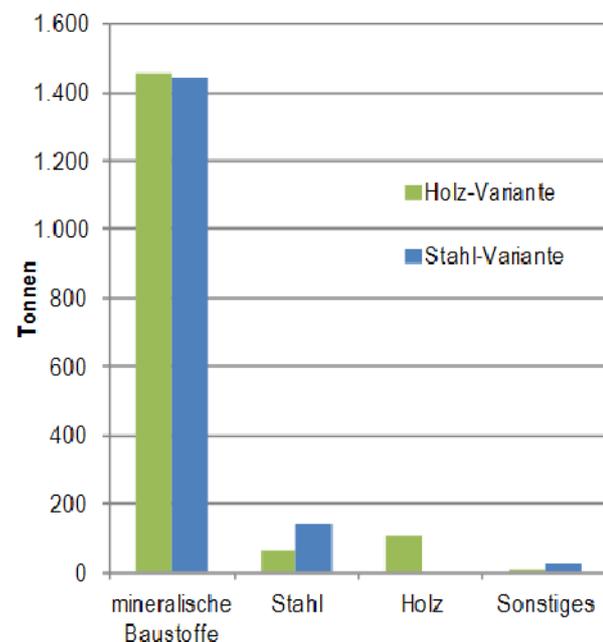


Abb. 6: Materialbilanz des „Pilotbetriebs A“ in Holz- bzw. Stahlbauweise

Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial

Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial von landwirtschaftlichen Gebäuden können wesentlich durch eine Bauweise mit Holz anstelle von Stahl reduziert werden!

Primärenergiebedarf (PE) und Treibhauspotenzial (GWP) des „Pilotbetrieb A“ sind bei der Holzbauweise deutlich geringer als bei der Stahlbauweise (Abb. 7 und 8).

Der PE wird um knapp 1,5 Mio. MJ insgesamt bzw. um rund 3,5 Mio. MJ bezogen auf nicht regenerative Primärenergie reduziert (Abb. 7). Im Baustoff Holz sind ca. 1,8 Mio. MJ in Form von Sonnenenergie gespeichert (angegeben als unterer Heizwert, grün dargestellt in Abb. 7). Durch die thermische Verwertung des Holzes am Ende des Lebensweges des Milchviehstalls können durch die Substitution von fossilen Rohstoffen 1,8 Mio. MJ Energie eingespart werden.

Durch die Holzbauweise wird das Treibhauspotenzial des Modellstalls deutlich reduziert. Es werden rund 200 t CO₂-Äqv. eingespart (Abb. 8).

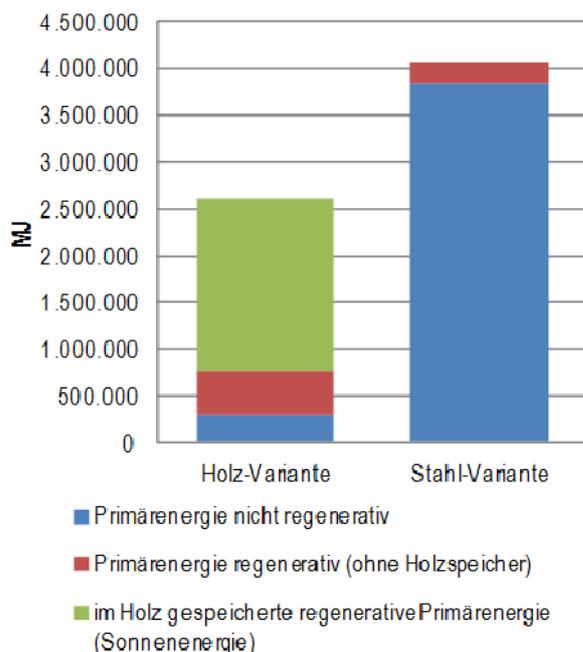


Abb. 7: Primärenergiebedarf des „Pilotbetriebs A“ in Holz- bzw. Stahlbauweise

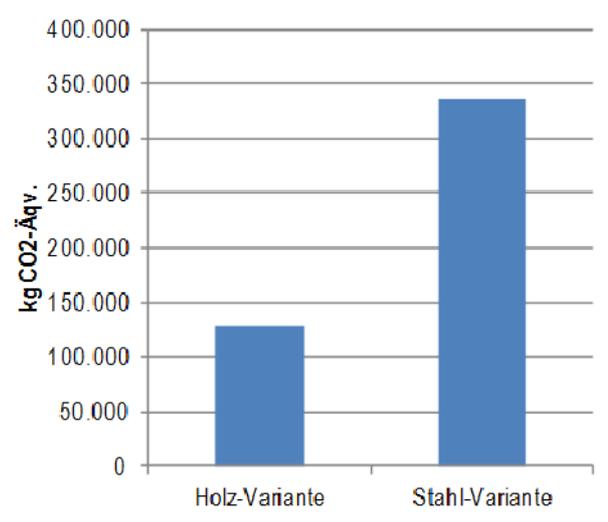


Abb. 8: Treibhauspotenzial des „Pilotbetriebs A“ in Holz- bzw. Stahlbauweise

Holz schneidet im Baustoffvergleich mit Stahl und Beton hinsichtlich Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial am besten ab!

In der Stahl-Variante trägt der Baustoff Stahl, trotz seines geringen Massenanteils von 8,7 %, zum größten Anteil am Primärenergiebedarf (61 %) und am Treibhauspotenzial (48 %) bei (Abb. 9 und 10).

Beim Primärenergiebedarf sind die Anteile der mineralischen Baustoffe und des Holzes in etwa gleich (im Holz gespeicherte Sonnenenergie mit inbegriffen). Der Baustoff Holz trägt bei einem Masseneinsatz von 6,6 % zu 36 % des Primärenergiebedarfs bei (Abb. 9). Der höhere Primärenergiebedarf der Stahlbaustoffe wird gleichermaßen durch die energieaufwendigere Herstellung von Stahl sowie die geringere Einsparung durch die Nachnutzung bedingt.

