FORSTARCHIV **68** (1997), 43–50

Die Feuergeschichte des Nationalparkes Tiveden in Schweden

Eine kulturhistorische und dendrochronologische Untersuchung

H. D. PAGE*, M. NIKLASSON**, S. KÄLLGREN**, A. GRANSTRÖM** und J. G. GOLDAMMER*

*Arbeitsgruppe Feuerökologie und Biomasseverbrennung, Max-Planck-Institut für Chemie, Abteilung Biogeochemie, c/o Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg
**Department of Forest Vegetation Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå

Kurzfassung: In den nordischen Ländern gewinnt die feuerökologische Forschung zunehmend an Interesse, seitdem es in den letzten Jahren immer klarer wird, daß das Feuer einen wesentlichen Anteil an der natürlichen und anthropogen beinflußten Entwicklungsdynamik des borealen und sub-borealen Waldes hat. In Nordschweden gab es in den vergangen Jahren hierzu eine Reihe von Untersuchungen über die Bedeutung und das Ausmaß historischer Waldbrände. In dieser Arbeit wird das historische Feuergeschehen im Nationalpark Tiveden in Südschweden rekonstruiert. Dazu wurden Kiefernstammscheiben (*Pinus sylvestris* L.) mit Brandwunden dendrochronologisch ausgewertet und die Ergebnisse mit der Landnutzungsgeschichte verglichen.

Mit zunehmendem menschlichen Einfluß vom ausgehenden Mittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts verkürzten sich die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Bränden auf dem Nationalparkgebiet von 15 auf 5 Jahre. Die Hauptbrandsaison verlagerte sich vom Hochsommer in das Frühjahr, und mit ansteigender Feuerhäufigkeit nahm die Anzahl kleiner Brandflächen zu. Der Grund dafür ist in den historischen Waldnutzungsarten wie der Köhlerei, des Teerbrennens und der Brandrodung (svedjening) zu suchen, die alle mit offenem Feuer im Wald arbeiteten. Seit diese vor 150 Jahren von der Hochwaldwirtschaft abgelöst wurden, wurde das Feuer nahezu vollständig aus dem Wald verdrängt. Dies führte zu einer nachhaltigen Veränderung der Lebensgemeinschaften im heutigen Nationalpark. Feuer ist ein wesentlicher Bestandteil der dortigen Waldgesellschaften und sollte in zukünftige Pflegekonzepte des Nationalparks integriert werden.

Fire history of Tiveden National Park (Sweden). A cultural-historic and dendrochronologic study

Abstract: In the Nordic countries fire ecology research is receiving increasing attention due to recent findings on the historical and contemporary influence of natural and anthropogenic fire on composition and dynamics of boreal and boreo-nemoral forest ecosystems. The management of nature reserves and national parks in Sweden intends to analyze and include fire as a preservation strategy. This article presents a case study in which the fire history of Tiveden National Park, located in southern Sweden, is analyzed. The database is based upon cross-dated fire chronology of fire-damaged trees (*Pinus sylvestris* L.). Historical fire data were compared with available information on the history of land use in the region. The results showed an increasing influence of human activity from the end of the Middle Ages until the mid-19th century. During this period time-intervals between fires (Mean Fire Return Intervals) were shortened from 15 to 5 years; the fire season changed from midsummer to spring; and with increasing fire frequency the proportion of small-sized fires increased. This can be explained by the different historical forest uses involving fire e. g. charcoal production, slash-and-burn agriculture, and wood tar production. About 150 years ago these traditional forest utilization systems were replaced by modern timber-utilization systems and a strict fire control policy. This development led to a substantial change of the ecosystem. However, since natural and anthropogenic forest fires are essential elements of forest dynamics in the Tiveden region its use should be restored in future management plans of the Nationl Park.

Einleitung

Bis vor wenigen Jahren wurden Waldbrände in Eurasien vorwiegend als katastrophale Ereignisse betrachtet. Doch durch die feuerökologische Forschung in der letzten Zeit wird immer klarer, daß das Feuer – durch Blitzschlag oder vom Menschen verursacht - ein Faktor ist, der die Artenzusammensetzung und Entwicklungsdynamik dieser Ökosysteme entscheidend prägt (GRANSTRÖM et al. 1995; ZACKRISSON u. ÖSTLUND 1991; SCHIMMEL u. GRANSTRÖM 1991; ROWE 1983).

Jahrringanalytische Untersuchungen von Bäumen und Baumstümpfen, die Brandwunden aufweisen, sind für die feuergeschichtliche Forschung von zentraler Bedeutung. Sie geben Aufschluß über die Häufigkeit, das jahreszeitliche Auftreten und die Ausdehnung historischer Feuerregime. Bisher fanden vor allem in Nordschweden feuergeschichtliche Untersuchungen statt (ZACKRISSON u. ÖSTLUND 1991; BRADSHAW u. ZACKRISSON 1990), da dort der Wald erst seit den letzten beiden Jahrhunderten zunehmend vom Menschen genutzt wird. Deshalb sind hier – vorwiegend in Naturreservaten – noch zahlreiche Bestände zu finden, in denen man alte Bäume oder Baumstümpfe mit Brandwunden finden kann. In Südschweden hingegen, das schon seit langer Zeit vom Menschen besiedelt ist, gibt es kaum noch Wälder, die historische Brandspuren aufweisen (GRANSTRÖM 1991).

Eine Ausnahme davon bildet der Nationalpark Tiveden, in dem im Jahr 1994 von der Arbeitsgruppe Feuerökologie (Max-Planck-Institut für Chemie/Universität Freiburg) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Vegetationsökologie der Forstlichen Fakultät in Umeå (Schweden) eine jahrringanalytische Untersuchung zur Feuergeschichte des Gebietes durchgeführt wurde. In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse der dendrochronologischen Untersuchung dargestellt und im Zusammenhang mit der Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte interpretiert. Sie gibt Aufschluß über die Bedeutung natürlicher und anthropogen bedingter Feuer der letzten Jahrhunderte in Tiveden und liefert Grundlagen für Entscheidungen, Waldbrände bzw. kontrollierte Feuer in zukünftige Managementkonzepte für den Nationalpark zu integrieren.

Material und Methoden

Naturräumliche Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Tiveden liegt etwa 150 km südwestlich von Stockholm am Nordende des Vätternsees. Der 1353 ha große Nationalpark liegt im Süden des Gebietes auf einem Höhenrücken zwischen den Seen Unden und Vättern. Auf über 90 % der Parkfläche steht nährstoffarmer und saurer Augengranit (ögongranit) an, der zu den Smålands-Värmlands-Graniten gehört. Charakteristisch für das Landschaftsbild sind die bis zu 50 m tiefen Rißtäler (Sprickdålar), die sich in den Bereichen von Rissen bildeten, die durch tektonische Verwerfungen in dem Granitkörkper entstanden (ANDERSSON u. APPELQVIST 1988; JOHANSSON 1971). Diese feuchten Täler wechseln sich auf kleiner Fläche mit trockenen, steilen Bergrücken ab, bei denen oft der nackte Fels ansteht. Zahlreiche Findlinge und Blockanhäufungen, die die letzte Eiszeit zurückließ, sind ein weiteres Charakteristikum dieser mosaikartig zerklüfteten Landschaft.

Der Nationalpark liegt im Durchschnitt ca. 190 m ü. NN und ist damit etwas höher gelegen als das übrige Tiveden (ca. 150 m ü. NN). Deswegen sind die Temperaturen hier etwas niedriger (Jahresdurchschnitt ca. +5 bis +6 °C) und die Jahresniederschläge etwas höher (ca. 750 mm im Jahr) als in der umliegenden Region. Die Länge der Vegetationsperiode beträgt ungefähr 180 Tage (NORDISKA MINISTERRÅDET 1984).

