Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 149 (1998)

Heft: 4

Artikel: Bestandesgeschichte des Bülacher Hards : was bringt der Einsatz von GIS?

Autor: Bürgi, Matthias

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766097

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bestandesgeschichte des Bülacher Hards – was bringt der Einsatz von GIS?

Von *Matthias Bürgi*

Keywords: Forest history; stand history; GIS; coppice forest; oak forest.

FDK 176.1 Quercus: 22: 902: (494.34): UDK 910.1*1*3

1. Einleitung

Wie sah der Wald früher aus? Welche Habitate enthielt er? Wie waren die Lichtverhältnisse? Unter welchen Umständen wurden die heutigen Bestände begründet, unter welchen wuchsen sie auf? Welchen Einfluss hatten die verschiedenen Nutzungsweisen auf Bestandes- und Bodenentwicklung?

Die Bearbeitung dieser und ähnlicher Fragen aus den Bereichen Waldbau, Naturschutz und Standortskunde erfordert Informationen zu kleinräumigen Veränderungen des Waldes. Derartige Angaben werden im Rahmen der Bestandesgeschichte *(IUFRO,* 1973), einem Teilgebiet der Wald- und Forstgeschichte, bearbeitet. Diesem Forschungszweig entstanden durch die Entwicklungen geographischer Informationssysteme (GIS) neue Werkzeuge. In diesem Aufsatz wird daher am Beispiel des Bülacher Hards gezeigt, welche Möglichkeiten und Probleme der GIS-Einsatz für die Bestandesgeschichte bringt.

2. Grundlagen

2.1 Stand der Kenntnisse

Bestandesgeschichte, die als Teil der Wald- und Forstgeschichte und vorwiegend aufgrund schriftlicher Quellen betrieben wird, hat ähnliche Anliegen wie die historische Waldforschung *(Schuler et al.,* 1998), die mit naturwissen-

schaftlichen Methoden arbeitet (z.B. *Hörnberg et al.,* 1995; *Cherubini et al.,* 1996). Noch ist in Europa der Einsatz von GIS in der Bestandesgeschichte wenig verbreitet. Ausnahmen sind die Untersuchungen von *Heinsdorf* (1995) und *Schaal* (1994a, 1994b). In einer arealgeschichtlichen Arbeit untersuchten *Wulf* und *Schmidt* (1996) mittels GIS den Zusammenhang zwischen Waldflächenveränderung und Bodentyp. Zahlreich sind entsprechende GIS-Anwendungen aus den USA, wie der Überblick in *Zybach et al.* (1995) zeigt. Ebenfalls verbreitet sind die GIS-Anwendungen im Rahmen der historischen Kartographie (z.B. *Goerke,* 1994) und der Landschaftsgeschichte (z.B. *Kienast,* 1993; *Schenk,* 1993).

Schuler und Kempf hielten bereits 1990 fest, dass bei der Verarbeitung historischer Dokumente mittels GIS eine quellenkritische Haltung vonnöten sei *(Schuler* und *Kempf,* 1990). So müssen die Kartengrundlagen bezüglich Geometrie, Genauigkeit und Auflösung vergleichbar sein, und die darzustellenden Inhalte sollten in vergleichbare Kategorien eingeteilt sein. Zudem ist bei der Interpretation der Resultate zu diskutieren, inwieweit durch die Erfassung und Verarbeitung der Quellen mittels GIS die Genauigkeit des Ausgangsmaterials künstlich vergrössert worden ist und somit eine Scheingenauigkeit die Resultate verfälscht.

2.2 Untersuchungsgebiet und Quellen

Als Untersuchungsgebiet wurde der heute rund 300 ha grosse Bülacher Hard gewählt, der Teil der Stadtwaldungen von Bülach ist und rund zwanzig Kilometer nördlich der Stadt Zürich liegt. In diesem Wald sind bis heute Reste der einst in dieser Region verbreiteten Eichenhochwaldbestände *(Bürgi,* 1997) vorhanden.

Der Hard wird zerschnitten durch die Hauptstrasse von Zürich via Bülach und Eglisau nach Schaffhausen und durch die im Jahre 1897 eröffnete Eisenbahnlinie von Bülach via Eglisau nach Schaffhausen. Diese verläuft durch eine 1817 infolge eines bewilligten Rodungsbegehrens der Gemeinde Bülach gerodete Fläche.[1] 1891 wurde ebenfalls auf dieser Fläche die Glashütte Bülach in Betrieb genommen *(Holliger,* 1990, S. 71). Der südlich dieser Rodungsfläche liegende Waldteil heisst heute Lärcheneinschlag. Aufgrund seiner früheren Zugehörigkeit zum Hard wird er ebenfalls zum Untersuchungsgebiet gerechnet. Seit 1972 wird der Lärcheneinschlag von der Umfahrungsstrasse Bülach zerteilt.[2]

Die wichtigsten Quellen der Bestandesgeschichte sind die Wirtschaftspläne. Neben allgemeiner und spezieller Bestandesbeschreibung und tabellari-

[1]Die Gemeinde Bülach begründete das Begehren mit dem Mangel an Pflanz- und Ackerland infolge der Missernten 1816/17.

[2]Mündliche Mitteilung W. Leimbacher.

scher Angaben zu Holzvorrat, Stammzahlen und Hauptbaumarten umfassen sie in der Regel auch Karten der betreffenden Waldung. Diese erlauben es, die Waldentwicklung auch in ihrer räumlichen Dimension darzustellen und zu analysieren.

Der Stadtwald von Bülach wurde bereits 1819 durch Forstmeister Obrist von Zollikon vermessen, da dies eine der regierungsrätlichen Auflagen zur Erteilung einer durch Bülach beantragten Rodungsbewilligung war. Die Pläne dieser ersten und der späteren Vermessungen befinden sich im Staatsarchiv Zürich.[3] Die Vermessung durch Obrist war Grundlage des ersten Wirtschaftsplanes von Bülach, der im Jahre 1822 erstellt wurde. Weitere Wirtschaftspläne stammen aus den Jahren 1852, 1878, 1898, 1924, 1933, 1948, 1958, 1972, 1982 und 1996.[4]

2.3 Vorgehen und Methodik

Einerseits wurde die Waldentwicklung aufgrund der in den Wirtschaftsplänen enthaltenen Kartierungs- und Inventurdaten erfasst und analysiert (Kapitel 3.1). Andererseits wurden zur Untersuchung der Bestandesgeschichte mittels GIS den Wirtschaftsplänen Angaben zur Geometrie und zu den Waldtypen entnommen und für jeden Wirtschaftsplan eine Waldtypenkarte erstellt. Dabei wurde ein von *Schenk* (1993) als «Rückschreibung» bezeichnetes Vorgehen gewählt, indem zuerst die neueste und genaueste Karte digitalisiert und anschliessend die früheren Kartengrundlagen schrittweise durch Kopieren und Ergänzen der Veränderungen erstellt wurden. Die so gezeichneten Karten sind genauer, als wenn die alten Kartengrundlagen digitalisiert und anschliessend auf genaue Passpunkte entzerrt würden. Daher wurde angenommen, dass die dem GIS entnommenen Flächengrössen genauer sind, als die in den früheren Wirtschaftsplänen enthaltenen Angaben.

Ausgehend von der Digitalisierung des aktuellen Grundbuchplans im Massstab 1:5000 mittels der GIS-Software ARC/INFO wurden aufgrund der den Wirtschaftsplänen beiliegenden Karten die Abteilungs- bzw. Unterabteilungs- und Kluppierungseinheitsgrenzen eingetragen. Dabei wurden zuerst die Abteilungsgrenzen von 1972 erfasst und anschliessend die weiter zurückliegenden Grenzverläufe erstellt. Weshalb nicht von der Bestandeskarte 1996 ausgegangen wurde, wird noch eingehend erläutert. Der Plan von 1933 wurde nicht ausgewertet, um die Abstände zwischen den erfassten Zuständen möglichst regelmässig zu gestalten. Ebenfalls nicht einbezogen wurden die Angaben aus dem Wirtschaftsplan von 1982, da er nicht auf neuen Vorratserhebungen basiert. Bei der Erfassung der Geometrie wurde, um eine gute Vergleichbarkeit zu gewährleisten, darauf geachtet, dass die verschiedenen Karten eine

[3]Staatsarchiv Zürich Plan P 668 1–37.
[4]Staatsarchiv Zürich ZAK III–IV 88/07 65 und Archiv Oberforstamt des Kantons Zürich.

ähnliche räumliche Auflösung, d.h. eine ähnliche mittlere Flächengrösse aufweisen.

Jeder Teilfläche konnte nun aufgrund der Quellenangaben ein Waldtyp zugeordnet werden. Die Klassifizierung der Bestände stützt sich nach Möglichkeit nicht auf die zeitgenössischen Zuordnungen, sondern auf die in den Wirtschaftsplänen enthaltenen sogenannten speziellen Beschreibungen der Bestände und auf die Inventurdaten (in der Regel Vollkluppierungsdaten). Unterschieden wurde zwischen folgenden Waldtypen: Niederwald, Mittelwald, Eichenhochwald, übriger Laubhochwald, Mischwald, Nadelwald, Eichenschälwald und baumfreie Sonderfläche. Als Nadelwald wurden Bestände mit mehr als 80% Vorratsanteil der Nadelbäume, als Laubwald solche mit mehr als 80% Vorratsanteil der Laubbäume festgelegt. Stärker gemischte Bestände wurden als Mischwald ausgeschieden. Als Eichenhochwälder wurden Bestände bezeichnet, die mehr als 50% Eichenvorrat aufweisen.

