

**Sachbereich: Forstnutzung
(Forest products)**

Abgeschlossene Vorhaben

Projekt: „Eigenschaften und Verwendung von Rund- und Schnittholz aus Durchforstungen der Holzart *Larix kaempferi* (Lamb.) – Japanische Lärche“
(Properties and application of roundwood and sawn timber from thinning stands of Larix kaempferi)
(Durchführung: Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg im Breisgau, Prof. Dr. Dr. h.c. G. Becker, Dr. S. Pelz)

Im Rahmen der Studie werden die Eigenschaften und Qualitäten von Kanthölzern, hergestellt aus japanischen Lärchen (*Larix kaempferi*), dreier rheinland-pfälzischer Bestände der Forstämter Montabaur, Hermeskeil und Daun untersucht und beschrieben, um damit Kennwerte für bestimmte Verwendungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Die vorliegende Untersuchung hatte vor allem orientierenden Charakter. Aufgrund des begrenzten Untersuchungsmaterials sind die gefundenen Ergebnisse nicht als abschließend, sondern als Hinweis auf Merkmalsausprägungen zu betrachten. In Abbildung D 3 sind die Rundholz-Güteklassen

je Herkunftsbestand, getrennt nach HKS und prEN 1927-3 dargestellt. Die Anteile an der Güteklasse C nach HKS bewegten sich zwischen 20 % und 80 %. Im Durchschnitt waren 44,4 % des Holzes der Güteklasse C und 15,6 % der Güteklasse D zuzuordnen. Nach prEN 1927-3 entsprachen hingegen 48,8 % des Holzes der Güteklasse C und 22,2 % der Güteklasse D. Nur 30 % fielen in die Güteklasse B. Zwischen den Beständen sind deutliche Sortierunterschiede feststellbar.

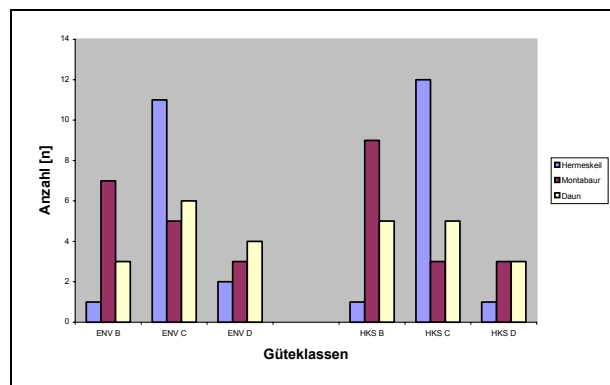


Abb. D3: Güteklassenverteilung des Rundholzes nach prEN 1927-3 und HKS
Fig. D3: Frequency of quality-classes of roundwood according to the prEN 1927-3 and HKS

Die *Jahrringbreite* ist ein Merkmal des Holzes, das in enger Beziehung mit der Holzdicke steht. Die Dichte des Holzes lässt Rückschlüsse auf die mechanischen und elasto-mechanischen Eigenschaften zu. Lärche neigt allgemein zu einer erheblichen Variation der Jahrringbreite, da sie sehr stark auf die klimatischen Verhältnisse während der Vegetationszeit reagiert. Aus Tabelle D 4 sind die Lage- und Streuungsmaße für das Gesamtkollektiv (Ges.-Kollektiv), die einzelnen Bestände (Gruppe-Ges.) und die Abschnitte, getrennt nach Erdstammabschnitt und Kronenabschnitt, ersichtlich. Der Mittelwert aller Bestände liegt bei 3,91

mm. Die Spannweite variiert zwischen 1,62 mm und 8,22 mm. Dieser weite Bereich resultiert aus dem Umstand, dass die Rundholzabschnitte wegen Krümmungen nicht immer genau im Mark aufgetrennt werden konnten und ein Teil der Kanthölzer überwiegend die sehr breiten inneren Jahrringe inklusive des Marks enthielt. Der Bestand aus Hermeskeil weist mit 4,01 mm die höchste durchschnittliche Jahrringbreite auf, der Bestand aus Montabaur mit 3,81 mm die geringste. Die Durchschnittswerte liegen an der Grenze von 4 mm, die nach DIN 4074 eine Absortierung von Sortierklasse S 13 in S 10 zur Folge hat.

		n	Mittelw.	Md	Min	Max	S
Daun	Erdst.-Abs.	60	4,19	3,82	2,21	7,20	1,28
	Kronen-Abs.	23	3,21	3,18	1,62	5,13	,87
	Gruppe-Ges.	83	3,92	3,61	1,62	7,20	1,26
Hermeskeil	Erdst.-Abs.	60	4,00	3,80	2,36	6,27	,77
	Kronen-Abs.	16	4,04	4,18	2,09	5,00	,74
	Gruppe-Ges.	76	4,01	3,89	2,09	6,27	,76
Montabaur	Erdst.-Abs.	60	3,95	3,64	2,30	8,22	1,15
	Kronen-Abs.	15	3,25	3,00	2,44	5,45	,83
	Gruppe-Ges.	75	3,81	3,53	2,30	8,22	1,13
Ges.-Kollektiv		234	3,91	3,70	1,62	8,22	1,07

Tab. D4: Statistische Kennwerte der Jahrringbreite [mm] nach DIN 4074 für die Kanthölzer des Gesamtkollektivs unterteilt nach den Beständen, Erdstammabschnitten und kronennahen Abschnitten.

Table D4: Statistic of the annual ring width of the sawn timber from japanese larch according to DIN 4074

Die *Darrdichte* wurde anhand von Kantholz-scheiben ermittelt. Lärchenholz besitzt seine größte Dichte bei einer Jahrringbreite von 1 – 2 mm. Die hier ermittelte Darrdichte zeigt eine Schwankungsbreite von 0,33 g/cm³ bis 0,60 g/cm³. Der Mittelwert liegt bei 0,45 g/cm³. Die Erdstammabschnitte weisen eine durchschnittliche Dichte zwischen 0,43 und 0,47 g/cm³ auf. Die kronennahen Abschnitte liegen mit 0,42 bis 0,46 g/cm³ geringfügig darunter (Abbildung D 4). Die Unterschiede zwischen den Beständen sind statistisch signifikant ($\alpha = 0,05$). Die Kanthölzer des Dauner Bestandes besitzen die höchste Dichte.

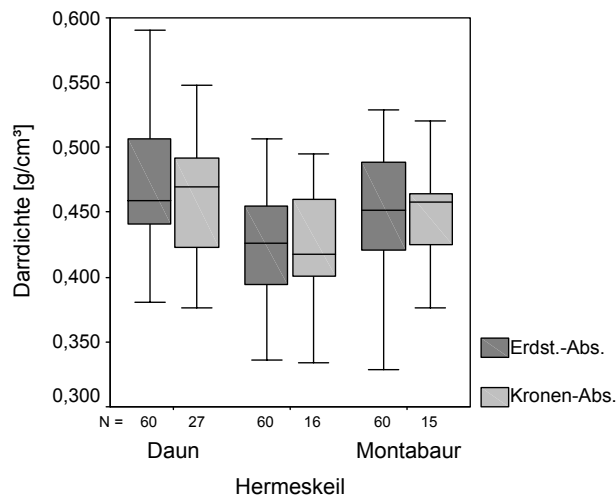


Abb. D4: Boxplot der Darrdichte für die Kanthölzer unterteilt nach den Beständen, Erdstammabschnitten und kronennahen Abschnitten.

Fig. D4: Boxplot of the wood density values of the sawn timber of japanese larch

Die Prüfung der technologischen Eigenschaften lieferte im Vergleich mit Studien der Europäischen Lärche nur durchschnittliche *Festigkeits- und Elastizitätswerte*. Das Niveau der Werte ist dagegen mit Douglasienschnittholz aus jüngeren Untersuchungen vergleichbar. Die *Biegefestigkeit* lag bei durchschnittlich 43,92 N/mm². Der *dynamische Biege-Elastizitäts-Modul* erreichte Werte von durchschnittlich 11.029 N/mm² und der *statische Biege-Elastizitäts-Modul* lag bei 11.168 N/mm². Zwischen den kronennahen Abschnitten und den Erdstammabschnitten bestehen nur geringe Unterschiede hinsichtlich der technologischen Eigenschaften.

Die ermittelten sortier- und qualifizierungsrelevanten Parameter, vor allem die Festigkeits- und Elastizitätskennwerte, zeigen Potenziale für die japanische Lärche, die, durchaus im „Mittelfeld“

liegend, mit anderen Rotholz-Baumarten konkurrieren können. Auch bei der japanische Lärche wurde deutlich, dass nur eine maschinelle Sortierung das Festigkeitspotenzial des Schnittholzes erkennen lässt, eine visuelle Sortierung nach DIN 4074 hingegen zu einer Unterschätzung dieses im Bereich der Baustatik wichtigen Kriteriums führt.

