

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 164 (2013)

Heft: 6

Artikel: Typologisierung des forstwirtschaftlichen Testbetriebnetzes der Schweiz

Autor: Nagel, Philippe / Hercher, Wolfgang / Hartebrodt, Christoph

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097616>

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: 02.05.2026

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

Typologisierung des forstwirtschaftlichen Testbetriebsnetzes der Schweiz

Philipp Nagel

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (DE)*

Wolfgang Hercher

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (DE)

Christoph Hartebrodt

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (DE)

Typology of the Swiss Forestry Holding Network

The requirements and policies that affect the results of individual forest enterprises are numerous. To develop functioning management and advisory mechanisms, these individual circumstances should be taken into consideration. However, compliance with all the influencing factors is not feasible in practice, wherefore a reduction in the existing complexity is necessary. Multivariate statistical methods allow to use a variety of indicators as a basis for the formation of different types of forest enterprises. The goal to consider the individual operating conditions as completely as possible can be achieved with a multivariate typology. For the Swiss Forestry Holding Network (HDN), the question arises as to whether the results of such a typology can also be reproduced by the currently used biogeographic classification of forest zones. Sixty-six variables with information about structural properties and the business results of 208 Swiss holdings from the years 2008 to 2010 formed the basis of the study data. These variables were reduced to 19 key variables. With the help of principal component and cluster analyses the holdings were divided into four clusters based on these key variables. They differ from each other significantly in most of the key variables. The results of this multivariate typology can be mapped in part by the forest zones of Switzerland. It should be noted that the variable "forest zone" also acts as a multivariate criterion, reflecting the physical and structural requirements of the enterprises. Combined with certain additional information (e.g. timber growth), the results of the multivariate analysis can be even better understood.

Keywords: Forestry Holding Network, forest typology, multi-criteria analysis, cluster analysis, Switzerland
doi: 10.3188/szf.2013.0158

* Wonnhaldestrasse 4, DE-79100 Freiburg, E-Mail philipp.nagel@forst.bwl.de

Die Einteilung von Forstbetrieben in Gruppen, die ähnliche Charakteristiken aufweisen, hat eine lange Tradition (Selter et al 2009). Als Konzept der Gruppenbildung wird der Begriff «Forstbetriebstyp» verwendet. Dieterich (1931) definiert den Forstbetriebstyp als repräsentativen Betrieb einer Gruppe von Betrieben, die sich anhand einer Anzahl Charakteristiken von anderen Betrieben unterscheiden. Betriebe innerhalb einer Gruppe sollen sich hinsichtlich der verwendeten Merkmale also möglichst ähnlich sein, während sich die Gruppen möglichst stark voneinander unterscheiden sollen.

Die Gruppenzuordnung der Betriebe des forstwirtschaftlichen Testbetriebsnetzes der Schweiz (TBN) erfolgt zurzeit auf Grundlage der naturräumlichen Zugehörigkeit. Dabei werden die Betriebe, ihrer geografischen Lage entsprechend, den vier Forstzonen Jura, Mittelland, Voralpen und Alpen zugeteilt.

Forstliche Typologisierungen wurden in der Vergangenheit vor allem im Bereich des nicht industriellen Privatwaldes sowie bei gemischt land- und

forstwirtschaftlichen Betrieben angewendet. Typologien sollten und sollen in diesem Bereich helfen, Unterstützungsprogramme und andere politische Steuerungsinstrumente zu entwickeln und zu verbessern (Novais & Canadas 2010). Dafür ist es notwendig, die Vielfalt der sozioökonomischen Charakteristiken von Waldbesitzenden zu kennen (Emtage et al 2006). Die individuellen Umstände der Betriebe sollen möglichst vollständig berücksichtigt werden. Gleichzeitig wird durch die Gruppenbildung eine Reduktion der realen Komplexität angestrebt (Selter et al 2009).

Multivariate statistische Methoden bieten die Möglichkeit, eine Vielzahl verschiedener Kriterien als Grundlage für die Bildung von Forstbetriebstypen zu nutzen. Als Kern einer multivariaten Typologisierung wird häufig die Clusteranalyse verwendet. Das charakteristische Merkmal dieser Methode ist, dass eine grosse Anzahl von Betriebsmerkmalen gleichzeitig zur Bildung der Forstbetriebstypen herangezogen werden kann (Backhaus et al 2008). Es ist davon auszugehen, dass das Ziel, die individuel-

Abb 1 Welchem Forstbetriebstyp gehört der Betrieb an, der diesen Wald bewirtschaftet?

