PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A) Projektdaten

Kurztitel:	SMART FORESTS
Langtitel:	Auswahl von Management-Alternativen als Reaktion auf Ziele. Optimierung des Waldes zur Nutzung Erneuerbarer Energien und zur Kohlenstoffbindung durch zeitabhängige Strategien
Programm:	ACRP 3. Ausschreibung
Dauer:	01.09.2012 bis 31.07.2013
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Kontaktperson Name:	David Neil Bird
Kontaktperson Adresse:	Elisabethstrasse 18/II, 8010 Graz
Kontaktperson Telefon:	+43 316 876 1423
Kontaktperson E-Mail:	neil.bird@joanneum.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	Universität für Bodenkultur (Wien) Österreichische Bundesforste (Wien) Österreichischer Biomasse Verband (Wien)
Schlagwörter:	Biomasse, Waldbewirtschaftung, THG-Emissionen, LCA
Projektgesamtkosten:	322.238
Fördersumme:	290.000
Klimafonds-Nr:	B068656
Erstellt am:	17.11.2013

Projektübersicht

1 Executive Summary

Initial situation

Increased use of renewable energy is a key EU strategy for reducing its greenhouse gas (GHG) emissions and meeting other goals such as those established in the EU Energy and Climate Package. Woody biomass from forests will play a major role in meeting these targets (Ragwitz et al. 2009). However, extraction of woody biomass from forests can, in some cases, lead to near-term increases of GHG compared to continued use of fossil fuel, with GHG benefits emerging later. This paradox has been discussed by numerous authors. Namely, increasing the intensification of forest management (i.e. removals) for bioenergy production causes short term an increase in emissions.

Project objectives

Three objectives were foreseen by the project:

1) Provide Austrian policy, forest, and bioenergy communities with new, state-of-the art information for evaluating and improving forest and bioenergy policy instruments within the context of climate mitigation and adaptation.
2) Identify the most effective combinations of forest (carbon stock) preservation and fossil fuel substitution strategies for achieving near-term mitigation as well as longer-term climate goals. Analysis will be done taking climate adaptation, other products (e.g., pulp and paper and for sawn timber), and additional ecosystem services (e.g., soil protection and habitat maintenance) into account.
3) Enable Austrian policy and forest-wood-chain communities to accommodate likely regulation changes in policy design and market strategies. A simplified simulation and decision support tool will be developed to enable actors in these communities to examine Austrian-specific GHG benefit time lines for themselves.

Methodology

The project used combined two modelling methodologies to provide results that address the project objectives. Biophysical models of four forest types (Beech, Beech-oak, Beech-maple and Spruce-larch), under four management options (business-as-usual, and 3 variation of intensified forest management) with and without the impacts of climate change, were created using PICUS v1.5. To calculate the time dependent greenhouse gas emission profiles for selected forest based bioenergy pathways relevant in Austria, we use a tool designed in the SMART FORESTS project specifically for this task. The tool models the flow of wood in Austria by combining forest dynamics modelling from work package 1 with a life-cycle assessment of (LCA) product-chain emissions from GEMIS LCA database.

Using this tool, time-dependent pathways were calculated for:

1. various forest management strategies – intensifying forest management;
2. various energy policy scenarios described by Schwarzbauer and Stern (2010); and
3. two bioenergy opportunities;
    a. enhancing residential combustion efficiency; and
    b. using paper waste for energy

The impacts on GHG emissions and energy production of each of the strategy, policy scenario and bioenergy opportunity were compared to a business-as-usual counterpart.

Results

The project found that:

1. Increasing the intensity of forest management causes a short term increase in greenhouse gas emissions as compared to business-as-usual management. This occurs for approximately 40 years after which this strategy causes less greenhouse gas emissions. Austria's renewable energy targets will be met if only 15% of the forest is subjected to intensive management.
2. Austria's renewable energy targets can be met by increasing energy from wood by only diverting wood to energy from other wood product streams (i.e. without changing forest management). However, this strategy increases greenhouse gas emissions because of the necessity to make paper substitutes from fossil energy materials (i.e. plastics).
3. Using more discarded paper for energy instead of recycling also causes an increase in greenhouse gas emissions and will not allow Austria to reach its renewable energy targets.
4. Improving residential combustion efficiency does reduce greenhouse gas emissions, but does not allow Austria to meet its renewable energy targets.

Outlook

The results from SMART FORESTS have highlighted a few important points:

1. the importance of wood-based materials, including paper, in substituting fossil-based or GHG-intense materials, and
2. The variation caused by different forest management systems.

On the first point, there is currently very little information. It is an important and potentially fruitful ground for further research since Austria has such an important forest-products industry. If it can be strongly demonstrated that wood-based materials are a very important way to reduce GHG emissions, there may be an increase in the demand for wood-based materials.

Secondly, SMART FORESTS modeled a limited number of intensive forest management systems. The investigated management systems characterize currently practiced quite traditional management approaches in Austria. However, more advanced silvi-cultural systems could be investigated as well.

Finally, Austrian forests may need active adaptation measures to secure the sustainable provision of multiple products and services. Forest management will play a key role in adapting forests to a changing climate with regard to species change and increases in forest stability and health. This should be investigated in the context of an integrated forest management and forest product system.

2 Hintergrund und Zielsetzung

2.1 Hintergrund

Die verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energien ist eine wichtige EU-Strategie zur Reduzierung ihrer Treibhausgas (THG)-Emissionen und zur Erfüllung anderer Ziele, wie sie im EU Energie- und Klimapaket festgelegt sind. Der Einsatz forstlicher Biomasse wird eine wichtige Rolle bei der Erreichung dieser Ziele spielen (Ragwitz et al. 2009). Allerdings kann in einigen Fällen die Nutzung forstlicher Biomasse im Vergleich zur Verwendung von fossilen Brennstoffen zu kurzfristigen Erhöhungen der THG-Emissionen führen, wobei längerfristig allerdings mit Vorteilen hinsichtlich der THG-Emissionen gerechnet werden kann. Dieses scheinbare Paradoxon wurde zuerst von Walker et al. (2010) und Zanchi et al. (2010) diskutiert. Diese Ergebnisse wurden von vielen wissenschaftlichen Studien bestätigt, die ebenfalls ähnliche Effekte dokumentieren (Agostini et al. 2013 Böttcher et al. 2012, Holtsmark, 2010, 2012 2013A, 2013B, Hudiburg et al. 2011 Lippke et al. 2012 McKechnie et al. 2011, Mitchell et al. 2012, Repo et al. 2011, Zanchi et al. 2011). Das heißt, die Erhöhung der Intensivierung der Waldbewirtschaftung (d. h. Entnahme von Biomasse) für die Erzeugung von Bioenergie bewirkt kurzfristig einen Anstieg der THG-Emissionen.

Seit dem Start des Projektes **SMART FORESTS** (**S**electing **M**anagement **A**lternatives **R**esponding to **T**argets. **F**orest **O**ptimization for **R**enewable **E**nergy and **S**equestration using **T**ime-dependent **S**trategies) wurde in Österreich die Debatte über die Vorteile einer „Holz für Energie“ Politik intensiviert.

2.2 Aufgabenstellung

In diesem Zusammenhang wurde das SMART FORESTS Projekt mit dem Ziel konzipiert, den Akteuren derzeit nicht verfügbare Informationen und Tools zur Bewertung und Verbesserung des forstlichen Ressourcen-Managements bereitzustellen, wobei eine vollständige Palette von Dienstleistungen im Wald – z.B. Bioenergie, andere Holzprodukte, Klimawandel, Kalamitäten und Umweltschutz - sowie alternative Szenarien Berücksichtigung fand.

Das Projekt umfasst folgende Aufgaben:

1. Modellierung repräsentativer österreichischer Waldtypen über einen bestimmten Zeithorizont;
2. Vergleich der THG-Emissionen von forstlicher Bioenergie und fossilen Brennstoffen im zeitlichen Verlauf;
3. Identifizieren vielversprechender Kombinationen von Kohlenstoff-Speicherung und Substitution fossiler Brennstoffe[1] und
4. Entwicklung eines Entscheidungstools zur Nutzung durch verschiedene Anwender.