Ergebnisse der Umweltauswirkungen

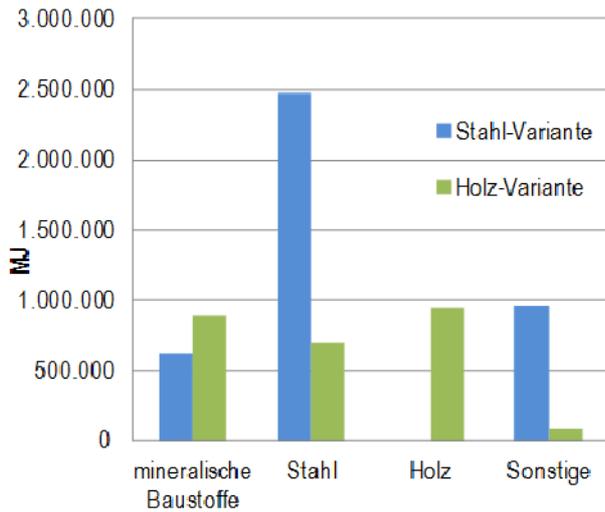


Abb. 9: Primärenergiebedarf der eingesetzten Baumaterialien in Holz- bzw. Stahlbauweise des „Pilotbetriebs A“

In der Holz-Variante liefern die mineralischen Baustoffe den mit Abstand größten Beitrag zum Treibhauspotenzial, durch die Verwendung von Holz als Baustoff können 36 % der CO₂-Emissionen des Stalls wieder eingespart werden (Abb. 10).

Das größere Treibhauspotenzial des Stahls wird vor allem durch die Nutzung fossiler Energieträger zur Herstellung von Stahl bedingt. Gleichmaßen begünstigt die Speicherung von Kohlenstoff (C) im Holz die CO₂-Bilanz der Holzbaustoffe.

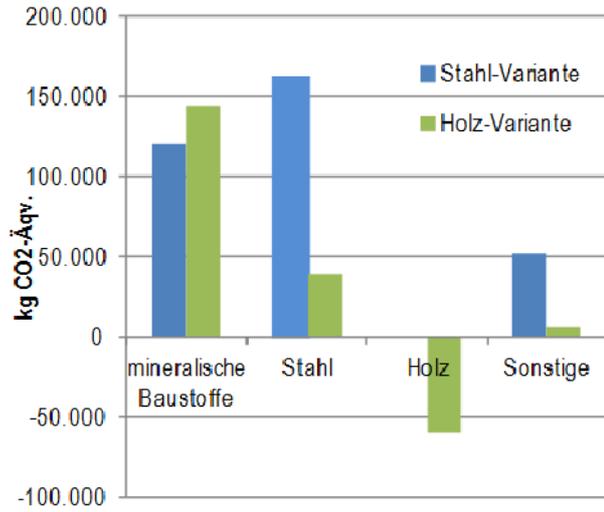


Abb. 10: Treibhauspotenzial der eingesetzten Baumaterialien in Holz- bzw. Stahlbauweise des „Pilotbetriebs A“

Das Tragwerk in Holzbauweise trägt am meisten zu einer Reduzierung des Primärenergiebedarfs und des Treibhauspotenzials bei!

Ein Tragwerk in Holzbauweise reduziert den Primärenergiebedarf um mehr als 1 Mio. MJ im Vergleich zu einem Tragwerk in Stahlbauweise. Dies entspricht etwa 77 % der gesamten Energieeinsparungen der Holz-Variante (Abb. 11). Durch Berücksichtigung der Substitution von fossilen Energieträgern bei der thermischen Verwertung des Holzes werden bei der Holz-Variante rechnerisch gut 33 Tonnen CO₂-Emissionen vermieden. Das Tragwerk in Stahlbauweise verursacht dagegen 118 Tonnen CO₂ Emissionen, was einem Faktor von 4,5 gegenüber der Holz-Variante entspricht (Abb. 12). Das Holztragwerk ermöglicht etwa 73 % der gesamten Treibhausgas-einsparungen durch die Holz-Variante.

Weitere Einsparungen beim Primärenergiebedarf sowie eine Reduzierung des Treibhauspotenzials ermöglichen die Dacheindeckung, Wand-/ Deckenkonstruktion und die Stalleinrichtung in Holzbauweise (Abb. 11 und 12).