Obschon für 1797 kein Wirtschaftsplan vorliegt, konnte eine Waldtypenkarte erstellt werden. So ist aufgrund von Angaben im Wirtschaftsplan von 1852 bekannt, dass 1799 der Eichenhochwald im Lindi (die nördlichste Abteilung des Hards, siehe *Abbildung 9)* «durch fremdes Militair» geschlagen worden sei. Weitere im Zustand 1822 als Acker ausgeschiedene Flächen waren nach den Missernten in den Jahren 1816/17 gerodet worden. Wo entsprechende Hinweise vorlagen, wurden diese Flächen und weiteres, 1822 als baumfreie Sonderflächen ausgeschiedenes Ackerland für den Zustand 1797 als Eichenhochwald klassifiziert. Gemäss dem Wirtschaftsplan 1822 war die Fläche des Eichenhochwaldes gegen Ende des 18. Jahrhunderts noch wesentlich grösser gewesen. Zum einen bestanden die auf rund 100 ha vorhandenen Nadelbaumbestände 1822 aus sogenanntem Föhrenbrennholz, eine Betriebsklasse, die im Zürcher Unter- und Weinland nur in Bülach ausgewiesen wurde und dort seit ungefähr 1780 bestand (WP Bülach 1822). Für einige dieser Bestände ist belegt, dass sie auf ehemaligen Eichenhochwaldbeständen begründet wurden, für andere ist dies anzunehmen. Für die Waldtypenkarten 1797 wurden daher alle Föhrenbrennholzbestände, die aufgrund der Altersangabe später entstanden sind, ebenfalls als Eichenhochwald klassifiziert.

Ganz anders war bei der Erstellung der Waldtypenkarte 1996 vorzugehen. Hier lagen keine abteilungsweisen Kluppierungsdaten vor, sondern Stichprobenaufnahmen, die auf einem Raster von 80 * 150 m erhoben worden waren. Damit fehlte die direkte Vergleichbarkeit mit den Vollkluppierungsdaten. Die Stichproben konnten jedoch mit den bisherigen Abteilungsgrenzen überlagert und flächenweise die Mittelwerte der Baumartenanteile berechnet werden. Dieses Vorgehen kann für kleine Einheiten, in die entsprechend wenig Stichproben fallen, zu Genauigkeitsproblemen führen. Daher wurde die Waldtypenkarte 1996 nicht mit den kleineren Kluppierungseinheiten von 1972, sondern basierend auf den Abteilungsgrenzen erstellt.

3. Resultate

3.1. Waldentwicklung aufgrund ausgewählter Kartierungs- und Inventurdaten

3.1.1 Altersklassen

Die Altersklassendaten der Bülacher Stadtwaldungen sind bereits in die Literatur eingegangen. *Leimbacher* (1996) wies an ihrem Beispiel auf die Problematik der Nachhaltigkeitskontrolle über die Fläche anhand der Altersklassenverteilung hin. Im Wirtschaftsplan 1996 findet sich eine Zusammenstellung der Altersklassenentwicklung ab 1822 *(Abbildung 1)*. Allerdings betreffen diese Angaben den gesamten Bülacher Stadtwald, wovon der Hard rund 60 % einnimmt. Im 19. Jahrhundert wurden grosse Flächen von jungen Beständen eingenommen, was auf starke Verjüngungsaktivitäten hinweist. 1972 wurde als neue Klasse Mittelwald ausgeschieden. Damit versuchte man die Einteilung offensichtlich ungleichaltriger Bestände in eine konkrete Altersklasse zu vermeiden. Da der Mittelwaldbetrieb in Bülach 1914 eingestellt worden war, weisen die Mittelwaldbestände von 1972 nicht mehr die charakteristische Schichtung auf. Durch entsprechende waldbauliche Eingriffe sind seither vermehrt stufige Bestände entstanden, was im grösseren Anteil dieser Klasse an den Werten für 1996 zum Ausdruck kommt.

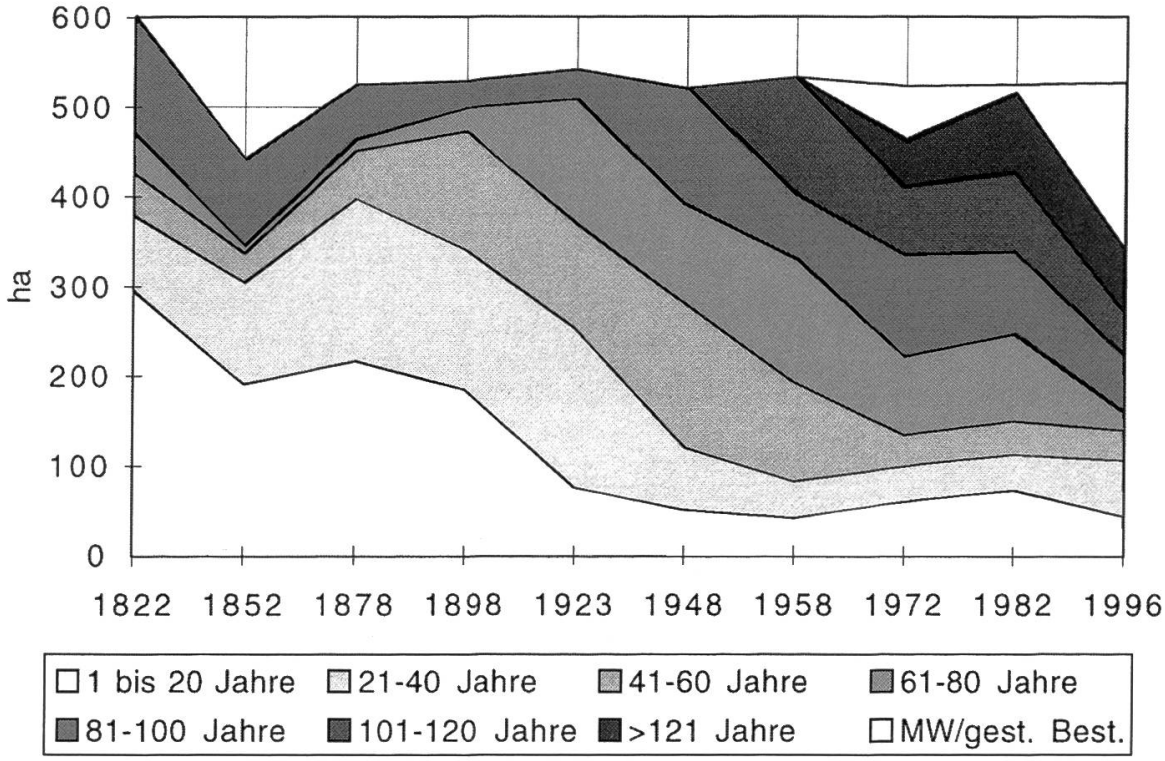

Abbildung 1. Altersklassenentwicklung der Bülacher Stadtwaldungen (MW/gest. Best. = Mittelwald/gestufte Bestände) (Daten: zusammengestellt in WP Bülach 1996).

3.1.2 Stammzahlen, Holzvorrat und Mittelstamm

Die Bülacher Wirtschaftspläne enthalten seit 1924 Angaben zum Holzvorrat und seit 1933 Daten zu den Stärkeklassenverhältnissen und den Baumarten. Diese konnten für den Hard und basierend auf einer einheitlichen Kluppschwelle von 16 cm ausgewertet werden. Die Entwicklung zeigt seit den 1930er Jahren einen Rückgang der Stammzahlen um 27% von 401,5 N/ha auf 294 N/ha, während der Holzvorrat zwischen 1924 und 1996 um knapp 55 % von 208,4 m^3/ha auf 322 m^3/ha anstieg *(Abbildung 2)*. Entsprechend stieg der Mittelstamm, der als Quotient von Vorrat und Stammzahlen berechnet wird, stark an, nämlich von 0,63 m^3/N auf 1,10 m^3/N.

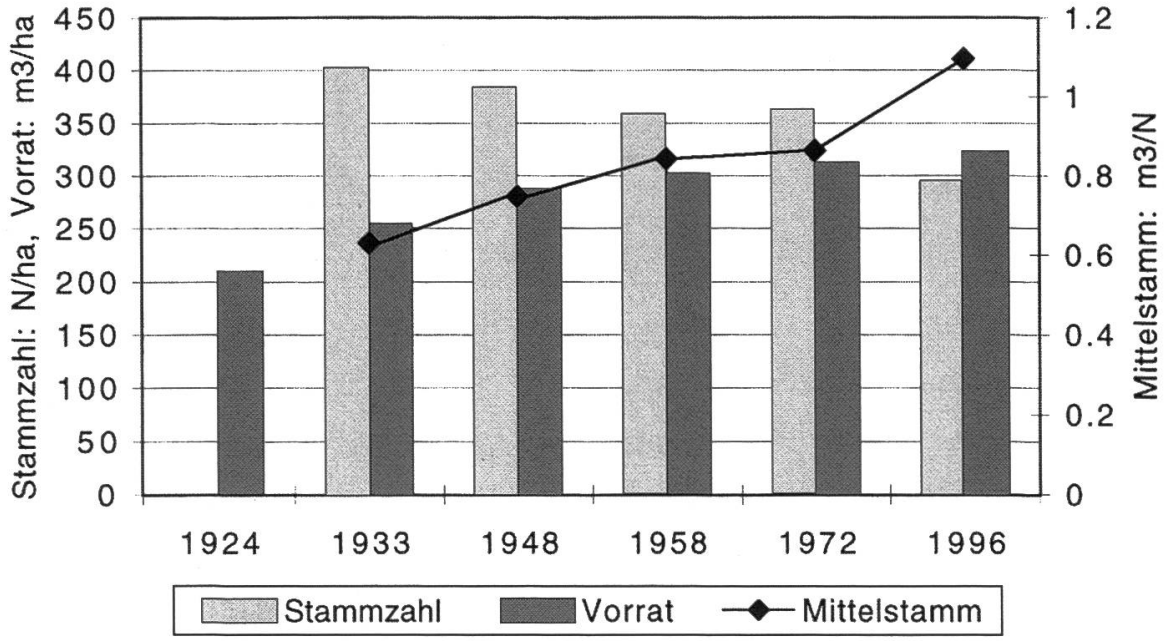

Abbildung 2. Entwicklung von Stammzahl und Holzvorrat pro Fläche (linke Skala) sowie dem daraus errechneten Mittelstamm (rechte Skala) (Daten: WP Bülach).

