

5.1 Frühwarnung, Monitoring, Informationsmanagement und Simulation von Waldbrandgefahr

Johann G. Goldammer¹, Alexander C. Held¹, Marco Hille^{1,2}, Klaus-Peter Wittich³, Ekkehart Kuehr⁴, Nikos Koutsias¹, Dieter Oertel⁴, Kirsten Thonicke^{5,6} und Wolfgang Cramer⁵

¹ *Max-Planck-Institut für Chemie
Abteilung Biogeochemie
Arbeitsgruppe Feuerökologie / Global Fire Monitoring Center(GFMC)
c/o Universität Freiburg
Email: johann.goldammer@fire.uni-freiburg.de*

² *Wageningen University, The Netherlands
Department of Environmental Sciences
Forest Ecology and Forest Management Group*

³ *Deutscher Wetterdienst
Agrarmeteorologische Forschung*

⁴ *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR*

⁵ *Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Abteilung Natürliche Systeme*

⁶ *Max-Planck-Institut für Biogeochemie*

TP A2: Frühwarnung, Monitoring, Informationsmanagement und Simulation von Waldbrandgefahr

5.1.1 Zusammenfassung

Der Cluster Waldbrand im DFNK erarbeitete im Bereich Frühwarnung, Monitoring, Informationsmanagement und Simulation von Waldbrandgefahr ein Konzept (Modell) für ein Informationssystem für die im Feuer-Management involvierten Stellen. Die erste Komponente des Vorhabens erstellte ein Konzept für eine Waldbrandmodellierung für operative bzw. operationelle Zwecke. Die erstellten bzw. abrufbaren Informationen umfassen (i) Frühwarnung vor Waldbrandgefahr (potentielle Gefährdung durch Waldbrände auf Grundlage von Vorhersagen des DWD), (ii) Echtzeit (*real time / near-real time*) Feuer-Detektion über das Automatisierte Waldbrand-Früherkennungssystem des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt; (iii) Modelle / Simulation zur Unterstützung von Entscheidungen (Simulation des potentiellen Feuerverhaltens wie Feuerintensität, Ausbreitungsgeschwindigkeit und -richtung etc.) durch Anpassung der Modelle (BEHAVE und FARSITE) durch die Arbeitsgruppe Feuerökologie. Zusätzlich wurden eine Reihe von Untersuchungen der ökologischen Auswirkungen von Feuer durchgeführt (Boden, Flora und Fauna). Der zweite Schwerpunkt befasste sich mit der Erweiterung des globalen Feuer-Informationssystems "Global Fire Monitoring Center" (GFMC) im Sinne eines internationalen Systems zur Entscheidungsunterstützung und Kooperation. Dabei wurden auch Instrumente der Unterstützung nationaler und internationaler Politik aufgebaut. Als Plattform diente die International Strategy for Disaster Reduction der Vereinten Nationen (UN ISDR).

Das Verbundvorhaben ermöglichte darüber hinaus, den Experimentalsatelliten BIRD (Bi-Spectral Infrared Detection) zu testen bzw. validieren, der für die Detektierung und Charakterisierung von Hochtemperaturereignissen (High-Temperature Events - HTE) gebaut wurde. BIRD stellte den ersten weltraumgestützten Sensor mit der Fähigkeit, tagsüber Feuer mit einer Ausbreitungsfläche von etwa $>15 \text{ m}^2$ zu lokalisieren und ihre Wärmeabstrahlung zu bestimmen. Diese Fähigkeit ist besonders wichtig für die Detektierung kleiner Feuer, d.h. beispielsweise entstehende Waldbrände, oder auch Waldbrände (Bodenfeuer) unter dem Kronendach. Während der DFNK-Waldbrandexperimente wurde auch der flugzeuggestützte Advanced BIRD Airborne Simulator (ABAS) eingesetzt, insbesondere vor dem Schuss von BIRD in den Orbit im Oktober 2001. Eine weitere Komponente des Clusters befassten sich mit der langfristigen Modellierung der Waldbrandgefahr. Waldbrand-Szenarien unter dem Einfluss der anthropogen geänderten Umwelt untersuchen die Auswirkungen von Klima- und Waldzustandsänderungen auf die Feuergefährdung in Brandenburg und deren Rückkopplungseffekte auf die Vegetationsdynamik und -struktur.

Abstract

The Cluster „Forest Fire“ within the German Natural Disaster Research Network (DFNK) includes three major components. The first component consists of an innovative conceptual model for a fire information system and decision-support for early warning, monitoring, information management and simulation of wildfires in pine forests of Brandenburg State, Germany. The system includes the adaptation of established fire behaviour simulations models (BEHAVE, FARSITE) implemented by the Fire Ecology Research Group, a fire detection component (Automated Fire Detection System - AWFS) implemented by the German Aerospace Center (DLR) and a fire danger rating and forecast system implemented by the German Meteorological Service (DWD). The second component is a global fire information and decision-support system by the Global Fire Monitoring Center (GFMC) as a contribution to the United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN ISDR). The two first projects provided an opportunity to test the advanced spaceborne Bi-Spectral Infrared Detection (BIRD) sensing system for the detection and characterization of high-temperature events (HTE). BIRD is the first space borne sensor that offers the capability to provide daytime detection of small fires with areas exceeding $\sim 15 \text{ m}^2$ and to estimate their radiative energy release. For fires with areas exceeding $\sim 0.15 \text{ ha}$, an estimation of the effective fire temperature and area is also feasible. This capability of BIRD is especially important for the detection of small fires. In addition, the high sensitivity of the BIRD IR sensor system might also allow the characterization of low intensity surface fires in forests (under canopy) which are difficult to be detected by other satellite systems. During the project's scientific forest fire experiment the Advanced BIRD Airborne Simulator (ABAS) was used to test the capabilities of this new spaceborne fire detection and characterization system before BIRD was launched to the orbit in October 2001. The third component included modelling of historic occurrence and future trends of fire occurrence due to regional climate change and was implemented by an associated project of the Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). The project focused on a German case study region, where 80 to 90% of the fires are human-caused. The objectives of this study are the application of the Regional Fire Model (Reg-FIRM), a process-based fire model that is incorporated into the LPJ Dynamic Global Vegetation Model, to temperate forests under historic climate conditions and to explore ranges of potential impacts of future climate change on fire and vegetation dynamics. The results are published in a separate report.

5.1.2 Veranlassung und Problem

Zur Zeit der Konzipierung des DFNK bestanden nur rudimentäre Kapazitäten in der Forschung, die sich mit der Problematik des Waldbrand-Managements auseinandersetzen. Während sich in den alten Bundesländern in der Nachkriegszeit nur gelegentliche kleinere Forschungsvorhaben mit Teilaspekten von Waldbrand befassten (Verhütung, Bekämpfung, Ökologie), gab es in der DDR eine etwas umfassendere Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, die nach der Wiedervereinigung weitestgehend eingestellt wurde. Einschlägige Forschung im außereuropäischen Ausland wurde aber von Deutschland sehr intensiv betrieben, insbesondere in Hinblick auf ökologische, sozio-ökonomische, und auch politische Fragestellungen durch die Freiburger Arbeitsgruppe Feuerökologie und im Kontext von globalen Fragestellungen (Auswirkung von Vegetationsbränden auf biogeochemische Kreisläufe, Atmosphäre und Klima) durch das Max-Planck-Institut für Chemie (Mainz). Mit der Vereinigung beider Einrichtungen im Jahr 1990 wurde die Forschung in interdisziplinären Projekten intensiviert, die sich aber ausschließlich mit den großen Naturräumen der Tropen und der borealen Zone befassten.