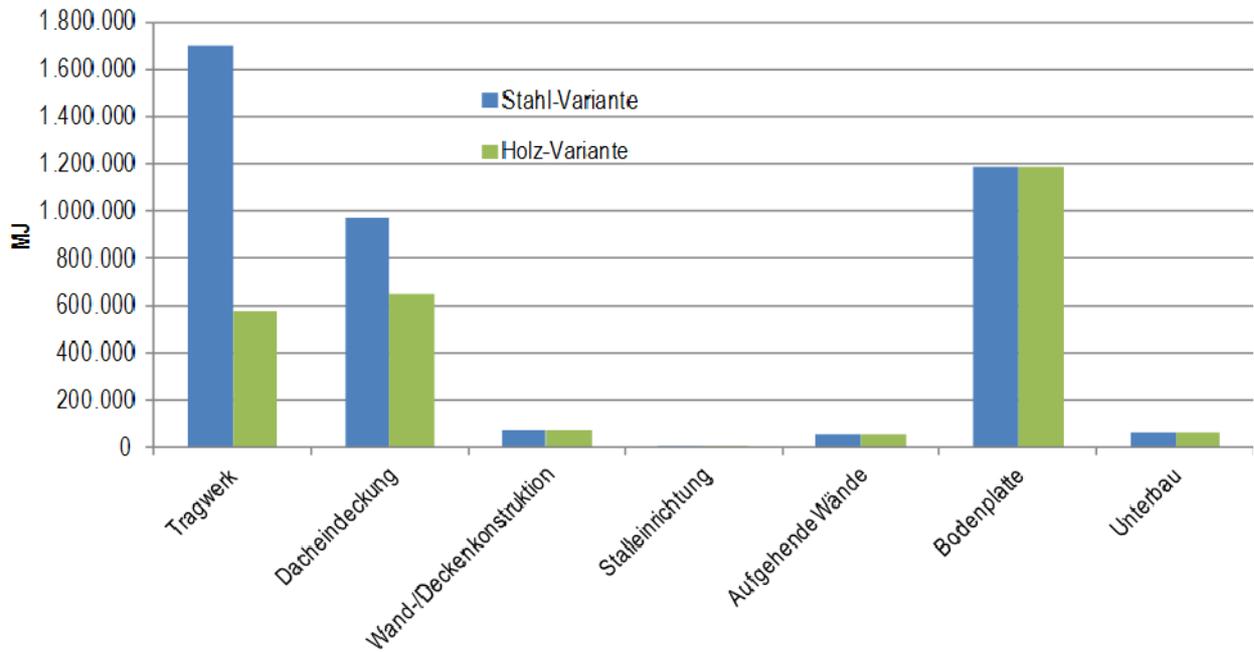


Abb. 11: Primärenergiebedarf der einzelnen Bauelemente des „Pilotbetriebs A“ in Holz- bzw. Stahlbauweise

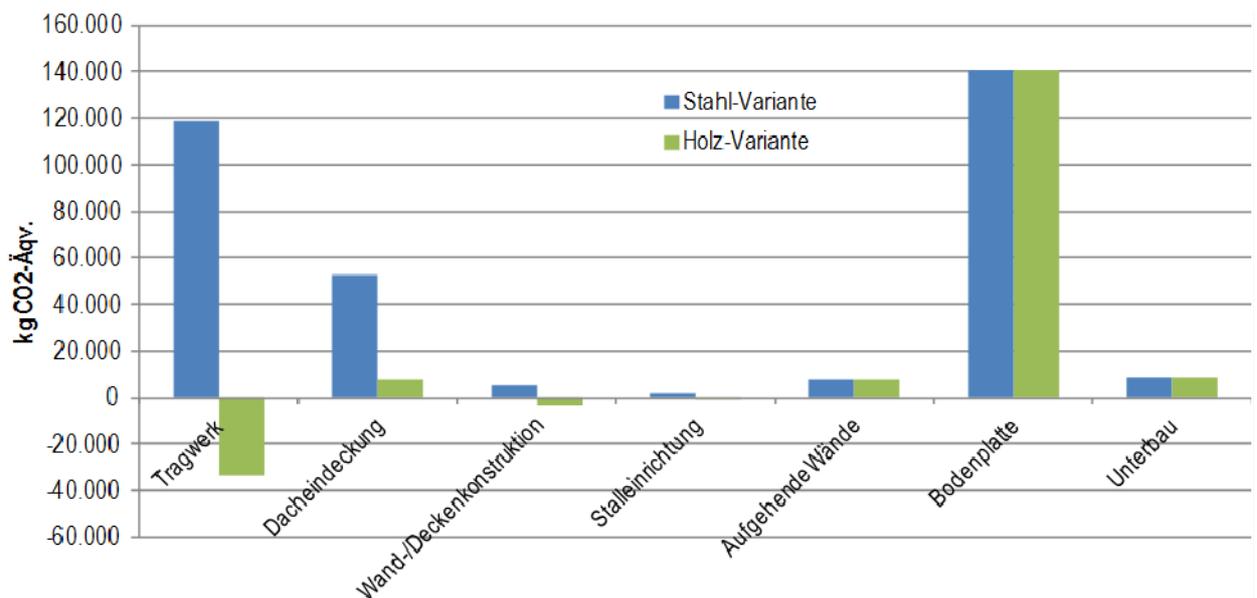


Abb. 12: Treibhauspotenzial der einzelnen Bauelemente des „Pilotbetriebs A“ in Holz- bzw. Stahlbauweise

Ergebnisse der Umweltauswirkungen

Die Verwendung von Holz aus der Region trägt zusätzlich zu einer Einsparung von Primärenergie und Treibhausgasen bei!

Für eine durchschnittliche Transportentfernung von 25 km für alle Holzrohstoffe (entspricht der durchschnittlichen Entfernung im „Pilotbetrieb A“) wird nur ein Sechstel der Primärenergie benötigt bzw. ein Sechstel der Treibhausgase emittiert gegenüber deutschlandweiten Durchschnittswerten für Holztransporte mit 95-175 km gemäß der ÖkoHolzBauDat (RÜTER & DIEDERICHS 2012). Daraus ergibt sich eine zusätzliche Einsparung von rund 17 Tsd. MJ Primärenergie und rund einer Tonne CO₂ (Abb. 13 und 14).

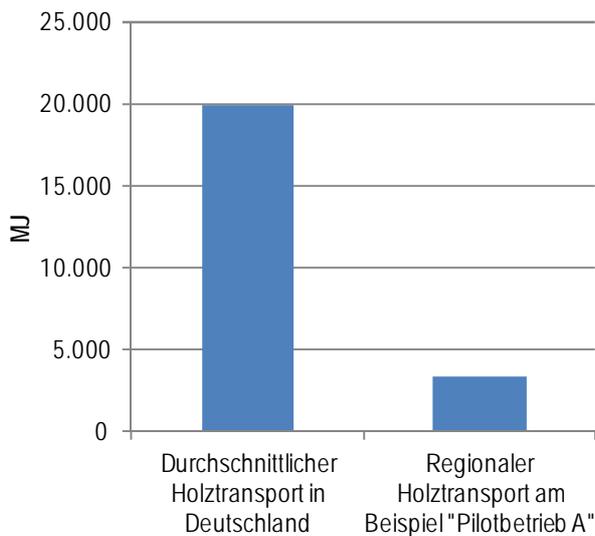


Abb. 13: Primärenergiebedarf für den realen regionalen bzw. deutschlandweiten durchschnittlichen Holztransport.