Tiveden liegt mitten im Zentrum der hemiborealen Vegetationszone, in der sich Elemente der borealen und gemäßigten Zone vereinen. Die bestandesprägenden Baumarten in Tiveden sind *Pinus sylvestris* L., die im Nationalpark vor allem auf den trockenen Bergrücken wächst, und *Picea abies* (L.) Karst., die ihren Schwerpunkt in den Tälern hat. Sie sind zu wechselnden Anteilen mit *Betula* spp., *Populus tremula* L. und *Sorbus aucuparia* L. durchmischt. Entlang von Seeufern und auf alten Siedlungsflächen findet man auch Vorkommen von *Quercus* spp., *Tilia* spp., *Acer platanoides* L. und *Fraxinus excelsior* L. (ANDERSSON u. APPELQVIST 1988; NORDISKA MINISTERRÅDET 1984).

Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte

In der Landnutzungsgeschichte Tivedens lassen sich seit dem Mittelalter vier wichtige Epochen unterscheiden, die im Zusammenhang mit der Feuergeschichte eine wichtige Rolle spielen:

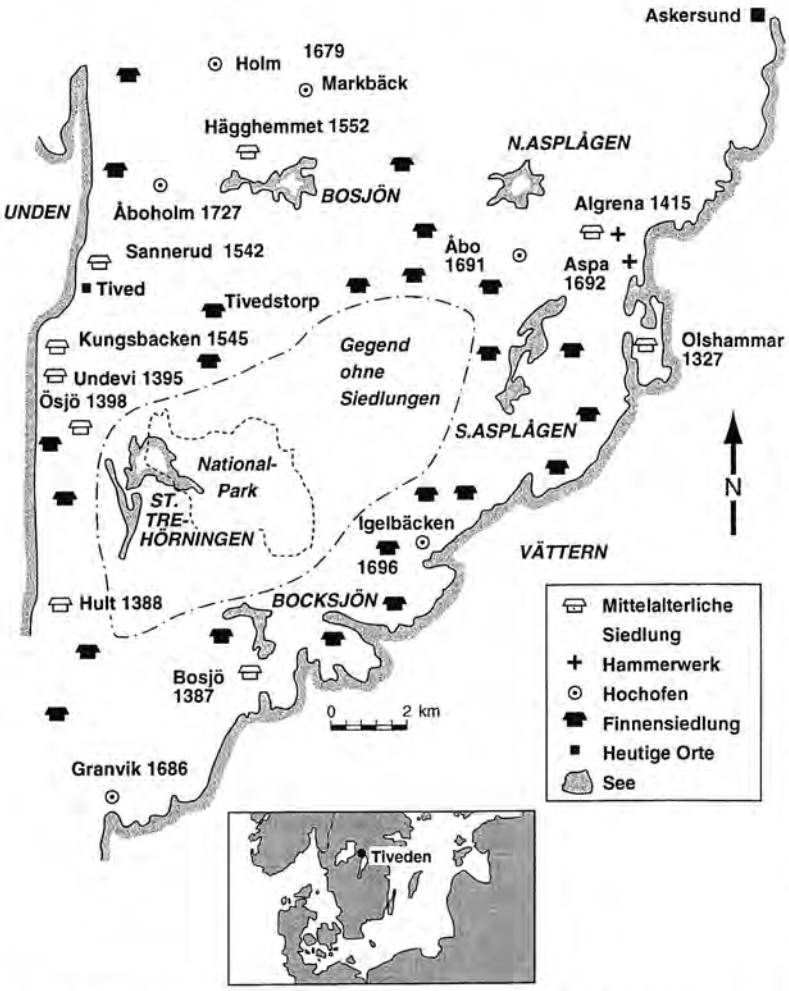


Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes Nationalpark Tiveden und Umgebung mit der Lage historischer Siedlungen und Industrien.
Location of the study area Tiveden National Park and the surrounding landscapes with locations of historic settlements and industries.

Tiveden im Mittelalter (bis Ende des 16. Jahrhunderts)

Wegen der zerklüfteten Topographie, des rauheren Klimas und der im Vergleich zum Umland wesentlich schlechteren Bodenbedingungen wurde das heutige Nationalparkgebiet erst sehr spät besiedelt und regelmäßig genutzt. KARDELL (1982) geht davon aus, daß es seit dem Beginn des Mittelalters bäuerliche Siedlungen entlang der Ufer der Seen Unden und Vättern gab. Die Siedlungen Ösjö und Bocksjö, die nur zwei bis drei Kilometer von der heutigen Nationalparkgrenze entfernt liegen, gehen laut mittelalterlicher Urkunden bis auf das Jahr 1380 zurück. Allerdings war nach der Einschätzung von KARDELL (1982) das heutige Nationalparkgebiet, abgesehen von sporadischer Jagd und eventuell vereinzelt vorgekommener Waldweide, bis zum Ende des 16. Jahrhunderts ein vom Menschen weitgehend unberührtes Ökosystem, in dem es auch immer wieder zu Waldbränden kam.

Finnenkolonisation und Stahlproduktion (17. und 18. Jahrhundert)

Gegen Ende des 16. Jahrhunderts veränderte sich dieser Zustand grundlegend. Finnische Immigranten, die auf Grund von Hungersnöten und kriegerischen Auseinandersetzungen aus ihrem Land getrieben wurden, siedelten sich zu dieser Zeit in Süd- und Mittelschweden an. Dabei wurden sie von der schwedischen Regierung unterstützt, die seit Gustav Vasa bemüht war, das bis dahin menschenarme Mittelschweden zu besiedeln und urbar zu machen (BLOHM u. FÄRG 1953). 1580 erreichte diese Einwanderungswelle auch Tiveden, mit der Folge, daß in wenigen Jahrzehnten 82 neue Siedlungen in Tiveden entstanden und die Menschen immer tiefer in die bis dahin nahezu unberührten Urwälder vordrangen (KARDELL 1982).

Mitte des 17. Jahrhunderts begann Anders Boij, ein reicher Kaufmann aus Stockholm, mit dem

Aufbau eines eisenerzverarbeitenden Industrieimperiums in Tiveden. Das Erz dazu kam aus Taberg, das an der Südspitze des Vätternsees liegt (SÖMME 1967). Da die Wälder rund um die Erzminen schon das gesamte Holz für den Bergbau liefern mußten, verlagerte man die Verhüttung nach Tiveden, wo es noch große unberührte Wälder gab. So entstanden in Süd-Tiveden bis zum Jahr 1695 zehn Hammerwerke und sechs Hochöfen, für die man die zur Verhüttung notwendige Holzkohle aus den umliegenden Wäldern gewann (BLOHM u. FÄRG 1953). Der große Holzbedarf der Stahlindustrie, der Siedler und des Staates, der Steuern, Stahl und Holz für den Ausbau seiner Militärmacht benötigte, führte dazu, daß auch die entlegenen Gebiete in Tiveden trotz ungünstiger Topographie und schlechter Bonitäten genutzt wurden.

Historische Waldnutzungen auf heutigem Nationalparkgebiet (ca. 1700 bis 1850)

Zwar war der heutige Nationalpark nie direkt besiedelt, doch gibt es geschichtliche Belege dafür, daß das Gebiet seit Beginn des 18. Jahrhunderts regelmäßig von Menschen genutzt wurde (KARDELL 1982). Neben der Köhlerei waren hier vor allem das Teerbrennen und die Schwendwirtschaft **(Svedjebruk)**[1] von Bedeutung. Da alle drei Wirtschaftsformen mit offenem Feuer im Wald arbeiteten, ist davon auszugehen, daß das Risiko von unkontrollierten Waldbränden zu jener Zeit stark anstieg.