Foto: Barbara Allgaier Leuch



len Betriebsumstände möglichst vollständig zu berücksichtigen, mit der Methode der Clusteranalyse erreicht werden kann. Eine wichtige Frage ist jedoch, ob die Ergebnisse einer multivariaten Typologisierung auch durch eines oder mehrere der traditionellen Kriterien wiedergegeben werden können (Abbildung 1). Selter et al (2009) konnten für ein Testbetriebsnetz des baden-württembergischen Kleinprivatwaldbesitzes nachweisen, dass das Kriterium «Region» (hier standortkundliche naturale Gliederung) im Vergleich zu fünf weiteren Kriterien die Ergebnisse einer multivariaten Typologisierung am besten widerspiegeln konnte. Während mithilfe einer Clusteranalyse für 85% der Variablen ein globaler signifikanter Unterschied¹ erreicht werden konnte, war dies über die Region für 68% der Variablen der Fall. Das Kriterium «Einschlagsgrösse» erreichte eine globale Signifikanz für 59% der Variablen, «Besitzgrössen» (in Klassen) und «Forstwirtschaftliches Einkommen» für 51%, «Haupteinkommensquelle» für 38% und «Nadelholzanteil» für 34%.

Ziel des Artikels ist es, zu prüfen, ob das derzeit im TBN verwendete Kriterium der naturräumlichen Gliederung (Forstzonen) geeignet ist, die Betriebe im Hinblick auf die Bereiche Struktur, Nutzung, Betriebsergebnisse und finanzielle Beiträge zu charakterisieren. Dazu werden ausgewählte Kennzahlen je Forstzone mit den Ergebnissen einer multivariaten Typologisierung verglichen.

Material und Methode

Datengrundlage

Bei der Typologisierung des TBN wurden Daten von 230 Betrieben aus den Jahren 2008 bis 2010 berücksichtigt. Für 174 Betriebe waren Daten aus allen drei Jahren vorhanden. Für 24 Betriebe standen Daten aus zwei Jahren und für 32 Betriebe Daten aus

einem Jahr zur Verfügung. Aufgrund von Ausreissern und Lücken in der Datengrundlage mussten 22 Betriebe aus der Analyse ausgeschlossen werden. Die Betriebe waren den vier Forstzonen Jura, Mittelland, Voralpen und Alpen zugeteilt.

Die Aufnahme der Daten wurde von Waldwirtschaft Schweiz (WVS) durchgeführt und erfolgte im Rahmen der forstlichen Betriebsabrechnung. Eine erste normative Vorauswahl und Zusammenfassung relevanter Variablen wurde von der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) der Schweiz und dem WVS in Rücksprache mit der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg vorgenommen. Die Ausgangsdaten wurden zunächst anhand der drei Merkmale Einheitlichkeit, Vollständigkeit und Duplizität untersucht. Anschliessend wurden die 66 Ausgangsvariablen in der FVA einer weiteren Aus- und Um-sortierung unterzogen. Bei dieser Datenaufbereitung wurde nach vier Prinzipien gehandelt:

- Variablen wurden bevorzugt in aggregierter Form berücksichtigt, sofern keine wichtigen Gründe für eine Aufschlüsselung bestanden;
- wenn zwei Variablen denselben Sachverhalt beschrieben, wurde eine dieser Variablen ausgeschlossen (z.B. Personalstunden und Personalkosten);
- alle Variablen sollten in absoluten Zahlen mit Flächenbezug (je ha) angegeben werden (keine Prozentwerte);
- Multikollinearität zwischen den Variablen sollte vermieden werden.

Das auf diese Weise generierte Variablen-set beinhaltete 19 Variablen aus den Bereichen 1) Struktur (Waldflächen mit und ohne Einschränkungen, Nadel- und Laubholzvorräte, Seilkränflächen, Er-

¹ Mit globalem signifikantem Unterschied ist gemeint, dass sich mindestens eine Gruppe signifikant ($p < 0.05$) von den anderen Gruppen in der Verteilung der jeweiligen Variable unterscheidet.

schliessung), 2) Nutzung (Liegendnutzung, Stehend- und Eigenbedarfsnutzung, Nadel- und Laubstammholznutzung, Industrie- und Energieholznutzung), 3) Ergebnis (Kosten und Erlöse im Bereich des waldbaulichen Kerngeschäftes und des Nebenbetriebes) und 4) Politik (Beiträge). Für die Variablen wurden Mittelwerte der Jahre 2008 bis 2010 berechnet.

Multivariate Typologisierung

Die multivariate Typologisierung wurde mit der Statistiksoftware SPSS durchgeführt. Zur weiteren Datenreduktion wurde die Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis, PCA) verwendet, welche Korrelationen zwischen Variablen untersucht. Ziel der Hauptkomponentenanalyse ist es, möglichst viel Varianz der Ausgangsvariablen durch möglichst wenige Komponenten zu erklären. Dabei wird der Frage nachgegangen, wie die Variablen, die auf eine Komponente «hochladen», durch einen Sammelbegriff erfasst werden können (Schen-dera 2010). Die Komponentenwerte der einzelnen Betriebe wurden mithilfe von Regressionsanalysen bestimmt.

Auf Grundlage der zuvor berechneten Faktorwerte wurden die Betriebe verschiedenen Typen zugeordnet. Hierfür wurde eine Clusteranalyse benutzt. Die Clusteranalyse umfasst zahlreiche Verfahren der Gruppenbildung, welche alle das Ziel haben, Fälle zu Gruppen mit den folgenden Eigenschaften zusammenzufassen:

- 1) Die Fälle sollen in Bezug auf ihre Merkmale möglichst ähnlich sein (Intracluster-Homogenität);
- 2) die Gruppen sollen in Bezug auf die Merkmale ihrer Fälle möglichst unterschiedlich sein (Intercluster-Heterogenität);
- 3) alle in die Analyse einbezogenen Merkmale der Fälle werden gleichzeitig berücksichtigt.