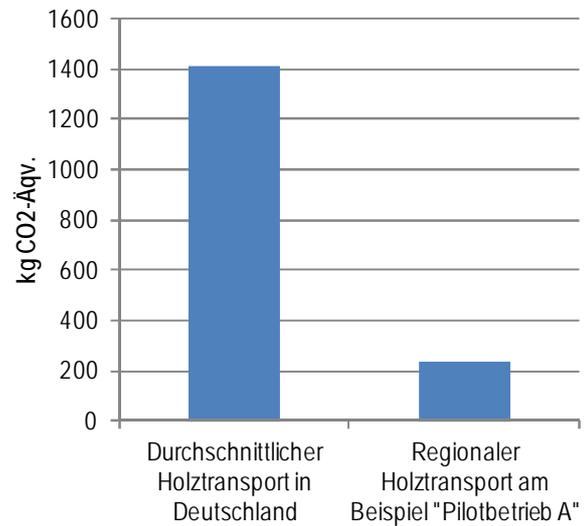


Abb. 14: Treibhauspotenzial für den realen regionalen bzw. deutschlandweiten durchschnittlichen Holztransport.

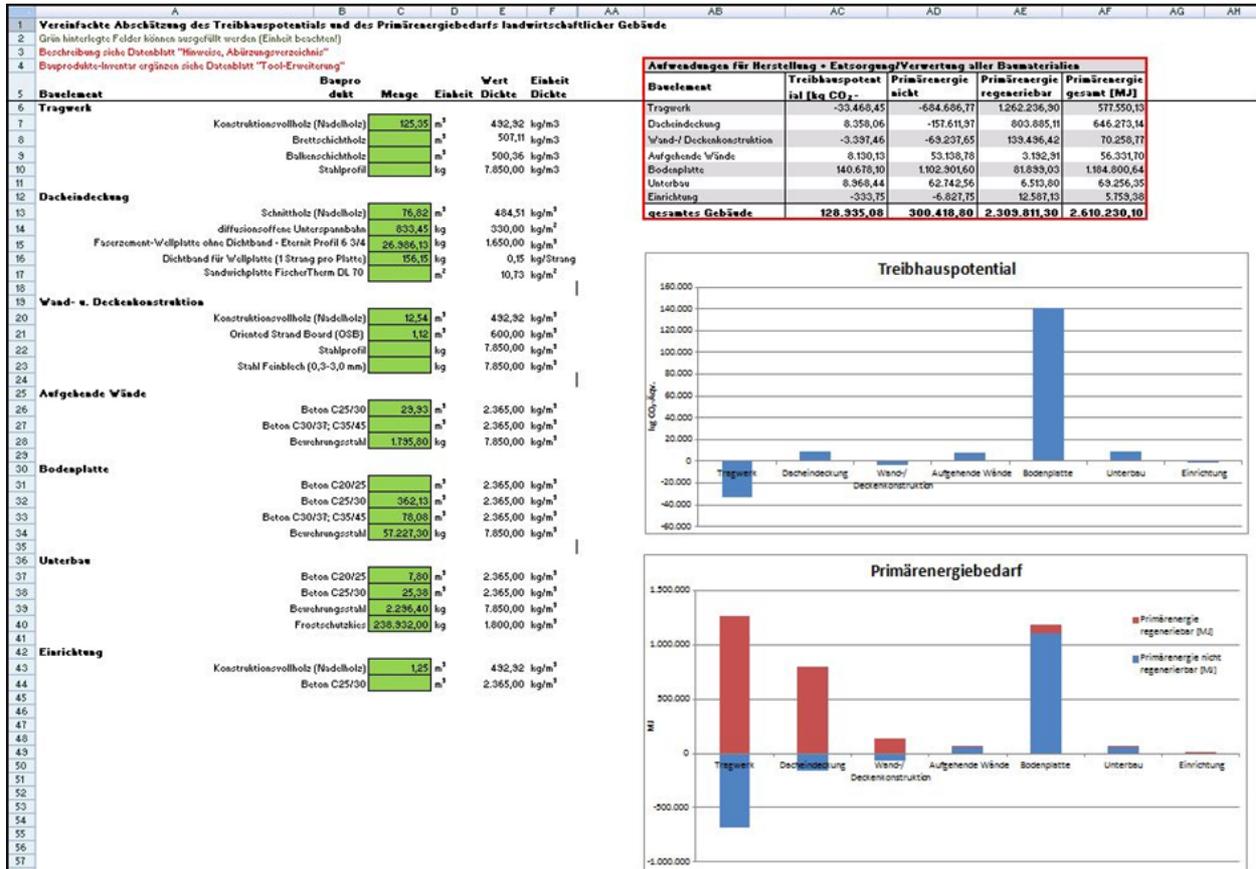


Abb. 15: Screenshot des Software-Tools „VAULaG“ zur vereinfachten Abschätzung von Umweltauswirkungen landwirtschaftlicher Gebäude (Bauproduktmengenangaben und Ergebnisse beziehen sich auf die Holzvariante des „Pilotbetriebs A“ (HELM 2013))

Software - Tool zur vereinfachten Abschätzung von Umweltauswirkungen landwirtschaftlicher Gebäude

Mithilfe der Berechnungsgrundlage der in diesem Projekt durchgeführten vereinfachten Ökobilanzierung wurde das Software-Tool „Vereinfachte Abschätzung von Umweltauswirkungen Landwirtschaftlicher Gebäude“, kurz „VAULaG“, entwickelt, welches zukünftig für ökologische Bewertungen vergleichbarer Fragestellungen eingesetzt werden kann (HELM 2013). Es ermöglicht bereits in der Planungsphase, Vergleiche hinsichtlich Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial zwischen verschiedenen Bauvarianten und Bauelementen landwirtschaftlicher Gebäude durchzuführen.

Das Tool basiert auf dem Programm MS-Excel, es ist einfach zu handhaben und kann jederzeit mit zusätzlichen Ökobilanzdatensätzen erweitert und dadurch an umfassende Fragestellungen angepasst werden. Um den Arbeitsaufwand für Architekten und Planer möglichst gering zu halten, wurden aggregierte Ökobilanzdaten recherchiert und in die Berechnungsgrundlage integriert. Um eine Wirkungsabschätzung durchzuführen, muss der Benutzer nur noch die Materialmengen seines Projektes, entsprechend der statischen Berechnungen, in das Excel-Tool eintragen. Die Ergebnisse werden sowohl tabellarisch als auch mithilfe von Diagrammen bezogen auf die einzelnen Gebäudeelemente dargestellt (Abb.15).

Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Landwirtschaftliche Gebäude aus Holz-Baustoffen weisen ein wesentlich besseres Umweltprofil hinsichtlich Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial auf als funktionell gleichwertige Gebäude aus Stahl-Baustoffen.

Die größten Einsparmöglichkeiten bezüglich der einzelnen Gebäudeelemente des Stalls liegen in der Konstruktion des Tragwerks, da hier die größten Massen verbaut sind. Je mehr Holz eingesetzt wird, desto größer sind die Einsparungen an Primärenergie und Treibhausgasen.

Durch die Verwendung von Holz aus der Region sind zusätzliche Einsparungen beim Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial möglich. Verglichen mit den Umweltauswirkungen des gesamten Stalls haben sie jedoch nur geringen Einfluss.

Die Verwendung von Holz als Baustoff in landwirtschaftlichen Gebäuden sollte aufgrund dieser Ergebnisse gefördert werden.

Der ökologische Ansatz sollte frühzeitig in die Bauplanung integriert werden, um die Vorteile des Baustoffes Holz bei landwirtschaftlichen Gebäuden bewerten zu können.

Dazu wurde in dieser Studie ein Software-Tool („VAULaG“) als ökologisches Planwerkzeug entwickelt, welches eine vereinfachte, aber hinreichend genaue Abschätzung der Umweltauswirkungen Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial auf Basis der Baustoffwahl ermöglicht. Die Anwendung ist einfach und schnell und kann für die Bauplanung landwirtschaftlicher Gebäude eingesetzt werden.

Das Tool ist bei der Autorin Sabine Helm, an der Holzforchung München (HFM@TUM) sowie am Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft verfügbar.

Literaturverzeichnis

BBSR (2010): Nachhaltiges Bauen – Strategien – Methodik – Praxis. BBSR-Berichte KOMPAKT, (14/2010).

BMVBS (2011): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Berlin.

BUNDESREGIERUNG (2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.

HELM, S. (2013): Vergleich eines landwirtschaftlichen Gebäudes in Holz- versus Stahlbauweise hinsichtlich Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial – Entwicklung eines Software-Tools zur vereinfachten Abschätzung von Umweltauswirkungen landwirtschaftlicher Gebäude. Masterarbeit am Lehrstuhl für Holzwissenschaft/ Holzforschung München der Technischen Universität München.

LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (HRSG.) (2013): Tagungsband „Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise“. Abschlusstagung des Forschungsprojekts „Bauen in regionalen Kreisläufen“ am 24.10.2013 in Grub im Rahmen des Forschungsprogramms Interreg IV Bayern - Österreich. S.

IPCC (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis – Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

KLÖPFER, W., GRAHL, B. (2009): Ökobilanz (LCA) – Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf, Wiley-VCH, Weinheim.

NAGUS (2006a): Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen DIN EN ISO 14040:2006.

NAGUS (2006b): Umweltmanagement- Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen DIN EN ISO 14044:2006.

ÖKOBAD.DAT (2011): Baustoff und Gebäudedaten – Informationsportal Nachhaltiges Bauen. Bundesministerium für Verkehr, B., Hrsg., Download unter <http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaudat.html>. (17.12.2012).

PE INTERNATIONAL GMBH (2011): Methodische Grundlagen – Ökobilanzierte Umweltindikatoren im Bauwesen, 56S., Download unter http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/oekobaudat/pdf/Methodische-Grundlagen_Version_2-2011_.pdf. (12.03.2012).

RÜTER, S., DIEDERICH, S. (2012): Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz – Arbeitsbericht aus dem Institut für Holztechnologie und Holzbiologie Nr. 2012/1.

Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise





INTERREG IV Bayern-Österreich Bauen in regionalen Kreisläufen

Partner Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ziele Teilprojekt

- Sicherung einer zukunftsfähigen Landbewirtschaftung durch kompetentes Planen und Bauen im Rahmen regionaler Kreisläufe
- Förderung der Bauqualität von Neubauten für landwirtschaftliche Betriebe im Kontext traditioneller Baukultur
- Entwicklung neuer baulicher Konzepte für landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise mit Umsetzung in die Praxis
- Erarbeitung eines Stallmodells (Planung, Statik, Materiallisten) in Holz- und Stahlbauweise als Grundlage für den ökologischen Vergleich
- Ökonomischer Vergleich von Holz und Stahl als Baustoff
- Optimierung und Integration neuer Bauweisen für landwirtschaftliche Nutzgebäude in das Netzwerk und die Wertschöpfungskette für heimisches Holz

Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise

Die Entwicklung landwirtschaftlicher Nutzgebäude ist immer im Zusammenhang zum Wissensstand sowie zu den Methoden und Zielen in der landwirtschaftlichen Produktion zu sehen. Dabei war und ist die baulich-technische Umsetzung neuer Erkenntnisse und Ziele vor allem von den politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen abhängig. Neue Entwicklungen, wie z.B. in der Milchviehhaltung der Liegeboxenlaufstall und die Erkenntnis der positiven Wirkung frei gelüfteter Ställe auf den Gesundheitszustand der Tiere führten zu vollkommen neuen baulichen Anlagen. Aus dem steigenden Kostendruck resultieren eine Vergrößerung und Spezialisierung der Betriebe bei sinkender Anzahl der Beschäftigten. Dies erfordert kostengünstige und flexible Baukonzepte, die zugleich Lösungen für Einkommensalternativen und für mehr Tierkomfort, Qualitätssicherung, Verbraucherakzeptanz und Ressourcenverknappung bieten.