In Deutschland hatte nach den Großwaldbränden in Niedersachsen 1975-76 ein Schub von technischen Entwicklungen für eine Verbesserung der Ausstattungen von Forstverwaltungen (Funkwelle Forst) und Feuerwehren (geländegängige Fahrzeuge, Beschaffung von Löschmittel-Außenlastbehältern für Hubschrauber) geführt. Auch andere Organisationen, die im Katastrophenschutz eingesetzt werden (THW, Bundeswehr, Bundesgrenzschutz), wurden an dieser Ausstattung bzw. deren Einsatz beteiligt. Die Entwicklung des Feuerlöschrüstsatzes für das Flächenflugzeug C-160 Transall wurde nicht umgesetzt. Es gibt keinerlei spezielle Ausbildung der im Feuer-Management beteiligten oben genannten Einrichtungen. Selbst die Feuerwehren werden

nicht in Grundlagen der Waldbrandbekämpfung geschult! Die in der DDR aufgebauten Strukturen, geprägt durch effiziente Führung und Verwendung von Ressourcen aus anderen Sektoren (z.B. Einsatz von Agrarflugzeugen und landwirtschaftlichen Fahrzeugen zu Feuerbekämpfung), wurden nach der Wiedervereinigung systematisch abgebaut.

Der Cluster Waldbrand war so angelegt, dass konzeptionelle Ansätze aus dem internationalen Raum auf Deutschland projiziert werden sollten, mit besonderer Fokussierung auf die am meisten waldbrandgefährdete Region Brandenburg.

Dieser große Nachholbedarf war für die Förderung dieses Clusters eine ausreichende Rechtfertigung. Es wurde von vornherein nicht angestrebt, diesen Cluster an weitere DFNK-Cluster anzubinden. Hingegen wurde angestrebt, innerhalb des Clusters Synergien mit Institutionen und Forschungsprojekten zu schaffen. Eine konsequente Umsetzung sollte innerhalb des Clusters vergleichbare Netzwerkforschung aufbauen und damit die Intentionen des DFNK widerspiegeln.

5.1.3 Ziel

Das zentrale Ziel des Arbeitspakets (im vorliegenden Fall identisch mit einem Cluster) lag in der Entwicklung eines Konzept (Modell) für ein Informationssystem im Bereich Frühwarnung, Monitoring, Informationsmanagement und Simulation von Waldbrandgefahr für Einrichtungen, die für die Waldbrandbekämpfung zuständig sind. Hierbei wurde ursprünglich angestrebt, über das Medium Internet den Zugriff auf das gesamte Informationssystem zu ermöglichen, das periodisch (real time, near-real time, täglich, etc.), manuell oder automatisch aktualisiert wird. Dies wurde in dieser Form aber nicht für alle Komponenten des Informationssystems umgesetzt. Folgender Stand ergibt sich zum Ende des Projekts:

Frühwarnung vor Waldbrandgefahr: Die Frühwarnung erfolgt über Karten, die die regionale potentielle Gefährdung durch Waldbrände auf Grundlage von Vorhersagen des DWD aufzeigen (über das WWW abrufbar).

Echtzeit (real time / near-real time) Feuer-Monitoring: Das Monitoring erfolgt über einen Zugang zu dem vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelten Automatisierten Waldbrand-Früherkennungssystem (AWFS), das nach einer Testphase auf Feuerwachtürmen im Bereich des Amtes für Forstwirtschaft Peitz/Brandenburg mittlerweile als ein kommerzielles Produkt FIRE-WATCH (IQ Wireless) in anderen Teilen Brandenburgs bzw. in anderen Bundesländern aufgebaut wird. über das automatisierte System der Feuerdetektierung kann die genaue Lage eines entstehenden Feuers über das Auftreten von Rauchwolken ermittelt und visuell dargestellt werden. Die Begleitung der Entwicklung bzw. Validierung des Satelliten BIRD (Bi-Spectral Infrared Detection) konnte dazu beitragen, dass dieses weltraumgestützte System zur Entdeckung und Charakterisierung von Vegetationsbränden im internationalen Bereich als Innovation angesehen wird, es kein konkurrierendes System gibt und konzeptionell als Kandidat für ein operatives System angesehen wird. Durch die Entscheidung des DLR, die beiden an der Entwicklung von BIRD federführend beteiligten Abteilungen mit Wirkung vom 1.9.2003 zu schließen, ist die Umsetzung dieser Vorarbeit in ein operatives System allerdings gefährdet.

Modelle / Simulation zur Unterstützung von Entscheidungen: Durch die Anwendung der U.S. Softwarepakete BEHAVE und FARSITE wird das potentielle Feuerverhalten (Intensität, Ausbreitungsgeschwindigkeit und -richtung etc.) bei unterschiedlichen Wetterbedingungen simuliert. Die ursprünglich angedachte Idee, ein interaktives Modellierungspaket auf dem Internet anzubieten, wurde aber fallengelassen, da es nicht angemessen erschien, diese Modellierungsmöglichkeiten für Jedermann anzubieten. Hinzu kommt, dass das

abgeschlossene Projekt nur eine modellhafte Lösung anbietet, die ohne eine notwendige spezielle Waldkartierung nicht flächendeckend angeboten werden kann.

Langfristige Modellierung der Waldbrandgefahr: Durch das PIK wurden langfristige Analysen der Auswirkungen sowohl möglicher Klima- als auch Waldzustandsänderungen auf die Feuergefährdung in Brandenburg und deren Rückkopplungseffekte auf die Vegetationsdynamik und -struktur (Wachstumsraten und Artenzusammensetzung) im Rahmen von Simulationsstudien in der Zeitskala von Jahren bis Jahrzehnten berechnet.

Internationales Umfeld: Die Weiterentwicklung des Global Fire Monitoring Center (GFMC) ermöglichte den Anschluss eines nationalen Forschungs- und Entwicklungsvorhabens an internationale Anforderungen (Monitoring, Frühwarnung, Dokumentation, Interpretation von Vegetationsbränden). Die Unterstützung nationaler und internationaler "policies" erfolgt vor allem über die "Working Group on Wildland Fire" (UN-ISDR Inter-Agency Task Force for Disaster Reduction), die vom GFMC koordiniert wird. Das GFMC ist auf dem Internet frei zugänglich und wird routinemäßig alle zwei Tage – bei Krisensituationen täglich – per Update aktualisiert und archiviert. Zur Zeit dieser Berichterstattung umfasst das GFMC-System 107.000 files.

