

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben **0330562C**
im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts
**Nachhaltige Entwicklung von Waldlandschaften im
Nordostdeutschen Tiefland (NEWAL-NET)**

Zuwendungsempfänger

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

*Institut für Meteorologie und Klimaforschung,
Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)*

*Abteilung: Wechselwirkungen Atmosphäre-Biosphäre im globalen Wandel
Kreuzeckbahnstraße 19
D-82467-Garmisch-Partenkirchen*

Projektleitung

Prof. Dr. Hans Papen

Mitarbeiter

*Dr. Rainer Gasche, Prof. Dr. Klaus Butterbach-Bahl, Dr. Ralf Kiese,
André Gützloe, Georg Willibald*

Vorhabensbezeichnung

**„Quantifizierung und Bewertung des Klimaschutz- und Nährstoffretentions-
Potentials standortsplastischer Laubmischwälder in einer Modellregion
Nordost-Brandenburgs/Südost-Mecklenburg-Vorpommerns“**

Laufzeit

01.07.2005 bis 31.01.2009

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung und Ziele des Vorhabens

2 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

6 Untersuchungsstandorte und eingesetzte Methoden

6.1. Untersuchungsstandorte

6.2 Quantifizierung mikrobieller N-Umsetzungen und Parameter

6.3 In situ-Quantifizierung der bodenbürtigen Treibhausgas- (CO_2 , N_2O , CH_4) und NO-Emissionen

6.4 Prozessorientierte Modellierung zur Bestimmung von Gesamt-Treibhausgasbilanzen und Nitrat-Austrägen

7 Ergebnisse und Diskussion

7.1 Mikrobielle N-Umsetzungen und Parameter

7.2 In situ-Quantifizierung der bodenbürtigen Treibhausgas- (CO_2 , N_2O , CH_4) und NO-Emissionen

7.3 Prozessorientierte Modellierung zur Bestimmung von Gesamt-Treibhausgasbilanzen und Nitrat-Austrägen: Bewertung der Umsetzung des Leitbildes eines klimaplastischen Laubmischwaldes unter den Gesichtspunkten Klimaschutz und N-Nährstoffretention bei prognostizierten zukünftigen Klimaänderungen (IPCC-Szenarien A1B sowie B1)

8 Zitierte Literatur

9 Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

10 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

11 Erfolgte/geplante Veröffentlichung des Ergebnisses

1 Aufgabenstellung und Ziele des Vorhabens

Zentrale Ziele von Teilprojekt C waren die Quantifizierung der Auswirkungen der Etablierung standortsplastischer Laubmischwälder in der Modellregion Nordost-Brandenburg/Südost-Mecklenburg-Vorpommern auf

- a) ökosystemare Speicherung von C und N in Boden und Bestand
- b) die ökosystemaren C- und N-Umsetzungen unter besonderer Berücksichtigung der Stickstoff-Retention am Standort sowie
- c) den Austausch klimarelevanter Spurenstoffe (CO_2 , CH_4 , N_2O , NO_x) zwischen Waldökosystemen und der Atmosphäre.

Hierbei sollten insbesondere auch die Auswirkungen der bis zum Ende des 21. Jahrhunderts zu erwartenden Änderungen in den Klimabedingungen in der Modellregion auf die internen und externen C- und N-Umsetzungen sowie insb. auf die ökosystemare N Speicherung berücksichtigt werden.

Diese Ziele des Teilvorhabens sollten durch einen integrierten Forschungsansatz erreicht werden, bei dem punktuelle mikrobiologische Prozessstudien und *in situ* Freilandmessungen zum Gasaustausch zur Weiterentwicklung und Validierung vorhandener prozessorientierter Modelle eingesetzt werden sollten. Durch die Erarbeitung von Gesamt-Treibhausgasbilanzen ($\text{N}_2\text{O}+\text{CH}_4+\text{CO}_2$) für derzeitige und zukünftige Klimabedingungen sollte das Projekt zur Schaffung von Grundlagen zur Umsetzung von Artikel 3.3 und 3.4 des Kyoto-Protokolls (Berichtspflicht, Anrechnung von Waldsenken, Handel mit Emissionsrechten) und zur Evaluation der Nachhaltigkeit von Handlungsoptionen beim Umbau von Wäldern im Nordostdeutschen Tiefland im Hinblick auf den Schutz der Ressource Atmosphäre und somit zum Klimaschutz beitragen.