Wegen der zerklüfteten Topographie und der weiten Entfernung zu den nächsten Siedlungen hält es KARDELL (1982) für unwahrscheinlich, daß das Svedjening in seiner Reinform auf dem Gebiet des heutigen Nationalparks in größerem Umfang betrieben wurde. Häufig wurden jedoch die Schläge, auf denen das Köhlerholz gewonnen wurde, gebrannt, um die Weidebedingungen für das Vieh oder die Ansamungsbedingungen für die Naturverjüngung zu verbessern.

Ende der Stahlproduktion und Beginn der modernen Forstwirtschaft (ca. 1850 bis heute)

Gegen Mitte des 19. Jahrhunderts ging die Stahlproduktion in Tiveden immer mehr zurück, da der mit Holzkohle produzierte Stahl gegenüber den neuen Produktionsverfahren mit Steinkohle nicht länger konkurrenzfähig war. Das letzte Stahlwerk schloß 1923 in Igelbäcken.

Durch die Öffnung des Götakanals im Jahre 1832, der Stockholm und Göteborg miteinander verbindet, bekam das bis dahin sehr abgelegene Tiveden nun direkten Anschluß an den Weltmarkt, da der Kanal das Gebiet im Süden kreuzt. So wurde der Verkauf von Stamm- und Papierholz in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts für Tiveden immer bedeutender und hält bis heute an (BLOHM u. FÄRG 1953). Mit dem Aufkommen der modernen Land- und Forstwirtschaft verloren die historischen Waldnutzungsarten seit 1850 zunehmend an Bedeutung.

Datierung historischer Feuer

Im borealen Wald Eurasiens treten Brände in der Regel als Bodenfeuer auf, die nur selten in Kronenfeuer übergehen (GOLDAMMER u. FURYAEV 1996; SCHIMMEL u. GRANSTRÖM 1991). Die Kiefer ist im Vergleich zur Fichte Bodenfeuern gegenüber relativ unempfindlich, da die starke Borke das Kambium vor letalen Temperaturen schützt. Oft entstehen jedoch am Stammanlauf lokal begrenzte Verletzungen des Kambiums, die in den darauffolgenden Jahren überwallt und als Brandnarben konserviert werden. Zur Datierung werden Stammscheiben oder Teile davon aus dem Wundbereich herausgesägt und die Brandjahre mit Hilfe des **Cross-Dating**[2] datiert.

TABELLE 1

Jahreszeitliche Zuordnung der Position einer Brandwunde innerhalb eines Jahrringes

Scar position within a tree ring indicate the season of fire occurrence (scar formation)

Symbol	Lage der Brandwunde im Jahrring	Bildungszeitraum
eew	1. Drittel des Frühholzes	Mitte Mai bis Anfang Juni (Frühling)
mew	2. Drittel des Frühholzes	Anfang Juni bis Ende Juni (Frühsommer)
lew	3. Drittel des Frühholzes	Ende Juni bis Mitte/Ende Juli (Hochsommer)
lw	Spätholz	Mitte/Ende Juli bis Mitte August (Spätsommer)
d	zwischen 2 Jahrringen	Während der Vegetationsruhe von September bis Mai

Betrachtet man die Lage der einzelnen Brandwunde innerhalb eines Jahrringes genauer, so ist es oft möglich, auch noch die Jahreszeit der Feuerereignisse zu bestimmen (ORTLOFF et al. 1995; BAISAN u. SWETNAM 1990). Je nach Lage der Brandwunde innerhalb des Jahrrings kann man verschiedene Bildungszeiträume unterscheiden (Tab. 1).

Für die dendrochronologische Datierung der Brände wurden Stammscheiben aus 50 lebenden Kiefern und 55 Baumstümpfen, die über das gesamte Nationalparkgebiet verteilt liegen, ausgewertet. Um die Größen der einzelnen Brandflächen rekonstruieren zu können, wurde die Lage jeder einzelnen Probe auf einer topographischen Karte (Maßstab: 1:25.000) vermerkt. Die Datierung Proben erfolgte an der Universität Umeå.

Um die Größen der einzelnen Brandflächen zu ermitteln, werden alle Probepunkte, die ein bestimmtes Brandjahr aufweisen, auf einer Karte vermerkt. Die Fläche, die innerhalb der äußersten Probepunkte liegt, kann als sichere Brandfläche angesehen weden. Die äußeren Begrenzungen der Brandflächen werden so festgelegt, daß man sich immer an der nächstgelegenen potentiellen Brandgrenze orientiert. Dies sind zum Beispiel Bachläufe, Seen, Moore oder Höhenrücken (GOLDAMMER 1986). Aus dieser Vorgehensweise wird klar, daß die einzelnen Brandflächen immer nur Mindestgrößen

[1] Svedjebruk ist eine Art der Brandrodung, die sich mit der deutschen Reutbergwirtschaft vergleichen läßt. Nachdem ein Waldstück im Herbst gerodet wurde, brannte man die Fläche im folgenden Frühjahr/Frühsommer. Danach wurden für zwei bis drei Jahre Roggen und Kartoffeln auf der Fläche angebaut, bis der Boden so verbraucht war, daß sich die landwirtschaftliche Produktion nicht mehr lohnte. Danach überließ man die Fläche sich selbst, und es wuchs wieder Wald (KARDELL et al. 1980; VON ROSEN 1952; HEIKINHEIMO 1915). Diese alte finnische Wirtschaftsform war zwar in Südschweden schon vor der finnischen Einwanderungswelle bekannt, erlebte jedoch durch diese einen gewaltigen Aufschwung (LINKOLA 1988; HEIKINHEIMO 1915).

[2] Bei dieser dendrochronologischen Arbeitsmethode vergleicht man die extremen Jahrringe **(Ereignisjahre)** einer Stammscheibe, die sich stark von den übrigen Jahrringen unterscheiden, mit den Ereignisjahren anderer Stammscheiben, um so eine Chronologie der charakteristischen Jahrringmuster eines bestimmten Gebietes **(Weiserjahre)** aufszustellen (SCHWEINGRUBER et al. 1990; STOKES u. SMILEY 1968). Mit Hilfe dieser Chronologie können die einzelnen Brandwunden von lebenden und toten Bäumen zeitlich exakt eingeordnet werden. Diese Methode ist um ein Vielfaches genauer, als das bloße Abzählen von Jahrringen, die zwischen zwei Brandwunden liegen. Sie bietet die Möglichkeit, Jarringanomalien, wie sie oft nach Feuereinwirkung entstehen, zu entdecken und in die Auswertung miteinzubeziehen (BROWN u. SWETNAM 1994; ORTLOFF et al. 1995; MADANY et al. 1982).

darstellen, und daß das tatsächliche Brandareal viel größer gewesen sein kann.

Die Ergebnisse der Untersuchung werden dann in der **Feuerchronologie** tabellarisch zusammengefaßt. Sie gibt für jeden einzelnen Brand Auskunft über das Brandjahr, die Brandsaison, die Mindestbrandfläche und eine kurze Beschreibung des Brandareals innerhalb des Nationalparks. Danach wird das **Mean-Fire-Return-Intervall (MFRI)** errechnet. Es ist definiert als das arithmetrische Mittel der Zeitintervalle, die zwischen den einzelnen Feuerereignissen in einem bestimmten Untersuchungsgebiet liegen. Von zentraler Bedeutung ist dabei, daß es sich auf eine bestimmte Fläche und eine bestimmte Zeitperiode beziehen muß und nichts über die Ausdehnung der einzelnen Brände aussagt (TANDE 1979; ROMME 1980).

