

Bäume wachsen am Computer

Prognose der Waldentwicklung mit Hilfe von SILVA

Mit Hilfe des Computerprogramms SILVA, das an der Technischen Universität München entwickelt wurde, lässt sich die Entwicklung des Waldes unter verschiedenen waldbaulichen Handlungsalternativen im Zeitrafferverfahren simulieren. Es kann dargestellt werden, wie sich bestimmte Maßnahmen langfristig auf den künftigen Bestand auswirken.

Mit seinen waldbaulichen Entscheidungen lenkt der Waldbesitzer Entwicklungen, die weit in die Zukunft reichen. Die Beurteilung, ob ein Verfahren geeignet ist, um die Ziele des Waldbesitzers zu erreichen, ist in der Natur jedoch erst nach Jahrzehnten möglich.

Um alle diejenigen in ihren Fragestellungen rund um die Waldbewirtschaftung zu unterstützen und die potenziellen Auswirkungen

des Arbeitens im Wald sichtbar zu machen, wird seit 1989 am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München das Computerprogramm SILVA entwickelt.

SILVA ermöglicht die Prognose der Waldentwicklung von gleich- und ungleichaltrigen Rein- und Mischbeständen und erlaubt die Simulation verschiedener Behandlungsvarianten. Ausgegeben werden sowohl die klassischen forstli-

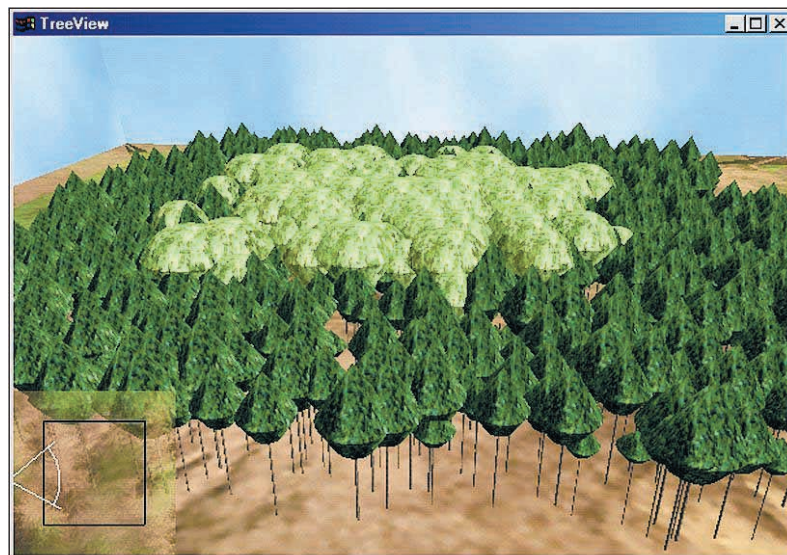


Abbildung 3: Buchen in einer Gruppe, Ausgangssituation

chen Größen wie zum Beispiel Vorrat oder Zuwachs als auch moderne, betrieblich entscheidende Größen wie zum Beispiel holzernkostenfreie Erlöse oder Parameter, die Aussagen über Struktur und Vielfalt ermöglichen. Mit diesen Ausgabegrößen erweitert das Wachstumsmodell das Informationsangebot bisher gebräuchlicher Planungswerkzeuge wie zum Beispiel den Ertragstafeln deutlich. SILVA ist als Planungs- und Prognoseinstrument für den Einsatz in Forstbetrieben aller Größenordnungen ebenso konzipiert wie als Forschungs- und Lehrwerkzeug in Theorie und Praxis.

Funktionsweise

Bei dem Wachstumsmodell SILVA handelt es sich um ein so genanntes „standortsensitives, positionsabhängiges Einzelbaummodell“, das heißt, ein Waldbestand wird als Mosaik von Einzelbäumen verstanden, die miteinander aufgrund ihrer Dimension, ihrer sozialen Stellung, ihrer unterschiedlichen Ansprüche an Licht, Temperatur, Bodenfeuchtigkeit und so weiter mehr oder minder in Konkurrenz stehen.

Um Simulationen mit dem Programm durchführen zu können, benötigt das Wachstumsmodell Ausgangsdaten für den zu berechnenden Waldbestand sowie zum Standort und zu den Wuchsbedingungen. Um die natürliche Situation im Wald möglichst wirklichkeitstreu abzubilden, können Daten einer Vollvermessung des Waldes eingesteuert werden. Da diese Informationen in der Praxis so gut wie nie vorliegen, besitzt das Wachstumsmodell SILVA einen Strukturgenerator, der fehlende Ausgangsdaten nach dem statistischen Prinzip realistisch ergänzt.

Als Mindestinformation für die Berechnung mit SILVA müssen Daten zu Stammzahl pro Hektar und mittlerem Durchmesser einer Baumart vorliegen. Auf Basis der vorliegenden Bestandesdaten si-

muliert das Programm die zukünftige Bestandesentwicklung in Fünfjahres-Schritten. Dabei ermittelt SILVA zunächst für jeden Baum sein potenzielles (= auf diesem Standort unter optimalen Wuchsbedingungen maximal mögliches) Wachstum für Höhe und Durchmesser.