Für die Analyse des TBN wurde eine hierarchisch-agglomerative Clusteranalyse verwendet, was bedeutet, dass hintereinander je zwei Betriebe (spä-

ter zwei Cluster) zusammengefasst wurden (Fusionierungsalgorithmus), bis sich alle Betriebe wieder in einem Cluster befanden. Die Intracluster-Homogenität nimmt bei diesem Verfahren mit jedem Zusammenschluss ab. Als Clusteralgorithmus wurde die Ward-Methode verwendet. Bei dieser Methode werden immer diejenigen Cluster zusammengeschlossen, deren Fusion zum geringsten Anstieg der Intracluster-Varianz führt. Als Proximitätsmass wurde die Quadrierte Euklidische Distanz verwendet. Inwiefern sich die einzelnen Cluster hinsichtlich der Schlüsselvariablen voneinander unterscheiden, wurde mit dem Kruskal-Wallis-Anova-Test geprüft.

Ergebnisse

Statistische Ergebnisse

Mithilfe der Hauptkomponentenanalyse konnten 76.7% der Varianz der Schlüsselvariablen durch fünf Komponenten erklärt werden. Die fünfte Komponente erreichte einen Eigenwert von 1.11, während der Eigenwert einer möglichen sechsten Komponente geringer als 1.0 ausfiel.² Mit der ersten Komponente konnten überwiegend Varianzen von Variablen des waldwirtschaftlichen Kerngeschäftes der Betriebe beschrieben werden. Hierzu zählen die produktive Wirtschaftswaldfläche (ha), der Laubholzvorrat (Tfm/ha), die Holznutzung liegend (m³/ha), die Laubholznutzung (m³/ha), die Waldstrassen und Maschinenwege (m/ha), die Personalkosten der Waldbewirtschaftung (CHF/ha), die Gesamterlöse der Waldbewirtschaftung (CHF/ha) und die Kosten für Eigenleistungen im Gesamtbetrieb (CHF/ha). Die zweite Komponente bezog sich (wenn auch schwach) auf den nicht waldwirtschaftlichen Nebenbetrieb (Kosten und Erlöse desselben in CHF/ha). Die dritte Komponente nahm Bezug auf den Nadelholzanteil in der Struktur und Nutzung der Betriebe (Nadelholzvorrat in Tfm/ha und Nadelstammholznutzung in m³/ha). Die vierte Komponente bezog sich auf Waldflächen, die nicht von ökonomischen Einschränkungen betroffen waren (Vorrangfunktion Wirtschaftswald), und die fünfte Komponente erklärte zum grössten Teil die Varianz der Variable «Beiträge» (CHF/ha). Abbildung 2 zeigt die obersten Aggregationsebenen der Clusteranalyse, die Anzahl der Betriebe je Cluster und die Reihenfolge, in der die einzelnen Cluster zusammengefasst werden konnten.

Eine gute Trennung zwischen einzelnen Clustern liegt dann vor, wenn sich im Kruskal-Wallis-Anova-Test ein hoher Anteil von Variablen statistisch signifikant voneinander unterscheidet. Dies wurde sowohl für die 2- als auch die 4-Cluster-Lösung er-

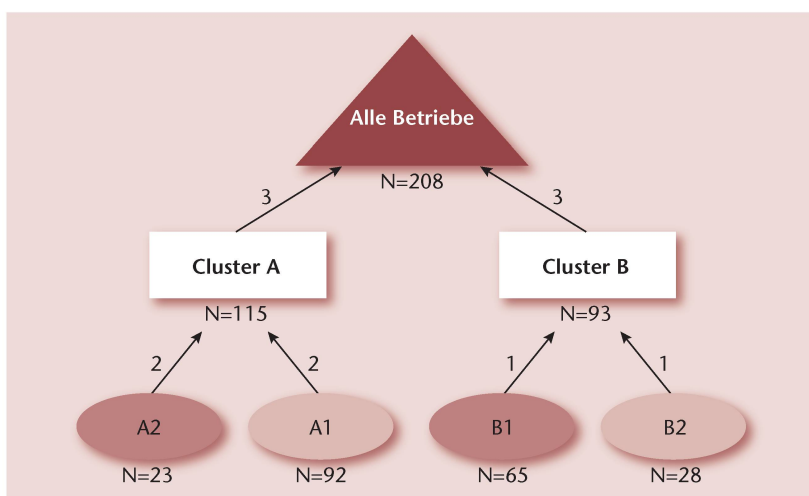


Abb 2 Clusterübersicht. N: Anzahl Betriebe, die dem jeweiligen Cluster zugeordnet wurden. 1, 2, 3: Reihenfolge beim Clusterzusammenschluss.