Summary

The objective of the study was to assess use oriented properties of sawn timber of japanese larch from stands of three forest districts of Rhineland-Palatinate. The results show that the main properties, especially steadiness and elasticity, which are the most important properties for constructive use, are comparable with average values of other red woods like Douglas fir or European larch.



Projekt: „Aufkommen, Qualität und Verwendung von Holz der Nebenbaumarten *Abies procera* und *Abies grandis*“
 (Quantity, quality and application of roundwood of *Abies procera* and *Abies grandis*)
 (Durchführung: Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg im Breisgau, Prof. Dr. Dr. h.c. G. Becker, Dr. S. Pelz)

Im Rahmen einer Literaturstudie wurden Informationen zu den Eigenschaften, den Qualitäten und Verwendungsmöglichkeiten des Holzes der Baumarten *Abies procera* und *Abies grandis* zusammengetragen. Aufgrund der bundesweit nur punktuell vorhandenen Anpflanzungen sowie einer weitgehend fehlenden spezifischen Absatzkette stehen Kenntnisse und Erfahrungen über deren holztechnologische Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten sowohl auf forst- als auch auf holzwissenschaftlicher Seite nur in geringem Umfang zur Verfügung. Hieraus resultieren Unsicherheiten auf Anbieter-, wie auch auf Abnehmerseite. Die zugrunde liegende Literaturstudie greift diese Problematik auf und orientiert sich dabei an folgenden Zielen:

- Zusammenfassende Analyse wichtiger europäischer und amerikanischer Untersuchungen über Eigenschaften und Qualität des Rund- und Schnittholzes der beiden Baumarten
- Ableitung von Stärken und Schwächen des Holzes der genannten Baumarten
- Exemplarisches Aufzeigen möglicher Verwendungsbereiche

Die Charakterisierung beider Baumarten erfolgte überwiegend mit Hilfe komprimierter tabellari-

scher Übersichten über relevante verwendungsorientierte Holzdaten.

Als abschließendes Resultat der Literaturstudie kann zusammenfassend betrachtet festgestellt werden, dass die Eignung des Holzes der beiden Tannenarten *Abies grandis* und *Abies procera* für konstruktive Verwendungen mit dem Holz der Weisstanne vergleichbar ist, bei tendenziell etwas schlechter ausgeprägten technologischen Parametern. Lediglich in der natürlichen Dauerhaftigkeit und dem Stehvermögen hebt sich die einheimische *Abies alba* deutlich ab. Eine gemeinsame Vermarktung und Verwendung des Rund- und Schnittholzes dieser Tannenarten ist bei der Kenntnis über das jeweilige Eigenschafts- und Anforderungsprofil, vor allem bei konstruktiven Verwendungen, möglich.

Summary

The study describes the knowledge base available concerning properties and utilisation of wood from *Abies grandis* and *Abies procera*. Against the background of the german timber market the comparison of both species with *Abies alba* and *Picea abies* is a main focus of the contribution.



Projekt: *„Marktchancen für hitzevergütetes Holz in Deutschland: Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten, Verfügbarkeit und Marketing“*
(Market opportunities for heat treated timber in Germany: Characteristics, possible use, availability and marketing)
(Durchführender: Institut für Forstpolitik, Arbeitsbereich Markt und Marketing der Universität Freiburg; Prof. Dr. M. Becker)

In den vergangenen Jahren wurde eine Reihe von Techniken zur Hitzevergütung von Holz bis zur Praxisreife entwickelt, mit denen Holz auf dem Wege einer Teilpyrolyse unter Sauerstoffabschluss chemiefrei dimensionsstabiler und dauerhafter gemacht wird. Während dieses Material beispielsweise auf dem finnischen Markt schon seit einigen Jahren insbesondere für hochwertige Verwendungen kommerziell vertrieben wird, deuten eigene Untersuchungen auf grundlegende Probleme der technischen Verarbeitung hin.

Vor diesem Hintergrund war es Ziel dieses Projekts, einen Überblick über Markt und Marktchancen für hitzevergütetes Holz auf dem deutschen Markt zu schaffen. Zu diesem Zweck wurden aufbauend auf den Kenntnissen der modifizierten Holzeigenschaften marktfähige Produkte aus diesem Material in Mitteleuropa und Skandinavien identifiziert und seine Chancen in ausgewählten Marktsegmenten begutachtet. Daraus wurden Schlussfolgerungen hinsichtlich Vermarktung und zukünftiger Marktchancen abgeleitet.

Modifiziertes Holz wird mit natürlich dauerhaften Holzarten und chemisch geschütztem Holz im nicht konstruktiven Bereich in Konkurrenz treten. Wegen der Vergütungskosten wird sich sein Einsatz auf hochwertige Produkte beschränken, für

die kein chemischer Holzschutz erwünscht ist. Dementsprechend bietet sich das Material beispielsweise für Gartenmöbel an.

Andererseits scheint hitzevergütetes Holz nicht geeignet, Kunststoffprodukte zu substituieren. Vielmehr können Eigenschaften von Produkten aus unbehandeltem Holz durch hitzevergütetes Material verbessert werden. In diesem Zusammenhang können beispielsweise Fensterkanteln aus hitzevergütetem Holz Bedeutung erlangen.

Um diese Chancen zu nutzen, sollte die Vermarktung von Endprodukten aus hitzevergütetem Holz gefördert werden. Demgegenüber stand bisher der Absatz hitzevergüteter Halbwaren im Vordergrund.

Summary

The objective of this review study was to assess the state and development opportunities of german heat treated timber markets. Due to high cost methods in heat treatment modified wood will primarily be used in high quality non constructive products, e. g. garden furniture. However, it will not compete plastic products. It will improve with products from hitherto untreated wood. Market chances will improve by switching over from intermediate to end use product marketing.



Projekt: *„Optimierte Energieversorgung für ein Wohn- und Geschäftshaus“
(Optimized energy supply for a combined private and business building)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)*

Seit einigen Jahren ermöglicht eine Änderung der Landesbauordnung Rheinland-Pfalz den Mehrschossbau in Holzbauweise. Dies stellt neue Herausforderungen an den Einsatz nachwachsender Rohstoffe und erneuerbarer Energieträger. Deshalb wurden in diesem Projekt einerseits der Wärmebedarf durch bauliche Maßnahmen und andererseits der Einsatz regenerativer Energien unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten für ein beispielhaftes Wohn- und Geschäftsgebäude optimiert.

Zu diesem Zweck wurden die Maßnahmen für den Niedrigenergie- und Ultraniedrigenergiehausstandard und die „Wärmeschutzverordnung 95“ in Kombination mit verschiedenen Energieversorgungskonzepten modellhaft unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten verglichen.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Bau im Ultraniedrigenergiehausstandard mit Holz-Sonne-Kopplung und Wärmerückgewinnung unter ökologischen Gesichtspunkten am günstigsten ist. Unter ökonomischen Gesichtspunkten dagegen stellte sich der Niedrigenergiehausstandard mit der gleichen Energieversorgungstechnik als besonders vorteil-

haft heraus. Die Verwendung nachwachsender Rohstoffe verteuert die zusätzlichen Maßnahmen für NEH- oder UNEH-Standard um ca. 50 %. Dennoch wurde das modellhaft optimierte Wohn- und Geschäftshaus seit Sommer 2001 entsprechend der ökologischen Optimalvariante errichtet. Insbesondere wurden die Dämmeigenschaften von Fenstern, Wand- und Deckendämmung um jeweils rund 25 % verbessert, eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Erdwärmetauscher installiert sowie eine Holzpelletheizung eingebaut.

Summary

The objective of this study was to assess the possible ecological and economical improvement of an exemplary combined private and business building. It was possible to fulfill ultra low energy house standards by improving window, wall and ceiling insulation by ca. 25 %. Furthermore a wood pellet heating system showed to be economically most advantageous. Therefore the building was built in ultra low energy house standard, mostly from regrowing building materials and uses a regenerative energy supply.



Projekt: *„Erfassung und energetische Beurteilung der kommunalen Gebäude einer Verbandsgemeinde auf ihre Eignung für den Einsatz von Holzhackschnitzel- bzw. Holzpelletheizanlagen“*
(Registration and energetic assessment of municipal buildings of a municipal association with special respect to the use of wood chip and wood pellet heating systems)
(Durchführender: Fachbereich Versorgungstechnik der Fachhochschule Trier, Prof. Dr.-Ing. M. K. Schlich)

Neben der Optimierung des Einsatzes regenerativer Energien in Einzelgebäuden stellt sich zunehmend die Frage nach den Möglichkeiten dieser Techniken im kommunalen Umfeld. Vor diesem Hintergrund war es Ziel dieser Studie, die Gemeindegebäude einer Verbandsgemeinde hinsichtlich ihres Energiebedarfs zu analysieren. Darauf aufbauend wurden die Möglichkeiten des Einsatzes von Holzhackschnitzel- oder Holzpelletheizanlagen technisch und wirtschaftlich evaluiert. Von 17 untersuchten kommunalen Gebäuden eignen sich 4 für Heizsysteme auf regenerativer Basis. Holzhackschnitzelheizungen schienen in der Regel am besten geeignet, den größeren Wärme-

bedarf dieser Gebäude zu decken. Solarthermische Anlagen für die Brauchwarmwasserbereitung waren dagegen weniger vorteilhaft.