2.3 Zielsetzung

Das Projekt umfasst folgende Ziele:

1. Bereitstellung von neuesten Informationen zur Bewertung und Verbesserung von Wald- und Bioenergieinstrumenten im Rahmen des Klimaschutzes und von Anpassungsmaßnahmen für die österreichischen Entscheidungsträger in der Politik, Wald- und Bioenergieszene.
2. Identifikation effektiver Kombinationen von forstlichen Kohlenstoffspeicherungsstrategien und Strategien zur Substitution fossiler Brennstoffe zur Erreichung kurzfristiger THG-Minderung sowie längerfristiger Klimaschutzziele. Die Analyse wird durchgeführt unter Berücksichtigung von Adaptionsmaßnahmen, Nutzung anderer Holzprodukte (z.B. Papier- und Zellstoffindustrie und Schnittholz) und von zusätzlichen Ökosystemdienstleistungen (z.B. Bodenschutz und Lebensraumerhaltung).
3. Unterstützung der österreichischen Entscheidungsträger in der Politik, Wald- und Bioenergieszene, um zu erwartende Änderungen im Design der Berechnungsmethoden und der Bewertung von Marktstrategien zu ermöglichen: Es wird ein vereinfachtes Simulations- und Entscheidungstool entwickelt, damit die Akteure für österreichisch-spezifische forstliche Bioenergiesysteme die jeweiligen THG-Bilanzierungen hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes untersuchen können.

3 Projektinhalt und Ergebnisse

SMART FORESTS unterstützt österreichische Entscheidungsträger bei der Planung der Klima- und Bioenergiestrategien, indem es neue Informationen in kritischen Bereichen bei der Diskussion über Bioenergiestrategien bereitstellt. Die Nutzung forstlicher Biomasse und deren energetischer Einsatz können, im Vergleich zum kontinuierlichen Einsatz fossiler Energieträger, in einigen Fällen kurzfristig zur einer Erhöhung von THG-Emissionen beitragen. Das Projekt hat österreich-spezifische Informationen erarbeitet, wie sich dennoch für mehrere Bioenergieoptionen TGH-Emissionsvorteile über einen Zeitraum entwickeln. Dies wird es österreichische Entscheidungsträger ermöglichen zwischen Optionen mit kurzfristigen im Gegensatz zu längerfristigen Vorteilen zu unterscheiden.

Die detaillierten Ziele des Projektes sind in Kapitel 2.3 dargestellt.

3.1 Aktivitäten des Projekts

Das Projekt umfasst folgende fünf Arbeitspakete (AP):

- AP0 - Projektmanagement;
- AP1 - Biophysikalische Modellierung;
- AP2 - Bioenergie Strategien: zeitabhängige THG- Emissionsprofile forstlicher Bioenergiepfade;
- AP3 - Politik: politische Szenarien und Analyse der Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung und Bio-energiechancen;
- AP4 - Kooperation von Entscheidungsträgern und Wissenschaftlern: Entwicklung geeigneter Nutzungs-pfade der forstlichen Bioenergie und Dissemination der Erkenntnisse.

3.1.1 Projektergebnisse

Die Zusammenfassung der Aktivitäten und die Dokumentation der Ergebnisse im Rahmen des Projekts werden anhand der Arbeitspakete durchgeführt.

3.1.2 AP1 - Biophysikalische Modellierung

Es wurden mit dem Modell PICUS v1.5 (Lexer und Hönninger, 2001, Seidl et al. 2005, Seidl et al. 2011) vier Waldtypen (Buche, Buche-Eiche, Buche-Ahorn und Fichte-Lärche), unter vier unterschiedlichen Management-Optionen (business-as-usual, und 3 Variationen einer intensivierten Waldbewirtschaftung) mit und ohne Berücksichtigung der zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels untersucht und modelliert. Die Ergebnisse des PICUS Modells sind die C-Speicherkapazitäten für die vier Waldtypen (einschließlich organischer Kohlenstoff im Boden) und zur Verfügung stehendes Holz als ein Ergebnis der Waldbewirtschaftung. Das Holz ist dabei in acht Sortimentsklassen gegliedert:

1) Rinde;
2) Baumwipfel und Astholz;
3) Sortimente mit folgenden Durchmesserklasse
   a) 15 - 19 cm
   b) 20 - 29 cm
   c) 30 - 39 cm
   d) 40 - 49 cm, und
   e) > 50 cm

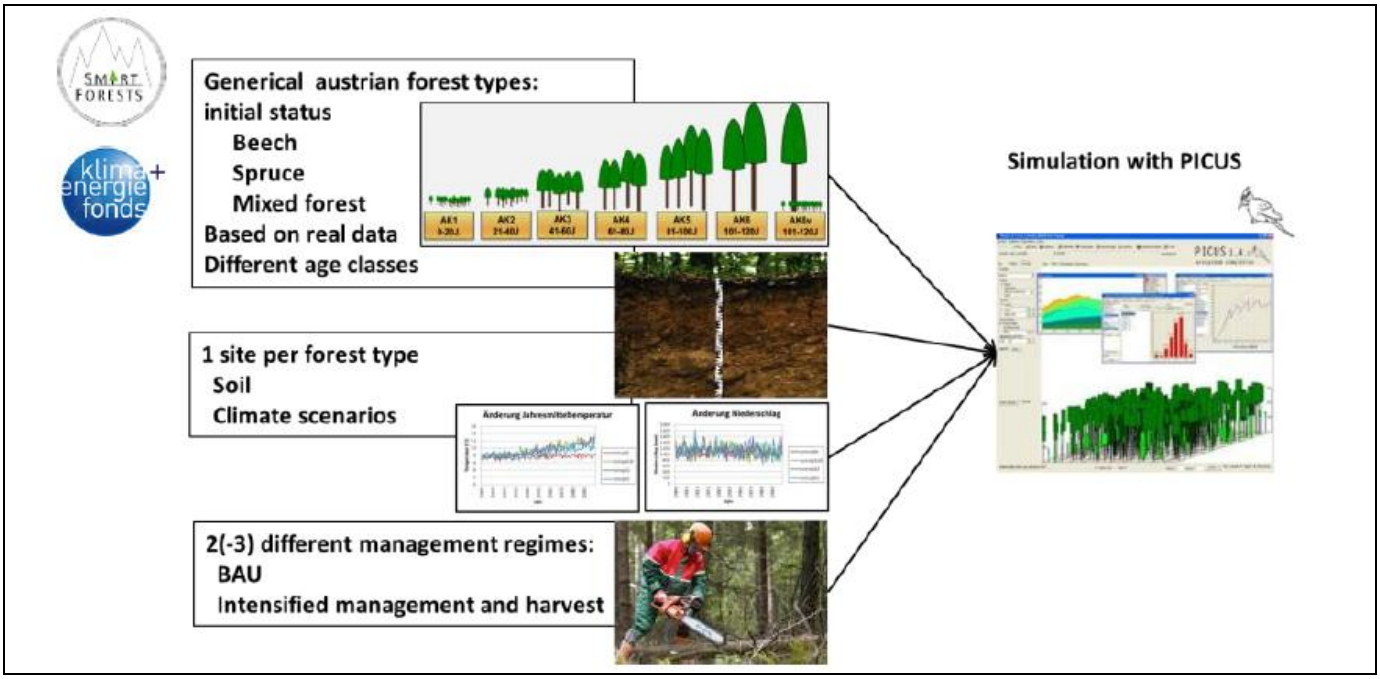

Abbildung 1: Waldmodellierung mit PICUS v1.5

3.1.3 AP2 - Bioenergie Strategien: zeitabhängige THG- Emissionsprofile forstlicher Bioenergiepfade

Um die zeitabhängigen THG-Emissionsprofile für ausgewählte forstliche Bioenergiepfade in Österreich zu berechnen, verwenden wir ein speziell im Rahmen von SMART FORESTS entwickeltes gleichnamiges Tool. Dieses modelliert den Holzstrom in Österreich indem die Ergebnisse aus AP1 zur Walddynamik mit einer Ökobilanz auf Basis einer Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Analysis = LCA) von Holzproduktionsketten und der daraus resultierenden THG-Emissionen unter Verwendung von GEMIS und deren LCA Datenbank (GEMIS, 2013) kombiniert werden.