² Nimmt der Eigenwert einer Komponente einen kleineren Wert als eins an, beschreibt diese Komponente weniger als die Varianz einer einzigen Variablen.

reicht (Tabelle 1). Die rechte Hälfte der Tabelle 1 zeigt zudem, dass der Vergleich zwischen den Forstzonen vergleichbar gute Ergebnisse liefert. Nur die Zonen Voralpen und Jura unterscheiden sich in deutlich weniger Variablen signifikant voneinander.

Vergleich der Cluster und Forstzonen

Die bereits existierende Einteilung in Forstzonen widerspiegelt sich zum Teil in der Clustereinteilung (Abbildung 3). Betriebe, die Cluster A zugeteilt wurden, befinden sich überwiegend in der Alpen- und Voralpenzone, es wurden aber auch Mittelland- und Jura-Betriebe diesem Cluster zugeordnet. Betriebe des Clusters B sind fast ausschliesslich im Jura und im Mittelland angesiedelt.

Diese geografische Zuordnung kann noch besser anhand der Abbildung 4 und der Tabelle 2 analysiert werden. 94% der Alpenbetriebe wurden dem Cluster A1 zugeordnet. Die Voralpen bestehen zu 62% ebenfalls aus A1-Betrieben. Diejenigen Betriebe der Voralpen, die anderen Clustern zugewiesen wurden, befinden sich fast ausschliesslich im Grenzbereich zum Mittelland. Die Betriebe des Mittellandes selbst wurden verschiedenen Clustern zugeordnet. Ein räumlicher Schwerpunkt der B2-Betriebe bildet

sich im nordöstlichen Teil des Mittellandes. Der Jura wird in seinem östlichen Teil durch B1-Betriebe und im westlichen Teil von A1-Betrieben dominiert.

Beschreibung der Cluster

Der A1-Cluster umfasst insgesamt 92 Betriebe, wobei 46 der Forstzone «Alpen» (94% aller Alpenbetriebe), 21 den Voralpen (62%), 17 dem Jura (28%) und lediglich acht dem Mittelland (13%) angehören (Abbildung 3, Tabelle 2). Der grösste Teil der A1-Betriebe befindet sich in Regionen mit vergleichsweise niedrigen jährlichen Holzzuwächsen (Brändli 2010; Abbildung 4). In den Voralpen wurden aber auch Betriebe dem A1-Cluster zugeteilt, die in Gebieten mit höheren Holzzuwächsen liegen. Die Liegendnutzung ist im A1-Cluster sehr tief und die Energieholznutzung gering. Der Anteil des Nadelholzes am Vorrat dieser Betriebe ist vergleichsweise hoch. A1-Betriebe sind generell mit schwierigeren wirtschaftlichen Voraussetzungen konfrontiert. Sie sind tendenziell weniger erschlossen und weisen geringere Erlöse auf.

Das Cluster A2 ist mit 23 Betrieben die kleinste Gruppe. Ihm gehören rund 27% der Voralpen- (9 Betriebe) und 17% der Mittellandbetriebe (11 Betriebe) an. Nur ein Alpenbetrieb und zwei Jurabetriebe wur-

Variablen	A1 zu A2	A1 zu B1	A1 zu B2	A2 zu B1	A2 zu B2	B1 zu B2	A zu B	Voralpen zu Jura	Voralpen zu Alpen	Voralpen zu Mittelland	Jura zu Mittelland	Jura zu Alpen	Alpen zu Mittelland
Produktive Waldfläche mit Vorrangfunktion Wirtschaftswald		●		●		●	●	●	●	●	●	●	●
Produktive Waldfläche mit anderen Vorrangfunktionen	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
Vorrat Nadelholz	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Vorrat Laubholz	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
Nutzung liegend	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●
Nutzung Eigenbedarf stehend		●	●	●	●	●	●			●	●		●
Nutzung Nadelstammholz	●		●	●	●	●			●		●	●	●
Nutzung Laubstammholz	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
Nutzung Industrieholz	●	●	●			●	●	●	●	●		●	●
Nutzung Energieholz	●	●	●		●	●	●		●	●	●	●	●
Nicht-Seilkränfläche	●		●	●		●		●			●		
Waldstrassen und Maschinenwege	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●
Kosten Waldbewirtschaftung	●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●
Kosten ausserhalb Waldbewirtschaftung		●	●		●	●	●			●	●		●
Personalkosten Waldbewirtschaftung	●	●	●		●	●	●		●	●	●	●	●
Kosten Eigenleistungen Gesamtbetrieb	●	●	●		●	●	●			●	●	●	●
Erlös Waldbewirtschaftung	●	●	●	●		●	●		●	●	●	●	●
Erlös ausserhalb Waldbewirtschaftung		●	●		●	●	●			●	●		●
Beiträge Gesamtbetrieb			●					●			●	●	
Anzahl Variablen mit signifikantem Ergebnis	14	15	17	11	13	15	16	9	13	16	17	15	16

Tab 1 Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests (in den mit einem Punkt markierten Feldern wurde die Nullhypothese «die beiden Cluster sind identisch» abgelehnt; Signifikanzniveau: 0.05, Konfidenzintervall: 95%). Andere Vorrangfunktionen: Erholung, Schutz vor Naturgefahren oder Natur- und Landschaftsschutz.

