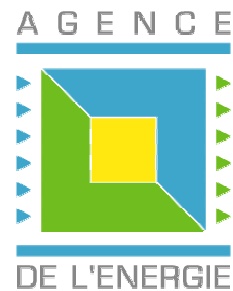


Ganzheitliche Betrachtung der energetischen Holznutzung in Luxemburg

November 2003



Autoren : Bianca Schmitt (CRTE)
Patrick Jung (AEL)

Zusammenfassung

Ein Drittel der Fläche Luxemburgs besteht aus Wäldern. Bis in das 19. Jahrhundert war Holz in unseren Regionen der wichtigste Energieträger. Danach verlor er im Zuge der Industrialisierung an Relevanz. In den letzten Jahren gewinnt die energetische Holzverwertung dank technischer Fortschritte und dem Bestreben nach einer nachhaltigen Energieversorgung wieder an Bedeutung.

Holzenergie ist gespeicherte Sonnenenergie. Bei der energetischen Nutzung von Holz wird nicht mehr CO₂ ausgestoßen, als das Holz während der Wachstumsphase aufgenommen hat.¹ Somit ist CO₂-neutral und kann einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz leisten. Dank der regionalen Verfügbarkeit der Energieressource Holz stärkt dessen Nutzung die regionale Wirtschaft und trägt zur verbesserten Arbeitsmarktsituation bei. Des Weiteren ist Holz eine heimische, erneuerbare Energieressource, welche helfen kann den extrem hohen Abhängigkeitsgrad Luxemburgs von den internationalen Märkten der fossilen Energieträger zu mindern, die Perspektive auf einen preisstabilen Energieträger gibt, und deren Nutzung letztlich auch eine friedenssichernde Maßnahme ist. Demgegenüber stellen sich der Holzenergie wegen des dezentralen Anfalls, der relativ geringen Energiedichte und der heterogenen Zusammensetzung von Holz eine Reihe Herausforderungen im Bereich Logistik und Feuerungstechnik.

Die vorliegende Holzenergiestudie wurde im Auftrag des Umweltministeriums vom Centre de Ressources des Technologies pour l'Environnement (CRTE) und der Agence de l'Énergie S.A. (AEL) erarbeitet, mit dem Ziel die Möglichkeiten und Herausforderungen der Holzenergie in Luxemburg zu analysieren und einen Aktionsplan zur intensivierten Verwertung von Holz als Energieträger zu entwickeln. Die Studie entstand vor dem Hintergrund, dass die Regierung nach Möglichkeiten sucht das Reduktionsziel der Treibhausgasemissionen² im Rahmen des Kyoto-Protokolls sowie Ziele im Rahmen des „Plan national pour un développement durable“ und verschiedener EU-Richtlinien und -Strategien zu erreichen. Außerdem sucht die „Administration de l'Environnement“ neue Strategien zur Verwertung des Abfallholzaufkommens, und die „Administration des Eaux et Forêts“ ist an einer Diversifizierung der Verwertungsmöglichkeiten des Rohstoffs Holz im Rahmen einer ökologischen Forstwirtschaft interessiert.

Im ersten Teil der Studie wird das **Energieholzpotenzial** für Luxemburg ermittelt. Der Projektrahmen bezieht sich dabei auf die Betrachtung von Waldholz und Altholz. Die Potenziale wurden mit Hilfe von nationalen Erhebungen der Umwelt- und Forstverwaltung und wissenschaftlichen Kennzahlen ermittelt. Das erfasste jährliche Energieholzpotenzial liegt zwischen **359.000 und 611.000 MWh/a** (Heizwert) (Waldholz: 254.000 – 381.000 MWh/a und Altholz: 105.000 – 230.000 MWh/a). Dies entspricht zwischen 2,5 und 4,2 % des zur Wärmeerzeugung benötigten Energieverbrauchs Luxemburgs in 2001.

Anschließend wird die **Bereitstellung von Energieholz**, hauptsächlich die modernen, schüttfähigen Aufbereitungsformen Hackschnitzel und Pellets, behandelt. In Luxemburg gibt es zurzeit noch keine national ausgereifte Holzenergielogistik. Allerdings ist eine effiziente Holzenergielogistik Grundlage der Holzenergienutzung. In der Studie wird das Konzept eines **Holzenergiezentrums** („Comptoir du

¹ Voraussetzung ist eine nachhaltige Erwirtschaftung des Holzes, bei der nur der nachwachsende Anteil aus dem Wald entnommen wird.