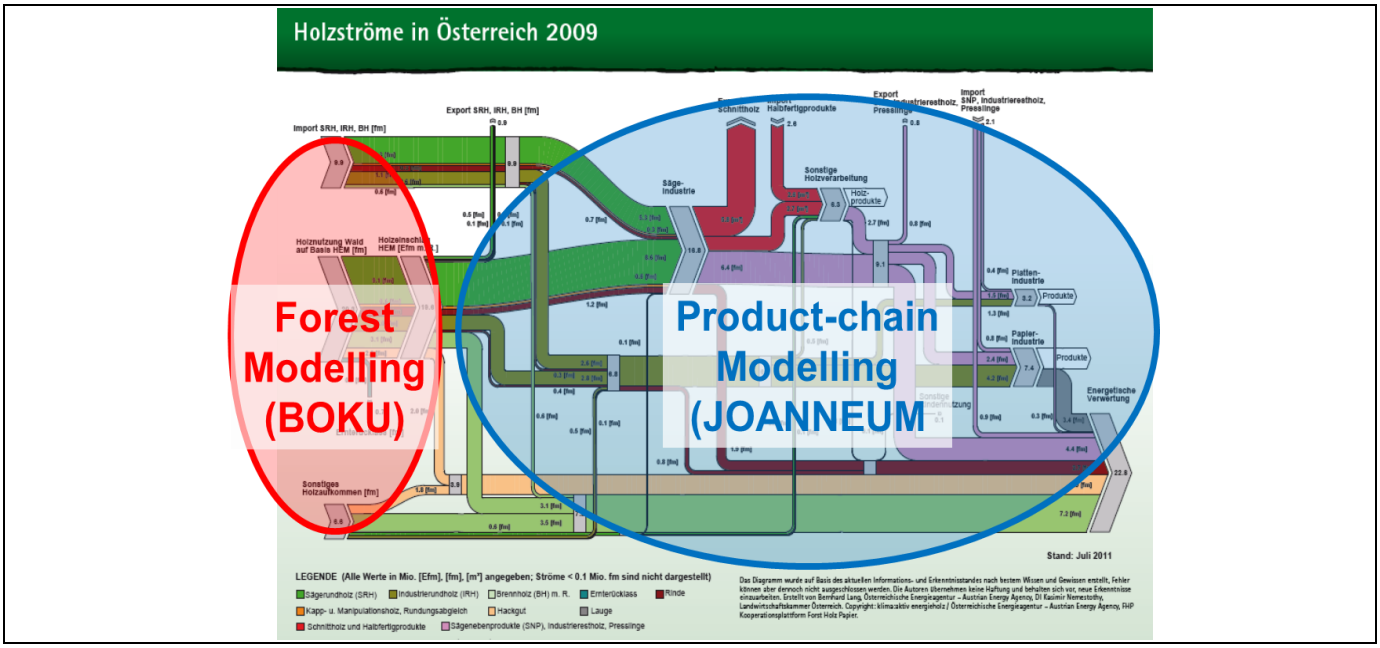

Abbildung 2: Konzeptueller Ansatz des SMART FORESTS Tools

Abbildung 2 zeigt die Komponenten des SMART FORESTS Tools für den Holzstrom in Österreich im Jahre 2009 (Österreichischer Biomasse-Verband, 2011).

Der Biomasse Output von PICUS gliedert sich in folgende vier Prozessströme:

a. Energie (direkt);
b. Papier;
c. Spanplatten
d. Schnittholz

Jede Verarbeitungsschiene produziert auch Energie für den Eigenbedarf oder als Produkt für Energie der Privathaushalte, und Rückstände, die in einer nachfolgenden Verarbeitung verwendet werden können. So werden beispielsweise Abfälle aus der Schnittholzproduktion in drei weitere Verarbeitungsprozesse umgeleitet, Abfälle aus der Papier- und Spanplatten-Produktion werden hingegen nur zur Energiegewinnung genutzt.

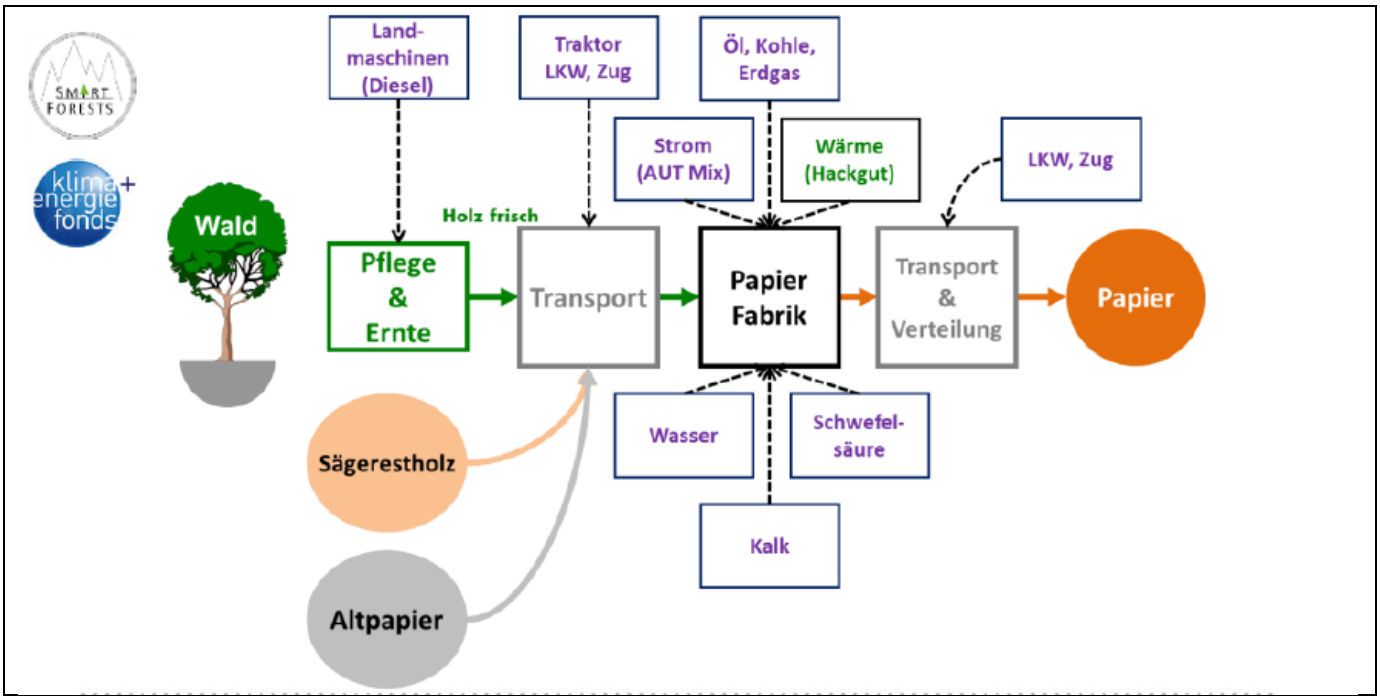

Abbildung 3: Prozessketten bei der Papierherstellung

Holzprodukte werden nach ihrem Gebrauch entsorgt, können aber auch wiederverwertet werden („downcycling“ oder zur Energiegewinnung). Letztendlich kann Energie für acht Energieträger und Endanwendungen generiert werden:

1. Scheitholz für den Einsatz in
   a. Einzelöfen und
   b. Heizungsanlagen;
2. Chips für den Einsatz in
   a. Zentralheizungen
   b. Fernwärmeanlagen und
   c. Kraft-Wärme-Kopplung;
3. Pellets für den Einsatz in
   a. Einzelöfen
   b. Zentralheizungen und
   c. Fernwärmeanlagen.

Jeder Prozess und jede Verbrennungstechnologie weist spezifische Emissionsfaktoren pro Einheit Biomasse Input (trocken) und Wirkungsgrade (Biomasse-Output / Biomasse Input) auf. Jede Verbrennungstechnologie hat auch einen zugehörigen Wirkungsgrad (MJ/kg Biomasse trocken). Diese Werte wurden der GEMIS-Datenbank entnommen und mit Analysen des Energiebedarfs für die Papierherstellung in Österreich ergänzt.

Abbildung 3 zeigt beispielhaft die wesentlichen Prozessketten der Papierherstellung

3.1.4 AP3 - Politik: politische Szenarien und Analyse der Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung und Bioenergiechancen

Mit dem SMART FORESTS Tool aus AP2 wurden zeitabhängige THG- Emissionsprofile für folgende forstliche Bioenergiepfade berechnet:

1. verschiedene Waldmanagement-Strategien - Intensivierung der Waldbewirtschaftung;
2. verschiedene energiepolitische Szenarien durch Schwarzbauer und Stern (2010) beschrieben,;
3. zwei Bioenergie Optionen:
   a. Verbesserung der Kleinfeuerungsanlagen- Effizienz und
   b. Verwendung von Papierabfällen zur Energieerzeugung.

Die Auswirkungen auf die THG-Emissionsbilanz und die Energieproduktion jeder der untersuchten Strategie, jedes Politikszenarios und die Bioenergieoptionen wurden einem „Business-as-usual" Szenario gegenübergestellt.

3.1.5 AP4 - Politik: Kooperation von Stakeholdern und Wissenschaftlern: Entwicklung geeigneter Nutzungspfade der forstlichen Bioenergie und Verbreitung der Erkenntnisse.