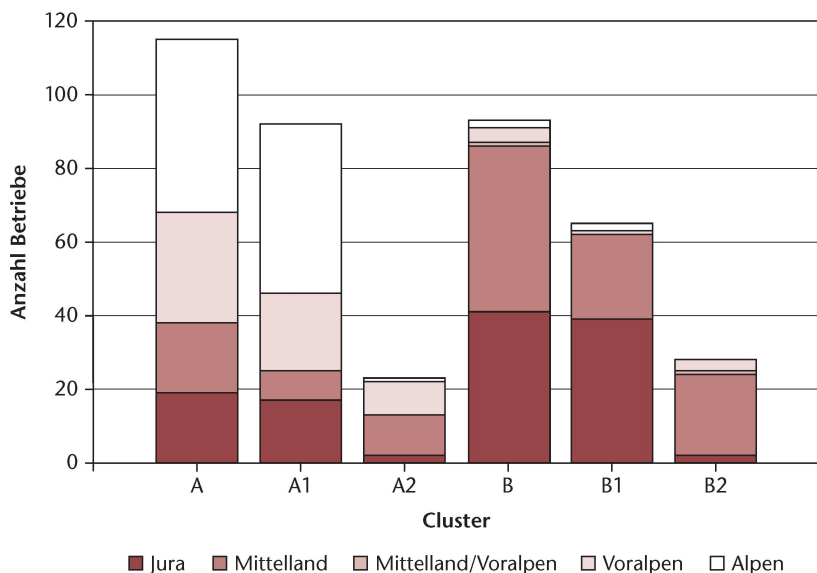


Abb 3 Übersicht der Cluster mit Bezug auf die jeweiligen Forstzonen.

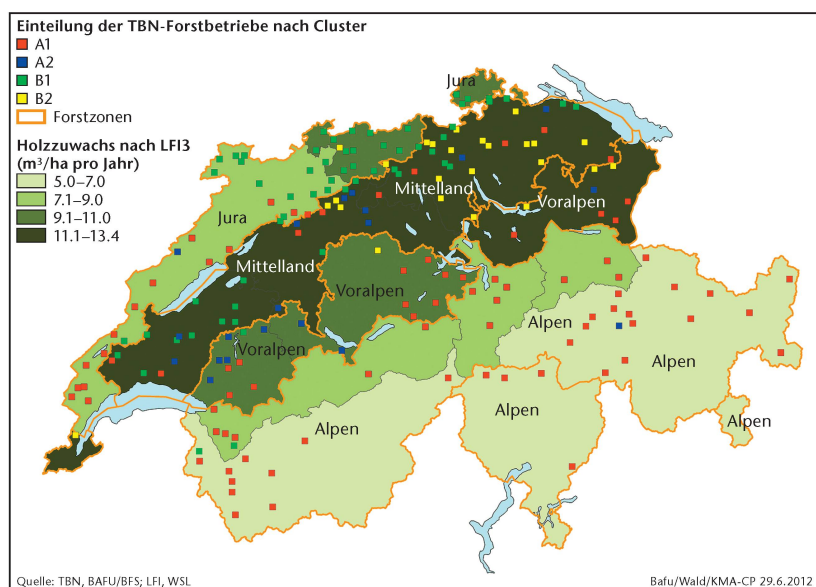


Abb 4 Räumliche Darstellung der Betriebe mit Clusterbezug auf einer Holzzuwachskarte (Datengrundlage: Brändli et al 2010; Karte vom Bafu erstellt, wobei die Beschriftung der Forstzonen nachträglich eingefügt wurde).

den diesem Cluster zugeordnet. Eine Gruppe von A2-Betrieben befindet sich im westlichen Teil der Voralpen und des Mittellandes, eine andere am Übergang des zentralen Mittellandes zum Jura. Bei den A2-Betrieben handelt es sich um Nadelholzbetriebe. Nutzungs-, Kosten- und Erlöswerte sind vergleichsweise hoch. Die Liegendnutzung übertrifft nicht nur die Werte des Clusters A1, sondern auch die der B-Cluster. Die waldbaulichen Kosten- und Erlöswerte sind mit denen der B-Cluster vergleichbar oder übertreffen diese. Mit Ausnahme von zwei Fällen befinden sich alle A2-Betriebe in Regionen mit hohen Holzzuwächsen (Abbildung 4).