Das Global Fire Monitoring Center (GFMC) wurde im Jahr 1998 mit einer Starthilfe des Auswärtigen Amtes, Arbeitsstab Humanitäre Hilfe, an der Arbeitsgruppe Feuerökologie, Max-Planck-Institut für Chemie, aufgebaut. Im Rahmen DFNK wurde das GFMC als ein Beitrag Deutschlands bzw. der Wissenschaft an die UN International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) weiterentwickelt. Das GFMC erstellt auf Grundlage eines globalen Netzwerkes von Informations-Providern u.a.:

- Regelmäßige Lagebilder und Interpretationen über das Auftreten von Wald- und anderen Vegetationsbränden weltweit

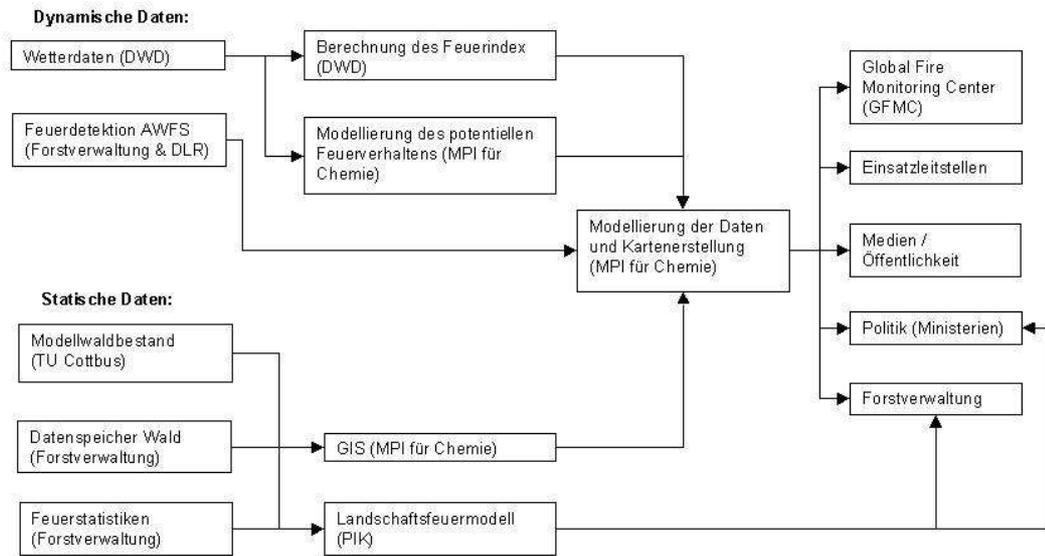


Abbildung 5.1: Bei Beginn des Aufbaus des Clusters "Waldbrand" vorgesehene Vernetzung der verschiedenen Institutionen bzw. Komponenten. Die Zusammenarbeit während der Laufzeit des DFNK folgte tatsächlich diesen Kommunikationswegen, bzw. der Arbeitsteilung und dem zielgerichteten Informationsfluss.

- Globale, regionale und nationale Ausgabe von Frühwarnung von Feuergefahr
- Wissenschaftlich-technische Unterstützung bei der Identifizierung und Umgang mit Problemfeuern bzw. Anwendung von Feuer im Sinne nachhaltiger Entwicklung
- Informations-Management (Archiv, Informationsvermittlung)
- Politikberatung, insbesondere mit den Vereinten Nationen

Das GFMC hat dabei vor allem innerhalb der ISDR die Aufgabe der Koordination der Arbeitsgruppe *Wildland Fire* übernommen, in der eine globale interdisziplinäre und intersektorale Plattform im UN-System zur Reduzierung der negativen Auswirkungen von Waldbränden und anderen Vegetationsfeuern aufgebaut wird. Das GFMC stimmt den Informationsfluss bei internationalen Hilfeleistungen bei Feuerkatastrophen zusammen mit dem Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UN-OCHA) ab.

5.1.4 Ergebnisse und Diskussionen

- Waldbrandmodellierung

Der vom DFNK-Cluster Waldbrand entwickelte Prototyp eines Waldbrand-Informationssystems für Brandenburg sah vor, die für spezifische, lokale Bedingungen erforderlichen Informationen zusammenzustellen, mit Hilfe derer Entscheidungen bei einem Großwaldbrand unterstützt werden können. Hierbei spielen Kenntnis und Verknüpfung der Parameter Topographie, Eigenschaften des Brennmaterials (Menge, räumliche Anordnung, Austrocknungsgrad, etc.) und Wetter eine zentrale Rolle.

Die Arbeiten im Cluster Waldbrand haben gezeigt, dass es trotz des ersten größeren Waldbrandexperiments in Deutschland (Lausitz, August 2001 und Juli 2003) Schwierigkeiten gab, ausreichende Datengrundlagen zu erheben. Es ist tatsächlich technisch und sicherheitstechnisch genauso schwierig, ein echtes Validierungs-Experiment durchzuführen, wie in Hinblick auf die rechtlichen (Erlan-

gung von Genehmigungen) und psychologischen (Zurückhaltung der Behörden), Probleme der Vermittlung an die Öffentlichkeit.

Daher ist ein vergleichsweise kurzer Zeitraum von drei Jahren nicht ausreichend, umfassende Simulationsmodelle zu erstellen, die beispielsweise in Nordamerika einen Aufwand von Hunderten von Personenjahren an Forschungsaufwand erfordert haben; die Forschung in Deutschland müssen daher auch auf diesen Arbeiten aufbauen.

In einem weiterführenden Forschungsprojekt sollte der Prototyp des Waldbrandinformationssystems erweitert werden. Dabei spielt die meteorologische Waldbrandforschung eine entscheidende Rolle. Erstrebenswert ist ebenfalls eine Koppelung mit dem automatisierten Waldbrand-Früherkennungssystem (s.u.).

- Prognose der witterungsbedingten Waldbrandgefahr und waldbrandspezifische Forschung des Deutschen Wetterdienstes

Der vom DWD während der Waldbrandsaison täglich auf dem Internet veröffentlichte Waldbrandgefahrenindex ist ein Index, der gleitend in Tagesschritten die witterungsbedingte nachmittägliche Waldbrandgefährdung diagnostiziert bzw. prognostiziert. Ein Defizit aller gängigen operativen Warnsysteme und auch des DWD-Indexes besteht darin, dass die Tagesperiodik der Gefährdung nicht erkennbar ist. Es sollen deshalb Arbeiten fortgesetzt und ergänzt werden, die darauf abzielen, die Gefährdung im Tagesverlauf (Stundenauflösung) zu quantifizieren. Grundlage des neuen Indexsystems ist ein bereits entwickeltes Streufeuchtemodell, das die Zündfähigkeit der Streu in Abhängigkeit von dessen Wassergehalt formuliert. Dieses Modell bedarf weiterer Validierung (Streufeuchtemessungen) und physikalischer Verfeinerung, wobei zur praxisgerechten Überprüfung auch Waldbrandexperimente (unter Koordination des GFMC / Arbeitsgruppe Feuerökologie, Freiburg) notwendig sein werden.

Die operationell zu betreibenden stündliche Einstufung der Waldbrandgefahr in Gefah-

renklassen (*fire danger rating*) soll ergänzt werden durch ein breiteres Hintergrundwissen und Verständnis der Wechselwirkung zwischen Feuerdynamik und Atmosphäre. Hierzu ist es notwendig, ein mesoskaliges Modell zu entwickeln, welches die Feuer- und Atmosphärenphysik dreidimensional miteinander verzahnt, um etwa Feuerlinienstrukturen im gegliederten Gelände, die atmosphärischen Querkirkulationen und konvektive Strukturen (Rauchsäulen, Ausbreitung von Luftbeimengungen) zu beschreiben. Die Validierung des Modells geschieht über Waldbrandexperimente (s.o.).