Im Rahmen von SMART FORESTS wurde besonderer Wert auf eine umfangreiche Kooperation zwischen politischen, bzw. wirtschaftlichen Entscheidungsträgern und Wissenschaftlern gelegt. Neben dem Kick-off Meeting (14. September 2011 in Wien) wurden 3 halbtägige Sitzungen mit den Beteiligten während der Laufzeit des Projekts organisiert:

- 1. Sitzung des Projektbeirats, 27. Januar 2012, Wien
- 2. Sitzung des Projektbeirats, 17. Januar 2013, Wien
- 3. Sitzung des Projektbeirats, 2. Juli 2013, Wien.

Bei diesen Treffen wurden Modellvorstellungen und die Ergebnisse präsentiert (Präsentationen sind auf der SMART FORESTS Webseite verfügbar: http://www.smartforests.at/smart_forests_015.htm). Anregungen und Bemerkungen der Teilnehmer wurden aufgezeichnet um sicherzustellen, dass

1. die Auswahl der geeigneten Wald-Management-Strategien und energiepolitische Szenarien und
2. Das Verständnis der Projektergebnisse

im Projekt berücksichtigt werden. Darüber hinaus hatten die Beteiligten die Möglichkeit das SMART FORESTS Tool frühzeitig zu testen, so dass das Endprodukt von allen Beteiligten in der Zukunft genutzt werden kann.

Folgende Präsentationen zum Thema des Projektes wurden bei folgenden internationalen Konferenzen eingebracht:

- CO_2 Bilanz der Bioenergie. Austropapier/ÖZEPA-Vorstandsseminar, Haus der Papierindustrie, Wien am 26.3.2012
- Emissions from Bioenergy - The effects of timing. CARBON EMISSIONS FROM BIOENERGY, How it impacts our climate, EU Parliament, Brussels, March 29th 2012
- Issues relating to the timing of emissions from bioenergy systems. Enlargement and Integration Workshop. Scientific Basis of Biomass Sustainability in EU Energy Policy Istanbul, May 11th 2012

- Die zeitliche Betrachtung von Treibhausgasemissionen infolge energetischer Nutzung forstlicher Biomasse, 14. Österreichischer Klimatag, Wien am 04.04.2013
- Forest bioenergy and global warming" targeting the "timing" problem of biomass emissions accounting (SMART Forests project). Joint Workshop on Developing a Binding Sustainability Scheme for Solid Biomass for Electricity & Heat under the RED. July 1-2, 2013 at Arona, Italien.

3.2 Hauptergebnisse

Die Erhöhung der Intensität der Waldbewirtschaftung und damit die einhergehende verstärkte Nutzung des Waldes führt im Vergleich zum „Business-as-usual" Szenario zu einer kurzfristigen Erhöhung der THG-Emissionen (Abbildung 4). Um Missverständnissen vorzubeugen sei an dieser Stelle besonders darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse zwar auf die Flächeneinheit „Hektar" bezogen sind, die Modellierung sich aber über gesamt Österreich erstreckt. Die Abbildungen zeigen somit nicht die Ergebnisse auf Einzelbestandsebene, sondern beziehen sich auf die gesamte Waldfläche des jeweiligen Waldtypus in ganz Österreich. Dies dauert etwa 40 Jahre, danach werden weniger THG-Emissionen verursacht. Österreichs Ziele für erneuerbare Energien bis zum Jahr 2020 können erfüllt werden, wenn nur 15% des Waldes einer intensiven Bewirtschaftung unterzogen werden.

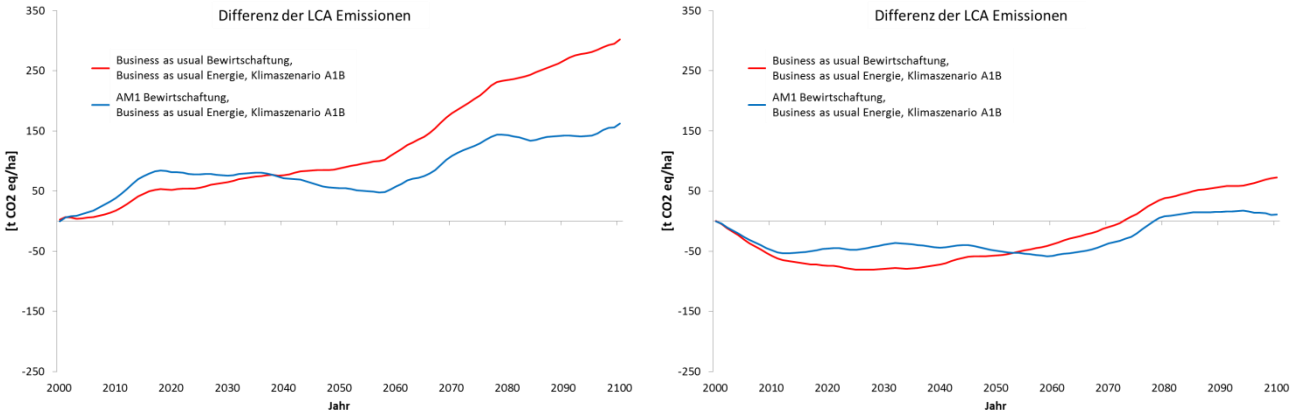

Abbildung 4: Vergleich der Emissionen des „Business-as-usual" Szenarios (BAU) mit dem einer intensivierten Waldbewirtschaftung (AM1 management strategy)auf Basis einer LCA, hier am Beispiel Buchenwald (links) und Fichten-Lärchenwald (rechts) in Österreich. Positive Ergebnisse entsprechen CO_2 Emissionen, negative CO_2 Absorptionen. Übersteigt eine Kurve die andere so heißt dass, dass ab diesem Zeitpunkt jenes Szenario höhere Emissionen versursacht als das darunterliegende. Im negativen Bereich bedeutet die darunterliegende Kurve eine dementsprechend höhere Absorptionsfunktion.

Österreichs Ziele für erneuerbare Energien können auch durch steigende energetische Verwendung der im SMART FORESTS Modell abgebildeten Holzströme (ohne Änderung Waldbewirtschaftung) erfüllt werden. Allerdings erhöht diese Strategie die THG-Emissionen aufgrund der Notwendigkeit, dass folglich in der Papiererzeugung weniger Holz zur Verfügung steht und daher teilweise Papiererzeugnisse durch ein von fossilen Energieträgern erzeugtes Material (z.B. Kunststoffe) ersetzt werden (oder es müsste zusätzlich Holz aus dem Ausland importiert werden, was im SMART FOTRESTS Tool nicht berechnet werden kann). Diese Emissionen entstehen außerhalb der Österreichischen Grenzen, sind aber Teil der Analyse. Abbildung 5 zeigt den Vergleich des „Business-as-usual" Szenarios (BAU) mit dem der Annahme einer intensiveren energetischen Verwendung der Holzprodukte (WfE Szenario).

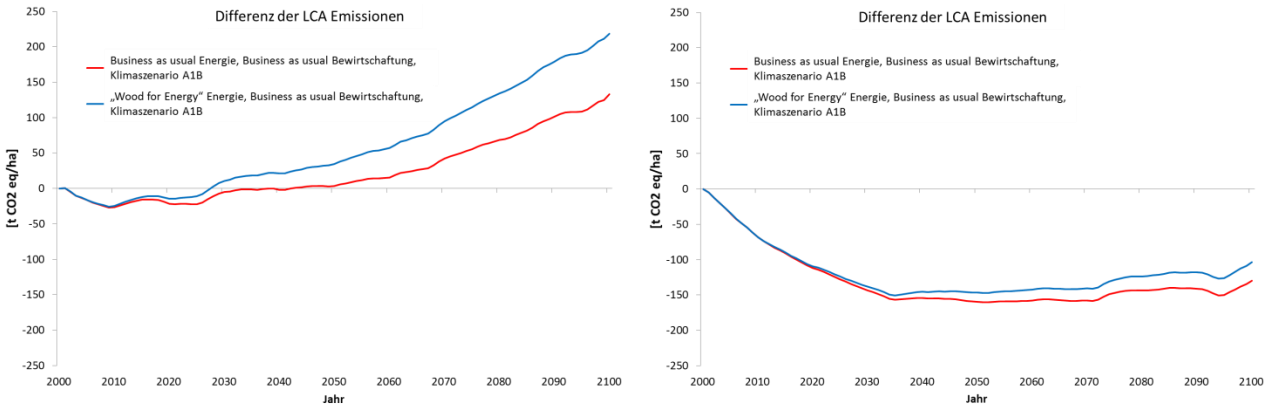

Abbildung 5: Vergleich der Emissionen des „Business-as-usual" Szenarios (BAU) mit der Annahme einer steigenden energetischen Verwendung der Holzprodukte (gemäß dem WfE Szenario) auf Basis einer LCA, hier am Beispiel Buchenwald (links) und Fichten-Lärchenwald (rechts) in Österreich. Positive Ergebnisse entsprechen CO_2 Emissionen, negative CO_2 Absorptionen. Übersteigt eine Kurve die andere so heißt dass, dass ab diesem Zeitpunkt jenes Szenario höhere Emissionen versursacht als das darunterliegende. Im negativen Bereich bedeutet die darunterliegende Kurve eine dementsprechend höhere Senkenfunktion. Der große Unterschied zwischen den beiden Waldtypen ist durch die stark unterschiedliche Alterslassenstruktur mit unterschiedlichen Zuwachsraten zu erklären.