Der B1-Cluster besteht zur Hauptsache aus Jura- (39 Betriebe) und Mittellandbetrieben (23 Betriebe; von total 65 Betrieben). Cluster B2 setzt sich hingegen vornehmlich aus Mittellandbetrieben (22 von to-

tal 30 Betrieben) zusammen. Er hat seinen Schwerpunkt im östlichen Teil des Mittellands, welches sich durch hohe Holzzuwächse auszeichnet (Abbildung 4). Beide B-Cluster weisen sowohl Nadelholz- als auch Laubholznutzungen auf. Cluster B2 verfügt über höhere Nadelholzvorräte, die mit denen des Clusters A1 vergleichbar sind. Im Vergleich zum Cluster B1 zeichnen sich die Betriebe des B2-Clusters durch höhere Nadelholz- und Eigenbedarfsnutzungen aus. Kosten und Erlöse auf Kern- und Nebenbetrieben fallen ebenfalls vergleichsweise hoch aus. Insgesamt weisen die Betriebe des B2-Clusters tendenziell bessere Betriebsergebnisse als diejenigen des B1-Clusters auf.

Diskussion

Datengrundlage und Methodenwahl

Die Auswahl der Schlüsselvariablen, die Anzahl Erhebungsjahre und die Methodenwahl haben einen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis der Typologisierung. Die Auswahl der Schlüsselvariablen erfolgte auf Grundlage von statistischen Kennwerten (Korrelationskoeffizienten) und Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten (Typologisierungen deutscher Testbetriebsnetze). Diese Auswahl wurde allerdings durch die Tatsache eingeschränkt, dass einzelne Variablen, die erfahrungsgemäss wichtige Eingangsgrössen für eine Typologisierung darstellen, nicht durch das TBN erfasst wurden. Es handelt sich dabei um Variablen aus den Bereichen

- Waldstruktur (Gemengelage [Arrondierung, Parzellierung, Splitterbesitz], Anteil der Altholzbestände, mittlere Hangneigung)
- Nutzungsdaten (Art der Nutzung wie Verjüngungshieb, Durchforstung, Jungwaldpflege oder reguläre Nutzungen, Kalamitäten, Sturm)
- Strategie (Abschreibekosten Maschinen, Arbeitsproduktivität je m³ [getrennt nach Unternehmer und Eigenleistung])

Um jährliche Schwankungen auszugleichen, wurden für die einzelnen Variablen Mittelwerte gebildet. Allerdings standen für die Betriebe nur Kennzahlen für drei Jahre (2008–2010) zur Verfügung. Es ist zu erwarten, dass die Ergebnisse der Typologisierung durch den Einbezug eines längeren Messungszeitraumes präzisiert werden können.

Für Faktoren- und Clusteranalysen stehen zahlreiche Verfahren und Varianten zur Verfügung. Die verwendeten Methoden wurden entsprechend der Zielsetzung der Typologisierung gewählt: der Überprüfung der bestehenden naturräumlichen Gliederung. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass andere, ebenfalls geeignete Methoden, zu anderen Ergebnissen geführt hätten. Auch die signifikanten Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests sollten mit Zurückhaltung beurteilt werden. Schliesslich war das Ziel der Clusteranalyse die maximale Trennung zwischen

	Anzahl Betriebe	Anteil Betriebe im Cluster (%)					
		A	A1	A2	B	B1	B2
Alpen	49	95.9	93.9	2.0	4.1	4.1	0.0
Voralpen	34	88.2	61.8	26.5	11.8	2.9	8.8
Mittelland/Voralpen	1	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0
Mittelland	64	29.7	12.5	17.2	70.3	35.9	34.4
Jura	60	31.7	28.3	3.3	68.3	65.0	3.3

Tab 2 Prozentualer Anteil der Betriebe einer Forstzone, die jeweils einem Cluster zugeordnet wurden.

den Gruppen. Da die Clusterlösungen auf Grundlage der Variablen verglichen wurden, die bereits zur Bildung derselben Cluster herangezogen worden waren, waren signifikante Ergebnisse zu erwarten.

Optimierung der Forstzonen

Auffällig ist, dass der Jura im Zuge der Clusteranalyse in einen westlichen und einen östlichen Teil geteilt wurde. Während der westliche Jura mit niedrigen Holzzuwächsen von A1-Betriebe dominiert wird, befinden sich im östlichen, produktiveren Teil fast ausschliesslich Betriebe des Clusters B1. Dies könnte auch der Grund dafür sein, dass sich die Forstzonen Jura und Voralpen statistisch am schlechtesten voneinander trennen liessen und sich in lediglich 9 von 19 Merkmalen signifikant unterscheiden.

Die Unterschiede zwischen Betrieben der Forstzonen Alpen und Voralpen fallen für 6 der 19 Variablen nicht signifikant aus. Auch wurde ein Grossteil der Alpen- und Voralpenbetriebe im Zuge der Clusteranalyse dem Cluster A1 zugeordnet. Betriebe dieser Forstzonen, die anderen Clustern zugewiesen wurden, befinden sich fast ausschliesslich am Übergang von den Voralpen zum Mittelland mit entsprechend höheren Holzzuwachswerten.