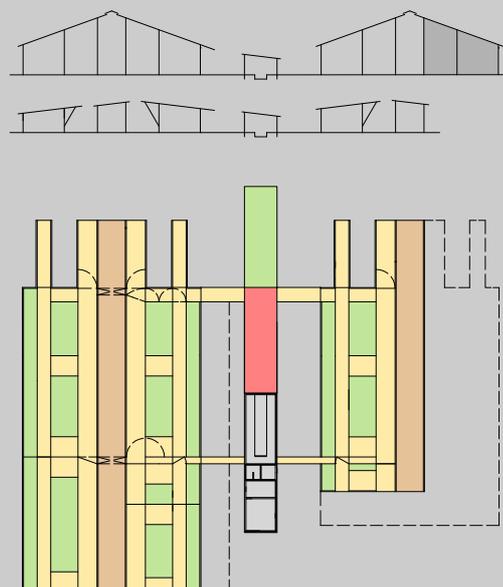


Tierwohl

Teilprojekt 1 Bauen mit Holz in der Landwirtschaft

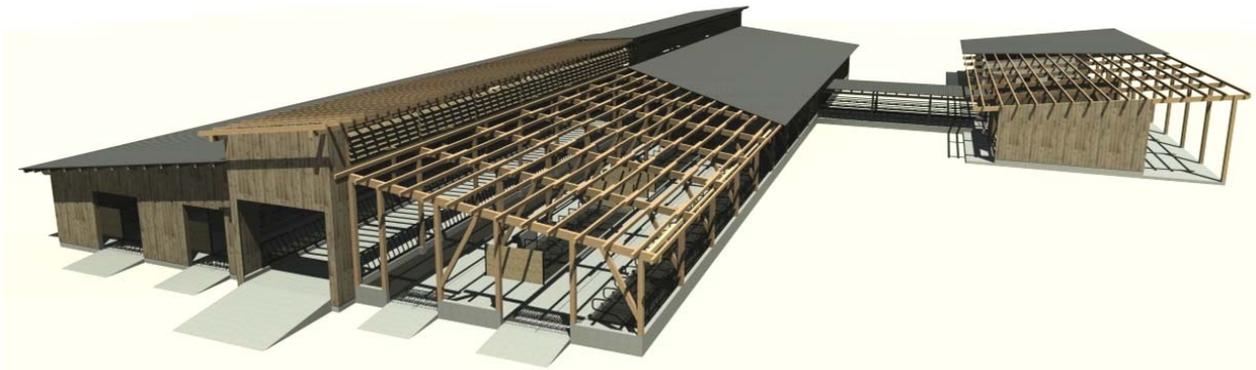
Für das Teilprojekt „Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise“ im Rahmen von Interreg IV „Bauen in regionalen Kreisläufen“ war es daher Ziel, aus den bestehenden Produktionsbedingungen heraus neue Wege für das landwirtschaftliche Bauen aufzuzeigen. Der Baustoff Holz, über den zudem viele Landwirte als Waldbauern verfügen, erscheint dabei als besonders geeignet, da er einen Teil der geforderten Kriterien, wie eine Verbesserung der CO₂-Bilanz, bereits aus sich heraus erfüllt. Dennoch wird er zusehends von anderen Werkstoffen wie Stahl, Stahl- bzw. Aluminiumblech oder Kunststoffen und mineralischen Produkten verdrängt.

Durch das Projekt werden den Landwirten als Bauherren, der Beratung, Planern und öffentlichen Entscheidungsträgern die Anforderungen und Lösungen für landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holz gezeigt. An Hand von Pilotprojekten wurden diese konzeptionellen Ansätze in die Praxis umgesetzt. In diesem Zusammenhang kann die Notwendigkeit einer fachlich fundierten Beratung und Planung und die bauliche Umsetzung mit Handwerksbetrieben vor Ort aufgezeigt werden.



Zukunftsfähigkeit

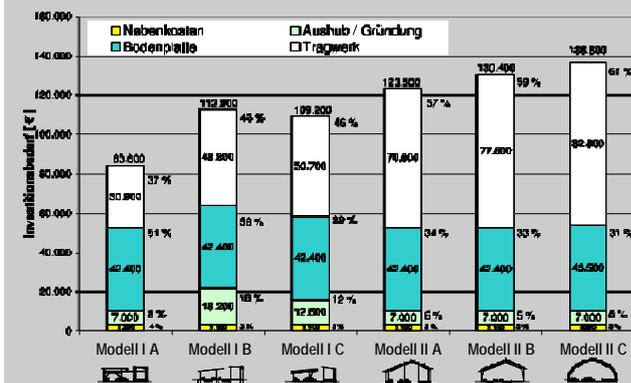
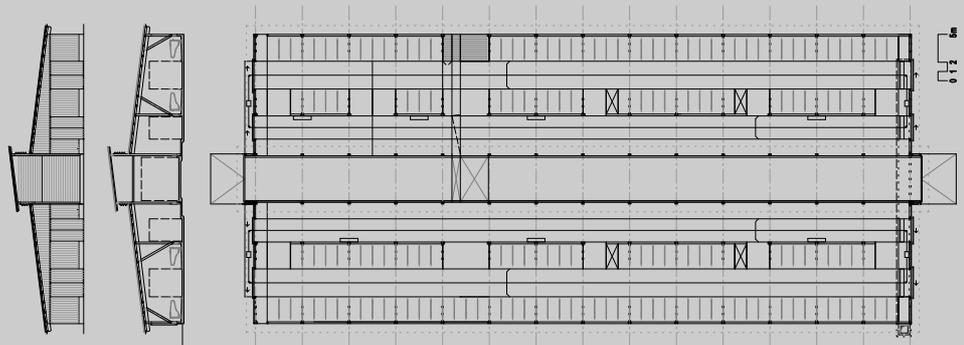
Dipl. Ing. (Univ.) Architekt Jochen Simon



Pilotbetrieb A

170 Milchkühe, Jungvieh in separatem Stall
 separates Melkhaus

217 m³ Holzverbrauch (Liegehalle ohne Melkhaus)