Folgende weitere Strategien zur Erreichung der Ziele für erneuerbare Energien wurden ausgewertet (Abbildung 6a und b):

a. Der Einsatz von mehr Altpapier zur energetischen Nutzung anstatt Recycling führt auch zu einem Anstieg der THG-Emissionen und eignet sich nicht als Strategie in Österreich, um die Ziele für erneuerbare Energien zu erreichen.
b. Eine Verbesserung der Effizienz von Kleinfeuerungsanlagen reduziert hingegen die THG-Emissionen, reicht aber nicht aus, um in Österreich die Ziele für erneuerbare Energien zu erreichen.

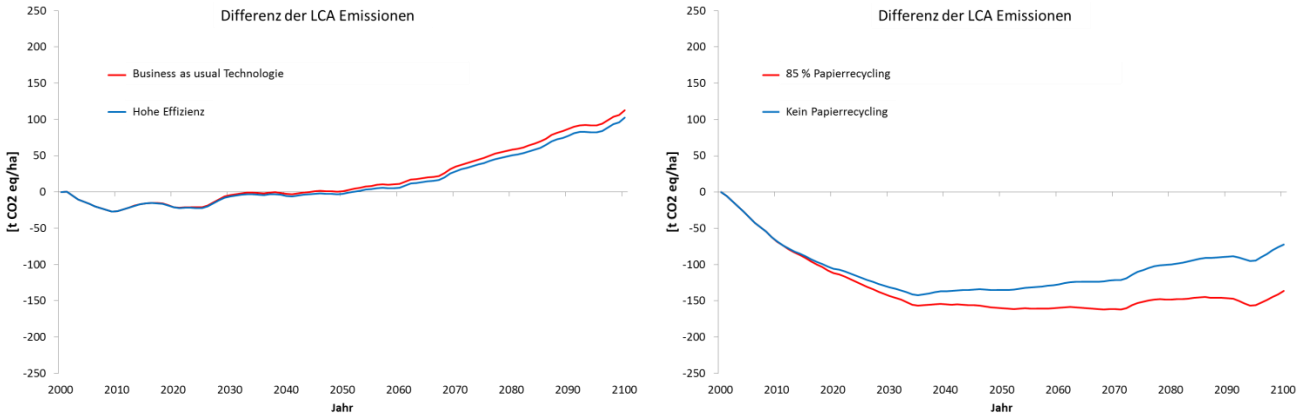

Abbildung 6: a) Vergleich der Emissionen des „Business-as-usual" Szenarios (BAU) auf Basis der heutigen Verbrennungstechnologien mit der Annahme höherer Energieeffizienz in Zukunft (High Efficiency) am Beispiel Buchenwald in Österreich (links).
b) Vergleich der Emissionen des „Business-as-usual" Szenarios (BAU) auf Basis des heutigen Papier-Recylings (85%) und der Annahme einer kompletten Verbrennung des gesammelten Altpapiers am Beispiel Fichten-Lärchenwald in Österreich (rechts); Positive Ergebnisse entsprechen CO_2 Emissionen, negative CO_2 Absorptionen. Übersteigt eine Kurve die andere so heißt dass, dass ab

diesem Zeitpunkt jenes Szenario höhere Emissionen versursacht als das darunterliegende. Im negativen Bereich bedeutet die darunterliegende Kurve eine dementsprechend höhere Senkenfunktion.

Eine umfassende Darstellung dieser zentralen Projektergebnisse ist im Dokument D.2.3 enthalten.

Weitere wichtige Projektergebnisse sind:

1. Von 2000 bis 2010 stieg der Einsatz von Bioenergie in Österreich wesentlich.
    a. Dieser Anstieg erfolgte nicht immer durch Verdrängen von fossiler Energie:
        i. 90% der Biomasse zur Stromerzeugung verdrängte fossile Energieträger (siehe Tabelle 1);
        ii. 50% der Biomasse zur Wärmeerzeugung verdrängte fossile Energieträger (siehe Tabelle 2).
    b. die fossile Energie, die verdrängt wurde, war Erdgas (für Strom und Wärme) und Erdöl (für Wärme), siehe auch Tabelle 3 und Tabelle 4.

Tabelle 1: Effektive "displacement factors" (Ersatzfaktoren) für die Stromerzeugung zwischen 2000 und 2011

Type of generation	**Average effective displacement factor**	**Occurrence (% of years)**
Biomass	89.6%	92%
Coal	96.9%	50%
Hydro	52.4%	58%
Natural gas	82.4%	58%
Oil	93.6%	25%
Renewables	90.9%	83%

Tabelle 2: Effektive "displacement factors" (Ersatzfaktoren) für die Wärmeerzeugung zwischen 2000 und 2011

Source of heat	**Average effective displacement factor**	**Occurrence (% of years)**
Biomass	48.9%	64%
Coal	73.4%	27%
Natural gas	59.0%	55%
Oil	38.8%	36%
Renewables	79.0%	82%

Tabelle 3: Matrix der Ersatzprozentsätze bei der die Stromerzeugung zwischen 2000 und 2011

		Type Displacing					
		Biomass	**Coal**	**Hydro**	**Natural gas**	**Oil**	**Renewables**
Type being displaced	**Biomass**	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Coal	0%	0%	56%	21%	0%	18%
	Hydro	0%	92%	0%	79%	100%	12%
	Natural gas	100%	5%	29%	0%	0%	62%
	Oil	0%	3%	16%	0%	0%	8%
	Renewables	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabelle 4: Matrix der Ersatzprozentsätze bei der Wärmeerzeugung zwischen 2000 und 2011

		Type Displacing				
		Biomass	**Coal**	**Natural gas**	**Oil**	**Renewables**
Type being displaced	**Biomass**	0%	52%	22%	44%	3%
	Coal	12%	0%	58%	0%	19%
	Natural gas	12%	0%	0%	56%	45%
	Oil	74%	48%	20%	0%	33%
	Renewables	2%	0%	0%	0%	0%

2. Forstliche Biomasse verdrängt auch „treibhausgasintensive“ Materialien wie
   a. Kunststoffe (durch Papier);
   b. Baustoffe (durch Schnittholz und Holzplatten).

   Diese Ergebnisse werden im Deliverable D.06 mit dem Titel “*Estimating the displacement of energy and materials by woody biomass in Austria“* dokumentiert (siehe Endbericht in Englisch).
3. Die durchschnittliche Lebensdauer von Papier-Produkten in Österreich ist länger als bisher angenommen. Dieser Effekt beeinflusst die Umweltauswirkungen des Papierverbrauchs (erhöhte Lebensdauer bedeutet erhöhte Speicherung von Kohlenstoff), hat aber keinen Einfluss auf Österreichs internationale Zielvorgaben hinsichtlich der THG-Emissionsziele weil in der internationalen THG-Bilanzierung der "reference level"-Ansatz angewandt wird. Diese Ergebnisse werden im Deliverable D.05 “*The benefits of using an Austrian specific model for emissions from paper products”* dokumentiert (siehe Endbericht in Englisch).
4. Die Änderungen der internationalen Bilanzierungsstandards für THG-Emission aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) verändern auf nationaler Ebene die Anreize für