² Luxemburg hat sich verpflichtet seine Treibhausgasemissionen bis 2008/2012 um 28% gegenüber 1990 zu reduzieren.

bois-énergie“) vorgestellt, in dem Angebot und Nachfrage von Energieholz zusammengeführt, die Qualität des Energieholzes gesichert, der Holzpreis im Sinne von Anbieter und Abnehmer stabilisiert und Holzenergie vermarktet werden kann. Darüber hinaus kann dieses Zentrum auf die stoffliche Verwertung ausgedehnt werden (Holzzentrum, „Comptoir du bois“).

Im zweiten Teil der Studie werden die modernen **Verwertungstechniken** umfassend dargestellt und hinsichtlich ihres Einsatzes in Luxemburg beurteilt. Betrachtet wird einerseits die reine Wärmeerzeugung und andererseits die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung in Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen. Die betrachteten Systeme können vollautomatisch betrieben werden und haben einen **vergleichbaren Komfort wie fossilbetriebene Systeme**. Die Technik zur **Wärmeerzeugung** aus Holz ist **ausgereift, bewährt** und wird auch bereits in Luxemburg eingesetzt. **Pelletheizungen** eignen sich vor allem zur Wärmebereitstellung in Wohnhäusern und mittelgroßen Gebäuden³. **Hackschnitzelheizungen** eignen sich zur Wärmeversorgung von größeren Gebäuden, sowie zur Bereitstellung von Wärme für Wärmenetze und industrielle Prozesse⁴. Im Bereich der **Wärme-Kraft-Kopplung** wurden der Wasserdampfkraftprozess, der Organic-Rankine-Cycle-Prozess (ORC-Prozess), der Stirlingmotor und die Holzvergasung mit anschließender Nutzung in einem Verbrennungsmotor bzw. einer Gasturbine betrachtet. Im für Luxemburg relevanten niedrigen und mittleren Leistungsbereich⁵ scheint die **ORC-Technologie** derzeit am Besten geeignet um kurzfristig eingesetzt zu werden. Der Wasserdampfkraftprozess ist zwar die verbreitetste Technik zur Stromerzeugung aus Holz, doch im niedrigen und mittleren Leistungsbereich mit hohem Aufwand und Kosten verbunden. Stirlingmotor und Holzvergasung befinden sich derzeit erst im Entwicklungs- bzw. Demonstrationsstadium.

Im dritten Teil dieser Studie werden wirtschaftliche und ökobilanzielle Betrachtungen durchgeführt. Im Rahmen der **wirtschaftlichen Betrachtung** wurden eine Pelletheizung und eine Ölheizung in einem Einfamilienhaus, sowie eine Holzhackschnitzelheizung mit kommunalem Wärmenetz und eine dezentrale Wärmeerzeugung mit Ölkessel unter Berücksichtigung der aktuellen Rahmenbedingungen (Brennstoffpreise, Förderung), verglichen. Daraus geht hervor, dass ein kommunales Nahwärmenetz mit Holzhackschnitzelheizung bei einem Hackschnitzelpreis wie er für Altholz erreichbar ist, einen günstigeren Wärmepreis aufweisen kann als eine klassische Wärmebereitstellung mit dezentralen Ölkesseln. Ein solcher Hackschnitzelpreis ist für Waldholz allerdings nur unter sehr günstigen Voraussetzungen erreichbar. Auf jeden Fall ist eine möglichst hohe Auslastung der Anlage anzustreben. Außerdem weist die Wärmebereitstellung über Pellets in einem Einfamilienhaus noch einen etwas höheren Wärmepreis auf als die klassische Lösung mit Ölkessel.

In der **ökobilanziellen Betrachtung** werden verschiedene Umweltauswirkungen, wie der Treibhauseffekt, die Versauerung sowie das Ozonbildungspotenzial, für verschiedene Systeme der Energiebereitstellung für Holz und als Referenz dazu für fossile Energieträger aufgezeigt und miteinander verglichen. Dabei wurden die Emissionen über den gesamten Lebenszyklus der

³ Einsatz insbesondere in Haushalten und in allen Einrichtungen kleinerer Leistung

⁴ Einsatz insbesondere in Gemeinden, öffentlichen Einrichtungen und Betrieben

⁵ auf industriellem Standort oder mit Nahwärmenetz. Bei der Stromerzeugung aus Holz fällt der größte Teil des Energieinhaltes als Wärme an. Damit die ausgekoppelte Wärme bestmöglich genutzt werden kann, sollte die Stromerzeugung aus Holz in wärmegeführten, dezentralen Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen niedriger und mittlerer Leistung erfolgen.