Die theoretischen Beschreibung des Wassergehaltes von Streuauflagen und kleinen Ästen greift auf verschiedene hydrologische Parameter zurück, deren Zuverlässigkeit – bezogen auf die in Deutschland vorkommenden Brennstoffklassen – recht unsicher ist. Fragen, wie viel Wasser eine Streuschicht definierter Mächtigkeit und Porosität interzipieren und absorbieren kann, welche Absorptionsgeschwindigkeiten auftreten können und wie die Transportwiderstände des Wasserdampfaustausches mit der Atmosphäre (Adsorptions- und Desorptionsvorgänge) exakt zu formulieren sind, sind bisher nicht umfassend beantwortet. Ziel sollte deshalb sein:

- das in Deutschland bisher erworbene Grundwissen diesbezüglicher hydrologischer Vorgänge zu vertiefen und
- exakte Parameter für die Modellierung bereitzustellen (s.o.).

- Frühwarnsystem für Eurasien

Die Qualität des eurasischen Systems leidet derzeit stark unter der geringen Zahl der Wetterstationen, die in Echtzeit per Fernabfrage Daten liefern können. Das betrifft vor allem die Stationen in den GUS-Staaten und der Mongolei. Die Feuergefährdungskarten sind daher lückenhaft bzw. entsprechen großflächig nicht der Realität. Daher wurde von kanadischer Seite im Jahr 2003 erwägt, das Produkt



Abbildung 5.2: Ansicht des ersten DFNK-Waldbrandexperiments in der Lausitz (August 2001). Hier baut sich ein Bodenfeuer in einem jungen Kiefernbestand als Kronenfeuer auf.

vorläufig einzustellen, bis die Datenlage besser geworden ist. Es wird derzeit auch erwägt, aus Gründen der Dokumentation von Feuerwetter die täglichen Karten (*Fine Fuel Moisture Code*, *Duff Moisture Code*, *Drought Code*, *Initial Spread Index*, *Buildup Index*, *Fire Weather Index*) nicht in Echtzeit, sondern retrospektiv herzustellen.

- Einsatz eines automatisierten Waldbrand-Früherkennungssystems in Brandenburg

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die Hauptforderung nach zuverlässiger Rauchdetektierung erfüllt wird. Auch während der Feuerexperimente im Rahmen des DFNK-Forschungsvorhabens konnte AWFS seine Zuverlässigkeit nachweisen. Mittlerweile ist AWFS erfolgreich der Industrie übergeben und wird als FIREWATCH von der Firma IQ Wireless in Deutschland und international vermarktet (s.u.).



Abbildung 5.3: Ansicht eines weiteren DFNK-Waldbrandexperiments in der Lausitz (August 2002). Es handelt sich hierbei um eine typische Heidefläche mit eingestreuten Birken, in dem sich Feuer hoher Intensität und rascher Ausbreitungsgeschwindigkeit entwickeln können.

- Satellit BIRD (Bi-Spectral Infrared Detection)

BIRD und dessen flugzeuggestützter Simulator Advanced BIRD Airborne Simulator (ABAS) wurden nicht nur anlässlich der DFNK-Feuerexperimente in der Lausitz, Brandenburg, in den Jahren 2001 und 2003 getestet bzw. validiert. Es gab eine Reihe von operativen Einsätzen von BIRD weltweit, u.a. während der zwei extremen Feuer-Episoden in Australien 2002-2003 und vor allem in Portugal 2004. Die BIRD-Produkte wurden vor allem über das GFMC an die entsprechenden operativen Akteure in den Ländern weitergeleitet und wurden nachweislich genutzt. Weitere gemeinsame Validierungsprojekte wurden in Nord- und Südamerika, Afrika und Südostasien durchgeführt. Die Zukunft des BIRD-Konzepts ist derzeit allerdings gefährdet (s.u.).

- Simulation von Waldbränden für das Land Brandenburg unter historischen und Klimaänderungsbedingungen

Das Ergebnis der Modellierung durch das PIK zeigt, dass unter Klimaänderungsbedingungen die Feueregefährdung für die Waldflächen Brandenburgs beträchtlich sinken. Sie ist auf erhöhte Wassernutzungseffizienz der Pflanzen bei erhöhtem CO₂-Gehalt zurückzuführen. Details bzw. Diskussion sind dem Einzelbericht des PIK zu entnehmen.

An dieser Stelle soll nochmals betont werden, dass die langfristige Modellierung des Auftretens und der Auswirkungen von Vegetationsbränden in einer intensiv bewirtschafteten Kulturlandschaft nur begrenzt möglich ist.

- Global Fire Monitoring

Um die vom Global Fire Monitoring Center (GFMC) gelieferten Leistungen im Bereich der Frühwarnung, Überwachung und Informationsmanagement von Vegetationsbränden