Eine weitere Kennzahl, die zur Darstellung der Brandhäufigkeit in Tiveden berechnet wurde, ist die Feuerfrequenz **(Fire Frequency).** Auch sie beschreibt die durchschnittliche Zeitperiode, die zwischen zwei Brandereignissen liegt. Sie bezieht sich in der Regel jedoch auf einen kleinen, eng umgrenzten Standort – häufig den einzelnen Probebaum – und ist ein Weiser dafür, wie häufig das Feuer an demselben Standort wiederkehrt (ROMME 1980).

Ergebnisse

Feuerintervalle im Nationalpark Tiveden

Die älteste datierte Brandwunde stammt aus dem Jahr 1371. Der älteste Brand, der in mehreren Proben belegt ist, war im Jahr 1466. Die Chronologie reicht bis in das Jahr 1853 und bricht danach, mit Ausnahme einer Feuerwunde, die an einem einzelnen Probepunkt im Jahr 1882 auftrat, abrupt ab. Laut einer mündlichen Mitteilung brannte es dann nur noch einmal 1984 auf einer ca. 0,5 ha großen Fläche im Süd-Osten des Parkes.

Um festzustellen, ob die Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte einen Einfluß auf die Brandhäufigkeit im Nationalpark Tiveden hatte, wird das MFRI, das sich auf die gesamte Nationalparkfläche bezieht, in drei Epochen aufgeteilt, die sich an der Besiedlungsgeschichte orientieren:

1371–1580: Mittelalter (weitgehend ohne menschlichen Einfluß)

1580–1700: Epoche der Finnenbesiedlung und aufkommenden Stahlindustrie (häufigere, vereinzelte Nutzungen sind wahrscheilich)

1700–1853: Epoche der historischen Waldnutzungen (regelmäßige Nutzungen auf dem heutigen Nationalparkgebiet)

Die Epoche nach 1853 wird in der Chronologie nicht berücksichtigt, weil mit dem Aufkommen der modernen Land- und Forstwirtschaft das Feuer nahezu vollständig aus dem Wald verdrängt worden ist. Denn zum einen bedienen sich die modernen Landbaumethoden nicht mehr der Hilfe des Feuers, und zum anderen ist der Gebrauch des Feuers im Wald seit der Mitte des letzten Jahrhunderts gesetzlich stark reglementiert worden. Man versucht seither, jeden aufkommenden Brand schnellstmöglich zu löschen, um die Entwertung von Stammholz zu minimieren.

Betrachtet man in Abbildung 2 die Entwicklung des MFRI über die verschiedenen Epochen hinweg, so fällt auf, daß sich der durchschnittliche Zeitabstand zwischen zwei Bränden auf dem Nationalparkgebiet von fünfzehn Jahren im Mittelalter auf unter fünf Jahre zur Zeit der regelmäßigen historischen Waldnutzungen verringert. Da man davon ausgehen kann, daß im Mittelalter der Mensch keinen wesentlichen Einfluß auf die

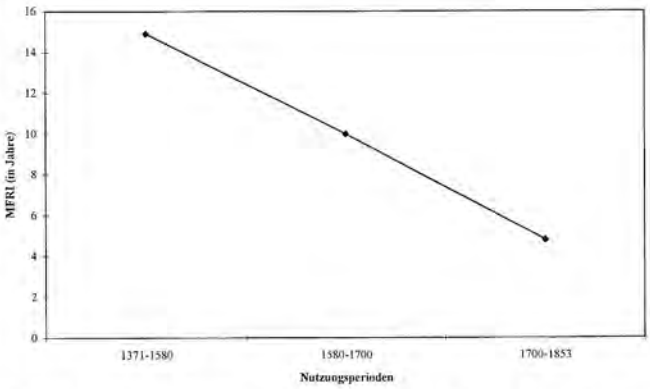


Abb. 2. Veränderungen des **Mean Fire Return Interval** (MFRI) im Nationalpark Tiveden in den drei verschiedenen Nutzungsperioden. Change of **Mean Fire Return Interval** (MFRI) in Tiveden National Park during the three different historic land-use periods.

Dynamik des Waldökosystems in Tiveden hatte, spiegelt das MFRI jener Zeit die natürliche Brandhäufigkeit wider. Erst mit dem Beginn der Finnenbesiedlung und der etwas später aufkommenden Stahlproduktion drang der Mensch immer tiefer in die restlichen Primärwaldgebiete ein, um diese – zunächst sporadisch, später regelmäßig – für seine Bedürfnisse zu nutzen. So kam es immer häufiger zu Bränden, da das Feuer ein unabdingbares Hilfsmitteln aller historischen Waldnutzungsformen war.

Betrachtet man die Feuerfrequenz, die ein Weiser dafür ist, wie häufig das Feuer an denselben Standort zurückkehrt, so ergibt sich ein ganz anderes Bild: Sie liegt für alle Standorte und für alle Epochen bei 27 (± 5) Jahren. Es läßt sich keine Tendenz mit der Siedlungsgeschichte feststellen. Die Gründe dafür werden im Diskussionsteil erörtert.

Die Brände im Jahresverlauf

Auch bei den folgenden Ausführungen wird der gesamte Beobachtungszeitraum in die drei beschriebenen Epochen unterteilt, um eventuelle Veränderungen in der jahreszeitlichen Verteilung der Brände im Zusammenhang mit der Waldnutzungeschichte herauszufinden. Für die saisonale Aufschlüsselung der Feuerereignisse wurden nur die Brände, die sich jahreszeitlich genau bestimmen ließen, herangezogen.

In Abbildung 3 wird die saisonale Brandverteilung in den einzelnen Nutzungsepochen mit der jahreszeitlichen Verteilung natürlicher Blitzschlagfeuer verglichen. Diese ist einer Arbeit von GRANSTRÖM (1993) entnommen, in der die schwedischen Feuerwehrstatistiken von 1945 bis 1960 hinsichtlich der Ursachen von Waldbränden ausgewertet wurden. Ein Ergebnis der Untersuchung ist, daß über 90 % der natürlichen Brände zwischen Mai und Ende August auftreten, mit einem eindeutigen Maximum in den ersten Juliwochen.