Systeme ermittelt. Als Ergebnis ist festzuhalten, dass alle Verfahren zur Energiebereitstellung durch Holz eine enormes Einsparpotenzial an Treibhausgasen zeigen. Bezüglich der lokalen Problematik des Ozonbildungspotenzials⁶, welches bei den Holzenergieanlagen sehr vom Brennstoffstickstoff abhängt, wurde festgestellt, dass der Aufwand einer weitergehenden Abgasreinigung bei Anlagen großer Leistung sich rechtfertigt. Für kleinere Leistungsbereiche wird eine Warmwasserbereitstellung durch Solarkollektoren empfohlen, die dem Effekt, der vor allem im Sommer auftritt, entgegenwirkt. Weiter sind Luftemissionen beim Einsatz von verschiedenen belasteten Brennstoffen in einer Testanlage aufgezeigt. Es zeigt sich, dass eine kontrollierte Verbrennung von Altholz nicht unbedingt zu höheren Emissionen führt, und Altholz durchaus auch als Brennstoff einsatzfähig ist. In Anlagen, welche eine geeignete Abgasreinigung haben, die entsprechend den Grenzwerten konzipiert ist, ist der Einsatz unbedenklich.

Anschließend wird das im ersten Teil ermittelte **Holzenergiepotenzial im Verhältnis zum Energieverbrauch und zu den Treibhausgasemissionen** betrachtet. Bei vollständiger Umsetzung des Potenzials könnte die Holzenergie, zwischen 8,1 und 13,9 % des in 2001 verbrauchten Heizöls ersetzen. Würde das erfasste Holzenergiepotenzial ausschließlich zur Wärmebereitstellung in Wohnhäusern eingesetzt, könnten zwischen 12.000 und 20.000 Standard-Wohnhäuser mit Wärme versorgt werden. Damit könnten maximal zwischen 34 und 57,5 Millionen Liter Heizöl jährlich verdrängt und zwischen 85.000 und 145.000 Tonnen CO₂ (zwischen 0,9 und 1,5 % der Treibhausgasemissionen in 2001) eingespart werden. In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, dass durch eine Reduktion des nationalen Energieverbrauches der relative Anteil der Holzenergie steigt, ohne dass in absoluten Zahlen mehr Holz genutzt wird. Demzufolge spielt die rationelle Energienutzung (sprich die Einsparung von Energie) eine Schlüsselrolle in der Erhöhung des relativen Anteils der Holzenergie am Energieverbrauch.

Abschließend werden aus den ermittelten Fakten und Hindernissen Maßnahmen in Form eines **Aktionsplans** angeregt, um die Entwicklung der Holzenergie nachhaltig zu stärken:

Sensibilisierung, Information und Ausbildung aller Akteure

Es sollen Sensibilisierungs- und Informationskampagnen zur energetischen Nutzung von Holz in Haushalten, Gemeinden, öffentlichen Einrichtungen und Betrieben durchgeführt werden. Zudem soll das Weiterbildungsangebot für Ingenieure, Architekten, Handwerker und andere Interessenten ausgeweitet werden.

Aufbau einer effizienten Holzenergielogistik

Der **Aufbau eines Netzwerkes** aller relevanten Akteure (Forst-, Umwelt und Landwirtschaftsverwaltungen, private Waldbesitzer(vereinigungen), Gemeinden, Holzhändler, Anlagenbetreiber, etc.) ist notwendig. Hier könnte das von der Forstverwaltung initiierte nationale Forstprogramm ein ideales Forum bieten, um ein solches Netzwerk ins Leben zu rufen. Ein wichtiges Ziel dieses Netzwerkes ist die Einrichtung eines **Holzenergiezentrums** („Comptoir du bois-énergie“), wie bereits aus der vorangegangenen Studie [1] des CRTE und der AEL hervorging. Darüber hinaus kann dieses Zentrum auf die stoffliche Verwertung ausgedehnt werden (Holzzentrum, „Comptoir du bois“). Die **Initiierung des Baus einer Pelletierungsanlage** ist empfehlenswert um den Pelletmarkt in Luxemburg anzuregen. Als Grundlage dafür muss die Verfügbarkeit von Sägemehl und Holzspänen analysiert werden. Wichtig ist auch die **freiwillige**