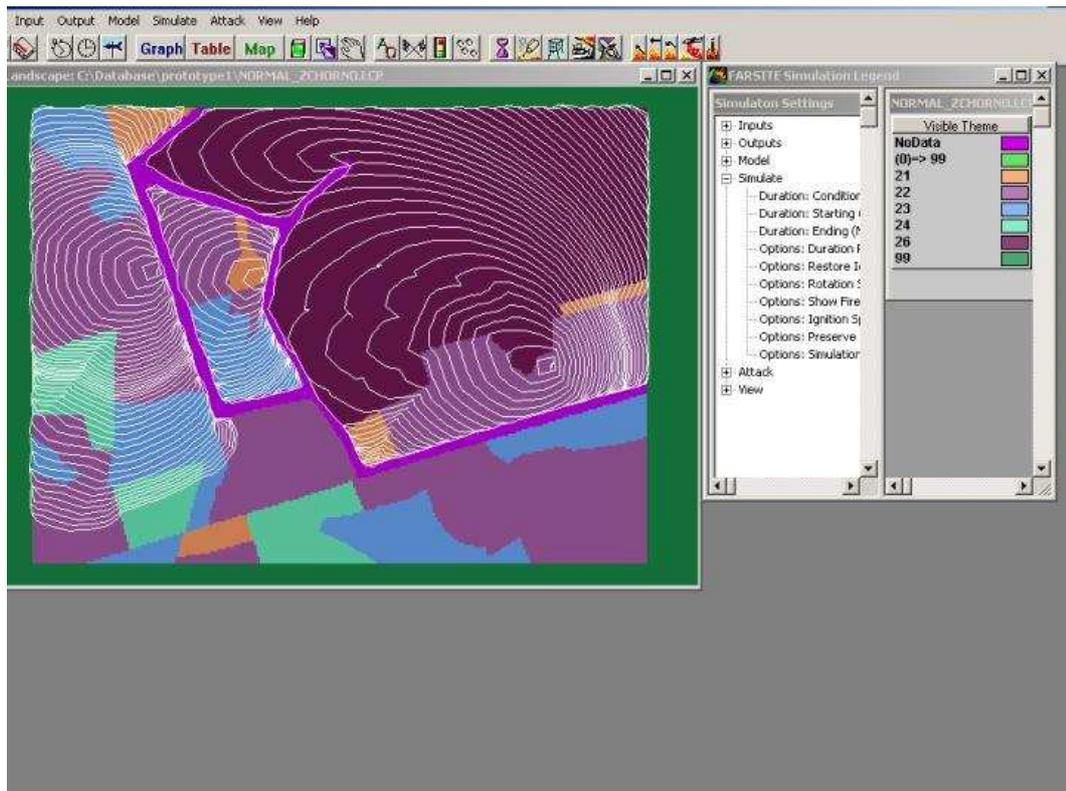


Abbildung 5.4: Simulation eines Waldbrandes im Forstrevier Zschorno (Lausitz, Brandenburg) unter trocken-heißen Wetterbedingungen (simulierte Lufttemperatur 32 °C, Ostwind 35-55 km/h in Böen, relative Luftfeuchtigkeit unter 20%). Das Feuer ist im rechten Teil des Simulationsfensters auf einer Heidefläche entstanden und ist – vom Ostwind getrieben – in der Lage, zwei Brandschneisen, die in N-S-Richtung verlaufen, zu überspringen und sich in den Wald auszubreiten. Die Brandschneise südlich des Brandherdes hält hingegen das Feuer auf. Bei flächendeckender Einführung eines solchen Simulationssystems, die eine ebenfalls flächendeckende Kartierung der Vegetation erforderlich macht, und bei Verfügbarkeit von lokalen Wetterdaten kann somit der Verlauf eines Großwaldbrandes simuliert und die Löschkkräfte gezielt eingesetzt werden.

aufbringen zu können, musste ein weltweites System für Informationsflüsse und Informationsverarbeitung aufgebaut werden. Bei der regelmäßigen Erstellung eines globalen Lagebildes (alle zwei Tage, bzw. tägliche Lagen im Fall von Feuerereignissen von besonderer Signifikanz) müssen sehr unterschiedliche Quellen ausgewertet werden. Beispielsweise erfolgen sogen. *downloads* (herunterladen von regelmäßig erstellten Produkten aus Servern bzw. Web-Seiten) halbautomatisch, d.h. sie müssen manuell initiiert und ggf. eingebaut werden. Dieses im Verlauf des Jahres 2002

eingerrichtete Verfahren erwies sich als zeitsparend. Dennoch muss eine große Zahl von GFMC-Produkten manuell generiert werden, beispielsweise das gezielte Heraussuchen von Satellitenszenen oder schriftliche Berichte und Analysen.

Ein Beispiel für die Verknüpfung des GFMC mit einem DFNK-Partner ist die Verwendung von BIRD-Produkten bei der Lageanalyse von Großwaldbränden. So konnten beispielsweise während der Buschbrände der vergangenen zwei Jahre in Australien oder in Portugal im Sommer 2003 Lagebilder von bislang nicht

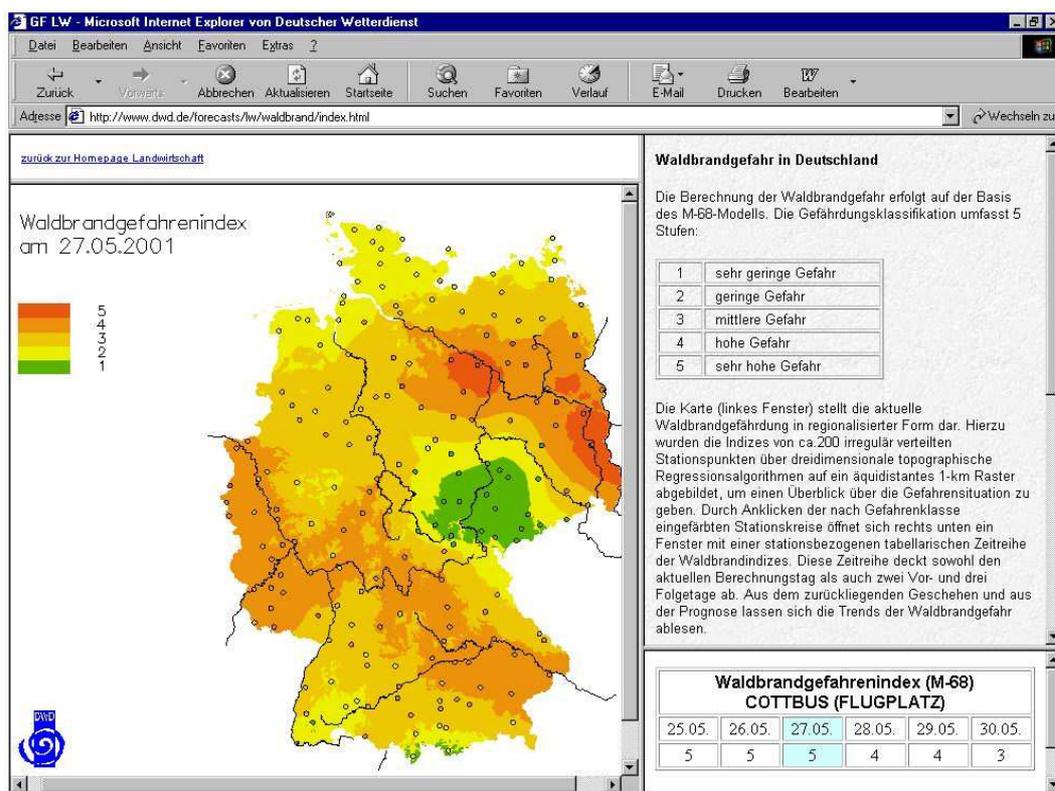


Abbildung 5.5: Beispiel des Waldbrandgefahren-Indexes des DWD (27. Mai 2003), der während der Feuersaison täglich auf dem Internet zur Verfügung gestellt wird. Das System erlaubt eine detaillierte Vorhersage des Indexes in den Bundesländern. Im rechten unteren Teil des „Screenshots“ ist das Beispiel von Cottbus (Brandenburg) vom gleichen Tag gezeigt. Dort erscheint neben dem aktuellen Index die Vorhersage für die nächsten drei Tage und retrospektiv für die vergangenen beiden Tage.

gelieferten Informationsgehalten erstellt werden. Hierbei ergab sich auch eine Anknüpfung an das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum (GMLZ) der Bundesrepublik (s.u.).

Insgesamt hat das GFMC bis Anfang September 2003 mehr als 107.000 files in 2200 Ordnern zum Thema Vegetationsbrände auf das Internet gestellt, die jederzeit abrufbar sind.

In Hinblick auf die Umsetzung strategischer Entscheidungen im Umfeld nationaler bis internationaler Politik (und *policies*) steht das GFMC im Mittelpunkt einer Reihe von internationalen und bilateralen Entwicklungen. Nach der Aufnahme der Arbeit der vom GFMC koordinierten *Working Group on Wildland Fire* der *UN International Strategy for Di-*

aster Reduction (ISDR) wurde im Jahr 2002 mit dem systematischen Aufbau des *Global Wildland Fire Network* begonnen. Dies wird durch den vom GFMC zusammen mit Gastgeberland Australien vorbereiteten ersten *International Wildland Fire Summit* (Sydney, 8. Oktober 2003) voraussichtlich unterstützt und mit einem erweiterten Mandat versehen.