3.1.3 Stammzahlen und Holzvorrat pro Stärkeklasse

Die Entwicklung der Stammzahlen pro Stärkeklasse *(Abbildung 3)* zeigt für 1933 einen sehr grossen Anteil der zweiten Klasse und sehr wenig Stämme mit Durchmesser über 52 cm. Seither hat die Bedeutung der grösseren Stärkeklasse stark zugenommen, eine Entwicklung, die auch in der Altersklassenentwicklung *(Abbildung 1)* sichtbar ist. Die Entwicklung der Vorräte ist bereits ab 1924 darstellbar *(Abbildung 4)*. Die geringen Vorräte in den grösseren Stärkeklassen können ebenfalls als Folge der intensiven Verjüngungstätigkeit im 19. Jahrhundert interpretiert werden.

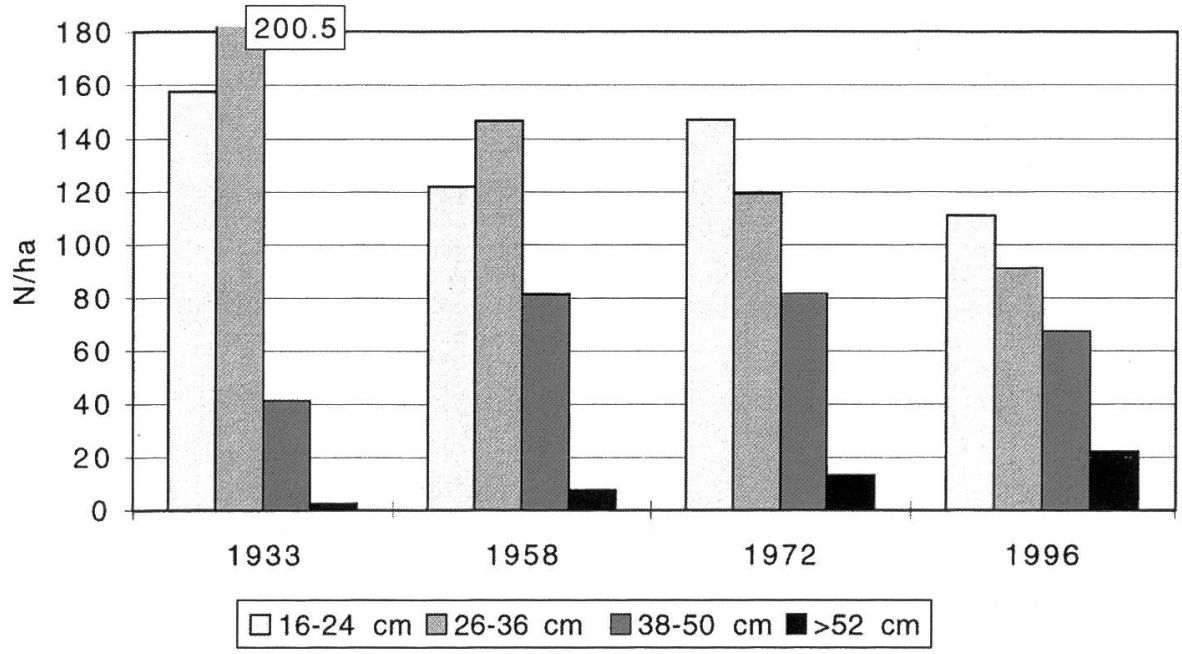

Abbildung 3. Entwicklung der Stammzahl pro Fläche je Stärkeklasse (Daten: WP Bülach).

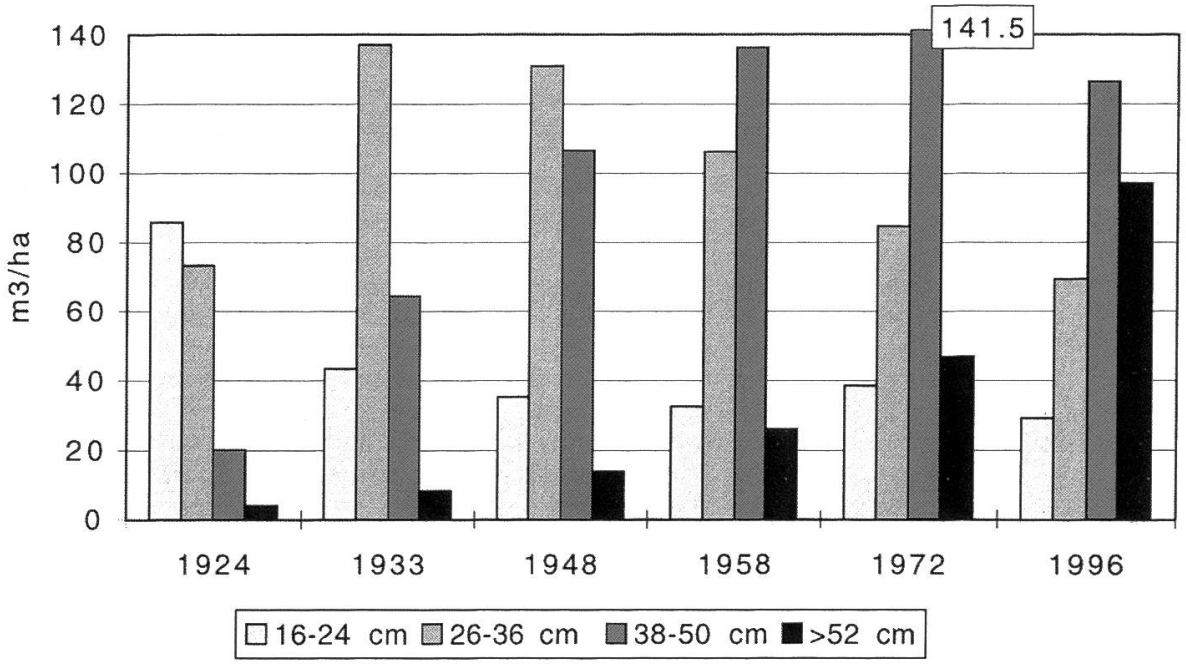

Abbildung 4. Entwicklung des Holzvorrates pro Fläche je Stärkeklasse (Daten: WP Bülach).

3.1.4 Hauptbaumarten

Die Stammzahlen- und die Vorratsentwicklung der Hauptbaumarten *(Abbildungen 5, 6)* zeigen für die 1930er Jahre eine Dominanz der Föhren. In den Stammzahlen sank die Bedeutung der Föhren seit 1933, während ihr

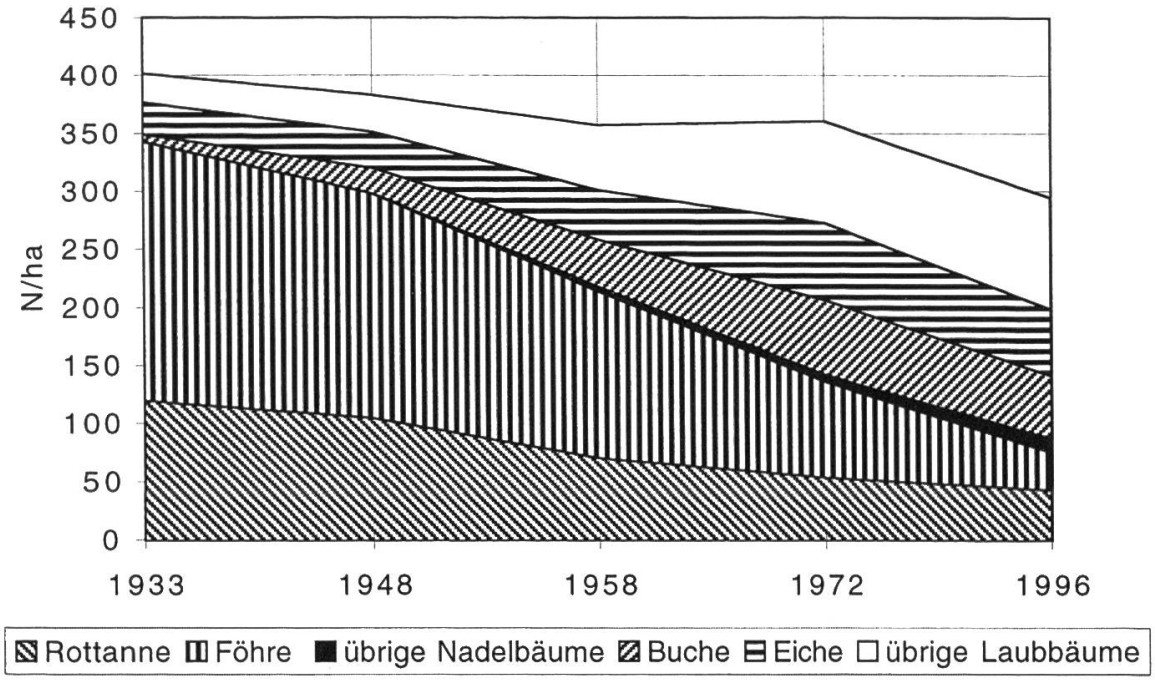

Abbildung 5. Entwicklung der artweisen Stammzahlenzusammensetzung (Daten: WP Bülach).