Sollte eine Vereinfachung der bestehenden forstlichen Zonierung angestrebt werden, so bietet sich eine Zusammenfassung der Alpen- und der Voralpenzone an. Es sollte jedoch beachtet werden, dass zwischen diesen beiden Forstzonen signifikante Unterschiede hinsichtlich der Kosten und der Erlöse der Waldbewirtschaftung bestehen (Tabelle 1). Die Unterschiede sind teilweise den A2- und B2-Betrieben der Voralpen am Übergang zum Mittelland geschuldet (Abbildung 4). Diese Betriebe könnten eventuell dem Mittelland zugeordnet werden. Ein Zusammenschluss von Mittelland und Voralpen ist hingegen nicht ratsam, da dadurch grössere Gruppen verschiedener Cluster zusammengefasst würden. Sollte eine Verfeinerung der bestehenden forstlichen Zonierung wünschenswert sein, könnte der Jura in die zwei Gebiete östlicher Jura (B1-Dominanz) und westlicher Jura (A1-Dominanz) aufgeteilt werden. Aufgrund der geringen Zahl von Testbetrieben im westlichen Jura wäre in dieser Region allerdings eine entsprechende Aufstockung notwendig.

Mit den Ergebnissen der Typologisierung des TBN konnte ein zentrales Ergebnis der Studie von Selter et al (2009) auch für die Schweiz bestätigt werden. Die Ergebnisse der multivariaten Typologisierung widerspiegeln sich teilweise in der auf der naturräumlichen Gliederung beruhenden Betriebstypologisierung. Allerdings sind bei der Beurteilung dieses Ergebnisses verschiedene Überlegungen zu beachten. Zum einen handelt es sich bei der Variable Forstzone ebenfalls um ein multivariates Kriterium. So hat die Tatsache, dass sich ein Betrieb in den Alpen und nicht im Jura befindet, Einfluss auf die physischen Voraussetzungen des Betriebes (z.B. Höhe über Meer, Durchschnittstemperaturen, Vegetationsperiode, Hangneigung, Bodenbeschaffenheit, Wuchsleistungen). Diese Voraussetzungen haben wiederum einen Einfluss auf die strukturellen Merkmale des Betriebes (z.B. Baumartenverteilung, Erschliessung, Arbeitsbedingungen). Zusätzlich können politische und gesellschaftliche Ziele (z.B. Lawinenschutz, Naturschutz) ebenfalls eng an die Eigenschaften der verschiedenen Zonen gekoppelt sein. Physische, strukturelle und politische Voraussetzungen haben einen gemeinsamen Einfluss auf die Kosten und Leistungen des jeweiligen Betriebes. Bei der naturräumlichen Einteilung in Forstzonen handelt es sich um eine eher grobe Gliederung. Die Teilgebiete innerhalb einer Forstzone können sich hinsichtlich der Wuchsleistungen stark voneinander unterscheiden. Zudem lassen sich kleinräumige oder individuelle Einflüsse, wie punktuelle Störungen durch Sturmschäden oder Kalamitäten, nicht durch eine regionale Einteilung wiedergeben. Sie zeigen sich jedoch in den Ergebnissen der multivariaten Clusteranalyse. In Bezug auf die 19 Schlüsselvariablen weisen die Forstzonen der Schweiz allerdings ebenfalls eine hohe Trennschärfe auf, die mit den Ergebnissen der multivariaten Typologisierung vergleichbar ist. In der Praxis sollte daher abgewogen werden, welche der beiden Betriebstypologisierungen für den jeweiligen Kontext geeigneter ist.

Ob die naturräumliche Gliederung eine geeignete Grundlage für die Ausrichtung politischer Steuerungsinstrumente ist, kann hier nur teilweise diskutiert werden, da die Analyse keine Auskunft über Ziele und Wirkungen gezahlter Subventionen gibt. Hinsichtlich der Variable «Beiträge» konnte in den meisten Fällen kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Clustern der multivariaten Analyse festgestellt werden. Dies zeigt, dass Subventionen im Allgemeinen keine Auswirkung auf die Zuteilung der Betriebe hatten. Ausnahmen sind die Cluster A1 und B2, die sich bezüglich dieses Merkmals nicht voneinander abgrenzen liessen, sowie der Jura, der sich in Sachen Subventionen von allen anderen Forstzonen signifikant unterscheidet (Tabelle 1). Im Fall des Jura zeigen die Ergebnisse, dass eine ausschliesslich nach den Forstzonen ausgerich-

tete Verteilung von Beiträgen Betriebe der Cluster A1 und B1 gleich behandeln würde, obwohl sich die Betriebe mit sehr unterschiedlichen Voraussetzungen konfrontiert sehen (Abbildung 2). In der Alpenzone darf hingegen eine einheitliche, auf die Betriebsumstände zielende Steuerung als angemessen betrachtet werden. Hier würden lediglich einzelne, vorteilhaft gelegene Betriebe profitieren. ■

Eingereicht: 8. Januar 2013, akzeptiert (mit Review): 16. April 2013

Dank

Die Studie wurde in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt und dem Bundesamt für Statistik sowie in Kooperation mit Waldwirtschaft Schweiz und der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften durchgeführt. Wir bedanken uns bei diesen Institutionen für die gute Zusammenarbeit.