5.1.5 Übertragbarkeit und Praxisrelevanz

- Waldbrandmodellierung

Das Forschungsprojekt hat die Prinzipien aufgezeigt, die für den Aufbau eines flächendeckenden Waldbrandinformationssystems not-

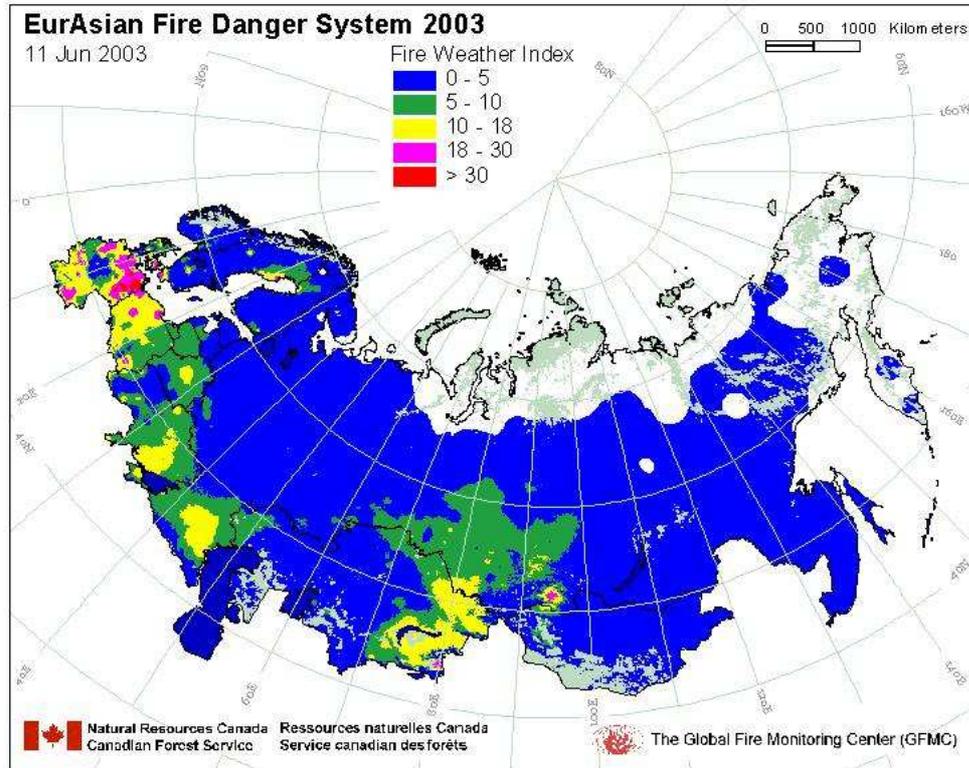


Abbildung 5.6: Beispiel des Waldbrandgefahren-Indexes für Eurasien (11. Juni 2003), generiert durch das gemeinsame deutsch-kanadische Projekt. Dieser Index wird während der Feuersaison täglich auf die GFMC-Website (tägliche Lage für die Russische Föderation) gestellt.

wendig sind. Wenn auch die am meisten feuergefährdeten Waldbestände in Deutschland – z.B. die Kiefernwälder Brandenburgs – in den verschiedenen Altersklassen relativ einfach strukturiert sind und daher Richtlinien zur Klassifizierung des Brennmaterials vergleichsweise einfach zu erstellen sind, so erfordert eine flächendeckende Kartierung doch einen erheblichen Aufwand. In Hinblick auf die Neuorganisation der Forstwirtschaft, die insbesondere in Brandenburg einen Abbau der Forstverwaltung und eine Privatisierung von den sich derzeit noch im Besitz der öffentlichen Hand befindenden Waldflächen vorsieht, lässt hier wenig hoffen.

- Automatisiertes Waldbrand-Früherkennungssystem

Das vom DLR zu Anwendungsreife entwickelte Automatisierte Waldbrand-Früherkennungssystem hat hingegen bereits den Übergang in die Anwendung geschafft. Seit 2002 vertreibt die Firma IQ Wireless das ehemalige AWFS als FIREWATCH kommerziell im In- und Ausland. Tatsächlich sind in Anbetracht hoher Lohnkosten für bemannte Feuerwachtürme und die schwierigen Arbeitsbedingungen auf den Türmen diese alten Feuerentdeckungsmethoden nicht mehr zu halten. Die Nachfrage nach dem System ist im In- und Ausland daher auch sehr groß.

Die Möglichkeit, das System FIREWATCH mit einem automatisierten Waldbrandmodell

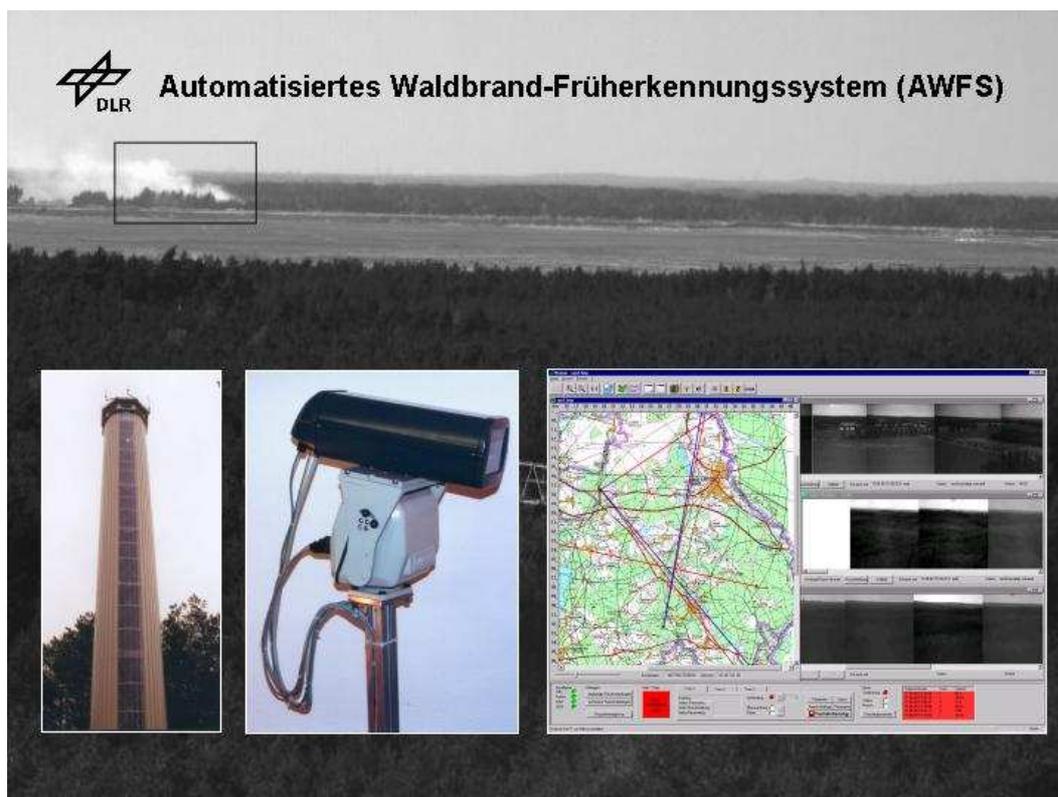


Abbildung 5.7: AWFS/ FIREWATCH im Einsatz in Brandenburg. Das Hintergrundbild zeigt eine Bildwiedergabe eines entdeckten Feuers. Unten sind (v.l.n.r.) ein Turm, die Kamera und ein Screenshot des automatischen Lokalisierungssystems dargestellt.

zu verknüpfen, stellt wiederum eine sehr realistische Zielsetzung für den Technologietransfer dar. Die automatisierte Feuerentdeckung muss mit vor Ort generierten Wetterdaten verknüpft werden und das Feuerausbreitungsmodell starten. IQ Wireless und die Arbeitsgruppe Feuerökologie stehen hierzu im Gespräch.