Summary

The objective of this study was to assess the feasibility of regenerative heating systems for municipal buildings in a rural area. Therefore 17 municipal buildings were assessed for heat requirements and heating systems. 4 buildings seemed to be suitable for economical wood chip heating systems. Solar heating systems for hot water however were economically disadvantageous.



Projekt: *„Unter Nachhaltigkeitsaspekten optimiertes Naturfreundehaus im Biosphärenreservat Pfälzerwald – Beispiel: Oppauer Haus“*
(Sustainably optimized club house of the „Naturfreunde“ rambling club in the biosphere reservation „Pfälzerwald“ (palatine forest) – e. g. „Oppauer Haus“)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

Der Wanderverein „Die Naturfreunde“ sieht sich als anerkannter Umweltschutzverband in einer besonderen Verantwortung für die Natur. Deshalb wurden die Möglichkeiten der nachhaltigen Entwicklung solcher für die Naherholung wichtigen Einrichtungen am Beispiel eines seiner Wanderheime evaluiert.

Zu diesem Zweck wurde im Rahmen einer Generalsanierung der Wärmedämmstandard des Hauses analysiert und optimiert. Insbesondere stellte sich

die neue Vakuumdämmtechnik für die Altbausanierung als vielversprechende Alternative dar.

Ferner wurde aufbauend auf dem Energiebedarf des Hauses eine beispielhafte Holz-Sonne-Kopplung geplant und Möglichkeiten zur Trinkwassereinsparung untersucht. Der Wärmepreis mit einem Holzpelletkessel von ca. 6,8 ct / kW_{th} ist gegenüber einem Gaskessel mit 7,2 ct / kW_{th} deutlich günstiger. Eine zusätzliche solarthermische Anlage zur Brauchwarmwasserbereitung ver-

schlechtert das Ergebnis mit einem Wärmepreis von 8 ct / kWh_{th}. Wird das Grauwasser des untersuchten Objekts zusammen mit der Vakuumtechnik genutzt, so hilft dies, den Trinkwasserverbrauch um fast 45 % abzusenken.

Summary

The objective of this study was to assess the opportunities of sustainable development for a ram-

bling club house. The club house is an old building and can efficiently be improved through vacuum insulation technique. Furthermore a wood pellet heating system with heating costs of 6.8 ct kWh_{th}⁻¹ seems advantageous as compared to a conventional gas heating system with heating costs of 7.2 ct kWh_{th}⁻¹. A solar heating system produces higher heating costs of approx. 8 ct kWh_{th}⁻¹. The use of grey water and vacuum technique can diminish the clear water consume by nearly 45 %.



Projekt: „*Biogas aus Biomasse ohne Gülle*“
(Biogas from biomass without liquid manure)
(Fachrichtung Energie- und Umwelttechnik im Fachbereich Versorgungstechnik der Fachhochschule Trier, Prof. Dr.-Ing. Stefan Wilhelm)

Die in der Vergangenheit gängige Technik der Güllevergärung eignet sich überwiegend für größere landwirtschaftliche Betriebe. Andererseits könnten mit der gulfreien Vergärung nachwachsender Rohstoffe neue Möglichkeiten für die nachfrageorientierte Produktion von Biogas geöffnet werden. Dies könnte insbesondere auf dem Wege der energiewirtschaftlich orientierten extensiven Grünlandbewirtschaftung einen wertvollen Beitrag zur Offenhaltung der Landschaft leisten.

Deshalb war es Ziel dieses Projekts, die Möglichkeiten der Gasproduktion aus Biomasse ohne Gülle zu evaluieren. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Grasarten, Luzerne und Rotklee aus extensiver Grünlandbewirtschaftung unter Berücksichtigung der Düngewirkung des Gärückstandes hinsichtlich des Verhältnisses von quantitativer und qualitativer Gasausbeute zu Anbauaufwand ökologisch und ökonomisch bilanziert. Am günstigsten schnitt das italienische Raigras (= Welsches Weidelgras; *Lolium multiflorum* Lam.) mit jährlich ca. 4.750 m³ Methan / ha und ca. 1.500,- € Gewinn / ha ab.

Auf diesen Erkenntnissen aufbauend wurde eine tragfähige Betriebsgröße für eine wirtschaftliche Biogasanlage ohne Gülle berechnet. Sie liegt der-

zeit für den Anbau von Welschem Weidelgras bei ca. 44 ha und erwirtschaftet ca. 22.500,- € / Jahr. Zu große Anlagen verlieren demgegenüber durch hohe Transportkosten an Wirtschaftlichkeit.

Die praktische Umsetzbarkeit des Konzepts wurde abschließend anhand des Flächenpotenzials für eine extensive Biomasseproduktion in Rheinland-Pfalz abgeschätzt. Ca. 1% der elektrischen Energie in Rheinland-Pfalz lässt sich durch Biomassevergärung ohne Gülle decken. Darüber hinaus lässt sich die thermische Energie nutzen.

Summary

The objective of this study was to assess the technique of manure free biomass-fermentation for gas production of low input greenland biomass. Italian raigras (*Lolium multiflorum* Lam.) seems to be most advantageous, annually producing ca. 4,750 m³ methane ha⁻¹ and yielding ca. 1,500.- € ha⁻¹. Biogas equipments should use the biomass from at least 44 ha greenland. The evaluated technique possibly meets 1 % of rhenish-palatine electrical power requirements with an unknown amount of additional heat power supply.



Projekt: „Energiesparpotenziale durch Fassadendämmung mit EPS oder Holzfaserdämmplatten“
Energy saving potential through façade insulation with EPS or wood fibre insulation boards)
 (Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

Wesentliche Energiesparpotenziale lassen sich durch verbesserte Gebäudedämmung realisieren. Dies stellt eine wichtige Voraussetzung für zukunftsweisende Wärmeversorgungssysteme dar (vgl. Kurzfassung „Konzeptstudie eines Holzenergie-basierten Nahwärmenetzes). Deshalb wurden in dieser Studie am Beispiel einer Fassadenrenovierung die ökonomischen Auswirkungen von Dämmmaterial aus fossilen bzw. nachwachsenden Rohstoffen untersucht.

Zu diesem Zweck wurden die Investitionskosten und Energieeinsparungen für eine ENEC-gerechte Fassadendämmung aus EPS (Styrodur und Styropor) bzw. Holzfaser-Dämmplatten einander gegenübergestellt. Einschließlich Zubehör und Montage ist EPS fast 25 % billiger als Holzfaserdämm-

platten. Dementsprechend muss je eingesparter kWh_{th} ca. 1/3 mehr für Holzfaserdämmplatten als für EPS investiert werden.

Summary

The objective of this study was to economically assess investment costs for legal standards (i. e. energy savings decree) fulfilling façade insulations with expanded polystyrole (EPS) and wood fibre insulation boards, respectively. Investment costs of wood fibre insulation boards exceeded those for EPS by ca. 20 %. Accordingly investment costs on a kWh_{th} basis were about 30 % higher for wood fibre insulation boards as compared to EPS.



Projekt: „Konzeptstudie eines Holzenergie-basierten Nahwärmenetzes“
(Draft study on a fuel wood based small scale district heating)
 (Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

Nachdem eine frühere Machbarkeitsstudie die Vorteilhaftigkeit von Holzenergie für ein konkretes Schulzentrum in Rheinland-Pfalz gezeigt hat, soll in dieser Studie beispielhaft beleuchtet werden, welche Entwicklungsmöglichkeiten hin zu einer kommunalen Nahwärmeversorgung aller örtlichen großen Wärmeverbraucher erwartet werden können.

Zu diesem Zweck wurde der Zustand von Wärme- und Strombedarf sowie -versorgung eines Schulzentrums mit 5 Schulen und einer Mehrzweckhalle analysiert. Unter der Voraussetzung der Däm-

mung aller Gebäude auf Niedrigenergiehaus-Standard erscheint ein Nahwärmesystem auf Biomassebasis mit Spitzenlastkessel für fossile Brennstoffe bei einem Wärmepreis von 7,5 ct / kWh_{th} gegenüber einer Variante mit dezentralen oder zentralen Heizsystemen auf fossiler Basis (jeweils 7,3 ct / kWh_{th}) ökonomisch konkurrenzfähig. Darüber hinaus ist die Biomasse-basierte Nahwärmeversorgung in Hinsicht auf die CO₂-Einsparung deutlich überlegen.