den Verbleib von Holz in den Wäldern, die Verwendung von Holz als Produkt oder deren energetische Nutzung. Diese Veränderungen stellen auf nationaler Ebene Anreize dar, die Kohlenstoffspeicherung im Wald zu erhöhen und innerhalb Österreichs geerntetes Holz für Holzprodukte zu verwenden. Allerdings bleibt die Regel, dass keine THG-Emissionen am Ort der Verbrennung von Biomasse zu bilanzieren sind, weiter aufrecht. Dies gibt Organisationen mit THG-Verpflichtungen im Rahmen des EU-Emissionshandelssystems (EU ETS) einen Anreiz, Holz für die Energieerzeugung zu nutzen, im Widerspruch zu den auf nationaler Ebene vorliegenden Anreize. Die energetische Verwendung von zusätzlicher forstlicher Biomasse könnte die nationalen THG-Emissionen im Verpflichtungszeitraum erhöhen, weil die Verbrennung von Biomasse in den meisten Fällen zu einer höheren Kohlendioxid-Emission pro Energieeinheit führt als die sonstige Verbrennung der fossilen Brennstoffe. Das heißt natürlich nicht, dass wir weiterhin mit fossilen Energieträgern heizen bzw. Strom erzeugen sollen. Im Gegenteil, wenn wir erst im Jahr 2050 mit dem Umstieg auf Erneuerbare beginnen, dann würden sich die ersten Anzeichen einer positiven Wirkung auf das Jahr 2100 verschieben. Diese sollte uns dementsprechend nicht vom Weg abbringen verstärkt erneuerbare Energieträger in unserem Energiesystem einzusetzen. Es soll lediglich aufzeigen, dass es auch CO_2 Emissionen aus der Biomassenutzung gibt, die - je länger der Betrachtungszeitraum – langfristig als kohlenstoff- und somit klimaneutral angesehen werden können. Im Gegensatz dazu wird die Vorratsspeicherung von Holz in Wäldern oder die Verwendung von heimischen Holzprodukten, insbesondere im Rahmen der Post-2012-Regeln, dazu neigen, dass niedrigere Emissionen auf nationaler Ebene berechnet werden. Diese Ergebnisse sind im Deliverable D.04 "*Incentives for the use of forest biomass: comparative analysis of Kyoto Protocol accounting pre- and post-2012*"dokumentiert (siehe Endbericht in Englisch).

In einem weiteren Schritt haben die wichtigsten Projektpartner aus SMART FORESTS, JOANNEUM RESEARCH und BOKU, mit neuen Partnern, dem „Kompetenzzentrum für Holzverbundwerkstoffe" und der „Holzchemie" (Wood K plus), einen neuen Projektantrag mit dem Titel „INTEGRATED FORESTS" beim ACRP eingereicht, der an SMART FORESTS anknüpft, um einige ungelöste Fragen wie z.B. die Verdrängung fossiler Materialien durch Holzwerkstoffe zu erforschen. Darüber hinaus beleuchtet er einige neue Fragen wie Vulnerabilität und Resilienz im Zusammenhang mit dem Klimawandel bzw. die Auswirkungen einer österreichischen Biomassestrategie auf den eignen Wald.

Die Ergebnisse von SMART FORESTS sind sowohl für den Bioenergiesektor, als auch für die Zellstoff-und Papierindustrie von großem Interesse (nicht Teil des Stakeholder Advisory Boards), da der Einsatz von Biomasse zur Produkt- bzw. Energieerzeugung unterschliche Auswirkungen auf das Klima hat.

Durch die Ergebnisse von SMART FORESTS werden im Sinne eines Ausblicks folgende zwei wichtige Sachverhalte hervorgehoben:

1. die Bedeutung des forstlichen Biomasseeinsatzes, einschließlich der Papiererzeugung, bei der Substitution fossiler Energieträger oder bei der Substitution THG- intensiver Materialien und
2. Die Schwankungen der THG-Bilanz verursacht durch verschiedene Waldbewirtschaftungsszenarien

Zu 1.: Es gibt darüber derzeit nur sehr wenige Informationen. Es ist eine potenziell wichtige Fragestellung für weitergehende Forschung, da Österreich eine so wichtige Holz- und Papierindustrie aufweist. Wenn es nachgewiesen werden kann, dass über die Holzwerkstoffe die THG-Emissionen reduziert werden können, könnte es zu einem Anstieg der Nachfrage nach Holzwerkstoffen kommen.

Zu 2.: Mit SMART FORESTS wurde eine begrenzte Anzahl von intensiven Waldmanagement-Systemen modelliert. Die untersuchten Waldmanagement-Systeme umfassen derzeit angewandte, sehr traditionelle Management- Ansätze in Österreich. Allerdings könnten auch weiter fortgeschrittene forstwirtschaftliche Systeme untersucht werden.

Schließlich brauchen Österreichische Wälder aktive Adaptionsmaßnahmen, um eine nachhaltige Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen zu sichern. Waldbewirtschaftung wird eine wichtige Rolle bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel in Bezug auf Baumartanpassung und einer Erhöhung der Waldstabilität und Gesundheit spielen. Dies sollte im Rahmen eines integrierten Waldbewirtschaftungs- und Holzproduktsystems untersucht werden.

Das wesentlichste Dokument mit Darstellung der Hauptergebnisse des Projekts ist das in AP2 erstellte „Deliverable“ *D.2.3: Zeitabhängige THG-Emissionsprofile für ausgewählte forstliche Bioenergiepfade in Österreich.* Dieses Dokument kombiniert die Ergebnisse aus der biophysikalischen Modellierung (WP1) und der Supply-Chain-Modellierung mit dem SMART-Forest Tool (AP4), und berücksichtigt neue politische Szenarien aus AP3 und Beiträge der Beteiligten (AP4).

Diese Ergebnisse wurden von Herrn DI Dr. Hannes Schwaiger beim Expertentreffen zum Thema "Developing a binding sustainability scheme for solid biomass for electricity and heat under the RED " am Joint Research Center, in Arona, Italien (1.-2. Juli 2013) vorgestellt (Siehe Webseite: http://iet.jrc.ec.europa.eu/bf-ca/expert-consultation-developing-binding-sustainability-scheme-solid-biomass-electricity-and-heat#session).

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die wichtigsten Projektergebnisse im Sinne von Schlussfolgerungen umfassen:

1. Die Erhöhung der Intensität der Waldbewirtschaftung und damit einhergehender verstärkter Holznutzung führt im Vergleich zum Business-as-usual Management zu einer kurzfristigen Erhöhung der THG-Emissionen. Dies dauert etwa 40 Jahre, danach werden weniger THG-Emissionen verursacht. Österreichs Ziele für erneuerbare Energien bis zum Jahr 2020 können erfüllt werden, wenn nur 15% des Waldes einer intensiven Bewirtschaftung unterzogen werden.
2. Österreichs Ziele für erneuerbare Energien können auch durch steigende energetische Verwendung der im SMART FORESTS Modell abgebildeten Holzströme (ohne Änderung Waldbewirtschaftung) erfüllt werden. Allerdings erhöht diese Strategie die THG-Emissionen aufgrund der Notwendigkeit, dass folglich in der Papiererzeugung weniger Holz zur Verfügung steht und daher teilweise Papiererzeugnisse durch ein von fossilen Energieträgern erzeugtes Material (z.B. Kunststoffe) ersetzt werden (oder es müsste zusätzlich Holz aus dem Ausland importiert werden, was im SMART FOTRESTS Tool nicht berechnet werden kann).
3. Der Einsatz von mehr Altpapier zur energetischen Nutzung anstatt Recycling führt auch zu einem Anstieg der THG-Emissionen und eignet sich nicht als Strategie in Österreich, um die Ziele für erneuerbare Energien zu erreichen.
4. Eine Verbesserung der Effizienz von Kleinfeuerungsanlagen reduziert hingegen die THG-Emissionen, reicht aber nicht aus, um in Österreich die Ziele für erneuerbare Energien zu erfüllen.
5. Der verstärkte Einsatz forstlicher Biomasse zur Energieerzeugung leistet kurzfristig nur einen begrenzten bzw. sogar negativen, langfristig jedoch positiven Beitrag zur Einschränkung des Klimawandels. Diese zeitliche Abhängigkeit der Kilmaauswirkung beim Einsatz forstlicher Biomasse sollte bei der zukünftigen Klima- und Energiepolitik Österreichs Berücksichtigung finden, sodass sowohl kurzfristig als auch langfristig optimale Strategien unterstützt werden. Das heißt natürlich nicht, dass wir weiterhin mit fossilen Energieträgern heizen bzw. Strom erzeugen sollen. Im Gegenteil, wenn wir erst im Jahr 2050 mit dem Umstieg auf Erneuerbare beginnen, dann würden sich die ersten Anzeichen einer positiven Wirkung auf das Jahr 2100 verschieben. Diese sollte uns dementsprechend nicht vom Weg abbringen verstärkt erneuerbare Energieträger in unserem Energiesystem einzusetzen. Es soll lediglich aufzeigen,

dass es auch CO2 Emissionen aus der Biomassenutzung gibt, die - je länger der Betrachtungszeitraum – langfristig als kohlenstoff- und somit klimaneutral angesehen werden können.

B) Projektdetails

5 Methodik

Methodisch wurde das Modell PICUS v1.5 von der Universität BOKU (Lexer und Hönninger, 2001, Seidl et al. 2005, Seidl et al. 2011), das den Holzstrom in Österreich und die Walddynamik modelliert, mit dem Modell GEMIS (GEMIS, 2013) kombiniert, das auf Basis einer Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Analysis = LCA) THG-Emissionen der untersuchten Holzproduktionsketten liefert.