- Satellit BIRD (Bi-Spectral Infrared Detection)

Die Situation bei BIRD ist trotz des vielversprechenden innovativen Ansatzes gefährdet. Der Grund hierzu ist der Beschluss des DLR, zwei Abteilungen (IR Instrumente und Systemtechnik) zum 31. August 2003 zu schließen, die entscheidend bei der Entwicklung des Satelliten BIRD beteiligt waren. Die von BIRD gelieferten Produkte hatten wohl seit 2002 bei Wald- und anderen Vegetationsbränden in Australien, Brasilien, In-

donesien, Afrika und kürzlich auch in Portugal und Kanada gezeigt, dass das System eine kritische Lücke zwischen der flugzeuggestützten Aufklärung und den bislang international genutzten weltraumgestützten Sensoren schließt. Die Bewertung der Leistungsfähigkeit von BIRD und sogar die Nutzung von BIRD bei der Lageeinschätzung und operativen Planung bei Großwaldbränden – zuletzt in Portugal im Sommer 2003 – war wegweisend. Dieser Beschluss ignoriert auch, dass die in Berlin-Adlershof entwickelte Technologie einen Durchbruch geschafft hat, der internationale Gremien wie GOFC-GOLD und die Vereinten Nationen oder auch Raumfahrtagenturen wie die ESA und die NASA in einem Maß interessiert hat, der das System BIRD weit vorn in internationalen Empfehlungen und Strategieentwicklungen platziert hat. Es sind darüber hinaus auch Verpflichtungen entstan-



Abbildung 5.8: Installation eines Systems FIREWATCH in Brandenburg.

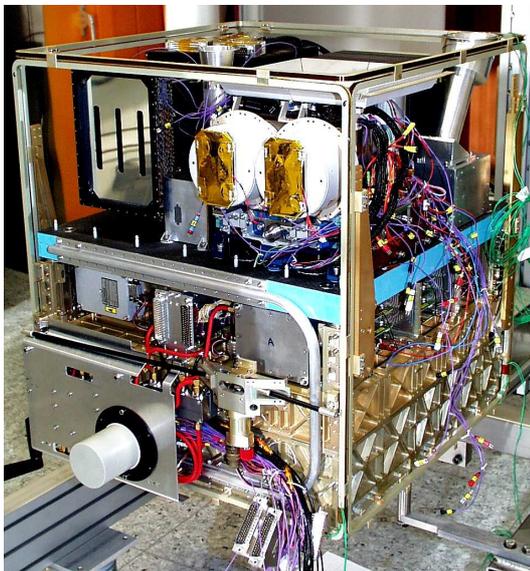


Abbildung 5.9: Struktur-mechanisches Modell des BIRD, der im Oktober 2001 mit einer indischen Rakete in den Orbit geschossen wurde.

den, wie beispielsweise BIRD im FUEGOSAT gegenüber der ESA, die von einer nachhalti-

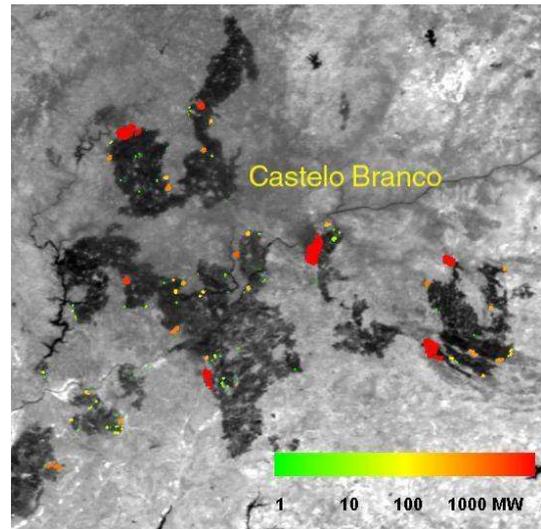


Abbildung 5.10: Bewährung von BIRD bei der Feuerkatastrophe in Portugal im Sommer 2003: Diese BIRD-Szene vom 4. August 2003 nachmittags wurde innerhalb von wenigen Minuten nach Empfang vom DLR dem GFMC übermittelt, dort auf den Lagebericht Portugal ins Internet gestellt und von den portugiesischen Behörden zur Lagebeurteilung und Entscheidungsunterstützung verwendet.

gen Weiterentwicklung von BIRD ausgegangen sind.

Der Übergang von einem Experimentalsatelliten oder Prototypen in ein operationelles System zur weltweiten Abdeckung ist überfällig, und die internationale Gemeinschaft wartet auf eine Weiterentwicklung von BIRD.

Der Leiter des DFNK-Clusters Waldbrand hat daher am 5. September 2003 einen Brief an den Vorsitzenden des DLR-Vorstands geschickt, mit der eindringlichen Aufforderung, sich für eine Revision des Beschlusses einzusetzen.

Dabei wurde unterstrichen, dass BIRD für das vom BMBF geförderte Deutsche Forschungsnetz Naturkatastrophen eine zentrale Rolle gespielt hat und dass erheblicher Aufwand betrieben wurde, um BIRD – wie auch AWFS – mit terrestrischer Forschung zu begleiten, mit dem Ziel, die Systeme zur Marktreife zu bringen.

- Global Fire Monitoring

Die Praxisrelevanz des GFMC ist zunächst auf internationaler Ebene unumstritten, da die "Produkte" des GFMC, das sich als eine Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Anwendung – einschließlich Politik – versteht, verbindlich in internationale Prozesse eingebunden sind.

In Deutschland hat sich anlässlich der umfangreichen und katastrophalen Waldbrände in Südeuropa im Sommer 2003 auch ein neues Interesse an der Arbeit des GFMC ergeben. Sowohl im europäischen als auch im bilateralen Kontext war die Bundesrepublik herausgefordert, bei den Waldbränden in Frankreich und Portugal Hilfe zu leisten. Dies geschah durch Entsendung von Hubschraubern des BGS, die in beiden Ländern zu Waldbrandbekämpfung aus der Luft eingesetzt wurden. Im Zusammenhang damit entstand eine Kommunikation mit dem Gemeinsamen Melde- und Lagezentrum (GMLZ) der Bundesrepublik, die für ihre täglichen Lagedarstellungen autorisiert wurde, Materialien des GFMC zu verwenden.