Summary

The objective of this study was to exemplarily assess the economical and ecological feasibility of a biomass based small scale district heating for a school centre with 5 schools and a multiple use public hall. As far as buildings are insulated to

meet low energy house standards, a biomass based small scale district heating system meets heat energy costs of conventional systems with 7.5 and 7.3 ct kWh_{th}⁻¹, respectively. Furthermore a biomass based system is superior in terms of CO₂-savings.



Projekt: „Machbarkeitsstudie einer holzbasierten Nahwärmeversorgung für ein Wohngebiet“
(Feasibility study for a wood based small scale district heating for a residential area)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

Nachdem wiederholt gezeigt werden konnte, dass dezentrale Holzfeuerungen für moderne Wohnhäuser gegenüber vergleichbaren Anlagen für fossile Energieträger ökonomisch und ökologisch überlegen sind, ist es Ziel dieser Studie, die Machbarkeit eines Biomasse-basierten Nahwärmenetzes für ein beispielhaftes Wohngebiet mit Mehrfamilienhäusern zu überprüfen.

Die Wärmegestehungskosten einer Nahwärmeversorgung mit einem Holzhackschnitzel-Grundlast- und einem Gas-Spitzenlastkessel liegen mit 1,03 € / m² um ca. 20 % niedriger als bei einem vergleichbaren System mit Gaskessel. Gleichzeitig verringert das holzbasierte Nahwärmesystem die CO₂-Emissionen um fast 75 %. Solarthermie er-

höht die Wärmegestehungskosten um ca. 22 ct / m².

Summary

The objective of this study was to assess the feasibility of a wood based small scale district heating system for a residential area with multiple dwellings. The heat energy costs of such a system are 1.03 € per m². They fall short of the heat energy costs of a compatible system on a non regenerative basis by ca. 20 %. Furthermore the wood based system helps to save ca. 75 % of CO₂ emissions. A solar thermal system, however, produces 22 ct per m² extra costs.



Projekt: „Wärmeversorgung für ein Freibad und eine Sporthalle“
(Heat energy supply for a lido and a sports hall)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

Während Holzfeuerungen im Sommer oftmals einen Wärmeüberschuss produzieren, brauchen Freibäder in dieser Zeit viel Heizenergie. Deshalb war es Ziel dieser Studie, die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen einer gemeinsamen Holzheizung für ein Freibad und eine Sporthalle exemplarisch darzustellen. Dezentrale Wärmeversorgungssysteme für die Beispielobjekte emittieren mindestens 170 t CO₂ / Jahr. Die Nahwärme-

Bestvariante spart demgegenüber ca. 30 % CO₂ ein. Allerdings sind getrennte Wärmeversorgungen billiger als zentrale. So kostet die kWh_{th} eines Solarabsorbers im Freibad 5,3 ct und eines Erdgasbrennwertkessels in der Sporthalle 5,6 ct. Demgegenüber ist eine Nahwärmeversorgung mit einem Erdgas-Niedertemperaturkessel deutlich teurer (6,0 ct / kWh_{th}).

Summary

Due to complementary heat requirements the objective of this exemplary study was to assess the ecological and economical effects of decentralized and centralized heating systems of a lido and a

sports hall. Decentralized systems emit about 30 % more CO₂ than centralized systems. However, heat energy costs of decentralized systems fall short of centralized systems for ca. 10 %.



Projekt: *„Energieeffiziente Gebäude in heißen Klimatenche“*
(Energy efficient buildings for hot climates)
(Durchführender: Umwelt Campus Birkenfeld, Prof. Dr. G. Hoogers)

Während der vergangenen beiden Jahrzehnte wurde in Europa der Passivhaus-Standard für energieeffiziente Gebäude in kühl-gemäßigtem Klima entwickelt. Dieser Standard wurde bisher nicht an warm-feuchte Klimate mit ihren besonderen Anforderungen an die Wohnraumkühlung angepasst. Deshalb war es Ziel dieser Studie, die Möglichkeiten des Passivhaus-Standards für warm-feuchte Klimate am Beispiel South Carolinas zu untersuchen.

Der Vergleich von Hausentwürfen, die außer Dämmstandard und Haustechnik identisch waren, zeigte, dass es möglich ist, in South Carolina mit dem Passivhausstandard fast 100 % Heizenergie und ca. 70 % Klimaanlageenergie gegenüber dem üblichen International Energy Conservation Code-Standard einzusparen.

Ein Passivhaus ist ca. 6,5–10 % teurer als ein Haus herkömmlicher Bauart. Wegen der geringen spezifischen Energieverbrauchskosten in South Carolina amortisiert sich das Passivhaus erst in ca. 30 Jahren. Außerdem fehlen passivhaustaugliche Baumaterialien und Fachwissen auf dem amerika-

nischen Baumarkt. Insbesondere hochgedämmte Fenster und Wandkonstruktionen sowie klein dimensionierte Haustechnikanlagen werden dort derzeit nicht vermarktet. Möglichkeiten wärmebrückenfreier Konstruktionen und passivhausgerechter Dämmung sind kaum bekannt.

Summary

The objective of this study was to bring the European passive house standard, that was developed for cool temperate climates, in line with the warm humid climate in South Carolina/USA. According to a model calculation a passive house can save nearly 100 % heating and up to 70 % air conditioning energy as compared to an International Energy Conservation Code building. However, an amortization analysis shows that due to low energy costs in South Carolina the extra 6.5-10 % house building costs pay off only in 30 years. Furthermore there is a strong lack of additional knowledge in passive house building materials and construction techniques.



Projekt: *„Holzbau und Holz-Sonne Kopplung im Trainingszentrum Fröhnerhof“
(Timber-frame construction and a combined fuel wood solar heating system for a soccer training area)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)*

Kaiserslautern wurde neben anderen Städten als Austragungsort der Fußballweltmeisterschaft 2006 ausgewählt. Die FIFA stellt an diese Austragungsorte besondere Umweltschutz-Anforderungen. Deshalb war es Ziel dieser Studie, die Möglichkeiten zur umweltgerechten Optimierung des neuen Fußball-Trainingszentrums „Fröhnerhof“ zu untersuchen. Insbesondere wurden der Dämmstandard der Kabinengebäude, dezentrale Wärmeversorgungssysteme auf fossiler und regenerativer Basis vergleichend mit einer Nahwärmeversorgung, die Brauchwarmwasserbereitung mittels Solarthermie, die Photovoltaik und die Grauwassernutzung ökonomisch und ökologisch analysiert.

Die spezifischen Mehrkosten für eine Aufrüstung des Kabinengebäudes im Sinne des Passivhaus-Standards liegen mit 8,6-11,6 ct / kWh_{th} tiefer als der Wärmepreis von 13,7 ct / kWh_{th} eines dezentralen Flüssiggas-Brennwertkessels. Vor allem Passivhaus-taugliche Fenster amortisieren sich durch Energieeinsparung in kurzer Zeit.

Das Kabinengebäude lässt sich durch eine Holzpelletfeuerung um ca. 12 % billiger als durch eine Flüssiggas-Brennwertfeuerung mit Wärme versorgen. Der Rasen lässt sich durch eine Wärmepumpe ca. 7 % billiger als durch eine Flüssiggas-Brennwertfeuerung heizen. Eine zentrale Holzpelletgestützte Nahwärmeversorgung für Kabinengebäude und Rasen ist mit einem Wärmepreis von 8,2 ct / kWh_{th} deutlich günstiger als dezentrale

Systeme mit Wärmepreisen von mindestens 9,6 ct / kWh_{th}. Die Biomassefeuerungen sparen das meiste CO₂.

Solarthermie für die Brauchwarmwasserbereitung lässt die Wärmepreise auf 13,1-13,7 ct / kWh_{th} steigen. Aufgrund des Erneuerbare-Energien-Gesetzes amortisiert sich eine Photovoltaikanlage in ca. 20 Jahren. Durch Grauwassernutzung lässt sich der Trinkwasserverbrauch um 2-15 % und der Abwasseranfall um 2-13 % reduzieren.

Summary

The objective of this study was to assess the economical and ecological opportunities for the environment friendly construction of a soccer training area. It seems economically possible to bring the cubicle building in line with the passive house standard. The economically most reasonable heating system is a small scale district heating on a wood pellet basis as compared to centralized or decentralized systems on fossil or biomass bases. Due to low CO₂ emissions the same holds true from an ecological point of view. Solar thermal systems for hot water preparation, however, considerably increase heat energy costs. Due to the German renewable-energy-law photovoltaic systems will pay off in ca. 20 years. The use of grey water can diminish the clear water consumption by 2-15 % and waste water amount by 2-13 %.