Investitionsbedarf

Holzbau

Regionale Wertschöpfung





INTERREG IV Bayern-Österreich Bauen in regionalen Kreisläufen

Partner Cluster Forst und Holz in Bayern gGmbH

Ziele Teilprojekt

- Optimierung des Netzwerkes und der Wertschöpfungskette für heimisches Holz (landwirtschaftliche Betriebe, Säger, Zimmerer, Tischler, Planer, Berater)
- Stärkung des regionalen Holzbaus
- Wissenstransfer

Regionale Wertschöpfung

Bauen in regionalen Kreisläufen

Durch die von der Politik vorgegebenen Reduktionsziele der Treibhausgasemissionen ist eine Steigerung der Energieeffizienz unumgänglich. Dies trifft auch den Baubereich und umfasst neben der tatsächlichen Gebäude- nutzung auch die Rohstoffherstellung, Erneuerungsmaßnahmen, Umnutzung und den späteren Rückbau. In der Gesamtbetrachtung rücken daher Roh- und Baustoffe in den Vordergrund, welche bei geringeren Kohlendioxidemissionen produziert werden können und den Einsatz fossiler Rohstoffe substituieren.

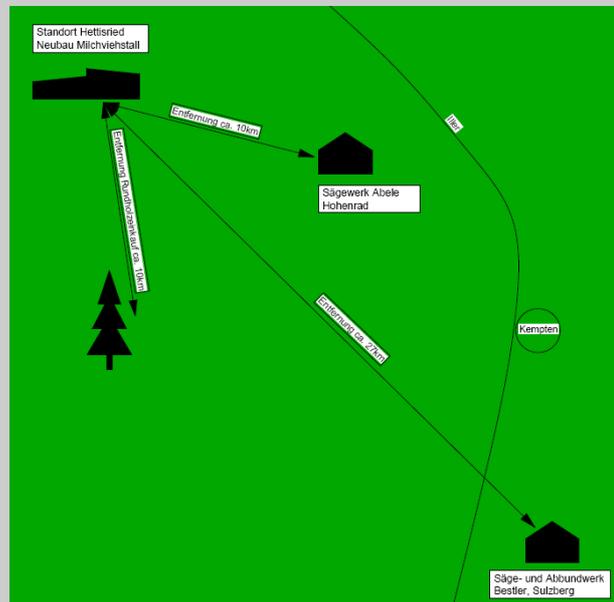
Der mengenmäßig wichtigste nachwachsende und konstruktiv einsetzbare Rohstoff ist Holz. Holz speichert den von Bäumen umgewandelten Kohlenstoff dauerhaft, durch Holznutzung entsteht ein neuer Wuchsraum für Bäume, die den Kohlenstoffspeicher weiter vermehren. Daher ist Bauen mit Holz aktiver Klimaschutz.

Die Nutzung des Holzes erfolgt in Kreisläufen, was bedeutet, dass es nach der Nutzung vielfältig weiterverwertet werden und schließlich am Ende des Lebensweges energetisch genutzt werden kann. In Holzbauten steckt mehr Energie als zur Herstellung benötigt wird. Produktionsabfälle können jederzeit energetisch genutzt werden. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass in Holzbauten besonders wenig graue Energie gebunden ist.

Eine wichtige Rolle in der Energiebilanz spielt auch der Rohstofftransport. Durch eine hohe regionale Verfügbarkeit des Holzes kann dieser gering gehalten werden. In Bayern beträgt der Gesamtbestand rund 1 Mrd. Festmeter. Die Waldfläche beträgt rund 2,5 Mio. Hektar, was 36 % der Landesfläche entspricht. Der jährliche Zuwachs beträgt rund 31 Mio. Festmeter, davon werden rund 21 Mio. Festmeter genutzt. Jede Sekunde wächst 1 Festmeter Holz nach. Das bedeutet beispielsweise, dass der Holzbedarf von bis zu 217 Kubikmeter für ein Stallgebäude (Pilotbetrieb A, ohne Melkhaus) mit 170 Milchkuhen alle ca. 6 Minuten nachwächst. Laut aktuellen Berechnungen würde rund ein Drittel der Erntemenge in Deutschland genügen, um sämtliche Neubauten im gesamten Bausektor aus Holz zu erstellen.

Durch eine vermehrte regionale Holznutzung kommt es zur Stärkung des ländlichen Raumes. Alleine in Bayern

erwirtschaften rund 190.000 sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer in der Forst- und Holzwirtschaft einen jährlichen Umsatz von rund 37 Mrd. Euro. Rund 90 % des in Bayern verarbeiteten Nadelstamm- und Industrieholzes kommt auch aus Bayern; rund 70 % bleibt vor Ort in den Regionen (Cluster-Studie Bayern, 2008, S. 34).



Pilotbetrieb P - MV 5

Im Rahmen des Projektes „Bauen in regionalen Kreisläufen“ entstand am Pilotbetrieb P - MV 5 ein Stall mit 100 Stallplätzen und separatem Melkhaus.

Die 240 fm benötigten Fichtenrundholz wurden von regionalen Waldbesitzern erworben und von einem lokalen Fuhrunternehmer an zwei umliegende Sägewerke geliefert. Das Gebäude wurde nach den Plänen des LFL Architektenteam um Jochen Simon gefertigt und besteht aus einem Unterbau aus Stahlbeton mit einer Tragstruktur aus Holz. Während des gesamten Bauprozesses konnte der Bauherr in erheblichem Umfang Eigenleistung mit einbringen.

Durch die regionale Wertschöpfung verblieb das Gesamtvolumen der Investition in der Region und die kurzen Transportwege wirkten sich positiv auf die Klimabilanz des Neubaus aus.

Kommunikation der Ergebnisse

Beim Verkauf von Lebensmitteln erfreuen sich regionale Siegel großer Beliebtheit. Der Verbraucher kennt aus unzähligen Kommunikationskanälen die vielfältigen Vorteile der regionalen Wertschöpfungsketten.