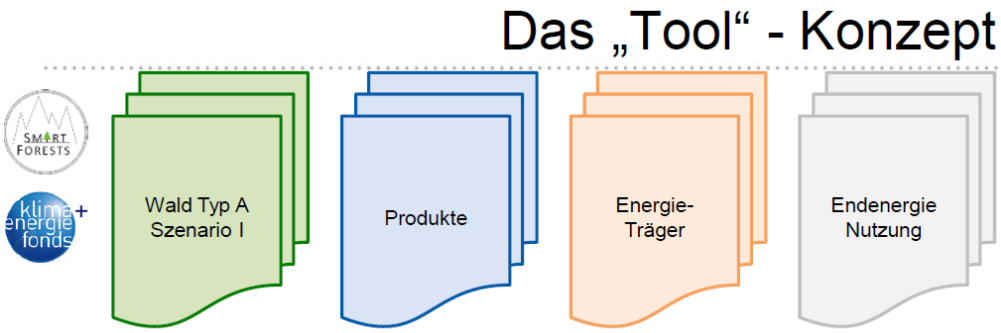

Abbildung 7: Konzeptionelle Darstellung der Tools innerhalb des SMART FORESTS Projekts

Das so entstandene neue SMART FORESTS Tool erlaubt zeitabhängige THG-Emissionsprofile für ausgewählte forstliche Bioenergie- und Holzproduktpfade in Österreich zu berechnen. Abbildung 7 stellt die Elemente des SMART FORESTS Tools dar.

Das Konzept des SMART FORESTS Tools ist es:

1. Vier ausgewählte Waldtypen (Buche, Buche-Eiche, Buche-Ahorn und Fichte-Lärche) unter vier Waldbewirtschaftungssystemen („Business-as-usual“, und drei Variationen einer intensivierten Waldbewirtschaftung) mit und ohne Klimawandel zu modellieren (PICUS v1.5 BOKU),
2. Verschiedene Holzproduktketten auf Basis einer LCA zu modellieren (GEMIS JOANNEUM),
3. Daraus eine Kombination von Waldwirtschaft, Produkten, Energieträgern und Endnutzung auszuwählen, wobei folgende zwei Bioenergieoptionen zusätzlich untersucht wurden:
    a. Erhöhung der Effizienz von Heizungssystemen und
    b. Verwendung von Altpapier zur Energieerzeugung.
4. Dazu wurden zeitabhängige THG- Emissionsprofile berechnet.

6 Arbeits- und Zeitplan

Abbildung 8 zeigt den tatsächlichen Arbeits-und Zeitplan des Projekts. Ursprünglich war der Projektabschluss für Ende Mai 2013 geplant. Aufgrund von Verzögerungen wurde um eine Verlängerung bis Ende Juli 2013 angesucht und diese auch erstattet.

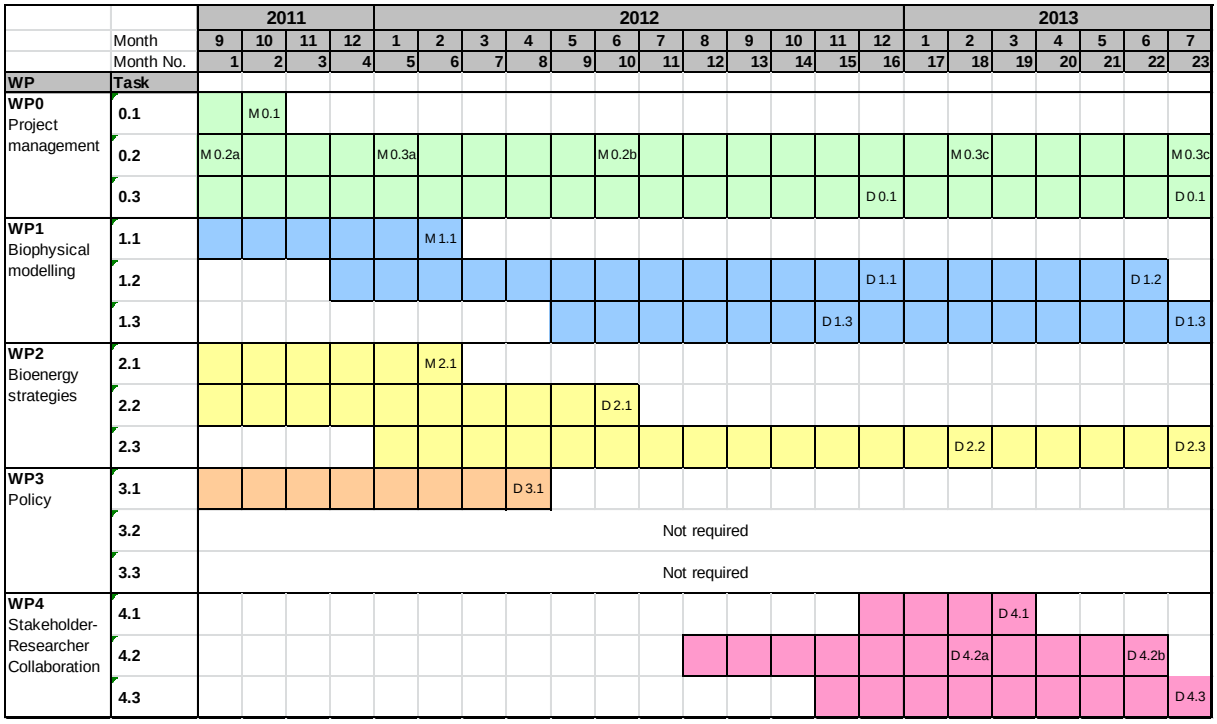

Abbildung 8: Arbeits- und Zeitplan des Projekts SMART FORESTS

7 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Referenzen und Literatur

Frieden, D., Pena, N. and Bird, D.N. 2012. Incentives for the use of forest biomass: A comparative analysis of Kyoto Protocol accounting pre- and post-2012, Greenhouse gas measurement and management. 2/2-3, 84-92.

Agostini, A., Alessandro Agostini, Giuntoli, J., Boulamanti, A. 2013. Carbon accounting of forest bioenergy. Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport. Report: EUR 25354 EN.

Austropapier 2013a. Überzogene Biomasse-Förderpolitik gefährdet Investitionen, Arbeitsplätze und Standorte. Press release of 11 June 2013. http://www.austropapier.at/index.php?id=45&tx_ttnews[pointer]=1&tx_ttnews[tt_news]=156&tx_ttnews[backPid]=43&cHash=4bb52dfb18b8e94d6f63b0332350f336 Accessed 6 August 2013.

Austropapier. 2013b. Biomasseförderung gesetzwidrig?. Press release of 29 July 2013. http://www.austropapier.at/index.php?id=45&tx_ttnews[tt_news]=162&tx_ttnews[backPid]=43&cHash=62945944757b3c4dd798750140697653 Accessed 6 August 2013.

Biomass Energy Resource Center. 2012. Biomass Supply and Carbon Accounting for Southeastern Forests.

Bird, D.N. 2013a. The benefits of using an Austrian specific model for emissions from paper products. Working paper http://www.smartforests.at/linked/d.05_hwp_-_paper_accounting.pdf Accessed 04 September 2013.

Bird, D.N. 2013b. Estimating the displacement of energy and materials by woody biomass in Austria. Working paper. http://www.smartforests.at/linked/d.06_estimating_substitution_of_biomass_for_energy_and_materials.pdf Accessed 04 September 2013

BMLFUW, 2006. Nationaler Biomasseaktionsplan für Österreich. Begutachtungsentwurf, Wien.

Böttcher, H., Verkerk, P.J., Gusti, M., Havlík, P., Grassi, G. 2012. Projection of the future EU forest CO2 sink as affected by recent bioenergy policies using two advanced forest management models. GCB Bioenergy Early View. Published 9 January 2012.

Eurostat waste data, 2013: 'Waste database municipal waste' http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/database. Accessed 9 October 2013.

GEMIS. 2013. Global Emissions Model for integrated Systems. http://www.iinas.org/gemis.html. Accessed 9 October 2013.

Holtsmark, B. 2010. Use of wood fuels from boreal forests will create a biofuel carbon debt with a long payback time. Statistics Norway, Research Department.

Holtsmark, B. 2012. Harvesting in boreal forests and the biofuel carbon debt. Climatic Change, 112, 415-428.

Holtsmark, B. 2013a. Boreal forest management and its effect on atmospheric CO2 . Ecological Modelling. 248, 130-134.

Holtsmark, B. 2013b. The outcome is in the assumptions: analyzing the effects on atmospheric CO2 levels of increased use of bioenergy from forest biomass. Global Change Biology Bioenergy. Early view.