Typologisierung des forstwirtschaftlichen Testbetriebsnetzes der Schweiz

Die Voraussetzungen und Strategien, die die Ergebnisse einzelner Forstbetriebe beeinflussen, sind zahlreich. Um funktionierende Management- und Beratungsmechanismen erarbeiten zu können, sollten diese individuellen Umstände Berücksichtigung finden. Zur Vereinfachung von Entscheidungsprozessen wird in der Praxis allerdings häufig eine Reduktion der bestehenden Komplexität angestrebt. Multivariate statistische Methoden bieten die Möglichkeit, eine Vielzahl von Kennzahlen als Grundlage für die Bildung von Forstbetriebstypen zu nutzen. Das Ziel, die individuellen Betriebsumstände möglichst vollständig zu berücksichtigen, kann mit einer multivariaten Typologisierung erreicht werden. Für das forstwirtschaftliche Testbetriebsnetz der Schweiz stellt sich die Frage, ob die Ergebnisse einer solchen Typologisierung auch durch die derzeit verwendete naturräumliche Gliederung in Forstzonen wiedergegeben werden können. 66 Variablen mit Informationen zu strukturellen Eigenschaften und betriebswirtschaftlichen Ergebnissen von 208 Schweizer Betrieben aus den Jahren 2008 bis 2010 bildeten die Datengrundlage der Studie. Die Ausgangsvariablen wurden auf 19 Schlüsselvariablen reduziert. Mithilfe von Hauptkomponenten- und Clusteranalysen wurden die Betriebe anhand dieser Schlüsselvariablen in vier Cluster eingeteilt. Die Cluster unterscheiden sich in einem Grossteil der Schlüsselvariablen signifikant voneinander. Die Ergebnisse der multivariaten Typologisierung können teilweise durch die Forstzonen des forstwirtschaftlichen Testbetriebsnetzes der Schweiz abgebildet werden. Dabei sollte beachtet werden, dass es sich bei der Variable «Forstzone» ebenfalls um ein multivariates Kriterium handelt, in dem sich physische und strukturelle Voraussetzungen der Betriebe widerspiegeln. Durch die Kombination mit bestimmten zusätzlichen Informationen (z.B. Zuwachs) können die Ergebnisse der multivariaten Analyse noch besser nachvollzogen werden.

Literatur

- BACKHAUS K, ERICHSON B, PLINKE W, WEIBER R (2008) *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*. Heidelberg: Springer, 12 ed. 576 p.
- BRÄNDLI UB, EDITOR (2010) *Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006*. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt WSL. 312 p.
- DIETERICH V (1931) *Versuch einer Systematik forstlicher Betriebe*. *Silva* 25: 30–44.
- EMTAGE N, HERBOHN J, HARRISON S (2006) *Landholders typologies used in the development of natural resource management programs in Australia – Review*. *Aust J Environ Manage* 13: 80–94.
- NOVAIS A, CANADAS M J (2010) *Understanding the management logic of private forest owners: A new approach*. *For Pol Econ* 12: 173–180.
- SCHENDERA CFG (2010) *Clusteranalyse mit SPSS – mit Faktorenanalyse*. München: Oldenbourg. 435 p.
- SELTER A, HARTEBRODT C, BRANDL H, HERBOHN J (2009) *A critical comparison of typologies of small-scale forestry in Baden-Württemberg derived using single and multicriteria*. *Small-scale For* 8: 25–42.

Typologie du réseau d'information des exploitations forestières de la Suisse

Les conditions et les stratégies qui influent les résultats des exploitations forestières individuelles sont diverses. Pour développer des mécanismes de gestion et de consultation qui fonctionnent, les circonstances individuelles doivent être prises en compte. Cependant, en pratique, une simplification des processus de prise de décision est envisagée par une réduction de la complexité existante. Des méthodes statistiques multivariées offrent la possibilité d'utiliser une variété d'indicateurs comme base de formation de types d'exploitation forestière. L'objectif de considérer les conditions individuelles des entreprises de la manière la plus complète possible peut être réalisé avec une typologie multivariée. Pour le réseau d'information des exploitations forestières de la Suisse, la question se pose si les résultats d'une telle typologie peuvent être reproduits également par la structure spatiale naturelle (zones forestières) actuellement utilisée. 66 variables ont constitué la base des données de l'étude. Elles contiennent des informations sur les propriétés structurelles et les données de fonctionnement de 208 entreprises suisses des années 2008 à 2010. Les variables ont été réduites à 19 variables-clés. En utilisant des analyses en composantes principales et des analyses de partitionnement de données (ou cluster en anglais), les exploitations forestières ont été réparties dans quatre groupes sur la base de ces variables-clés. Les groupes diffèrent dans la plupart des variables-clés de manière significative. Les résultats de cette typologie multivariée peuvent être reproduits en partie par les zones forestières. Concernant les zones forestières, il est à noter qu'il s'agit également d'un critère multivarié. Dans ce critère, les conditions physiques et structurelles des entreprises sont prises en compte. En combinant les résultats de l'analyse multivariée avec certaines informations supplémentaires (par exemple l'accroissement du bois), ils peuvent être reproduits plus exactement.