Projekt: *„Nietdübel aus Flüssigholz“*
(Rivet dowel from liquid wood)
(Durchführender: Fachbereich Polymertechnologie der Fachhochschule Kaiserslautern – Standort Pirmasens, Prof. Dr.-Ing. J. Schuster)

Neben den herkömmlichen Holzwerkstoffen zur Plattenherstellung wurde in den vergangenen Jahren mit dem sogenannten „Flüssigholz“ die Entwicklung eines spritz- und extrudierbaren, kunststoffähnlichen Werkstoffs auf Holzbasis vorangetrieben. Wegen seiner ökologischen Vorteile soll im Rahmen dieses Demonstrationsvorhabens die Entwicklung eines Flüssigholzproduktes, des selbstverspannenden Nietdübels, vorangetrieben werden. Wie eine Modellrechnung gezeigt hat, eignet sich der neue Werkstoff zur Herstellung dieses Produktes. Deshalb wurden im Rahmen dieses Projekts vor dem Bau geeigneter Spritzgießwerkzeuge die Flüssigholz-Nietdübeleigenschaften praktisch getestet. Zu diesem Zweck wurden die Nietdübel aus anderen Spritzgussprodukten gedreht und vergleichend zu kommerziell existierenden Produkten statisch und dynamisch auf Zug, Druck und Scherung geprüft und geometrisch optimiert.

Während Vollholzdübel in der Klebeverbindung

versagen, reißen Flüssigholzdübel aufgrund ihrer größeren Sprödigkeit bei etwas geringeren Beanspruchungen im Material. Ihre optimale Geometrie liegt für 20 mm lange Dübel von 10 mm Durchmesser bei einer 1,5 mm breiten und 9 mm tiefen Nut und einem Keil gleicher Länge mit 5 ° Keilwinkel.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Erfolgsaussichten für eine Flüssigholzdübelproduktion in technischer Hinsicht vielversprechend sind.

Summary

The objective of this study was to assess the feasibility of liquid wood for rivet dowels. Though being considerably more brittle than massive wood, liquid wood dowel performed sufficiently. The optimal 20 mm dowels geometry will be 10 mm diameter, 1.5 mm x 9 mm keyway and a 9 mm chock with a 5 ° chock angle.

Fortzuführende Vorhaben



Projekt: *„Das Baumwachstum von kronenspannungsfrei gewachsenen Fichten unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Stammholzeigenschaften und der ökonomischen Konsequenzen“*
(The tree growth of Norway spruce growing free of crown competition with special reference to the effects on the stem-wood quality and the economic consequences.)
(Durchführende: Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft in Kooperation mit dem Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg im Breisgau, Prof. Dr. Dr. h.c. G. Becker; Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg im Breisgau, Prof. Dr. G. Oesten; Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München, Prof. Dr. H. Pretzsch)

Die Projektmodule *Waldwachstum* und *Holztechnologie* wurden im Berichtsjahr weitgehend abgeschlossen (vgl. hierzu Jahresberichte 1999-2001). Die ausgewerteten Messergebnisse bestätigen innerhalb eines Streubereichs ein zielkonformes Wachstum der Probestämme, so dass sie als „Prototypen“ des vorgestellten Waldbaukonzeptes und seiner wachstumsbezogenen Zielsetzungen gelten können. Als ein wesentliches Resultat konnte im Rahmen der zusammenfassenden Bewertung der Ergebnisse des Moduls *Waldwachstum* festgestellt werden, dass die starke Freistellung der untersuchten überwiegend kronenspannungsfrei gewachsenen Fichten im Vergleich zu Bestandesbäumen eine deutlich größere Ausbildung der Kronendimensionen (Spreitungsgrad 240 %, Ausladungsverhältnis 140 %, Kronenprozentage bei 210 % gegenüber den Werten von Bestandesbäumen eines ausgewählten Vergleichskollektivs) zur Folge hatte. Sie führen zu einer erkennbaren Verzögerung der alterstypischen Abschwungphase beim Dickenwachstum, so dass der Zuwachs von Durchmesser und Volumen bis ins fortgeschrittene Alter auf hohem Niveau konstant bleibt. Dadurch erreichen die Probestämme bei gleichem Alter im Vergleich zu traditionell behandelten Bäumen im Schnitt den 1,5fachen Brusthö-

hendurchmesser. Das bedeutet bei vergleichbaren Baumhöhen von Probestämmen und Vergleichskollektiv, dass ein langfristig wirkendes kronenspannungsarmes Wachstum die Durchmesserentwicklung deutlich angeregt hat.

Die Probestämme weisen durchweg Schlankheitsgrade um 50 auf, wodurch auf eine hohe individuelle Stabilität geschlossen werden kann.

Die meist durch Zufallsereignisse (v. a. Schneebruch bei den Konkurrenten) eingeleitete Freistellung der Probestämme hat zu einem Baumtypus geführt, der solitärähnliche morphometrische Merkmale besitzt, ohne jedoch in der selben Zeit maximale Durchmesser von Solitärfichten zu erreichen. Ein Zieltypus starker und tiefbekronter Fichten erscheint durch entsprechende Steuerung des Wachstums in Fichten-Hochwaldstrukturen aus waldwachstumskundlicher Perspektive realistisch erreichbar. Dies gilt sowohl für den spezifischen Wachstumsgang, wie auch für das waldbauliche Produkt entsprechend ausgeformter Z-Bäume.

Die ermittelten biometrischen Zusammenhänge wurden als Algorithmen zur Parametrisierung eines neuen Wachstumsmodells für die Fichte gemäß dem Wachstum der hier untersuchten Fichten in den Wachstumssimulator SILVA implementiert.

Die wesentlichen Ergebnisse des Projektmoduls *Holztechnologie* lassen sich in knapper Form folgendermaßen zusammenfassen:

Rundholz der Güteklasse A nach ENV 1927-1 fällt bei einem kronenspannungsfreien Wachstum von Fichten aus dem unteren Stammteil trotz rechtzeitiger Astung nur begrenzt an. Unter den untersuchten Holzmerkmalen sind dabei für eine Absortierung insbesondere der Drehwuchs, die Harzgallen sowie das Reaktionsholz verantwortlich. Die Qualität des Stammholzes aus dem Kronenbereich kronenspannungsfrei erwachsener Fichten wird durch die starkdimensionierten lebenden Äste gekennzeichnet. Daraus ergibt sich eine Sortierung in die Güteklasse C nach ENV 1927-1. Fichten, die aufgrund ihrer starken Freistellung über einen langen Zeitraum kronenspannungsarm erwachsen sind, zeigen ein erkennbares Risikopotenzial zur Ausbildung von Harzgallen. Diese vermutlich in erster Linie durch Windeinwirkung hervorgerufene Harzgallenbildung setzt verstärkt in Sturmjahren oder aber in den zwei bis drei darauf folgenden Jahren ein. Die Anzahl der Harzgallen nimmt vom Stammfuß zur Krone hin zu. Die Ausbildung von Reaktionsholz steht wahrscheinlich ebenfalls in Zusammenhang mit der Windeinwirkung bei stark freigestellten Bäumen, da es verstärkt auf den windabgewandten Seiten der Stämme angelegt wird. Es zeigt sich eine Zunahme der Reaktionsholzanteile vom Stammfuß zur Krone. Dennoch weisen die weitgehend kronenspannungsfrei erwachsenen Fichten insgesamt einen eher geringen Reaktionsholzanteil auf. Die Breite der Jahrringe und die damit in Zusammenhang stehende Rohdichte des Holzes von kronen-

spannungsfrei erwachsenen Fichten zeigen Durchschnittswerte auf, die nach den derzeit gültigen Normen (DIN 4074, ENV 1927-1) keine nachteiligen Folgen für die Sortierung des Rund- und Schnittholzes erwarten lassen. Die Qualität des Messerfurniers aus geasteten Fichten hängt entscheidend von den an den Furnieroberflächen als sichelförmige Fehlstellen in Erscheinung tretenden Harzgallen ab. Aufgrund des unverkennbaren Vorkommens von Harzgallen im Holz kronenspannungsfrei erwachsener Fichten führt dies zu einer Abwertung der ansonsten guten Furniereigenschaften. Die aus dem Erdstammbereich der geasteten und kronenspannungsfrei erwachsenen Fichten gewonnenen astfreien Bohlen weisen mit Ausnahme der Verwerfungsvariablen „Verdrehung“ eine hohe Qualität auf. Die nach technischer Trocknung zu beobachtenden Verdrehungen führen jedoch häufig zu einer Absortierung in geringwertigere Güteklassen. Hier wäre eine Verbesserung der Ergebnisse durch optimierte, d.h. materialangepasste Trocknungsprozesse denkbar bzw. notwendig. Das *Projektmodul Forstökonomie* war im Berichtsjahr geprägt durch die Vorbereitung von Simulationen unterschiedlich definierter Behandlungsszenarien für die Fichtenbetriebsklasse des Staatswaldes Rheinland-Pfalz. Sie werden unter Zuhilfenahme des um die ermittelten Algorithmen des vorgenannten Waldwachstumsmoduls erweiterten Waldwachstumssimulators SILVA durchgeführt. Mit ihnen soll ein weiterer Baustein zur Entscheidungsunterstützung im Hinblick auf die Einführung des hier diskutierten Waldbaumodells eingefügt werden.