Rückgang im Holzvorrat mit der zu erwartenden Verzögerung ab 1958 ebenfalls deutlich sichtbar wird. Erkennbar ist zudem ein Anstieg der Buchenstammzahlen und der analog später einsetzende Buchenvorratsaufbau. Der Nadelbaumanteil sank in den Stammzahlen von 85 % im Jahr 1933 auf 30 % im Jahr 1996. Etwas weniger stark, aber immer noch beträchtlich ist

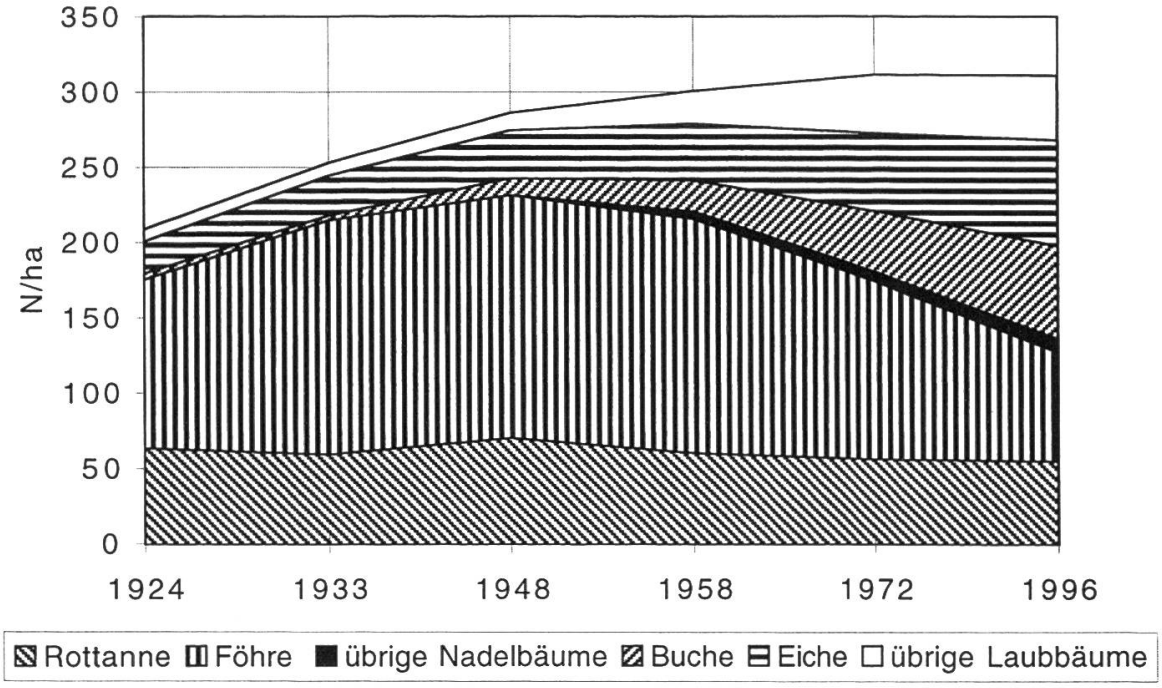

Abbildung 6. Entwicklung der artweisen Vorratszusammensetzung (Daten: WP Bülach).

der Rückgang des Nadelbaumanteils in den Vorratszahlen, nämlich von 84 % im Jahr 1924 auf 44% im Jahr 1996.

3.2 Bestandesgeschichte mittels GIS

3.2.1 Waldtypenkarten

In einem ersten Schritt wurden mittels der beschriebenen Methodik Waldtypenkarten erstellt. In *Abbildung 7* und *Abbildung 8* sind die Karten für die Jahre 1797, 1822, 1852, 1878, 1924, 1958, 1972 und 1996 dargestellt.

Die Waldtypenkarte 1797 zeigt bei einer Gesamtfläche des Hards von 371 ha auf einer Fläche von 283 ha Eichenhochwälder. Dies macht klar, weshalb Goethe, auf der den Hard von Norden nach Süden durchquerenden Strasse fahrend, diesen als Eichenwald bezeichnete (Zitat in *Meyer,* 1931, S. 231). In den tiefer gelegenen Waldparzellen im Nordwesten und im Westen, entlang der Glatt, stockten Niederwaldbestände. Diese blieben in ihrer Ausdehnung bis 1852 praktisch unverändert. Hingegen wurden zwischen 1822 und 1852 sämtliche Eichenhochwaldungen östlich der den Hard zerschneidenden Strasse in Nadel- und Mischwälder umgewandelt. Die in der Waldtypenkarte 1852 als Sonderflächen ausgeschiedenen Parzellen wurden zwischen 1841 und 1848 geschlagen und anschliessend bis 1852 landwirtschaftlich genutzt. Sie waren zur Föhrensaat bestimmt. Dazu findet sich im Wirtschaftsplan von 1924 der Hinweis, dass die Gemeinde Bülach 1835 bei Forstmeister Steiner in Unterstrass 120 Pfund Föhrensamen und 20 Pfund Lärchensamen gekauft habe. Für die Jahre 1841 bis 1853 gibt *Grossmann* (1925, S. 126) für verschiedene Gemeinden die Menge der gekauften Föhrensamen an; für Bülach waren es durchschnittlich gut 50 kg pro Jahr. In den als Mischwälder ausgeschiedenen Beständen stockten Föhren mit Beimischung von Eichen.

Für die Planungsperiode ab 1852 war eine Ausdehnung der Eichenhochwälder durch Umwandlung von 11,3 ha Nadelwald vorgesehen. Ein Blick auf die Waldtypenkarte 1878 zeigt, dass die vorgesehene Vergrösserung der Eichenhochwaldungen nicht ausgeführt wurde. Im Gegenteil erlitt dieser Waldtyp einen eigentlichen Einbruch, indem sämtliche Eichenhochwälder östlich der Strasse ebenfalls in Nadelwälder umgewandelt wurden. Einzig in dem durch den Bahnbau abgetrennten südlichen Waldteil stockten noch auf rund 22,7 ha Eichenhochwälder. Die Nadelwaldbestände westlich der Strasse sind auch heute noch eher rottannenreich, während diejenigen östlich davon föhrenreich sind. Dies bestätigt, dass im Zürcher Unter- und Weinland der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Föhrensaaten verbreitet waren, während in der zweiten Hälfte Rottannenpflanzungen bevorzugt wurden *(Bürgi,* 1998). Ein weiteres Planungsziel von 1852, nämlich die Überführung der Niederwälder in Mittelwälder wurde hingegen erreicht.

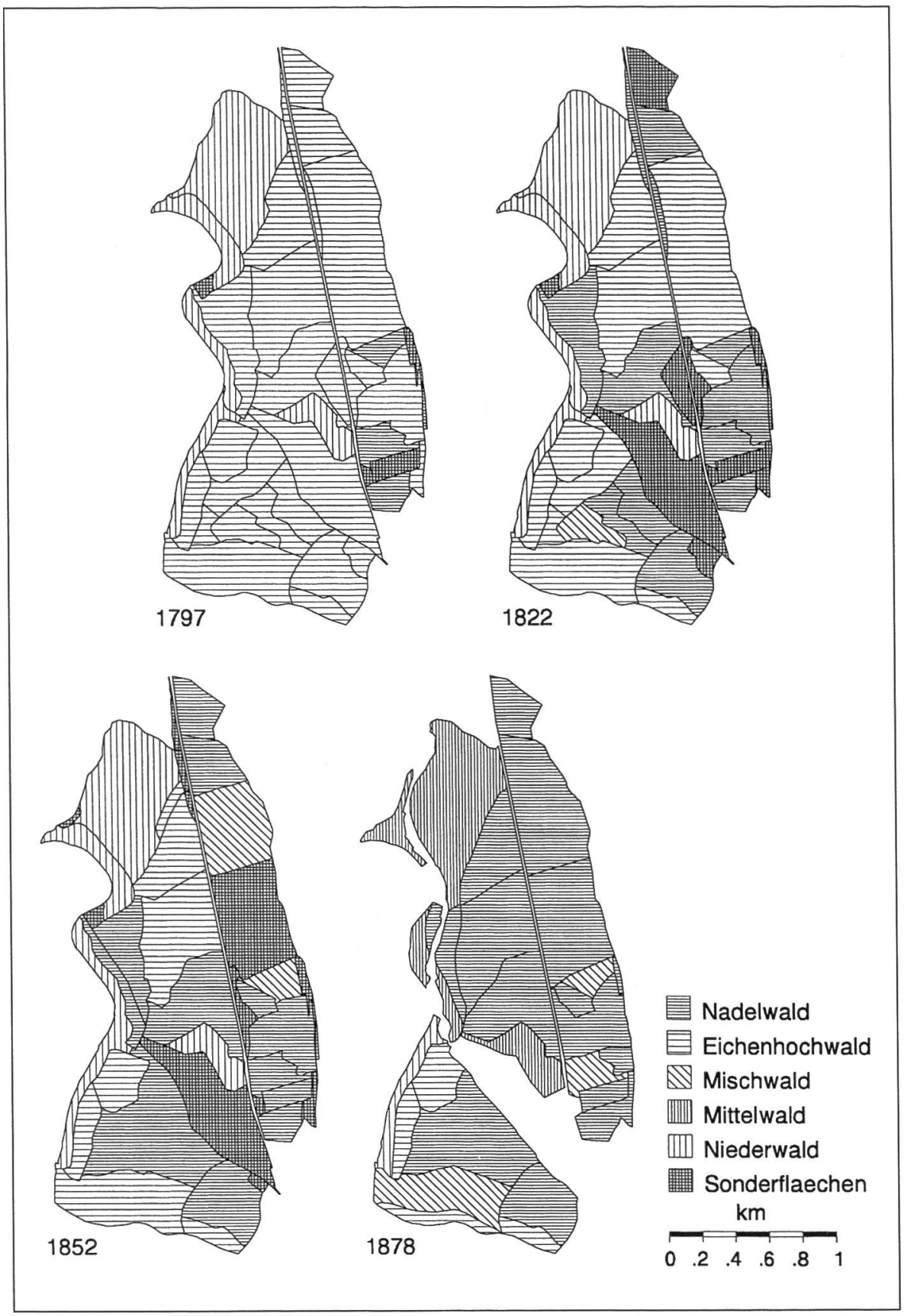

Abbildung 7. Waldtypen im Bülacher Hard 1797, 1822, 1852 und 1878 basierend auf einer Neuklassifizierung der Bestände (Daten: WP Bülach).