Abbildung 3 zeigt, daß die Verteilung der Brände im Mittelalter recht gut mit der natürlichen Brandhäufigkeitsverteilung übereinstimmt. Mit dem Einsetzen der Finnenbesiedelung gegen Ende des 16. Jahrhunderts beginnt die Verschiebung der Hauptbrandsaison vom Hochsommer in Richtung Frühjahr. In der jüngsten Epoche brennt es dann überwiegend im Frühjahr. Da diese Verschiebung zeitlich mit der Zunahme der Siedlungsdichte und dem Anstieg menschlicher Aktivitäten auf dem Nationalparkgebiet einhergeht, liegt die Vermutung nahe, daß hier ein Zusammenhang besteht. Man kann davon ausgehen, daß spätestens mit der Einwanderung der Finnen auch die Brandrodung mit anschlie-

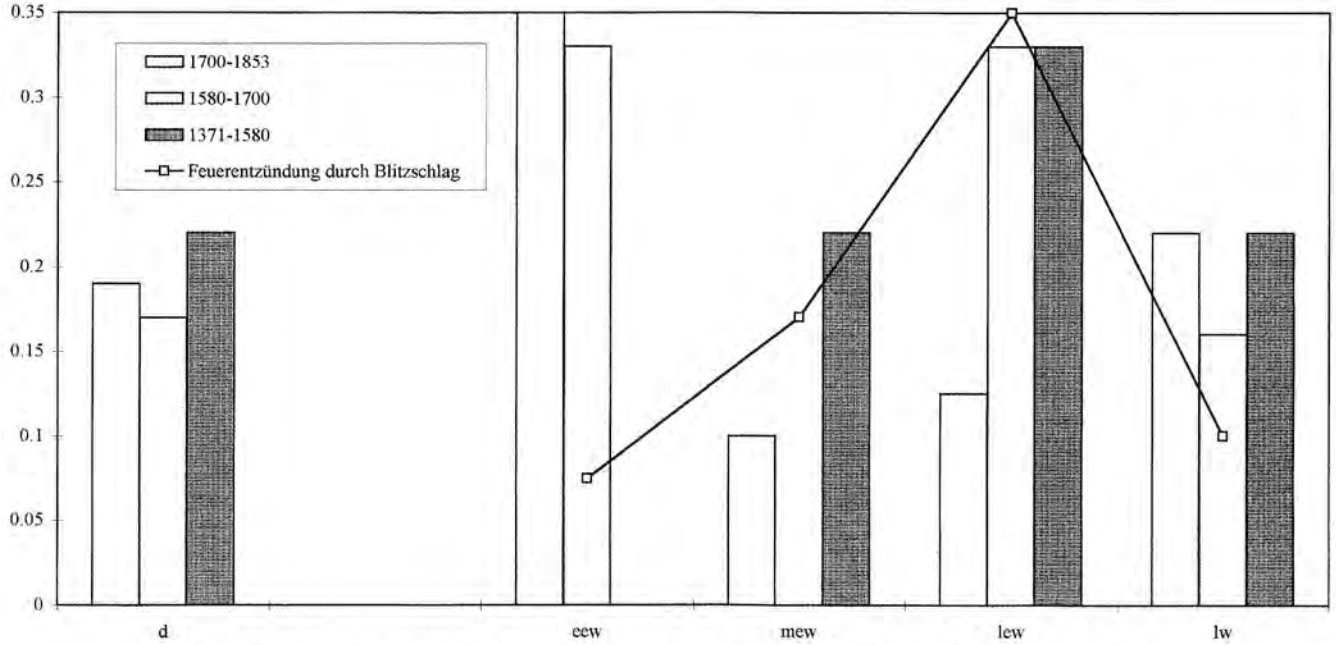


Abb. 3. Jahreszeitliche Verteilung der Brände im Nationalpark Tiveden in den verschiedenen Epochen im Vergleich mit dem saisonalen Auftreten von Blitzschlagfeuern in Schweden.
Seasonal distribution of fires in Tiveden National Park during the different land-use periods in comparison with the seasonal occurrence of lightning fires in Sweden.

ßender landwirtschaftlicher Zwischennutzung **(svedjening)** Einzug in Tiveden hielt (KARDELL 1982; HEIKINHEIMO 1915).

In zahlreichen Literaturquellen aus Rußland, Finnland, Schweden und Norwegen ist belegt, daß die vom Menschen gelegten Brände im Zusammenhang mit den historischen Landnutzungsarten vor allem im Frühjahr bis Frühsommer oder im Herbst stattfanden (KOROVIN 1996; KARDELL et al. 1980; HEIKINHEIMO 1915; STRØMSØE o. J.). Ein Grund dafür war, daß in diesen Jahreszeiten der Boden und die Vegetation in der Regel nicht so ausgetrocknet waren wie im Hochsommer, und man deswegen die Brände leichter kontrollieren konnte.

Diese Indizien unterstützen die Hypothese, daß der starke Anstieg der Brandfrequenz im Frühjahr, der mit der Finnenkolonisation beginnt und seinen Höhepunkt in der Zeit von 1700 bis 1853 erreicht, auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist.

Es muß an dieser Stelle noch erwähnt werden, daß die Kurven für die jahreszeitliche Verteilung der Brände in den beiden ältesten Epochen nur auf dem Datenmaterial von 9 beziehungsweise 12 Bränden beruhen. Außerdem lassen sich die Brände in der Dormantphase („Vegetationsruhe") nicht in die Interpretation miteinbeziehen, da nicht gesagt werden kann, ob sie im Herbst des einen oder im Frühjahr des folgenden Jahres auftraten.

Die Brandgrößen in den verschiedenen Epochen

Nachdem die Mindestausdehnung der einzelnen Brände in die Karte eingetragen war, konnten die Größen der Brandflächen geschätzt werden. Der älteste Brand, für den die Ausdehnung ermittelt werden konnte, war 1466. Die Mindestbrandflächen wurden in folgende drei Größenklassen aufgeteilt:

Kl. 1.	Brandfläche < 50 ha:	Nur lokale Bedeutung
Kl. 2.	50 ha < Brandfläche < 300 ha:	Beschränkung auf einen Parkteil (West, Mitte, Ost)
Kl. 3.	Brandfläche > 300 ha:	Über gesamte Ost-West-Ausdehnung

Die prozentuale Verteilung der drei Brandgrößenklassen in den einzelnen Epochen ist in Abbildung 4 dargestellt.

Es fällt auf, daß von der ältesten bis hin zur jüngsten Epoche der Anteil der kleinen Brandflächen (< 50 ha) von 30 % auf 66 % zunimmt, während das Vorkommen großer Brände (> 300 ha) von 30 % auf 6 % abnimmt. Viele der kleinen Brandflächen in der jüngsten Epoche sind wahrscheinlich durch das Brennen der Schläge, auf denen das Köhlerholz gewonnen wurde, entstanden. Durch die Zunahme der Feuer- und Holznutzung in der zweiten Epoche wird die Menge des anfallenden Brennmaterials pro Flächeneinheit geringer. Gerät nun ein Brand außer Kontrolle oder entsteht ein Brand durch Blitzschlag, ist aufgrund des verringerten Brennmaterialangebotes die Feuerintensität der Brände nicht mehr so groß wie zu der Zeit vor den regelmäßigen Waldnutzungen, und das Feuer kann sich nicht mehr so leicht großflächig ausbreiten. Es reichen schon relativ kleine Brandhindernisse oder eine geringe Verschlechterung der klimatischen Brennbedingungen aus, um die Brände zu stoppen. Außerdem entstand durch die regelmäßigen Nutzungen ein Mosaik aus jungen Brandflächen und Rodungen mit geringem Brennmaterialangebot und ältern Bestandesteilen mit höherem Brennmaterialvorkommen. Auf diese Weise bildeten sich viele neue potentielle Brandgrenzen.