2 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Bereich Atmosphärische Umweltforschung des FZK (IMK-IFU) hatte bereits in der Vergangenheit umfangreiche Vorarbeiten geleistet und die logistischen Voraussetzungen geschaffen, die eine erfolgreiche Durchführung des Vorhabens sicherstellten. So wurden im Rahmen mehrerer durch das BMBF geförderter Projekte (Höglwald, Eberswalde, Spurenstoffkreisläufe) die N- und C-Spurengasflüsse aus Waldböden erfasst sowie die an den N- und C-Emissionen beteiligten mikrobiellen Prozesse identifiziert und quantifiziert (z. B. Papen und Butterbach-Bahl, 1999; Papke und Papen, 1998; Butterbach-Bahl et al., 1997; 1998; Gasche und Papen, 1999) und neue Methoden entwickelt (z. B. Papen und von Berg, 1998; Ingwersen et al., 1999). Die gerade auch im Nordostdeutschen Tiefland erarbeiteten Methoden und Ergebnisse sowie die äußerst erfolgreiche und fruchtbare Zusammenarbeit mit anderen in der Modellregion aktiven Arbeitsgruppen (u.a. Dr. M. Jenssen, Waldkunde-Institut, Eberswalde) schufen weitere sehr günstige Voraussetzungen, um das Projekt erfolgreich durchführen zu können.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben wurde in enger Kooperation und Absprache mit dem Koordinator des Verbundprojektes NEWAL-NET, Herrn Dr. Hans-Peter Ende und dem Teilprojekt B (Dr. Martin Jenssen, Waldkunde-Institut Eberswalde) sowie den zuständigen Forstverwaltungen durchgeführt, die Untersuchungsstandorte im Rahmen mehrerer Freilandexkursionen gemeinsam ausgesucht und die Zeitpunkte für die in den Jahren 2006 und 2007 laut Arbeitsplan durchzuführenden jeweils mehrwöchigen Freiland-Messkampagnen zur Erfassung der N- und C-Spurengasflüsse und zur Bestimmung der mikrobiellen N-Umsatzraten gemeinsam festgelegt. Die ausgewählten Untersuchungsstandorte sowie die Zeiträume der Freiland-Messkampagnen können Tabelle 1 entnommen werden.

4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im Rahmen des BMBF-Verbundforschungsvorhabens „Waldökosystemforschung Eberswalde“ wurden bereits erhebliche Vorarbeiten hinsichtlich der Quantifizierung von Spurengasemissionen aus Wäldern des Nordostdeutschen Tieflands geleistet. Eigene Arbeiten (Butterbach-Bahl et al., 2002c) konnten zeigen, dass die Höhe der Emission der primär und sekundär klimarelevanten Spurengase N_2O und NO aus sandigen Böden unter Kiefernreinbeständen im Nordostdeutschen Tiefland positiv mit dem atmogenen N-Eintrag korreliert war. Zudem konnten die Autoren zeigen, dass die mittlere Aufnahme

atmosphärischen CH₄ durch Waldböden unter Kiefer durch erhöhte atmogene N-Deposition reduziert werden kann. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch im Rahmen eines BMBF-Projektes zur Auswirkung von Waldumbaumaßnahmen (BMBF-Schwerpunkt „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“) auf die N- und C-Spurengasflüsse im Nordostdeutschen Tiefland erzielt (Papen et al., 2003; 2004). Hier zeigte sich insbesondere, dass durch Waldumbaumaßnahmen und die Etablierung von Kiefern-Buchen-Mischbeständen die N-Retention am Standort gestärkt und die Freisetzung primär und sekundär klimarelevanter Spurengase reduziert werden kann. Da in diese Untersuchung neben Kiefernreinbeständen auch Mischbestände von Kiefer und Buche, Kiefer und Eiche sowie Reinbestände von Buche und Eiche auf Standorten mittlerer Trophie einbezogen waren (Papen et al., 2003; 2004), waren die Ergebnisse dieser Studie direkt als Grundlage für das vorliegende Vorhaben verwendbar. So konnten Papen et al. (2003; 2004) u.a. auch zeigen, dass die Höhe der mikrobiellen Stoffumsetzungen sowie des N- und C-Spurengasaustauschs signifikant vom Bestockungstyp beeinflusst wird, d.h. dass z.B. unter Buchenbestockung die mittleren N₂O-Freisetzungsraten höher sind als aus Böden unter Kiefern- oder Eichenreinbeständen (Papen et al., 2003; 2004). Diese Beobachtung, die auf Auswirkungen von mikroklimatischen Unterschieden und Unterschieden in der Streuqualität auf mikrobielle C- und N-Umsetzungen beruht, werden durch Beobachtungen an anderen Waldstandorten, z.B. in Dänemark, Bayern (Höglwald) oder Sibirien gestützt (Menyailo et al., 2002; Butterbach-Bahl et al., 2002b; Papen und Butterbach-Bahl, 1999). Der von Jenssen et al. (2002a; 2002b) aufgezeigte signifikante Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung der Bodenvegetation und der Höhe der N-Spurengasemissionen in verschiedenen Kiefernwaldökosystemen des Nordostdeutschen Tieflands ist ein weiterer Hinweis auf die enge Kopplung pflanzlicher und mikrobieller N- und C-Stoffumsetzungen in Waldökosystemen (siehe auch: Rennenberg et al., 1998; 2001). Des Weiteren konnten Papen et al. (2003; 2004) zeigen, dass die Etablierung von Kiefern-Buchen-Mischbeständen mit einer Erhöhung der N-Retention im Ökosystem und einer Reduktion der durch mikrobielle Umsetzungsprozesse verursachten Freisetzung gasförmiger N-Verbindungen (NO, N₂O, N₂) verbunden ist.

Darüber hinaus muss davon ausgegangen werden, dass die Vielzahl von Niederungsgebieten in der Modellregion, die z.T. derzeit landwirtschaftlich genutzt werden oder aber auch mit Niederungswäldern bestockt sind, wesentliche Quellen für die primär klimarelevanten Spurengase CH₄, CO₂ und N₂O darstellen. Untersuchungen der letzten Jahre hatten gezeigt,