Projekt: *„Gebrauchstauglichkeit von Fenstern aus hitzevergütetem Holz“*
(Usefulness of highly insulating windows with a frame from heat treated wood)
(Durchführende: Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft in Kooperation mit dem Prüfinstitut für Bauelemente GmbH, Dr. K. Dörnfeld)

Die Holz-Hitzevergütung kann eine ökologisch sinnvolle Holzveredelung darstellen. Sie verspricht nicht nur, die für den Fensterbau relevanten Holzeigenschaften wie Stehvermögen und Wärmedurchgangswiderstand entscheidend zu verbessern, sondern auch mit der Erhöhung der Dauerhaftigkeit den weitgehenden Verzicht auf chemischen Holzschutz zu erlauben. Allerdings wurden zu diesen Möglichkeiten bisher keine Erfahrungen veröffentlicht. Deshalb wird in diesem Projekt die technische Verwendbarkeit von hitzevergütetem Holz beispielhaft an einem Demonstrationsobjekt untersucht. Zu diesem Zweck wurde ein hochwärmegeprägtes Fenstersystem aus hitzevergütetem Holz entwickelt und in Kleinserie produziert. Einige Fenster wurden auf ihre

Gebrauchstauglichkeit hin untersucht. Die anderen Fenster fanden in einem von der Universität Kaiserslautern langfristig untersuchten Passivhaus Verwendung.

Erste Ergebnisse zeigen, dass die Fenster selbst nach wiederholter Fehlbelastung, d. h. senkrecht zur beabsichtigten Belastungsrichtung, alle Ansprüche an Wind- und Schlagregendichtigkeit vollständig erfüllen. Allerdings entsprechen Oberflächenqualität und Beschichtbarkeit des hitzevergütetem Holzes nicht den in Deutschland üblichen Standards.



Projekt: *„Hitzevergütung rotkerniger Buche“*
(Heat treatment of red heart beech timber)
(Durchführende: Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft in Kooperation mit dem Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg, Prof. Dr. Dr. h.c. G. Becker)

Die Rotbuche als bedeutendste Laubbaumart Deutschlands weist mit zunehmendem Alter und Durchmesser einen rot gefärbten Stammkern auf, der den möglichen Erlös insbesondere für Buchenholz hoher Qualität um ca. 50 % vermindert. Demgegenüber scheint es aussichtsreich, den Farbkern durch Hitzevergütung aus dem Holz zu entfernen. Weil Buchenholz durch diese Behandlung weitere wünschenswerte Eigenschaften wie erhöhte Formstabilität und Dauerhaftigkeit erhält, ist es denkbar, dass es als preisgünstige Alternative ökonomisch zu Tropenholz in Konkurrenz treten kann.

Deshalb zielt diese Untersuchung darauf ab, die ökonomischen und qualitativen Auswirkungen der Hitzevergütung rotkerniger Buchenbretter zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden 12 fm Buchenstammholz mit durchschnittlich 25 % Rotkern auf den Stirnflächen (SE = 10 %) zu Bohlen eingeschnitten. Die Bohlen werden vor und nach ihrer Hitzevergütung im französischen Retifizierungsverfahren auf ihre farbliche Oberflächenqualität und Verwerfungen hin untersucht. Vergleichend mit unvergütetem Schnittholz werden die Verarbeitungseigenschaften der Bohlen praxisorientiert erhoben.



Projekt: *„Farbänderungen und Verleimbarkeit von Buchenstammholz aus Lagerung unter Sauerstoffabschluss“*
(Discoloration and bonding of beech timber after anaerobic conservation)
(Durchführende: Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft in Kooperation mit dem Institut für Holzbiologie und Holztechnologie der Universität Göttingen, Prof. Dr. F. Hapla)

Buchenholz lässt sich mit herkömmlichen Lagermethoden nur eine begrenzte Zeit ohne tiefgreifende Holzentwertung lagern. Mit der Stammholzkonservierung unter Sauerstoffabschluss dagegen wurde eine vielversprechende Technik zur Lagerung auch empfindlicher Holzarten in den vergangenen Jahren entwickelt. Allerdings wurden bisher nur lückenhaft Erkenntnisse zur Eignung dieses Verfahrens für die Lagerung von Buchenholz veröffentlicht. Deshalb wird in diesem Projekt die Auswirkung der Stammholzkonservierung unter Sauerstoffabschluss auf die Farbqualität und Verleimbarkeit von Buchenholz untersucht.

Zu diesem Zweck wurde frisches und ca. 6 Mona-

te unter Sauerstoffabschluss gelagertes Buchenstammholz zu Blockware eingeschnitten und EDV-gestützt hinsichtlich der Holzfärbung analysiert. Ebenso wurde die Verleimbarkeit frischen und konservierten Holzes auf dem Wege der Querszugfestigkeit verleimter Probekörper im Anhalt an DIN 52179 geprüft.

Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass konserviertes Holz möglicherweise aufgrund reduzierender Verhältnisse in der sauerstofffreien Atmosphäre weniger Verfärbungen als frisches Holz aufweist und sich in der gleichen Weise wie frisches Holz verleimen lässt.



Projekt: *„Wärmeschutztechnische Überprüfung verschiedener Holzträger“*
(Test of different wood constructive frame building materials for insulation properties)
(Durchführender: Fachbereich Architektur, Raum- und Umweltplanung, Bauingenieurwesen der Universität Kaiserslautern, Prof. Dr. H. Heinrich)

Der Einsatz spezieller Bauprodukte geringer Wärmeleitfähigkeit wie beispielsweise I-Träger in energetisch optimierten Hauskonstruktionen erschwert lokalen Sägewerken zunehmend den Zugang zum Bauholzmarkt. Wie eine Recherche gezeigt hat, könnten die Dämmeigenschaften der zusammengesetzten Holzträger jedoch überschätzt werden. Deshalb sollen in diesem Vorhaben die Wärmeleitfähigkeiten von zusammengesetzten

Holzträgern und Vollholz-Bauschnittholz empirisch überprüft werden.

Zu diesem Zweck werden verschiedene Holzbaumaterialien einerseits normgerecht im Zweiplattenmessgerät auf ihre Wärmeleitfähigkeit hin geprüft und andererseits als Teil beispielhafter Wandkonstruktionen Klimakammertests unterzogen.



Projekt: *„Dämmstoffe aus Holz“
(Wood fibre based insulation)
(Durchführender: Fachbereich Architektur, Raum- und Umweltplanung, Bauingenieurwesen der Universität Kaiserslautern, Prof. Dr. H. Heinrich)*

Trotz ihrer vorteilhaften Verwendungsmöglichkeiten werden derzeit nur ca. 5 % aller Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt. Bisher werden für diesen Zweck hauptsächlich Produkte aus einjährigen Faserpflanzen oder Zellulose eingesetzt. Demgegenüber findet nicht zuletzt aufgrund einer unbefriedigenden Informationslage Holz trotz seiner vorteilhaften Porenstruktur bisher kaum als Dämmstoff Berücksichtigung. Um diese Situation zu verbessern, soll die Untersuchung einen Überblick über die Nutzung von Holz als Dämmstoff für die Wärme- und Schall-

dämmung im Baubereich ermöglichen.

Zu diesem Zweck wird eine umfangreiche Literaturrecherche in den einschlägigen Datenbanken zur Sichtung des veröffentlichten Wissensstands durchgeführt und fallweise durch persönliche Mitteilungen ergänzt. Der Übersichtsbericht soll über die Nutzungsmöglichkeiten der Holzdämmstoffe anhand ihrer Verwendung, ihrer baupraktischen Bedeutung, ihrer Einsatzmöglichkeiten und -grenzen und ihrer bauphysikalischen Eigenschaften Aufschluss geben.



Projekt: *„Holz-Sonne-Kopplung und holzfaserbasierte transparente Wärmedämmung im Holzrahmenbau-Passivhaus“
(A combined fuel wood-solar heating system and wood fibre based diaphanous insulation for wood frame passive standard houses)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)*

Die in Zukunft voraussichtlich an Bedeutung gewinnenden Passivhäuser stellen mit ihrem dämmtechnisch bedingt geringen Wärmebedarf neue Herausforderungen an Hausentwürfe und angepasste holzbasierte Energieversorgungskonzepte. In diesem Zusammenhang kann die holzbasierte transparente Wärmedämmung mit ihrem Wabenbau im Winter durch energiesparende Strahlungsgewinne und im Sommer durch Selbstbeschattung von Vorteil sein. In Verbindung mit einer angepassten Holz-Sonne-Kopplung kann dies einen ökologisch und ökonomisch vorteilhaften sowie komfortablen Hausbetrieb ermöglichen.

Deshalb werden in dieser Untersuchung die Einsatzbedingungen der transparenten Wärmedämmung für Passivhäuser an einem Demonstrati-

onsobjekt untersucht. Außerdem wird die Konfiguration aus Holzpelletofen und Solaranlage für den Passivhaus-Betrieb optimiert. Zu diesem Zweck wurde der Wandaufbau auf das neue Dämmmaterial hin ausgelegt und ein Konzept zur passivhausgerechten Energieversorgung auf der Basis von Holzpellets und thermischer Solaranlage entworfen.