Diese Beziehung zwischen Brandhäufigkeit und Feuerintensität ist darauf zurückzuführen, daß die Ausdehnung der

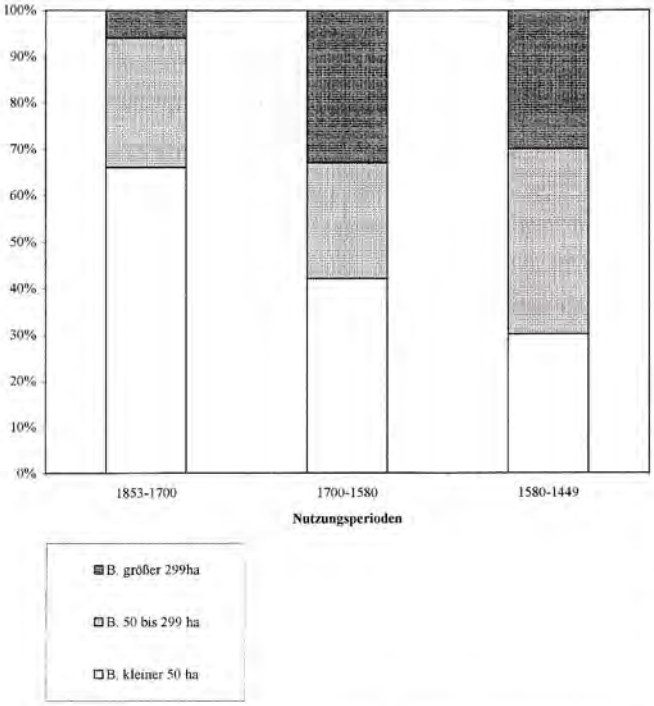


Abb. 4. Die Verteilung der einzelnen Brandgrößenklassen in den unterschiedlichen Nutzungsperioden.
Distribution of fire-size classes during the three different historic land-use periods.

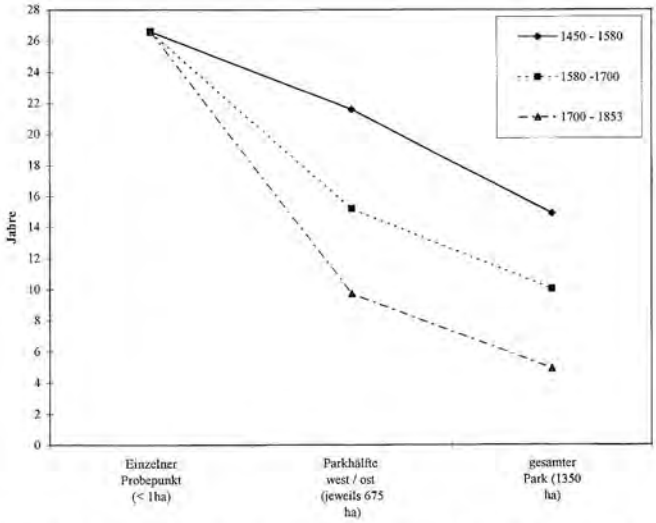


Abb. 5. Veränderung des **Mean Fire Return Interval** (MFRI) in Abhängigkeit von der Bezugsfläche.
Change in the **Mean Fire Return Interval** (MFRI) in relation to the size of ist area of reference.

einzelnen Brände neben den klimatischen Bedingungen von der vorhandenen Brennmaterialmenge abhängt, die um so größer ist, je länger das Zeitintervall zwischen den einzelnen Bränden ist (SWETNAM 1993; PARSON 1978).

Diskussion

Betrachtet man die Feuergeschichte des Nationalparkes Tiveden im Zusammenhang mit der menschlichen Siedlungsgeschichte des Gebietes, so lassen sich folgende Entwicklungen mit zunehmender Waldnutzung erkennen:

- Das MFRI sinkt von 15 auf 5 Jahre ab, während die Feuerfrequenz der einzelnen Standorte gleich bleibt.
- Der Anteil der großen Brände sinkt von 30 % auf 6 %, und der Anteil der kleinen Brände steigt von 30 % auf 66 %.
- Die Hauptbrandsaison verschiebt sich vom Hochsommer in das Frühjahr.

Auf die Bedeutung und den Zusammenhang dieser drei Phänomene soll nun noch einmal im Einzelnen eingegangen werden.

Die Berechnung des MFRI ist in der feuergeschichtlichen Forschung eine gängige Methode, um die durchschnittliche Feuerhäufigkeit für ein bestimmtes Gebiet zu ermitteln und so den Einfluß des Feuers auf die Entwicklung einer Landschaft mit ihren Lebensgemeinschaften beschreiben zu können. Dabei ergeben sich zwei Probleme: Das MFRI ist direkt von der Größe des Untersuchungsgebietes und der Probendichte abhängig (ARNO und PETERSEN 1983; ROMME 1980; ARNO 1976).

Mit einem dichterem Stichprobennetz steigt die Wahrscheinlichkeit, auch kleine Waldbrände zu erfassen. In der vorliegenden Studie nimmt die Anzahl der verfügbaren Probepunkte mit zunehmendem Alter ab. Damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, daß kleinere Waldbrände der ältesten Epoche nur unvollständig erfaßt werden können.

Wie das MFRI von der Größe der Bezugsfläche abhängt, soll an folgendem Beispiel erklärt werden: Wird die Untersuchungsfläche auf die unmittelbare Umgebung eines Probebaumes beschränkt, so werden nur diejenigen Brände erfaßt, die direkt an diesem Standort auftraten, und man erhält eine Feuerfrequenz von durchschnittlich 27 Jahren über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg. Wird die Bezugsfläche auf eine Parkhälfte (West oder Ost) ausgedehnt, so erfaßt man alle Brände, die in dieser Parkhälfte auftraten. Die Feuer, die nur in der anderen Parkhälfte auftraten, werden nicht erfaßt. Dazu muß die Bezugsfläche auf das gesamte Parkgebiet ausgedehnt werden. Wie sich das MFRI für Tiveden bei unterschiedlichen Bezugsflächen verändert, kann der Abbildung 5 entnommen werden.

Man erkennt, daß das MFRI mit zunehmender Größe des Untersuchungsgebietes immer kleiner wird. Theoretisch könnte man das Beobachtungsfenster so groß wählen, daß in dem Bezugsgebiet jedes Jahr irgendwo mindestens ein Brandereignis stattfindet. Das MFRI beträgt dann ein Jahr. (Hier sei nochmals erwähnt, daß das MFRI weder etwas über die Ausdehnung der einzelen Brände aussagt, noch einen Anhaltspunkt gibt, wie oft das Feuer an dieselbe Stelle zurückkehrt, sondern nur Auskunft darüber gibt, wie oft es in einem bestimmten Gebiet gebrannt hat.)

Welche Bezugsfläche für das MFRI gewählt wird, hängt von dem Ziel der Untersuchung ab. In dieser Arbeit wurde der gesamte Nationalpark gewählt, da es im Wesentlichen darum geht, den Einfluß des Feuers und der Landnutzung auf die Vegetation einer Landschaft bzw. eines Naturraumes – heute ein Nationalpark – zu beschreiben.

Will man Aussagen darüber treffen, welchen Einfluß die Feuerhäufigkeit auf einzelnen Standorten für die Dynamik der dort vorkommenden Lebensgemeinschaften hat, ist es sicherlich sinnvoller, den jeweiligen Standort als Bezugseinheit zu wählen. Das ist bei dieser Arbeit durch die Berechnung der

Feuerfrequenz geschehen, die zeigt, daß bei zunehmender Waldnutzung die Feuerhäufigkeit im gesamten Nationalparkgebiet zwar anstieg, sich die Zeitperioden zwischen zwei Feuern auf individuellen Standorten aber nicht veränderten. Das liegt daran, daß sich mit dem Absinken des MFRI der Anteil der kleinen Brände stark erhöhte und große Brände seltener wurden und die durchschnittliche Zeitspanne, in der ein Feuer auf denselben Sandort zurückkehrte, sich nicht veränderte. Im Mittelalter brannte es seltener, allerdings waren die einzelnen Brandflächen größer als zur Zeit der historischen Waldnutzungen, in der es wohl häufig – aber meist nur auf kleinen Flächen – brannte.