Hudiburg T., Law B.E., Wirth C., Luyssaert S. 2011. Regional carbon dioxide implications of forest bioenergy production. Nature Climate Change, 1, 419-423.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

Kleine Zeitung 2012. Im Holzland wird geerntet wie noch nie. http://www.kleinezeitung.at/nachrichten/wirtschaft/3162080/holzland-geerntet-noch-nie.story Accessed 6 August 2013.

Kleine Zeitung. 2013a. Heizwerk heizt Streit um Holz an. http://www.kleinezeitung.at/kaernten/klagenfurt/klagenfurt/3329597/heizwerk-heizt-streit-um-holz.story Accessed 6 August 2013.

Kleine Zeitung. 2013b. Knappes Holz: Papier gegen Biomasse. http://www.kleinezeitung.at/steiermark/murtal/poels/3329510/knappes-holz-papier-gegen-biomasse.story Accessed 6 August 2013.

Lexer, M. J. and Hönninger, K. 2001. A modified 3D-patch model for spatially explicit simulation of vegetation composition in heterogeneous landscapes. Forest Ecology and Management, 144, 43-65.

Lippke, B.; Oneil, E.; Harrison, R.; Skog, K.; Gustavsson, L.; Sathre, R. Life cycle impacts of forest management and wood utilisation on carbon mitigation; knowns and unknowns. Carbon Management 2011, 2(3), 303-333.

McKechnie J, Colombo S, Cheng J, Mabee W, MacLean HL. 2011. Forest bioenergy or forest carbon? Assessing trade-offs in greenhouse gas mitigation with wood-based fuels. Environmental Science and Technology, 45, 2, 789-95.

Mitchell, S. R., Harmon, M. E. and O'Connell, K. E. B. 2012. Carbon debt and carbon sequestration parity in forest bioenergy production. GCB Bioenergy. doi: 10.1111/j.1757-1707.2012.01173.x

Österreichische Biomasse-Verband (ÖBMV). 2011. Bioenergie - Basisdaten 2011. http://www.biomasseverband.at/publikationen/broschueren/?eID=dam_frontend_push&docID=35 Accessed 3 September 2013.

Österreichischer Biomasse-Verband (ÖBMV). 2013. Papierindustrie trauert Monopolstellung hinterher. Press release of 11 June 2013. http://www.biomasseverband.at/presse/presseaussendungen/pressematerialien-2013/papierindustrie-trauert-monopolstellung-hinterher/ Accessed 6 August 2013.

Ragwitz M., Schade W., Breitschopf B., Walz R., Helfrich N., Rathmann M., Resch G., Panzer C., Faber T., Haas R., Nathani C., Holzhey M., Konstantinaviciute I., Zagamé P., Fougeyrollas A., Le Hir B., 2009. EmployRES -The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union. Final Report, Contract no. TREN/D1/474/2006, 208 pp.

Repo A, Tuomi M, Liski J. 2011. Indirect carbon dioxide emissions from producing bioenergy from forest harvest residues. GCB Bioenergy, 3, 2, 107–115.

Rüter, S., Rock j., Köthke M, Dieter M., 2011. Wie viel Holznutzung ist gut fürs Klima?, AFZ forest, 15/2011, 19-21. http://www.holzundklima.de/docs/2011-08_Rueter-etal_AFZ-2011-15_19-21.pdf. Accessed 21 August 2013.

Schwarzbauer, P. and Stern, T. 2010. Energy vs. material: Economic impacts of a “wood-for-energy scenario” on the forest-based sector in Austria — A simulation approach. Forest Policy and Economics, 12, 31–38.

Seidl, R; Lexer, MJ; Jäger, D; Hönninger, K. 2005. Evaluating the accuracy and generality of a hybrid patch model. Tree Physiol. 25(7):939-951

Seidl, R; Rammer, W; Lexer, MJ. 2011. Adaptation options to reduce climate change vulnerability of sustainable forest management in the Austrian Alps. Can J Forest Res; 41(4): 694-706.

Walker, T., Cardellichio, P., Colnes, A., Gunn, J., Kittler, B., Perschel, R., Recchia, C., Saah, D., 2010. Biomass Sustainability and Carbon Policy Study: Report to the Commonwealth of Massachusetts Department of Energy Resources. Manomet Center for Conservation Sciences. Report No.: NCI-2010-03.

Zanchi, G., Pena, N and Bird D.N. 2010. The upfront carbon debt of bioenergy. Report for Birdlife International by Joanneum Research. http://www.birdlife.org/eu/pdfs/Bioenergy_Joanneum_Research.pdf

Zanchi, G., Pena, N and Bird D.N. 2011. Is Woody Bioenergy Carbon Neutral? A Comparative Assessment of Emissions from Consumption of Woody Bioenergy and Fossil Fuel. GCB Bioenergy. 10. 1757-1707

Publikationen derzeit in Bearbeitung

Bird DN, Canella L, Lettmayer G, Lexer MJ, Pérez S, Rammer W, Schwaiger H. 2013. Time dependent greenhouse gas emission profiles for selected forest based bioenergy pathways relevant in Austria.

Bird, DN. 2013a. The benefits of using an Austrian specific model for emissions from paper products.

Bird, DN. 2013b. Estimating the displacement of energy and materials by woody biomass in Austria.

Bird DN, Zanchi G, van Noordwijk M, Cowie A, Kryzanowski L, Pena N, Smith P and Tennigkeit T. 2013. Intensity-based accounting frameworks for bioenergy.

Präsentationen

Bird DN, Canella L, Lettmayer G, Lexer MJ, Pérez S, Rammer W, Schwaiger H. 2013. SMART FORESTS Selecting Management Alternatives Responding to Targets. Forest Optimization for Renewable Energy and Sequestration using Time dependent Strategies. Presented at "Developing a binding sustainability scheme for solid biomass for electricity and heat under the RED" at the Joint Research Center, 01.-02. July 2013 in Arona, Italy

Bird DN, Canella L, Lettmayer G, Lexer MJ, Rammer W, Perez S. 2013 SMART FORESTS - Die zeitliche Betrachtung von Treibhausgasemissionen der energetischen Nutzung forstlicher Biomasse. 14. Österreichischer Klimatag, 4.–5.04.2013, Wien.

Bird DN. 2012. Issues relating to the timing of emissions from bioenergy systems. Bioenergy and GHG-accounting, Lund University PhD course, Lund, 23 May 2012

Bird DN. 2012c. Issues relating to the timing of emissions from bioenergy systems. Presented at Enlargement and Integration Workshop Scientific Basis of Biomass Sustainability in EU Energy Policy, Istanbul, May 11th 2012

Bird DN. 2012d. Issues relating to the timing of emissions from bioenergy systems. Presented at IEA Bioenergy Conference 2012. Nov. 13th – 15th 2012, Vienna.

Bird DN. 2013. Carbon Debt und Referenzsysteme der Bioenergie. Workshop „Bioenergie & Nachhaltigkeit“ BMU - Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“ 18.06.2013, Berlin

Schwaiger H, Bird DN. 2012. CO2 Bilanz der Bioenergie. Austropapier/ÖZEPA-Vorstandsseminar, Haus der Papierindustrie, Wien am 26.3.2012.

Projektberichte und Deliverables

Bird DN, Canella L, Lettmayer G, Lexer MJ, Pérez S, Rammer W, Schwaiger H. 2013. Time dependent greenhouse gas emission profiles for selected forest based bioenergy pathways relevant in Austria. WP2 Bioenergy Strategies – Final Report.

Bird DN, Lexer MJ, Rammer W. 2012. Potential Forest Management and Bioenergy Pathways - A Discussion Paper

Bird, DN. 2013a. The benefits of using an Austrian specific model for emissions from paper products. Working paper.

Bird, DN. 2013b. Estimating the displacement of energy and materials by woody biomass in Austria. Working paper.

Canella L, Bird DN, Frieden L, Lettmayer G. 2013. SMART FOREST TOOL 2.0 – Benutzerhandbuch.

Frieden D, Pena N, Bird DN. 2012. Incentives for the use of forest biomass: A comparative analysis of Kyoto Protocol accounting pre- and post-2012. WP3 Policy – Final Report.

Pena N, Bird DN, Tuerk A. 2012a. Accounting Options: CO2 emissions from bioenergy and other uses of biomass - A Policy Brief.

Pena N, Bird DN, Tuerk A. 2012b. Baseline Options: CO2 emissions from bioenergy and other uses of biomass - A Policy Brief.

Pérez S, Rammer W, Lexer MJ. 2013. WP1 Biophysical Modelling – Final Report. A Summary of results on services/products generated by alternative management options.