Erste Ergebnisse zeigen, dass es unter praxisorientierten Bedingungen möglich ist, mit der transparenten Wärmedämmung einen passivhaustauglichen Wandaufbau zu erreichen (u -Wert von $0,11 - 0,14 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{k}$). Dies eröffnet dem Holz neue nicht konstruktive Anwendungen.

Der geringe Gesamtwärmebedarf, der zu $13,4 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ errechnet wurde, erlaubt einen solaren

Deckungsgrad von voraussichtlich 66 % und den Einsatz eines Erdwärmetauschers mit einer Leistung von 0,8 – 1,6 kW, der die Holzpellet-Feuerung mit einer Spitzenleistung von 10 kW nur im Winter notwendig macht.

Das Passivhaus wurde bis Oktober 2002 gebaut. Entsprechend einer Blowerdoor-Messung erreicht

es die standardgerechte Luftdichtigkeit. Um die Gebrauchstauglichkeit des Hauses im Vergleich mit dem zugrundeliegenden Konzept über 2 Heizperioden hinweg untersuchen zu können, wurde das Haus mit der notwendigen Messtechnik ausgestattet.



Projekt: *„Optimiertes Sanierungskonzept für ein Forsthaus“*
(Optimized renovation of a forester's lodge)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen, GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

Während die grundlegenden Probleme des energieeffizienten Bauens im Neubaubereich als gelöst angesehen werden können, stehen bei der Altbau-sanierung weiterhin viele Fragen offen. Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieses Projektes, die Möglichkeiten der umweltoptimierten Sanierung

eines Altbaus am Beispiel eines Forsthauses aufzuzeigen. Zu diesem Zweck wird ein Dämm- und Energiekonzept unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung nachwachsender Rohstoffe entworfen. Die Maßnahmen werden ökologisch und ökonomisch mit dem Ist-Zustand verglichen.



Projekt: *„Energiesparpotenzial der Landesliegenschaften einer Beispielkommune“*
(Possible energy savings of state real estates in an exemplary local authority district)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen, GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

Während die grundlegenden Probleme des energieeffizienten Bauens im Neubaubereich als gelöst angesehen werden können, stehen bei der Altbau-sanierung weiterhin viele Fragen offen. Deshalb werden in einem Parallelprojekt die umweltorientierten Sanierungsmöglichkeiten eines Einzelgebäudes für mehr Energieeffizienz am Beispiel ei-

nes Forsthauses untersucht. Darüber hinaus ist es Ziel dieses Projekts, die möglichen Synergien zur Energieeffizienzsteigerung durch die gemeinsame Sanierung mehrerer Altbauten zu analysieren. Im Vordergrund des Vorhabens steht die Prüfung, inwieweit sich ein holzbasierendes Nahwärmenetz für die verschiedenen Sanierungsobjekte eignet.



Projekt: *„Vorbildhafte Gebäudesanierung und Heizungserneuerung unter den Aspekten des Einsatzes von Holz sowie des Klima- und Emissionsschutzes in beispielhaften Liegenschaften einer Kommune“*

(Exemplary building renovation and heating system renewal with special respect to the use of wood as well as the conservation of climate from emissions in exemplary municipal real estates)

(Durchführende: Universität Kaiserslautern, Prof. Dr. H. Heinrich; Innovations- und Transferinstitut Bingen, GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

An einem Beispielobjekt wurde die Vorteilhaftigkeit einer holzbasierten Nahwärmeversorgung im kommunalen Bereich unter der Voraussetzung demonstriert, dass die angeschlossenen Gebäude einem zeitgemäßen Energiestandard entsprechen. Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieses Projekts, die Möglichkeiten zur Sanierung mehrerer öffentlicher Gebäude einer Kommune mit vorwiegend regional nachwachsenden Rohstoffen ökonomisch und ökologisch zu untersuchen.

Um insbesondere die Eignung für eine holzbasierte Nahwärmeversorgung zu begutachten, werden der Wärmebedarf verschiedener Dämmstandards berechnet, das Stromsparpotenzial abgeschätzt und die Heizungsoptionen evaluiert. Die Wirtschaftlichkeit aller Sanierungsmaßnahmen wird durch den Einfluss auf die Wärmepreise und die ökologischen Auswirkungen durch CO₂-Bilanzen beleuchtet.



Projekt: *„Untersuchungen von Möglichkeiten zur Rauchgasreinigung an einem holzbefeuerten Biomasse-Stirling-Blockheizkraftwerk“*

(Purified fumes for a wood fueled Stirling engine based combined power-heat-system)

(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen, GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)

Die biomassegestützte Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) eignet sich zur effizienten und weitgehend CO₂-neutralen Energieerzeugung. Allerdings ist derzeit für kleine elektrische Leistungen bis ca. 40 kW_{el} noch keine ausgereifte Technologie auf dem Markt. Eine Lösungsmöglichkeit ist der Einsatz eines Stirling-Motors. Voraussetzung für dessen erfolgreichen Betrieb ist eine optimale Rauchgas-

reinigung. Deshalb ist es Ziel dieser Studie, die Rauchgase einer Holzhackschnitzelfeuerung mittels neuer Techniken Stirling-Motor-gerecht zu filtern. Zu diesem Zweck wird ein keramischer Partikelfilter entwickelt und hinsichtlich seiner Eignung für den Dauerbetrieb eines Biomasse-Stirling-BHKW getestet.



Projekt: *„Modellstudie , Kraft-Wärme-Kopplung mit Holz“
(Experiment study of a combined heat and power system with fuel wood)
(Durchführender: Innovations- und Transferinstitut Bingen, GmbH, Prof. Dr. G. Schaumann)*

Wie eine Studie in der Vergangenheit bereits gezeigt hat, nutzen viele Sägewerke Restholz in betriebseigenen Holzhackschnitzelfeuerungen. In der Regel sind diese Anlagen nicht mit Kraftwärmekopplungen für eine effiziente Brennstoffausnutzung ausgestattet. Deshalb ist es Ziel dieser Untersuchung, festzustellen, inwieweit ein Holzheizkraftwerk in einem Sägewerk technisch und wirtschaftlich machbar ist. Zu diesem Zweck werden

verschiedene Systeme zur holzbasierten Kraft-Wärme-Kopplung wie beispielsweise Dampfprozesse oder Holzvergasung unter den Rahmenbedingungen eines beispielhaften Sägewerks hinsichtlich Brennstoffpotenzial und Wärmebedarf technisch bewertet und durch Gegenüberstellung des erzielbaren Strompreises wirtschaftlich begutachtet.



Projekt: *„Solare Direktheizung bei der Holz-Sonne-Kopplung in Niedrigenergie- und Passivhäusern“
(A direct solar heating system as a part of a combined fuel wood-solar heating system in low energy and passive standard houses)
(Durchführender: Fachbereich Maschinenbau der Fachhochschule Trier, Prof. Dr. H. Zoppke)*

In Phasen hohen Wärmebedarfs stellt der Nennlastbetrieb von Holzfeuerungen mit Zwischenspeicherung der nicht direkt benötigten Wärme ein umweltfreundliches und effektives Heizsystem dar. Andererseits nimmt der Wirkungsgrad dieser Technik bei Teillastbetrieb in Phasen geringen Wärmebedarfs stark ab, während die Emissionen ansteigen. In diesen Zeiten sollte der Wärmebedarf möglichst durch die thermische Solaranlage gedeckt werden. Deshalb ist es Ziel dieses Projektes, die Leistungsfähigkeit der Solaranlage so weit zu steigern, dass bereits an kalten Tagen mit gerin-

ger Sonneneinstrahlung eine ausreichende Heizleistung ohne Teillastbetrieb der Holzfeuerung erreicht wird.

Zu diesem Zweck wird der solare Wärmegewinn unter Umgehung der ansonsten üblichen Speicherbindung mit ihrem systembedingten Effektivitätsverlust direkt in das Heizungssystem eines Demonstrationsobjekts eingespeist. Entsprechend Modellrechnungen kann dies den Kollektorstufigen Wirkungsgrad um 5-10 % erhöhen. Diese Annahme wird derzeit systematisch durch kontinuierliche Messungen überprüft.



Projekt: *„Konzeptstudie einer Fernwärmeversorgung mit Holzhackschnitzelfeuerung“
(Draft study on a district heating system with wood chip heating)
(Durchführender: Fachhochschule Trier, Prof. Dr. M. Schlich)*

Nachdem an einem Beispielobjekt die Vorteilhaftigkeit einer holzbasierten Nahwärmeversorgung im kommunalen Bereich demonstriert worden ist (vgl. „Konzeptstudie eines Holz-basierten Nahwärmenetzes), ist es Ziel dieser Studie, die Wirtschaftlichkeit eines Holz-basierten Fernwärmesystems zu untersuchen. Zu diesem Zweck werden verschiedene Varianten des Heizzentralenstandortes, der Netzgröße und der Nutzerstruktur ökonomisch und ökologisch analysiert.