Hierzu wird es im Spätjahr 2003 mit dem GMLZ ebenso eine Nachlese geben, wie mit den Betreibern von DENIS.

- Zusätzliche Anmerkungen

Abschließend soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Arbeit des Clusters Waldbrand nicht in dem Umfang hätte realisiert werden können, wenn nicht aus dem privaten und dem öffentlichen Bereich erhebliche, zuvor nicht eingeplante Unterstützung gewährt worden wäre.

Hierbei ist in erster Linie die ehemalige Lausitzer Braunkohle AG (LAUBAG) – seit verganginem Jahr Vattenfall Mining Europe – zu nennen. LAUBAG / Vattenfall ermöglichte die Durchführung der für Mitteleuropa einzigartigen Serie von Waldbrandexperimenten. Ohne die zur Verfügung gestellten Versuchsfelder wäre es nicht möglich gewesen, die Arbeiten an der Waldbrandmodellierung durch-

zuführen. Ferner bewirkten diese Waldbrandexperimente die erwünschten Synergien, da jeweils mit mehreren Institutionen an diesen Versuchen gearbeitet wurde. Die Kultur der gemeinsamen, interdisziplinären Waldbrandforschung wuchs mit diesen gemeinsam durchgeführten Experimenten. (Es muss hier auch erwähnt werden, dass im vorliegenden Bericht die ökologischen Untersuchungen, die mit Partnern der Landesforstanstalt Eberswalde und der BTU Cottbus nicht abgehandelt wurden, da diese für die DFNK-Belange nicht von direkter Relevanz sind.)

Weiterhin soll der Bundesforstverwaltung gedankt werden, die durch Bereitstellung von Offenlandflächen und aktive Mitarbeit die Untersuchung von Ausbreitung und Auswirkung von Feuer auf typischen Heide- und Sukzessionsflächen zwischen den Brandenburger Kiefernwäldern ermöglichte. Diese experimentellen Ansätze haben darüber hinaus auch die Forschung und Entwicklung in der Anwendung des kontrollierten Feuers in Deutschland weitergetrieben, bei der die Freiburger Gruppe mit ihren Partnern in Europa eine führende Rolle spielt.

5.1.6 Offene Fragen

Aus Sicht des Clusters Waldbrand bleibt die Frage offen, wie es nach Ende des Vorhabens weitergeht. Der Aufbau der einschlägigen Expertise im DFNK wurde durch erhebliche eigene Ressourcen des Max-Planck-Instituts für Chemie und der im Bericht gelisteten Partner und Sponsoren unterstützt. Das ist ein Zeichen dafür, dass es nach Abschluss der Förderung durch DFNK auch weitergehen wird. Dennoch fehlt es an einer längerfristigen Finanzierung der einschlägigen Forschung, die sich von Anfang an interdisziplinär und damit vernetzt verstehen muss. Da es kein DFNK-Nachfolgeprogramm geben wird, sind die Aussichten schlecht.

Der Beschluss des DLR, im eigenen Haus die Abteilungen zu schließen, die für eine Weiter-

entwicklung des BIRD in ein operatives System entscheidend sind, wirft weiterhin einen Schatten auf die künftige Entwicklung.

5.1.7 Literatur

1. Feuermodellierung, Feuerinformationssystem

Goldammer J.G., Hille M., Held A. (2001): Feuerexperiment Brandenburg (2001). Forschungsvorhaben A2, Deutsches Forschungsnetz Naturkatastrophen (DFNK).

<http://www.fire.uni-freiburg.de/dfnk/zwischenbericht.htm>.

Goldammer J.G., Held A., Hille M., Cramer W., Thonicke K., Kührt E., Oertel D., Preussner K. (2003): DFNK-Cluster Waldbrand: Frühwarnung, Monitoring, Informationsmanagement und Simulation von Waldbrand-Gefahr. In: Drittes Forum Katastrophenvorsorge, Potsdam, 7.-9. Oktober 2002. Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge (im Druck).

Goldammer J.G., Held A.C., Hille M., Wittich K.-P., Kuehrt E., Koutsias N., Oertel D. (2004): An innovative conceptual model of a forest fire management information and decision-support system for Brandenburg State. Nat. Hazards. Spec. Issue "German Research Network on Natural Disasters" (in Vorb.).

Hille M., Goldammer J.G. (2002): Dispatching and modelling of fires in Central European pine stands: New research and development approaches in Germany. In: Improving dispatching for forest fire control. Proceedings of a workshop held in the Mediterranean Agronomic Institute of Chania (MAICH), Crete, Greece, 6-8 December 2001 (General Secretariat for Civil Protection, Greece, and MAICH, Greece, ed.), 59-74. MAICH, Chania, 162 p.

Kührt E., Behnke T., Jahn H., Hetzheim H., Knollenberg J., Mertens V., Schlotzhauer G., Gotze B. (2000): Autonomous early warning system for forest fires tested in Brandenburg (Germany). Int. Forest Fire News 22, 84-90.

Sitch S., Smith B., Prentice I.C., Arneth A., Bondeau A., Cramer W., Kaplan J.O., Levis S., Lucht W., Sykes M.T., Thonicke K., Venevsky S. (2002) Evaluation of ecosystem dynamics, plant geography and terrestrial carbon cycling in the LPJ Dynamic Global Vegetation Model. *Global Change Biology* 9, 161-185.

Venevsky S., Thonicke K., Sitch S., Cramer W. (2002). Simulating fire regimes in human-dominated ecosystems: Iberian Peninsula case study. *Global Change Biology* 8, 984-998.

Wittich, K.-P. (1998): Waldbrandgefahrenvorhersage des Deutschen Wetterdienstes. *Allg. Forst Z. - Der Wald* 53, 321-324.

Wittich, K.-P., Janssen W. (2001): Waldbrandgefahrenvorhersage für Deutschland im Internet. *Allg. Forst Z. - Der Wald* 56, 794-795.

Wittich, K.-P. (2002): Prognose der witterungsbedingten Waldbrandgefahr und waldbrandspezifische Forschung des Deutschen Wetterdienstes, 3. Forum Katastrophenvorsorge (Third German Forum on Disaster Prevention), Potsdam, 7-9 October 2002 (in press).

2. Global Fire Monitoring Center (GFMC): Fire Monitoring, Arbeit des Clusters in internationalen Netzwerken

Bemerkung: Die hier exemplarisch ausgesuchten Veröffentlichungen betreffen die GFMC-Komponente des Vorhabens

Ahern F., Goldammer J.G., Justice C. (eds.) (2001): Global and regional vegetation fire monitoring from space: Planning a coordinated international effort. SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands, 302 p.

Ahern F.J., Belward A.S., Elvidge C.D., Goldammer J.G., Grégoire J.-M., Justice C.O., Pereira J., Prins E.M., Stocks B.J. (2001): The Fire Component of Global Observation of Forest Cover: a Plan of Action. In: Global and regional vegetation fire monitoring from space: Planning a coordinated international effort (F. Ahern, J.G. Goldammer, and C. Justice, eds.), 267-290. SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands, 302 p.