Stark vereinfachte Aussagen, wie „Holz brennt“, „Holz verrottet“, „Bauen mit Stahl ist billig, stark und beständig“ führten zum Niedergang klassischer landwirtschaftlicher Holzarchitektur. Das Projekt „Landwirtschaftliches Bauen in regionalen Kreisläufen“ richtet sich gezielt gegen diese Grundaussagen. Es ist der Versuch, die regionalen Wertschöpfungsketten zu stärken und mit durchdachter Stallbauarchitektur landschafts-gebundenes Bauen zu ermöglichen. Dabei soll der Baustoff Holz aus dem regionalen Umfeld im Denken und Planen der Landwirte und Bauherrn im ländlichen Raum wieder eine Option darstellen.

Dies zu erreichen bedarf es, neben der Durchführung von Pilotprojekten, der Kommunikation. Die Zielgruppen sind alle Mitglieder der Wertschöpfungskette, von bauwilligen Landwirten, Waldbesitzern über Fuhrunternehmen, Sägewerke und Zimmereien bis hin zu den Planern und Architekten im ländlichen Raum. Sie alle werden getragen von „positiven Verstärkern“, wie z.B. dem Grundvertrauen in heimische Produkte, dem regionalen Heimatgefühl, der öffentlichen Diskussion über Nachhaltigkeit im Lebensalltag.

Dagegen stehen negative Hemmnisse, wie das Streben nach Gewinnmaximierung, die Abkehr von gewohnter Bautradition und mangelnde Beratung. Sowohl die Forschungsergebnisse als auch das Pilotprojekt darzustellen und beides in sehr einfacher Form für die Zielgruppen nutzbar zu machen, war die Aufgabe der Kommunikation innerhalb des Projektes.

Dipl.-Holzwirt (Univ.) Markus Blenk
Dipl. Holzbautechniker Anselm von Huene
Gisela Goblirsch



Projektkoordinator und Projektpartner



Projektkoordinator

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen
in Bayern e.V. (ALB)
Vöttinger Str. 36
85354 Freising
vertreten durch
Dr. Martin R. Müller



Projektpartner 1

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Prof.-Dürrewächter-Platz 2
85586 Poing-Grub
vertreten durch
Dipl. Ing. (Univ.) Architekt Jochen Simon
Dipl. Ing. (FH) Christine Biermanski
Dipl. Ing. (FH) Architekt Peter Stötzel
Dipl. Ing. (FH) Martin Fischer



Projektpartner 2

Landwirtschaftskammer Vorarlberg (LK)
Planungsbüro der LK und ABB
Montfortstraße 9
A-6900 Bregenz
vertreten durch
Dipl.-Ing. Thomas Ölz
Dipl. Ing. Dr. techn. Architekt Andreas Weratschnig



Projektpartner 3

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Kaufbeuren
Heinzelmannstraße 14
87600 Kaufbeuren
vertreten durch
Dipl. Ing. (FH) Architekt Konrad Knoll, Kaufbeuren



Projektpartner 4

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfarrkirchen
Lärchenweg 10
84347 Pfarrkirchen
vertreten durch
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Mautner, Pfarrkirchen



Projektpartner 5

Technische Universität München
Holzforschung München
Winzererstr. 45
80797 München
vertreten durch
Prof. Dr. Klaus Richter
PD Dr. rer. silv. Gabriele Weber-Blaschke
M.Sc. Christel Lubenau
M.Sc. Sabine Helm



Projektpartner 6

Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH
Am Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
vertreten durch
Dipl.-Holzwirt (Univ.) Markus Blenk
Gisela Goblirsch-Bürkert M.A.
Dipl.-Holzbautechniker Anselm von Huene
Dipl.-Forstwirt Alexander Schulze

Autoren & Projektbearbeitung, Co-Autoren

Autoren

M.Sc. Sabine Helm
M.Sc. Christel Lubenau
PD Dr. rer. silv. Gabriele Weber-Blaschke
Technische Universität München,
Lehrstuhl für Holzwissenschaft
Holzforschung München, Standort Freising
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2
85354 Freising
Tel. 0049 (0) 8161 / 71 5635 oder 3944
sabine.helm@tum.de
lubenau@hfm.tum.de
weber-blaschke@hfm.tum.de

Prof. Dr. Klaus Richter
Technische Universität München
Lehrstuhl für Holzwissenschaften
Winzererstr. 45
80797 München
Tel. 0049 (0) 89 / 2180 6421
richter@hfm.tum.de

Projektbearbeitung Stallmodell A, Materialliste Holz / Stahl

Dipl. Ing. (FH) Christine Biermanski
Dipl. Ing. (Univ.) Architekt Jochen Simon
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2
85586 Poing-Grub
Tel. 0049 (0) 89 / 99 141-393 oder 390
christine.biermanski@lfl.bayern.de
jochen.simon@lfl.bayern.de

Co-Autoren

Dipl. Ing. (Univ.) Architekt Jochen Simon
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2
85586 Poing-Grub
Tel. 0049 (0) 89 / 99 141 390
jochen.simon@lfl.bayern.de

Dipl.-Holzwirt (Univ.) Markus Blenk
Leitung Geschäftsbereich „Bauen mit Holz“
Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH
Am Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Tel. 0049 (0) 8161 / 71 5148
blenk@cluster-forstholzbayern.de

Gisela Goblirsch
c/o pr-c.o.m.petence
marketing communication
Schwanenweg 32
81827 München
Tel. 0049 (0) 89 453 643 77
goblirsch@cluster-forstholzbayern.de

Anselm von Huene
Dipl. Holzbautechniker, Zimmerermeister
Planungsbüro INHOLZ
Am Bache 9
83646 Bad Tölz
Tel. 0049 (0) 8041 / 79 689 12
info@planen-inholz.de

Alexander Schulze
Geschäftsführung Netzwerk Forst Holz
Abteilungsleiter C.A.R.M.E.N. e.V.
Schulgasse 18
94315 Straubing
Tel. 0049 (0) 9421 / 960 384
contact@carmen-ev.de

In Zusammenarbeit mit

Betrieb Johann Dorn
Hettisried 15
87452 Altusried
Vertreten durch
Jürgen König!

INTERREG IV Bayern-Österreich

Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden

Landwirtschaft Bauen in regionalen Kreisläufen

Interreg IV Bayern - Österreich 2007-2013