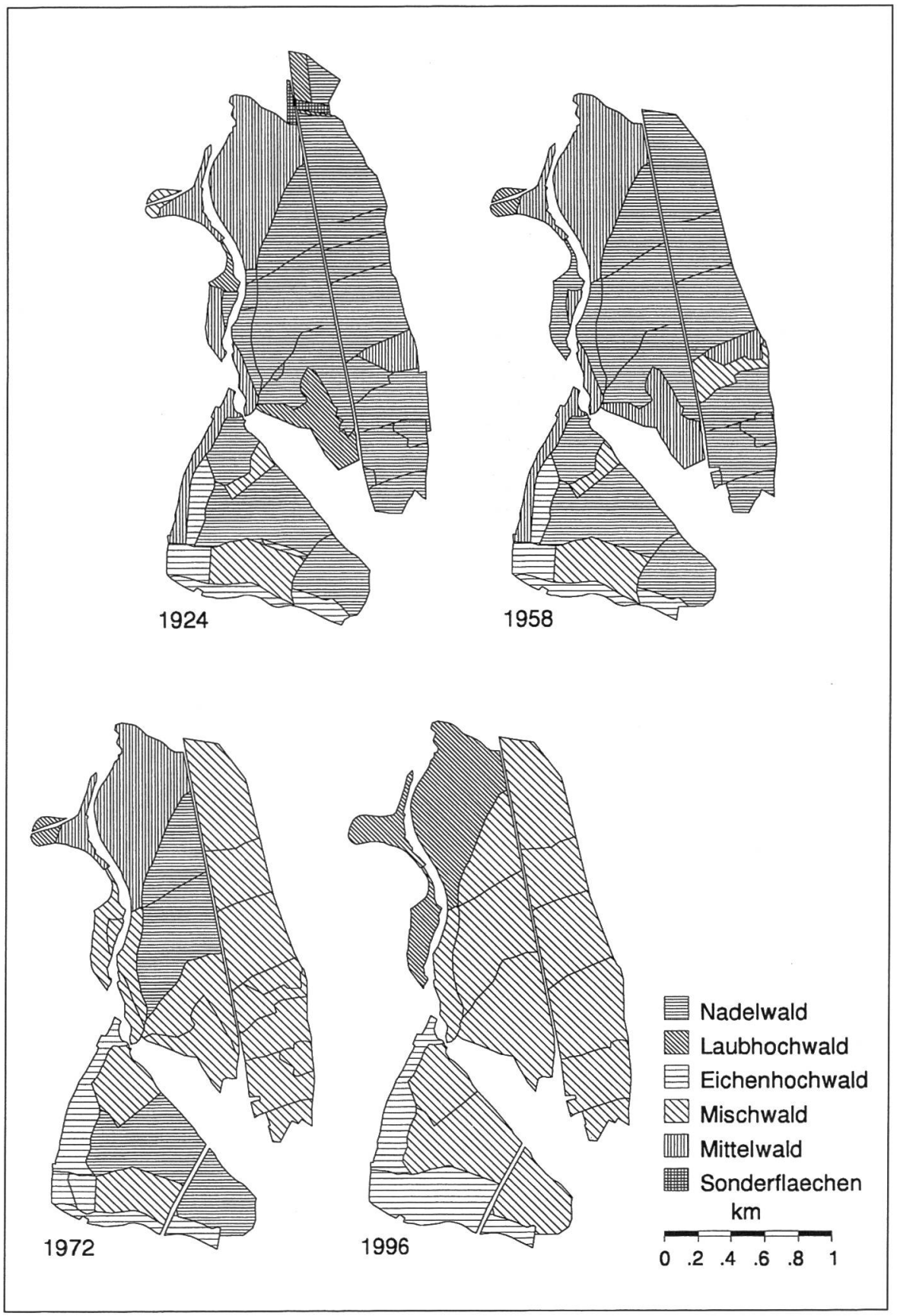

Abbildung 8. Waldtypen im Bülacher Hard 1924, 1958, 1972 und 1996 basierend auf einer Neuklassifizierung der Bestände (Daten: WP Bülach).

Im Wirtschaftsplan von 1898 wurden im Hard erstmals neben Nadelbrennholzbeständen auch Nadelbauholzbestände ausgeschieden, und zwar auf den beiden grossen, westlich der Strasse gelegenen Parzellen, die bereits in der vorangehenden Periode mit Rottannen bepflanzt worden waren. Zusätzlich wurde eine Parzelle im südlich der Bahnlinie liegenden Waldstück in Nadelbauholz umgewandelt und mit einer Mischung aus Rottannen, Buchen und Föhren bepflanzt. Die im Wirtschaftsplan von 1878 vorgesehene Umwandlung des damals 130- bis 180jährigen Eichenhochwaldes in Eichenschälwald wurde vollzogen, indem dieser Bestand geschlagen und der Nachfolgebestand als Niederwald genutzt wurde. Aufgrund der Altersangabe im Plan 1948 ist zu vermuten, dass im Jahr 1889 der letzte Niederwaldschlag erfolgt war und der Bestand somit während höchstens einer Nutzungsperiode als Eichenschälwald genutzt worden war. Dem östlich angrenzenden Bestand, der auf eine Eichelsaat von 1790 zurückgeht, wird bereits im Wirtschaftsplan 1898 eine Erholungsfunktion zugewiesen:

«Im Herbst 1898 wurden dort, aber auch im übrigen Bestande Ahorn, Hagebuchen, auch Tannen und Weichhölzer eingepflanzt, weil der Bestand, als dem Städtchen Bülach zunächst gelegen, als Spaziergang und Aufenthaltsort für die Einwohner erhalten zu werden verdient.» (WP Bülach 1898)

Nur geringe Veränderungen treten in der Waldtypenkarte von 1924 zutage. So war die letzte Niederwaldparzelle in Mittelwald überführt worden, Mischwälder wurden zu Laubwälder und im südlichen Waldteil unterteilte man eine Parzelle, wodurch die eine Hälfte erneut als Eichenhochwald ausgeschieden werden konnte. Ebenfalls in Eichenhochwald zurückgeführt wurde der erwähnte Eichenschälwaldbestand.

Die Waldtypenkarte für das Jahr 1948 zeigt, wie die nördlichste Abteilung, das sogenannte Haberland, kriegsbedingt zur Ausdehnung der Ackerfläche gerodet und aus dem Waldareal entlassen wurde. Dies war somit bereits die zweite Rodung dieser Fläche innerhalb von nur 150 Jahren, denn sie war bereits 1799 durch «fremdes Militair» geschlagen und bis 1841 als Ackerland genutzt worden (WP Bülach 1852). Die dem Wirtschaftsplan 1948 beigelegte Bestandeskarte zeigt weiter, dass die Kesselhiebe in den Mittelwäldern ausgedehnt und neue angelegt worden waren, was die Ungleichförmigkeit der Bestände verstärkte.

Der Vergleich der Waldtypenkarten von 1958 und von 1972 zeigt, dass die Mischwälder eine beträchtliche Ausdehnung zu Lasten der Nadelbaumbestände erfuhren. Dies ist jedoch nicht Ausdruck einer starken Veränderung des Bestandesbildes, sondern eine Folge davon, dass in vielen Abteilungen der Vorratsanteil der Laubbäume 20 % überstiegen hat, womit eine andere Klassifizierung vorgenommen wurde. Im südlichen Waldteil dehnte sich der Eichenhochwald auf Kosten des Mittelwaldes aus, weil der Eichenvorratsanteil 50 % überstieg. Die langgezogene Parzelle im Westen war somit seit 1898 von einem Niederwald über einen Mittelwald in einen Eichenhochwald überführt worden.

Wie erwähnt erfolgte die Klassifikation für die Waldtypenkarte 1996 nur aufgrund der Baumartenanteile in den Stichprobendaten. Die im Vergleich von 1972 und 1996 auftretende Umwandlung der Mittelwaldbestände in Laubhochwald ist daher methodenbedingt. Die weitere Ausdehnung des Mischwaldes auf Kosten des Nadelwaldes wäre wahrscheinlich hingegen auch bei der Berücksichtigung weiterer Bestandeseigenschaften aufgetreten.

3.2.2 Waldtypenentwicklung

Aufgrund der Neuklassifikation der Waldtypen kann eine Zeitreihe erstellt werden *(Abbildung 9)*. Diese zeigt, dass der Anteil der Eichenhochwälder in den 100 Jahren von 1797 bis 1898 von 76 % auf 3 % geschrumpft war. Bis 1996 stieg ihr Flächenanteil auf 13 % an. Ebenfalls einen starken Rückgang verzeichneten im 19. Jahrhundert die Niederwälder, während die Nadelwälder und die Mittelwälder zunahmen. Der Eisenbahnbau und die Entlassung der landwirtschaftlich genutzten Sonderflächen aus dem Waldareal im Zeitraum von 1852 bis 1878 führte zu einer Reduktion der Waldfläche. Eine nochmalige, allerdings geringere Flächeneinbusse erfuhr der Hard im 20. Jahrhundert durch die kriegsbedingten Rodungen im Zweiten Weltkrieg und durch den Strassenbau. Nur geringe Veränderungen fallen in die Periode 1878 bis 1958. Seit 1958 ist jedoch eine starke Zunahme des Mischwaldes und in geringerem Ausmass des übrigen Laubhochwaldes und auch des Eichenhochwaldes festzustellen.