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Anzahl der Fundorte mit zunehmenden Alter immer geringer wird, so daß nur Aussagen über Tendenzen gemacht werden können. Diese sind jedoch in Bezug auf die Feuerhäufigkeit, das jahreszeitliche Auftreten und die Brandflächengrößen in sich stimmig und tragen dazu bei, die Bedeutung des Feuers für die Dynamik des Waldökosystems des Nationalparkes Tiveden in den letzten Jahrhunderten im Zusammenhang mit der Siedlungs- und Waldnutzungsgeschichte erklären zu können.

Das wichtigste Ergebnis dieser Arbeit ist, daß Waldbrände seit vielen Jahrhunderten eine bedeutende Rolle in den Wäldern Tivedens gespielt haben und daß sie für eine natürliche Entwicklung des Nationalparkes unabdingbar sind[3]. Wenn auch der Mensch seit dem Ende des Mittelalters immer wieder in das natürliche Brandgeschehen eingegriffen hat, was zu einer Veränderung der Brandhäufigkeit, des jahreszeitlichen Auftretens von Bränden und der Größe der einzelnen Brandflächen führte, blieb das Feuer jedoch bis vor 150 Jahren immer ein prägender Entwicklungsfaktor für den Wald in Tiveden. Erst durch das Aufkommen der modernen Forst- und Landwirtschaft wurde es seit der Mitte des letzten Jahrhunderts aus dem Wald verdrängt.

So kommen ANDERSSON und APPELQVIST (1988) bei einer faunistischen und floristischen Inventur des Nationalparks zu dem Ergebnis, daß der heutige Wald aus einer natürlichen Brandsukzession hervorgegangen ist. Auf den trockenen und mäßig frischen Waldstandorten findet man häufig einen großen Laubbaumanteil (v.a. Birke, Weide, Erle und Aspe) und *Juniperus communis* L.. Sie sind neben den Brandwunden in den Kiefern die letzten Zeugen vergangener Waldbrände, da sich diese Pioniergehölze oft mit der Kiefer nach einem Brand ansamen. Durch den Feuerausschluß hat jedoch die Fichte eine starke Steigerung ihrer Konkurrenzkraft gegenüber der Kiefer und den Pionierbaumarten erfahren und verdrängt diese – abgesehen von den Extremstandorten – zunehmend. Die Folge davon sind eine Zunahme der Rohhumusauflage und ein geringerer Lichteinfall auf den Waldboden aufgrund des dichten Kronendaches der Fichte. Im Laufe der Zeit entwickelt sich dann ein reiner Fichten- oder Fichten-Kiefern-Wald mit einer sehr artenarmen Krautschicht (KUUSELA 1990; ANDERSSON u. APPELQVIST 1988; NORDISKA MINISTERRÅDET 1984).

Darüber hinaus kommt es zu einer starken Anhäufung von Brennmaterial, wenn regelmäßige Brände ausbleiben. Beim Auftreten eines Brandes nach einer langen feuerfreien Periode erhöht sich die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung sehr hoher Feuerintensität (Kronen- bzw. Vollfeuer i. S. eines **stand replacement fire**). Unter natürlichen Bedingungen der boreal-nemoralen Zone der nordischen Länder ist dies jedoch selten (SCHIMMEL u. GRANSTRÖM 1991; KOHH 1975), da die immer wiederkehrenden Brände die Akkumulation pflanzlicher Biomasse begrenzen, und deswegen Bodenfeuer in Skandinavien die Regel sind. Bei Feuerausschluß kommt der Fichte dabei eine besondere Rolle zu, da sie die Bestände unterwandert und durch ihre tief ansetzenden Krone Brücken bildet, die das Feuer in die Kronen der Kiefern tragen (GRANSTRÖM 1991).

In den nordischen Ländern gehört das Feuer neben Insektenkalamitäten und Sturmschäden zu den natürlichen klein- und großflächig wirkenden Störfaktoren, die auf vielen Standorten die Sukzessionsabfolge immer wieder unterbrechen und charakteristische Feuer-Klimax-Gesellschaften entstehen lassen, die für das Überleben vieler Tier- und Pflanzenarten nötig sind (GOLDAMMER und FURYAEV 1996). Deshalb ist es sehr wichtig, dem Feuer in den zukünftigen Managemantkonzepten des Nationalparks wieder die Funktion zuzweisen, die der Wald für seine naturgemäße Entwicklung benötigt. Dies würde auch der vegetationsgeschichtlichen Bewertung der Rolle des Feuers Rechnung tragen, dem neuerdings eine entscheidende Rolle in der Störung geschlossener Fichtenwälder in Süden Schwedens und der dadurch ermöglichten Einwanderung von *Fagus sylvatica* L. zugewiesen wird (BJÖRKMAN und BRADSHAW 1996).

[3] Bei der bisher unveröffentlichten Untersuchung eines Bohrkerns, den wir im Frühjahr 1995 in einem kleinen Waldmoor im Nationalpark Tiveden gezogen haben, haben wir über 50 Holzkohleschichten bis in zwei Meter Tiefe nachweisen. Nach einer 14-C Analyse geht die älteste Holzkohleschicht bis in das Jahr 5500 vor Heute zurück. Damit liegt die Vermutung nahe, daß während des gesamten Holozäns das Feuer in den Wäldern Tivedens eine wichtige Rolle gespielt hat.

Literatur

Andersson, L.; Appelqvist T. 1988. *Fauna och flora i Tivedens nationalpark.* Manuscript 1988-09-23, Naturvårdsverket.

Arno, S. F.; Petersen, T. D. 1983. *Variations in estimates of fire intervals: A closer look at fire history on the Bitterroot National Forest.* USDA For. Serv. Res. Pap. INT-301, 8 p.

Arno, S. F. 1976. *The historical role of fire on the Bitterroot National Forest.* USDA For. Serv. Res. Pap. INT-187, 29 p.

Baisan, C. H.; Swetnam, T. W. 1990. Fire history of the montane zone of a desert mountain range: Rincon Mountain Wilderness, Arizona USA. *Can. J. For. Res.* 20, 1559–1569.

Björkman, L.; Bradshaw, R. 1996. The immigration of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. into a natural forest stand in southern Sweden during the last 2000 years. *J. Biogeogr.* 23, 235–244.

Blohm, B. R.; Färg, U. 1953. *Skogsmän berätta om folk och bygd vid Aspa Bruk.* Almquvist & Viksells Boktryckeri AB, Uppsala 1953, 146 p.

Bradshaw, R.; Zackrisson, O. 1990. A two thousand years history of a northern Swedish boreal forest stand. *J. Veg. Sci.* 1, 519–528.

Brown, P. M.; Swetnam, T. W. 1994. A cross-dated fire history from coast redwood near Redwood National Park, California. *Can. J. For. Res.* 24, 21–31.

Goldammer, J. G.; Furyaev, V. V. (eds.) 1996. Fire in Ecosystems of boreal Eurasia. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 528 p.

Goldammer, J. G. 1986. *Introduction to forest fire management.* Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Rome 1986, 159 p.

Granström, A. 1991a. Skogen efter branden. *Skog & Forskning* 4/91, 32–38.

Granström, A. 1991b. Elden i människans tjänst. *Skog & Forskning* 4/91, 6–12.

Granström, A. 1993. Spatial and temporal variations in lightning ignitions in Sweden. *J. Veg. Sci.* 4, 737–744.

Granström, A.; Niklasson, M.; Schimmel, J. 1995. Brandregimer – finns dom? *Skog & Forskning* 1/95, 9–14.

Heikinheimo, O. 1915. Der Einfluß der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 4/1915, 1–59.