⁶ist auch unter dem Namen Photosmog oder Sommersmog bekannt

Reorganisierung der privaten Waldflächen zu unterstützen, um die Bewirtschaftung im Sinne der Besitzer zu verbessern.⁷

Monitoring

Insbesondere für den Altholzbereich⁸ wird ein detailliertes **Monitoring von Quantität, Qualität und Anfallsort des Holzes** gebraucht. Dazu ist in einem ersten Schritt auch die **Analyse der Marktsituation** von Altholz in Luxemburg notwendig. Um die Entwicklung der Holzenergie zu verfolgen muss ein **Monitoring von installierten Leistungen, Mengen des verbrauchten Energieholzes und der produzierten Energie** (Wärme und Strom) geschehen. In einem ersten Schritt ist die Analyse des Ist-Zustandes notwendig.

Schaffung von **finanziellen Rahmenbedingungen**, die die Marktentwicklung erleichtern. Es sollten faire Marktchancen für die Holzenergie geschaffen werden, ohne dass unangemessene finanzielle Belastungen entstehen. Trotz zum Teil angepasster Investitionsförderungen, reichen diese oft nicht aus um bei den aktuellen Preisen von fossilen Energieträgern die Holzenergie gegenüber diesen Energieträgern konkurrenzfähig zu machen.

- **Fördersatz der Holzenergieanlagen für Privatpersonen anheben oder** zumindest den **aktuellen Höchstbetrag nach oben anpassen**, dabei sollte die **Förderung an die Eigenschaften** (wie z.B. Wirkungsgrad und schadstoffarme und effiziente Verbrennung) **der Anlage gekoppelt** werden.
- Einführung einer **Förderung für Betriebe**, die in Holzenergieanlagen investieren
- Einführung eines **niedrigeren Mehrwertsteuersatzes für Energieholz** als für Heizöl **oder Befreiung des Energieholzes von der Mehrwertsteuer**
- **Einführung einer Energiesteuer (Ökosteuern) auf fossilen Energieträgern**⁹. Somit können die externen Kosten, welche durch fossile Energieträger verursacht werden, internalisiert werden.
- **Entkopplung des Energieholzpreises vom Preis fossiler Energieträger** damit die Holzenergie von der zu erwartenden Preiserhöhung der fossilen Energieträger profitieren kann. Eine gewisse Wirkung auf den Energieholzpreis ist wegen des Bedarfs von Erdöl bei der Bereitstellung des Energieholzes nicht zu vermeiden, jedoch sollte der Energieholzpreis auf keinen Fall direkt an den Erdölpreis gebunden werden.

Schaffung von **genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen**, die die Marktentwicklung erleichtern

- **Anforderungen (z.B. Emissionsgrenzwerte)** an die Holzenergieanlagen festlegen, die sich **am Stand der Technik orientieren**
- Frage lösen inwieweit die **Asche** aus Holzenergieanlagen **als Dünger** wiederverwertet werden darf bzw. entsorgt werden muss

Angepasste Technik zur Nutzung des Holzenergiepotenzials

Am einfachsten ist es das Energieholz kurzfristig zur **Wärmeerzeugung** zu nutzen. Auf jeden Fall ist es empfehlenswert eine hohe Auslastung der Anlage anzustreben. Die **Initiierung des Baus einer**

⁷ Das „Office National de Remembrement“ unterstützt solche Vorhaben.

⁸ Für Waldholz wurde im Rahmen des Forstinventars eine erste detaillierte Bestandsaufnahme gemacht.

⁹ In verschiedenen EU-Ländern wird dieses Instrument bereits seit einiger Zeit eingesetzt.

Wärme-Kraft-Kopplungsanlage mit Holz als Brennstoff ist empfehlenswert. In diesem Sinne sollte eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden.

Förderung der **interregionalen Zusammenarbeit** in der Holzenergie. In diesem Zusammenhang ist ein Projekt von CRTE und AEL in Zusammenarbeit mit deutschen Partnern zu nennen in dem es um die Ausarbeitung einer regionalen Strategie zur nachhaltigen Umsetzung der Biomassenutzung (RUBIN) geht. Im Rahmen dieses Projektes sollen verschiedene der hier genannten Themen auf interregionaler Ebene behandelt werden.

Ziel des Aktionsplans ist auch die Erstellung eines Marktentwicklungsprogramms zur Nutzung der Holzenergie, dem alle vorher genannten Maßnahmen zuarbeiten.