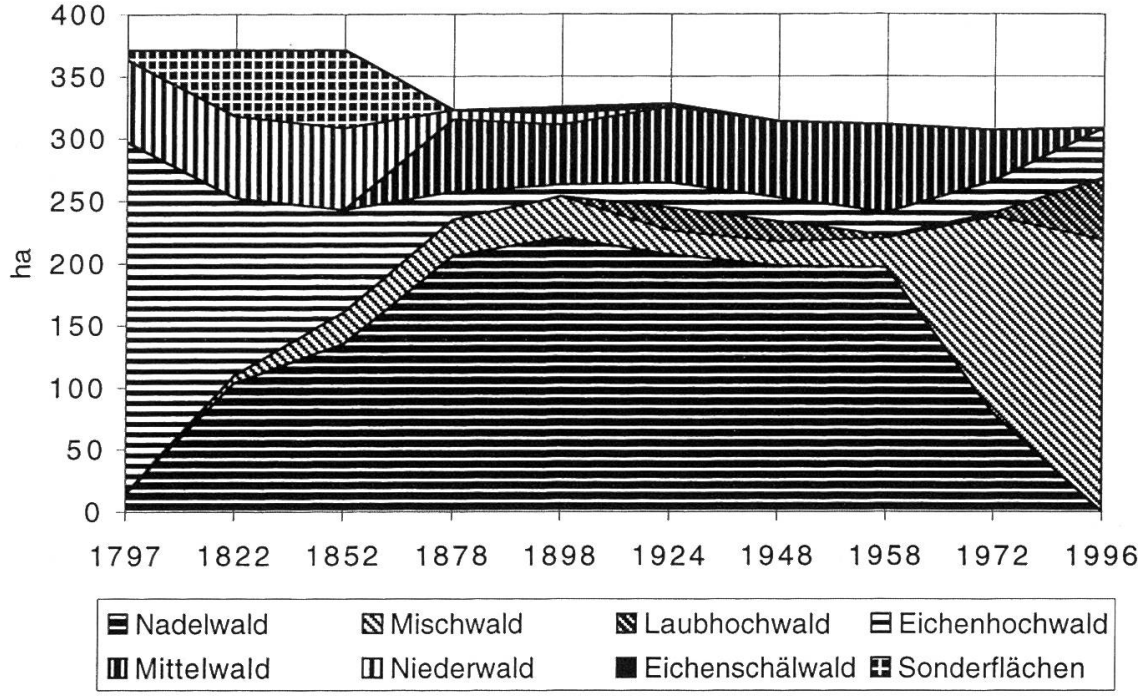

Abbildung 9. Waldtypenentwicklung im Bülacher Hard 1822 bis 1972 (Daten: WP Bülach).

3.2.3 Phasenweise Bilanzierung der Umwandlungen

Eine für die Bestandesgeschichte interessante Möglichkeit von GIS besteht darin, Karten überlagern zu können, wodurch untersucht werden kann, welche konkreten Umwandlungen vorgenommen wurden. Aus den zehn Waldtypenkarten liessen sich im Prinzip neun Überlagerungen herstellen. Die im vorangehenden Kapitel gefundene Struktur bietet sich jedoch für eine Vereinfachung an, indem eine Untersuchung der Perioden 1797 bis 1878, 1878 bis 1958 und 1958 bis 1996 sinnvoll erscheint.

Die Resultate sind in *Abbildung 10* grafisch dargestellt. Die grauen Kreisflächen entsprechen jeweils der Fläche des Waldtyps am Anfang, die schwarze am Ende der Periode. Die Zahlen in bzw. bei den Kreisen und Pfeilen bezeichnen die Flächengrösse in Hektar. Die Pfeile geben an, welche Umwandlungen und Überführungen stattfanden, wobei die Pfeilbreiten flächenproportional sind und nur Veränderungen, die auf mehr als 5 ha stattfanden, dargestellt sind. Dies führt dazu, dass die Bilanzierung der Zahlenwerte nicht immer aufgeht.

Die wichtigsten Umwandlungstypen in der Periode 1797 bis 1878 sind mit 195 ha die Umwandlung von Eichenhochwald in Nadelwald und mit 47 ha die Überführung der Niederwälder in Mittelwälder. Die meisten Rodungen fanden ebenfalls in den beiden im Rückgang begriffenen Waldtypen statt, nämlich auf 34 ha im Eichenhochwald und auf 12 ha im Niederwald. Neu entstand der Waldtyp Mischwald auf 19 ha ehemaligem Eichenhochwald und auf 10 ha Nadelwald. Diese Erweiterung des Mischwaldes ist angesichts der sonstigen Förderung des Nadelwaldes erstaunlich. 11 ha Eichenhochwald wurden zu Mittelwald.

In der Periode von 1878 bis 1958 veränderte sich weniger. 15 ha Nadelwald waren kriegsbedingt gerodet worden. Auf 9 ha wurde Nadelwald in Mischwald umgewandelt oder überführt, wobei auf 6 ha die umgekehrte Entwicklung stattfand und 5 ha Mischwald zu Eichenhochwald wurden. Dieser nahm gesamthaft jedoch ab, weil 9 ha in Nadelhochwald umgewandelt wurden. Die grösste Zunahme verzeichnete der Mittelwald, der durch die restlichen 7 ha Niederwald und durch 6 ha Nadelwald erweitert wurde. Erstmals ist auf einer geringen Fläche übriger Laubhochwald ausgeschieden worden.

Auf wesentlich grösseren Flächen hat sich in der letzten, nur halb so langen Periode von 1958 bis 1996 der Waldtyp verändert. Die wichtigste Veränderung ist dabei die Umwandlung von 188 ha Nadelhochwald in Mischwald. Da weitere 6 ha Nadelhochwald in übrige Laubhochwälder umgewandelt wurden, ist dieser Waldtyp 1996 nicht mehr vertreten. Ebenfalls verschwunden sind die Mittelwälder, die auf 42 ha in übrige Laubhochwälder, auf 19 ha in Mischwälder und auf 7 ha in Eichenhochwälder klassifiziert wurden. Die Eichenhochwälder verdoppelten in dieser Periode ihre Fläche, weil nun auch 13 ha ehemaligen Mischwaldes zum Eichenhochwald gezählt werden kann.

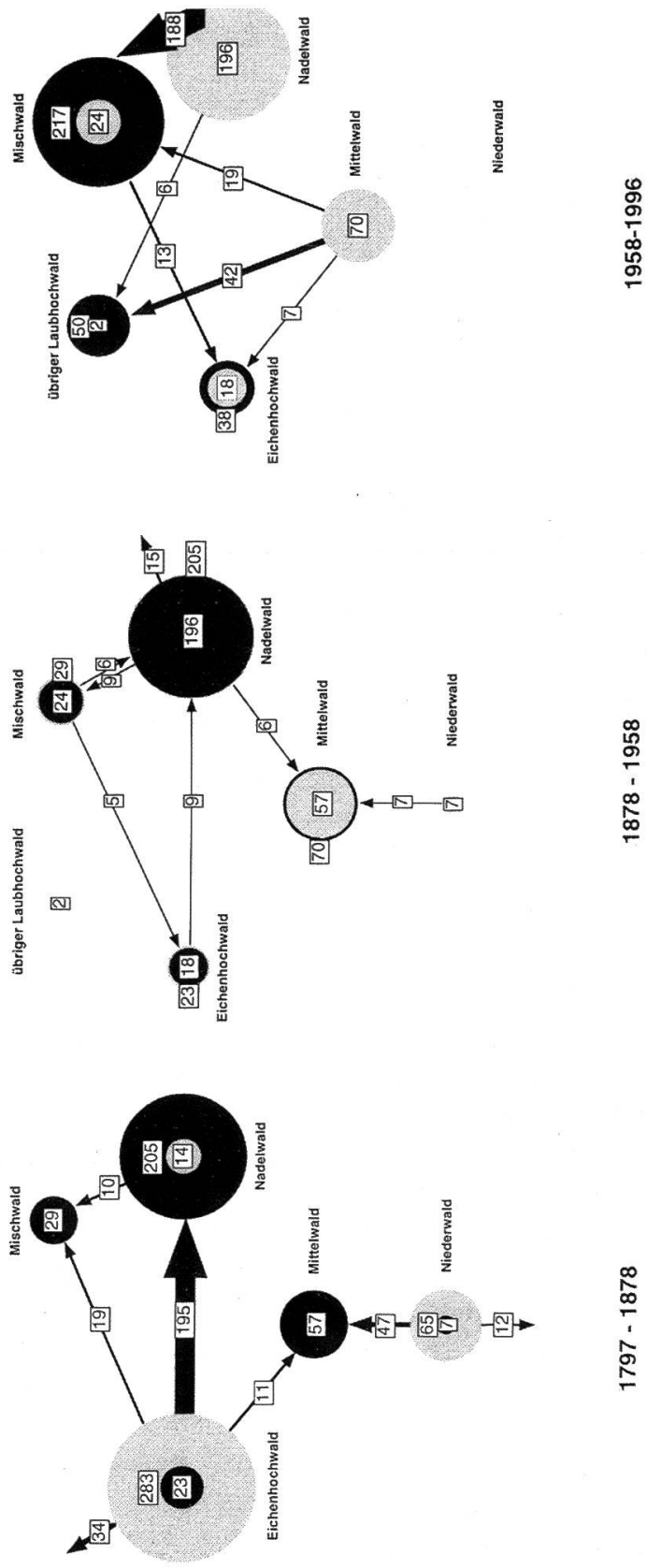

Abbildung 10. Umwandlungen im Bülacher Hard in den Perioden 1797 bis 1878, 1878 bis 1958 und 1958 bis 1996 in ha.