Johansson, R. 1971. *Översiktlig Naturvårdsinventering av Centrala Tiveden.* Tiveds-kommitten, Örebro, 87 p.

Kardell, L. 1982. *Tivedens Nationalpark.* En Skogshistorisk Betraktelse. SLU Avd. för Landsapsvård, Rapport 22, 1982, 191 p.

Kardell, L.; Dehlen, R.; Andersson, B. 1980. *Svedjebruk förr och nu.* SLU Avd. för Landsapsvård, Rapport 20, 1980, 92p.

Kohh, E. 1975. Studier över skogsbränder och stenhälla i älvdalsskogarna. *Sveriges Skogsvårdsförb. Tidskr.* 1975, 299–335.

Korovin, G. N. 1996 Analysis of the distribution of forest fires in Russia. In: Fire in ecosystems of boreal Eurasia (J. G.Goldammer and V. V. Furyaev, eds.), 112–128, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.

Kuusela, K. 1990. *The dynamics of boreal coniferous forests.* Finnish National Found for Research and Development, SITRA, Helsinki 1990, 172 p.

Linkola, M. 1988. The influence of slash and burn cultivation on forest ecosystems and forest landscapes in Finland. In: Human influence on forest ecosystems development in Europe (F. Salbitano, ed.), 79–89. ESF FERN-CNR, Pitagora Editrice, Bologna.

Madany, M. H.; Swetnam, T. W.; West, N. E. 1982. Comparison of two approaches for determining fire dates from tree scars. *For. Sci* 28, 856–861.

Nordiska Ministerrådet 1984. *Vegetationstyper i Norden.*

Ortloff, W.; Goldammer, G. J.; Schweingruber, F. H.; Swetnam, T. W. 1995. Jahrringanalytische Untersuchungen zur Feuergeschichte eines Ponderosa-Kiefern-Bestandes in den Santa Rita Mountains, Arizona, USA. *Forstarchiv* 66, 206–214.

Parson, D. J. 1978. Fire and fuel accumulation in a Giant Sequoia forest. *J. For.* 78, 104–105.

Romme, W. 1980. Fire history terminology: Report of the ad hoc committee. In: *Proceedings of the Fire History Workshop,* 20–24 October 1980, Tucson, Arizona. USDA Gen. Tech. Rep. RM-81, 135–137.

Rowe, J. S. 1983. Concepts of fire effects on plant individuals and species. In: The role of fire in northern circumpolar ecosystems (R.W.Wein and D.A.Mac Lean, eds.), 135–154. John Wiley & Sons, Chichester – New York, 322 p.

Schimmel, J.; Granström, A. 1991. Skogsbränderna och Vegetationen. *Skog & Forskning* 4/91, 39–46.

Schweingruber, H. F.; Eckstein, D.; Serre-Brachet, F.; Bräker, O. U. 1990. Identification, presentation, and interpretation of event years in dendrochronology. *Dendrochronologia* 8, 9–39.

Sömme, A. 1974. *Die nordischen Länder.* Westermann, Braunschweig 1967 (2. Aufl.), 344 S.

Stokes, M. A. 1980. The dendrochronology of fire history. In: Proceedings of the fire History Workshop, 22–24 October 1980, Tucson, Arizona. USDA Gen. Tech. Rep. RM-81, 1–3.

Stokes, M. A.; Smiley, L. S. 1968. *An introduction to tree-ring dating.* The University of Chicago Press, Chicago and London, 73 p.

Strømsøe, B. (o. J.) *Flatebrenning (Hvorfor og Hvordan).* Det Norske Skogselskap og Hedmark Skogselskap. Østlendingens Trykkeri, Elverum, 95 p.

Swetnam, T. W. 1993. Fire history and climate change in Gigant Sequoia Groves. *Science* 262, 858–888.

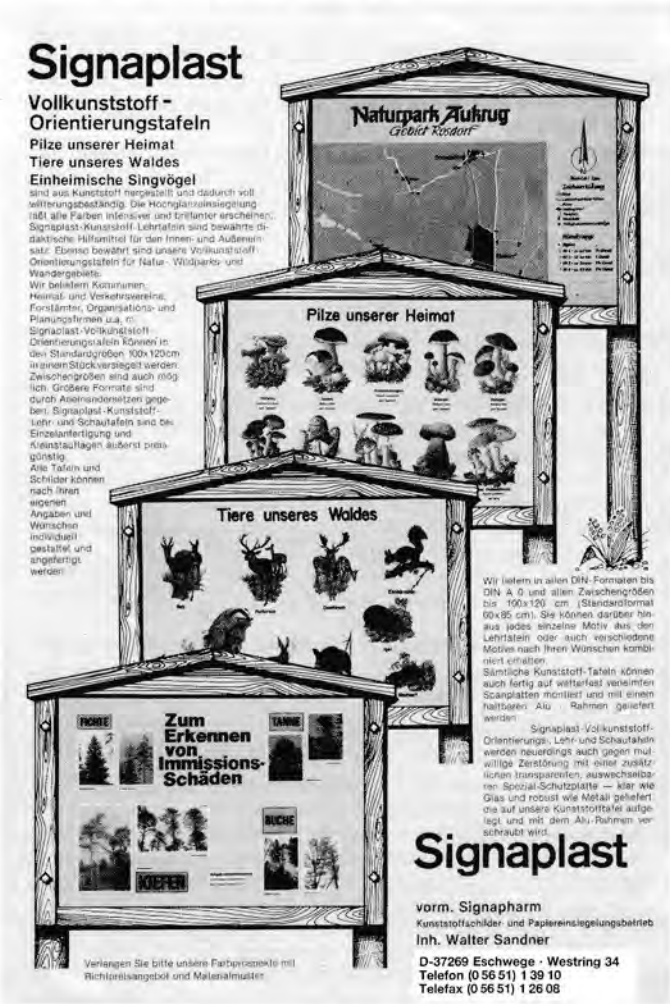
Tande, G. F. 1979. Fire history and vegetation pattern of coniferous forests in Jaspers National Park, Alberta. *Can. J. Bot.* 57, 1912–1931.

Von Rosen, E. 1952. *Trolltiven.* Nordisk Rotogravyr, Stockholm, 135 p.

Zackrisson, O. 1981. *Skogen och elden. Behöver naturskogen skötsel?* Urskogen, Sveriges Natur, Årsbok 1981, 68-72.

Zackrisson, O.; Östlund, L. 1991. Branden formade skogslandskapets mosaik. *Skog & Forskning* 4/91, 13–21.

Verfasser: H. D. PAGE u. PD Dr. J. G. GOLDAMMER, Arbeitsgruppe Feuerökologie, c/o Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg, D 79085 Freiburg; M. NIKLASSON, S. KÄLLGREN u. A. GRANSTRÖM, Department of Forest Vegetation Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, S 90183 Umeå.



Qualitäts-Forstpflanzen
– ein Beitrag
zur Walderhaltung

Nachwuchs muss sein
KARL SCHLEGEL Baumschulen
88499 Riedlingen
Tel. 0 73 71 / 93 18-0

Karl Schlegel
BAUMSCHULEN

Hauptbetrieb
88499 Riedlingen
Tel. (0 73 71) 93 18-0
Fax (0 73 71) 93 18-10

Zweigbetrieb
84094 Elsendorf
Tel. (0 87 53) 15 16
Fax (0 87 53) 7 76

Wir sind für Sie da,
wenn es um Anzeigen geht.
Verlag M. & H. Schaper
Postfach 16 42 • D 31046 Alfeld (Leine)
Telefon (0 51 81) 80 09 24 • Telefax (0 51 81) 80 09 33