Erste Ergebnisse zeigen, dass ein Heizzentralen-Standort mit Platzreserven und guter verkehrstechnischer Anbindung wichtig für die Netzkonzeption

ist. Besonders wünschenswert stellt sich unter ökonomischen Gesichtspunkten ein Fernwärmenetz mit einer möglichst hohen Zahl unterschiedlicher Wärmeabnehmer dar. Doch auch unter dieser Voraussetzung erreichen die Wärmepreise derzeit nicht die auf Gasheizungen basierenden Vergleichswerte. Allerdings wird die holzbasierte Fernwärmeversorgung die Wärmepreise der Gasheizung abhängig von den Gaspreissteigerungsraten in ca. 5-15 Jahren erreichen. Darüber hinaus lässt eine Fernwärmeversorgung mit Holzhackschnitzeln gegenüber dem Einsatz fossiler Energieträger ein beträchtliches CO₂-Einsparpotenzial



Projekt: *„Evaluierung bestehender deutschsprachiger Internetbörsen und Erstellung einer Datenbank als Grundlage der Konzeption einer Biomassebörse Rheinland-Pfalz“
(Evaluation of existing German language internet stock markets and drawing up of a database to serve as a basis of a biomass stock exchange in Rhineland-Palatinate)
(Durchführender: Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, Prof. Dr. P. Heck)*

Wie eine grundlegende Studie am Institut für angewandtes Stoffstrommanagement gezeigt hat, stellen unzureichende Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Biomasseanbietern und –nutzern ein wesentliches Problem für die Verbreitung der energetischen Biomassenutzung in Rheinland-Pfalz dar. Deshalb soll eine Internet-Biomassebörse die beteiligten Gruppen zusammenführen. Um bestehendes Fachwissen in diesem Bereich nutzen zu können, ist es Ziel dieser Studie, die bestehenden deutschsprachigen Internetbörsen in einer Nutzwertanalyse auf die rheinland-pfälzischen Bedürfnisse hin zu begutachten und die für das

Land geeignete zu identifizieren. Im Vordergrund des Interesses steht der Zuschnitt der Biomassebörse auf holzige Biomasse und Grünschnitt. Erste Ergebnisse machen deutlich, dass ein regionaler Bezug von Angebot und Nachfrage für Rheinland-Pfalz besonders wichtig ist. Im Gegensatz dazu scheint die Chiffrierung der Börse ebenso wie eine Kostenpflichtigkeit für Rheinland-Pfalz eher hinderlich zu sein. Nach Darstellung der geeigneten Börse wird auf diese Einrichtung orientiert eine Datenbank mit den wichtigsten Biomasseanbietern und –nachfragern in Rheinland-Pfalz zusammengestellt.



Projekt: *„Der Einfluss der Schwefel- und Stickstoffversorgung auf die Lektin- und Viscotoxingehalte der Kiefernmistel (*Viscum album L.*)“*
*(Influence of sulfur and nitrogen supply on lectin and viscotoxin contents in scotspine mistletoe (*Viscum album L.*))*

Mistelpräparate werden seit einiger Zeit aufgrund der apoptotischen Wirkung ihrer Lektine und Viscotoxine erfolgreich als Zytostatika in der Krebstherapie eingesetzt. Dementsprechend stellen Misteln einen wichtigen Rohstoff für die Arzneimittelproduktion aus Waldpflanzen dar. Allerdings scheinen die Wirkstoffgehalte als qualitätsbestimmende Charakteristika der Misteln bei identischer Wirtsbaumart regional zu variieren. Der geringe Kenntnisstand in dieser Hinsicht verunsichert die Produzenten von Mistelpräparaten. Insbesondere interessiert die Hersteller solcher Produkte ein möglicher Zusammenhang der Viscotoxin- und Lektinergehalte in Misteln mit der Schwefel- und

Stickstoffversorgung der Wirtsbäume.

Um diese Hypothese zu prüfen, werden Kiefernmisteln von 3 deutschen und 2 Schweizer Level II-Dauerbeobachtungsflächen unterschiedlicher Schwefel- und Stickstoffhaushalte auf ihre Lektin- und Viscotoxingehalte hin analysiert und zu den umweltrelevanten und meteorologischen Kennwerten ihres Standortes in Beziehung gesetzt.

Erste Ergebnisse zeigten, dass eine Tieflandmistel von stickstoffbelastetem Standort gegenüber einer wenig belasteten Hochlagenmistel ca. 20-fach erhöhte Lektinergehalte aufwies. Das wichtigste Kiefern-Viscotoxin (1-PS) fand sich dagegen hauptsächlich in der Hochlagenmistel.



Projekt: *„Abbau innerer Holzspannungen mit Hilfe der mechanischen Holzentfeuchtung“*
(Reduction of internal wood stress by means of mechanical wood demisting)
(Durchführende: Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft in Kooperation mit dem Institut für mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik der Universität Karlsruhe, Herr M. Bentz und dem Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg, PD Dr. U. Seeling)

In Rheinland-Pfalz werden seit einigen Jahren Wege zur Inwertsetzung von schwachem Laubstammholz untersucht. Allerdings scheinen Holzspannungen, die zumindest teilweise durch ungleichmäßige Holzfeuchteverteilung hervorgerufen werden, ein Hindernis für höherwertige Verwendungen darzustellen. An der Universität Karlsruhe wurde mit dem sogenannten „I/D-Verfahren“ eine neue Technik zur mechanischen Holzentfeuchtung entwickelt, die u. a. die Feuchteverteilung im Holz vergleichmäßigt.

Deshalb soll anhand der Holzrisse und -verwerfungen geprüft werden, ob Buchenschnittholz aus I/D-entfeuchtetem schwachen Stammholz

nach einer technischen Trocknung weniger stark als unbehandeltes Buchenschnittholz nach üblicher Bearbeitung (Frischeinschnitt und technische Trocknung) unter Spannung steht. Erste Ergebnisse zeigen, dass es mit dem I/D-Verfahren gelungen ist, die Feuchteverteilung im Stammquerschnitt oberhalb des Fasersättigungspunktes auszugleichen. Das I/D-entfeuchtete Stammholz wies ähnliche Längszugspannungen wie unbehandeltes Stammholz auf. Außerdem war es ähnlich wie unbehandeltes Schnittholz längs und quer gekrümmt sowie verdreht. Andererseits wies es deutlich weniger und kürzere Risse nach der technischen Endtrocknung auf.



Projekt: *„Entwicklung von Nutzungsstrategien und Vermarktungskonzepten für Buchenholz mit Käferschäden“*
(Development of use strategies and marketing concepts for beech timber with beetle damage)

Die Holzschäden durch die Buchenkomplexkrankheit oder den Stehendbefall durch holzbrütende Insekten ansonsten äußerlich schadens- und krankheitsfreier Buchen stellt die Forstbetriebe und Buchenholzverarbeiter der Grenzregionen von Westeifel, nördlichem Saargebiet und Luxemburg vor neue Herausforderungen, die die regionale Waldentwicklung hin zu naturnahen Buchenwäldern und den konsequenten Einsatz von Produkten aus regional nachwachsenden Rohstoffen hemmen. Deshalb ist es Ziel dieses Vorhabens, für alle Regionen der benachbarten Grenzgebiete alternative Buchenholz-Nutzungsstrategien und – Vermarktungskonzepte zu entwickeln.

Zu diesem Zweck wurde der regionale Buchenmarkt analysiert. Erste Ergebnisse zeigen eine durchschnittliche Jahresproduktion von ca. 60.000 fm für den rheinland-pfälzischen Teil der Region. 53 % des Holzes werden innerhalb der Region vermarktet. Allerdings wird mit 10-25 % nur ein sehr kleiner Teil des Stammholzes innerhalb der

Region verkauft. Außerdem geht dieser Anteil stetig zurück. Andererseits werden 65-80 % des Buchenholzes als Brennholz lokal vermarktet. Dieser Anteil stieg in den vergangenen Jahren deutlich an.

Auf den Ergebnissen der regionalen Buchenmarktanalyse aufbauend wird eine Buchenholzaufkommensprognose nach Menge und Qualität erstellt, um Kenntnisse über die regionalen Ressourcen an Buchenholz für eine zielgerichtete Buchenholzvermarktung zu erhalten. Zu diesem Zweck werden aufbauend auf 3 Szenarien zum Fortschritt der Buchenschäden die Entwicklungen der für die Buchenwirtschaft wichtigen Kennwerte prognostiziert. Darüber hinaus werden repräsentativ ausgewählte Stämme eingeschnitten und qualitativ analysiert, um Hinweise für die Bearbeitung des käferbedingt geschädigten Buchenholzes geben zu können und die wirtschaftliche Bedeutung des Befalls für verarbeitende Betriebe zu schätzen.