3.2.4 Bodenentwicklung

Die dargestellten Veränderungen waren mit ganz unterschiedlichen Eingriffen und Folgen für den Waldboden verbunden. Besonders tiefgreifend sind Umwandlungen, die mit einer landwirtschaftlichen Zwischennutzung *(Bürgi,* 1998) verbunden sind. Für den Bülacher Hard lässt sich anhand Bestandeskarten und der speziellen Beschreibungen mittels GIS bestimmen, dass 70 % des heutigen Waldbodens seit 1797 für einige Zeit ackerbaulich genutzt wurden. So war im 19. Jahrhundert bei Umwandlungen in Nadelwald und auf den Nadelwaldschlägen eine landwirtschaftliche Zwischennutzung die Regel. Dem Wirtschaftsplan von 1924 kann entnommen werden, dass in der zurückliegenden Periode die Kahlschlagwirtschaft und die landwirtschaftliche Zwischennutzung aufgegeben wurden; letzteres, weil die Rodungsarbeiten für eine lediglich dreijährige Nutzung zu mühsam geworden waren (WP Bülach 1924). Am kontinuierlichsten verlief die Bodenentwicklung in den letzten 200 Jahren in Teilen der heutigen Eichenhochwaldreste und in den Mittelwaldbeständen, die durch Überhalt von Lassreiteln aus Niederwäldern umgewandelt wurden.

4. Diskussion

4.1 Diskussion der Methode

Eine grundsätzliche Schwierigkeit beim Umgang mit GIS und historischen Daten besteht darin, dass das GIS zu einer eindeutigen, parzellenscharfen Zuordnung des erfassten Landschaftsausschnittes zwingt. Dieser Zwang zur Eindeutigkeit und Genauigkeit, der auch bei nicht-historischen Anwendungen zu Problemen führen kann *(Unwin,* 1995), tritt bei der Arbeit mit historischen Quellen unklarer Verlässlichkeit und Vergleichbarkeit verschärft auf. Es besteht dabei die Gefahr, dass durch die parzellenscharfe Zuweisung von Informationen eine Scheingenauigkeit entsteht, die bei weiterer Verarbeitung der Daten zu Fehlschlüssen führen kann.

Während die Bestände in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts aufgrund der vorangegangenen Plenternutzung und den diversen Nebennutzungsweisen kleinräumig noch recht inhomogen waren, wuchsen auf den zwischen 1850 und 1910 üblichen Kahlschlägen einigermassen homogene Nachfolgebestände. Mittels GIS lässt sich die Waldtypenentwicklung dieser Zeit gut darstellen. Seit der Abkehr von der Kahlschlagwirtschaft und der Verbreitung von kleinräumigeren Verjüngungsverfahren sind die Bestände jedoch erneut inhomogener geworden. So sind bereits im nicht erfassten Plan von 1933 zahlreiche Kesselhiebe eingezeichnet.

Die Aussagekraft der Waldtypenkartierung 1996 ist ebenfalls eingeschränkt. Beispielsweise ist das vollständige Verschwinden der Mittelwaldbe-

stände methodenbedingt, da die Klassifizierung nur noch auf die Baumartenzusammensetzung abgestützt wurde. Die Grafik der Altersklassenentwicklung des gesamten Stadtwaldes *(Abbildung 1)* zeigt hingegen für 1996 eine starke Ausdehnung der gestuften Bestände (siehe Kapitel 3.1.1). Eigentlich müssten diese als neuer Waldtyp klassifiziert werden, der möglicherweise auch bereits in früheren Waldtypenkarten hätte vertreten sein können. Es ist darauf hinzuweisen, dass Mittelwälder nicht, wie *Abbildung 1* suggeriert, erst 1972 geschaffen wurden, sondern seit 1878 als Waldtyp vorhanden sind.

Auch die Inventurdaten *(Abbildungen 5* und *6)* zeigen eine starke Abnahme des Anteils der Nadelbäume. Wahrscheinlich wären jedoch bei einer anderen Gruppierung auch in der Waldtypenkarte 1996 noch Einheiten mit einem Nadelbaumanteil von über 80 % entstanden, womit noch Nadelwald ausgeschieden worden wäre. Dies zeigt, dass die Bestandesgeschichte mittels GIS die Erfassung der Waldentwicklung aufgrund ausgewählter Kartierungs- und Inventurdaten ergänzt, jedoch nicht ersetzen kann.

Die Zunahme der Eichenhochwaldfläche seit 1958 weist auf ein weiteres Problem des gewählten Vorgehens hin. Als Klassifizierungskriterium sind die Vorratsprozente der Nadel- und Laubbaumarten bzw. für den Eichenhochwald der Eichen gewählt worden. Sobald flächige Eichenverjüngungen in die Kluppierungsgrenze eingewachsen sind, können sie daher das Kriterium von 50 % Eichenvorratsanteil erfüllen. Es ist dann zwar von einem Eichenhochwald zu sprechen, der jedoch noch ganz andere ökologische Eigenschaften aufweist als ein mehrhundertjähriger Eichenhochwald.

Zu berücksichtigen ist weiter, dass hinter den unterschiedenen Umwandlungstypen sehr unterschiedliche Prozesse stehen. So erfolgt die Umwandlung von Eichenhochwald in Nadelwald «schlagartig», während die Überführung von Nadelwald in Mischwald im vorliegenden Fall in Form einer mehr oder weniger kontinuierlichen Erhöhung des Laubbaumanteiles verlief. Erst die Festlegung von Waldtypen, die durch einen bestimmten Schwellenwert unterschieden werden können, führt hier zu einem zeitlich konkreten Ereignis.

4.2 Die Bestandesgeschichte des Bülacher Hards

Für das 19. Jahrhundert ist die wichtigste Veränderung im Bülacher Hard das weitgehende Verschwinden der Eichenhochwälder. Es stellt sich daher die Frage, wie diese Entwicklung in den Quellen kommentiert wird. Im Textteil des Wirtschaftsplanes 1852 wird diese starke Abnahme der Eichenhochwälder interessanterweise als Verstoss gegen das Gebot der Nachhaltigkeit gewertet:

«Diese auffallende Überschreitung der Nachhaltigkeit lässt sich zwar durch die geringe Beschaffenheit der abgetriebenen Bestände und durch die Verschlechterung des Bodens unter denselben einigermassen entschuldigen, vollständig rechtfertigen aber nicht. Noch weniger kann die gänzliche Ver-

nachlässigung der Nachzucht junger Eichen an der Stelle der abgetriebenen gerechtfertigt werden, weil man dadurch nicht nur das leider überall bemerkbare Zurückgehen der werthvollen und nutzbarsten Holzarten begünstigt, sondern auch einen sehr bedeutenden Eingriff in den Kapitalwerth der Waldung macht und dadurch eine der heiligsten Pflichten moralischer Personen, die darin besteht: der Nachkommenschaft das von den Vätern ererbte Vermögen ungeschwächt zu überliefern, verletzte.» (WP Bülach 1852)

An einer anderen Stelle wird festgestellt, dass der Boden für die Nachzucht reiner Eichenbestände nicht mehr kräftig genug sei. Die Natur gebe mit dem Aufkommen von Rottannen in den alten Beständen selbst einen deutlichen Fingerzeig, welche genügsame, den Boden beschattende und düngende Baumart beizumischen sei. Eine kritische Feder ergänzte die Ausführungen über die ungünstigen Wachstumsverhältnisse in den Eichenhochwaldbeständen, mit der Bemerkung, dass «die Abneigung gegen die Erziehung solcher» auch zu ihrem Verschwinden beitrage. Nach den hohen realisierbaren Erträgen aus den Eichenaltbeständen war die Aussicht auf eine erneute 200jährige Wartezeit wenig verlockend. Die neu begründeten Nadelbrennholzbestände aus Föhren wurden mit einer Umtriebszeit von lediglich 60 Jahren bewirtschaftet.

In der geringen Vergrösserung der Eichenhochwaldfläche um 1924 kommt möglicherweise das Interesse des Taxators dieses Planes, dem Forstgeschichtler Heinrich Grossmann, an der Erhaltung der Eichenhochwaldreste zum Ausdruck. Kulturlandschaftliche und ästhetische Argumente sind es, mit denen er sich für diesen Waldtyp einsetzt:

«Stattlich und stolz steht noch der Eichenhochwaldrest ..., fast wie ein Zeuge aus grauer Vorzeit, ein kümmerlicher Rest einstigen Eichenreichtums einer kurzsichtigen Gemeinde. Für die heutige Generation besteht die moralische Pflicht diesen Hochwald zu reservieren, bis wieder andere Eichenbestände da sind, um auch den kommenden Generationen einen Begriff zu geben, was einst vorhanden war.» (WP Bülach 1924)

Weiter erwähnt Grossmann, dass die Gemeinde allein 1876 durch den Verkauf von Eichenholz 31 454.– Franken Einnahmen erzielen konnte und weist auf die Bedeutung der Eisenbahn für den Rückgang dieses Waldtypes hin. Der Rückgang setzte jedoch bereits deutlich vor dem Eisenbahnbau ein. Dies führt zu der im Rahmen einer regionalen Darstellung der Entwicklung der Eichenhochwälder in *Bürgi* (1997) diskutierten Vermutung, dass die Aufgabe der Schweinemast im Wald die Attraktivität der Eichenhochwaldbestände wesentlich geschmälert habe. Gleichenortes wurde gezeigt, dass die Gemeinden sich entweder für die Mittelwaldwirtschaft oder aber für ein Nebeneinander von Nieder- und Eichenhochwaldwirtschaft entschieden, um die Vielfalt der nachgefragten Sortimente erzeugen zu können. Im Fall der Bülacher Stadtwaldungen wird die Annahme, dass dies zwei eigentliche Strategien der Ressourcennutzung darstelle *(Bürgi,* 1997) insofern bestätigt, als eine zeitliche Abfolge feststellbar ist. Die Umwandlung der Eichenhochwälder in Nadel-

wälder löst nämlich offenbar das Bedürfnis nach Umwandlung der Niederwälder in Mittelwälder aus. So ist im Wirtschaftsplan von 1852 bezüglich der Behandlung der Niederwälder zu lesen:

«Während der ersten Niederwaldumtriebszeit sollen endlich sämtliche Niederwaldungen durch Überhalt von Lassreiteln in Mittelwald umgewandelt werden, um einerseits den, durch die vielen Umwandlungen von Eichenhochwaldbeständen in Nadelholz bewirkten Ausfall in der Eichenholzproduktion wenigsten theilweise zu ersetzen und andererseits den Material- namentlich aber den Geldertrag dieser Betriebsklasse zu erhöhen und die Erhaltung ihrer Bestockung mehr zu sichern.» (WP Bülach 1852)

5. Folgerungen

Die Aufarbeitung der Bestandesgeschichte mittels GIS stellt eine wertvolle, wenn auch arbeitsintensive Ergänzung zu den Angaben zur Waldentwicklung aufgrund der Inventur- und Kontrolldaten dar. Durch den Einsatz von GIS wird insbesondere die räumliche Erfassung der vorgenommenen Umwandlungen und Überführungen wesentlich erleichtert. Dies öffnet den Weg zu vermehrter Zusammenarbeit mit anderen räumlich konkret arbeitenden Fachrichtungen wie der Pflanzensoziologie oder der Pollenanalyse. Zudem weist die räumlich konkrete Waldtypenentwicklung deutlicher als die blossen Flächenangaben auf Bewirtschaftungsänderungen und damit auf Veränderungen in den Ansprüchen an den Wald hin. Dies bietet Möglichkeiten zur Intensivierung des interdisziplinären Dialogs zwischen Wald- und Forstgeschichte und Sozial- und Wirtschaftsgeschichte.

Zusammenfassung

Für zahlreiche Fragestellungen aus den Bereichen Waldbau, Naturschutz und Standortskunde sind Informationen zur kleinräumigen Veränderung des Waldes, der Bestandesgeschichte also, von grossem Interesse. Der Einsatz Geographischer Informationssysteme (GIS) erleichtert den Umgang mit derartigen Daten. Im vorliegenden Aufsatz werden am Beispiel des rund 300 ha grossen Bülacher Hardwalds Möglichkeiten der Erfassung von Informationen zur Bestandesgeschichte, wie sie in den Wirtschaftsplänen enthalten sind, dargestellt und methodische Beschränkungen werden diskutiert.

Es zeigt sich, dass die Aufarbeitung der Bestandesgeschichte mittels GIS eine wertvolle Ergänzung zu den Angaben zur Waldentwicklung aufgrund der Inventur- und Kontrolldaten darstellt. Die räumliche Erfassung der vorgenommenen Umwandlungen und Überführungen wird wesentlich erleichtert, wodurch diese klarer als Veränderungen in den Ansprüchen an den Wald interpretiert werden können.

Résumé

Chronique du peuplement dans le Hardwald de Bulach – L'utilité du SIG

Lors de l'étude de différentes questions portant sur la sylviculture, la protection de la nature et l'étude de la station, il est souvent très utile d'obtenir des informations sur les modifications ponctuelles de la forêt et donc sur la chronique du peuplement. Le système d'information géographique (SIG) facilite l'acquisition de ce genre de données. Un exemple concret a été réalisé dans le Hardwald de Bulach, une forêt qui s'étend sur 300 ha. Ce travail expose les possibilités d'établir la chronique du peuplement en puisant des informations dans les plans d'aménagement par exemple; il est suivi d'une critique de la méthode et de ses limites. L'expérience a montré que le SIG facilite largement l'élaboration de la chronique d'un peuplement et les données qu'il fournit complètent parfaitement l'interprétation des données d'inventaires et de contrôle sur l'évolution de la forêt. La localisation des parcelles où des peuplements qui ont été transformés et convertis est largement facilitée par le fait que ce système permet de mieux interpréter ces changements dans le contexte de la mutation des vocations de la forêt. Traduction: *Monique Dousse*

Summary

Stand History of the Bülacher Hard – Benefits From the Use of GIS

For a number of questions from fields such as silviculture, nature conservation or site sciences information about small-scale changes can be very useful. Geographical information systems (GIS) provide a comfortable way to handle such data. This paper presents methods of deriving data on stand history from management plans using the example of the 300 ha Bülacher Hard wood. The limitations of these methods are discussed. GIS is a valuable tool to supplement the stand history based on forest survey data with additional spatial information. The spatial analysis of stand transformations and conversions can be improved considerably so that these appear more obviously as signs of changed demands on the forest.

Literatur

Bürgi, M. (1997): Zum Eichenhochwald in der Schweiz. Beitr. Forstwirtsch. Landsch.ökol., *31* 4: 145–150.

Bürgi, M. (1998): Waldentwicklung im 19. und 20. Jahrhundert. Veränderungen in der Nutzung und Bewirtschaftung des Waldes und seiner Eigenschaften als Habitat am Beispiel der öffentlichen Waldungen im Zürcher Unter- und Weinland. Beih. Schweiz. Z. Forstwes. 84, im Druck.

Cherubini, O., Piussi, P., Schweingruber, F.H. (1996) Spatiotemporal growth dynamics and disturbances in a subalpine spruce forest in the Alps: a dendroecological reconstruction. Can. J. For. Res., *26:* 991–1001.

Goerke, M. (1994): Coordinates for historical maps. A workshop of the Association for History and Computing. In: Halbgraue Reihe zur Historischen Fachinformatik. Serie A. Historische Quellenkunde. Band 25.

Grossmann, H. (1925): Das Vorkommen der Waldföhre *(Pinus silvestris* L.) im Norden des Kantons Zürich. Schweiz. Z. Forstwes. *76* 5/6: 113–131.

Heinsdorf, D. (1995): Der Sauener Wald: Erkennbarer Wandel. Beitr. Forstwirtsch. Landsch.ökol., *29* 3: 102–107.

Holliger, E. (1990): Die Geschichte der Bülacher Einmachflasche. Lesegesellschaft Bülach, Neujahrsblatt 1991, 76 S.

Hörnberg, G., Ohlson, M., Zackrisson, O. (1995) Stand dynamics, regeneration patterns and long-term continuity in boreal old-growth *Picea abies* swamp-forests. J. Veg. Sci., *6:* 291–298.

IUFRO Subject Group S6.07 (1973): Leitfaden zur Bearbeitung von Regionalwaldgeschichten, Reviergeschichten und Bestandesgeschichten. Zürich. 39 S.

Kienast, F. (1993): Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System – a methodological outline. Landsc. ecol., *8* 2: 103–118.

Leimbacher, W. (1996): Nachhaltigkeit und Waldbau im Forstkreis 6 des Kantons Zürich. Schweiz. Z. Forstwes., *147* 4: 247–254.

Meyer, K.A. (1931): Geschichtliches von den Eichen in der Schweiz. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., *16* 1: 231–451.

Schaal, R. (1994a): Waldgeschichtliche Erhebungen im Forstbezirk Münsingen als Beitrag zur Waldbauplanung. Mitt. Ver. forstl. Standortskd. Forstpflanzenzücht. 37: 61–65.

Schaal, R. (1994b): Kartierung der Waldgeschichte im nördlichen Oberschwaben. Allg. Forst Z. (Münch.), *49* 15: 856f.

Schenk, W. (1993): The use of CAD and GIS systems in the reconstruction of large-scale historical field systems and land utilization – an example from southern Germany. History and Computing, *5* 1: 25–34.

Schuler, A., Kempf, A. (1990): Forstgeschichte in der Schweiz. News of Forest History, 11/12: 23–27.

Schuler, A., Bürgi, M., Fischer, W. (1998): Stand und Ziele der wald- und forstgeschichtlichen Forschung in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. (in Vorb.)

Unwin, D.J. (1995): Geographical information systems and the problem of error and uncertainity. Progress in Human Geography, *19* 4: 549–558.

Wulf, M., Schmidt, R. (1996): Die Entwicklung der Waldverteilung in Brandenburg in Beziehung zu den naturräumlichen Bedingungen. Beitr. Forstwirtsch. Landsch.ökol., *30* 3: 125–131.

Zybach, B., Barrington, M., Downey, T. (1995): Converting historical information to GIS. Political boundaries of the Douglas-Fir region 1788 to 1995. J. for., *93* 5: 15–20.

Verdankungen

Die Datenerhebung und Digitalisierungsarbeit zum Fallbeispiel Bülacher Hard erfolgte grösstenteils während meiner Dissertationszeit bei Prof. Dr. K.C. Ewald. Die Auswertung der Daten geschah im Rahmen meiner Assistenz bei Prof. Dr. A. Schuler. Die Herren H. Hess und A. Manser vom Oberforstamt ermöglichten mir durch eine Zusatzauswertung der neuesten Daten, meine Untersuchung auf eine zweihundertjährige Untersuchungsperiode abzustützen. Zudem las Herr H. Hess eine frühere Version des Manuskripts kritisch durch und gab zahlreiche wertvolle Hinweise. Ihnen allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Verfasser:
Dr. Matthias Bürgi, Arbeitsbereich Wald- und Forstgeschichte, Departement Wald- und Holzforschung, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.