Für jeden Baum des Bestandes wird dieses potenzielle Wachstum aufgrund seiner sozialen Stellung, seines Nährstoffangebotes und so weiter um einen so genannten Konkurrenzfaktor reduziert. Im Folgeschritt wird für jeden Baum entschieden, ob er aufgrund von Durchforstung oder Mortalität (= Ausscheiden durch natürlichen Tod) aus dem Bestand ausscheidet. Diese Schritte werden mehrmals, abhängig vom gewählten Prognosezeitraum durchlaufen.

Als Ergebnis am Ende eines Simulationslaufes stehen für den Benutzer des Wachstumsmodells sowohl naturale Kenndaten als auch ökonomische und ökologische Ausgabegrößen bereit.

Grundlage für alle Berechnungen sind die Erkenntnisse aus dem forstlichen Versuchswesen in Bayern, welches das Wachstum der bayerischen Wälder seit mittlerweile über 130 Jahren beobachtet.

Praxisbeispiel

Hier nun die Funktions- und Leistungsumfang von SILVA an einem praktischen Beispiel (Es handelt sich um ein Beispiel, das keine waldbauliche Handlungsempfehlung darstellt.). Ein Waldbesitzer im Wuchsgebiet 6.2 („Südliche Frankenalb und Südlicher Oberpfälzer Jura“, zum Beispiel in der Gegend zwischen Regensburg und Eichstätt) möchte seinen einen Hektar großen, bisher fichtendominierten Waldbestand in einen Fichten-Buchen-Bestand in der Folgegeneration umwandeln. Hierzu überlegt er sich, in seinen Fichten-Altbestand circa 500 Buchen pro Hektar flächig verteilt einzubringen.

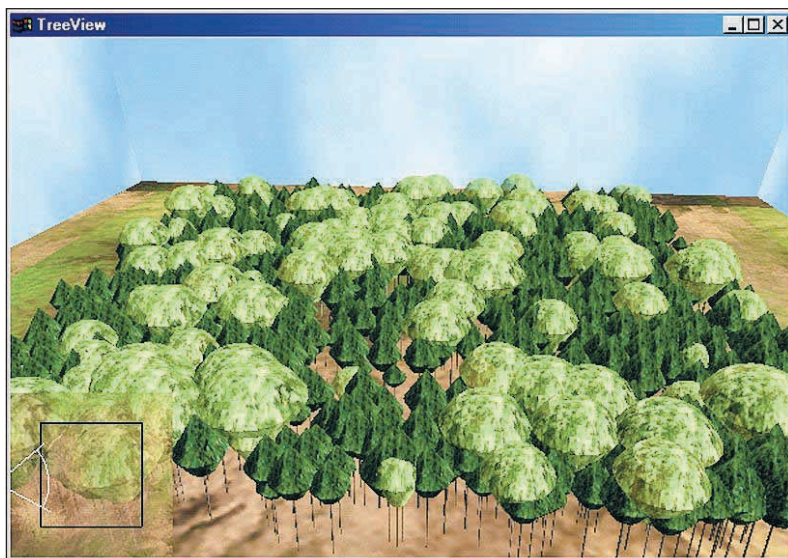


Abbildung 1: Buchen flächig verteilt, Ausgangssituation

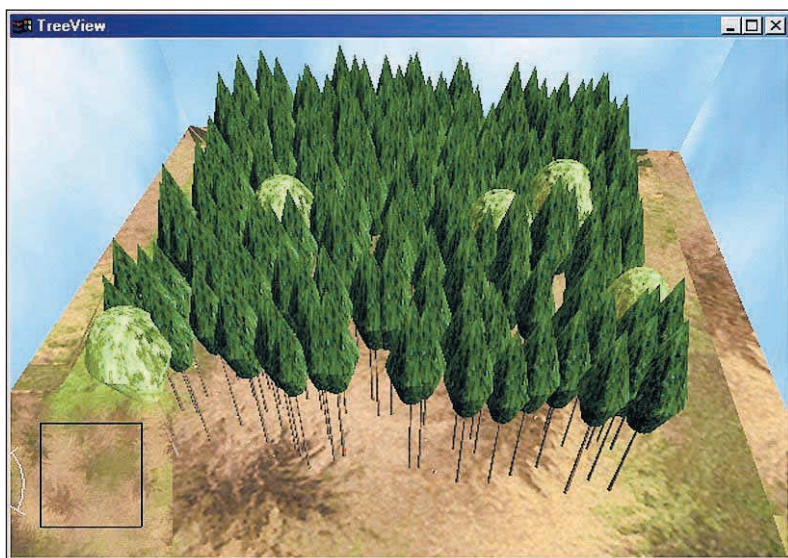


Abbildung 2: Buchen flächig verteilt nach 50 Jahren

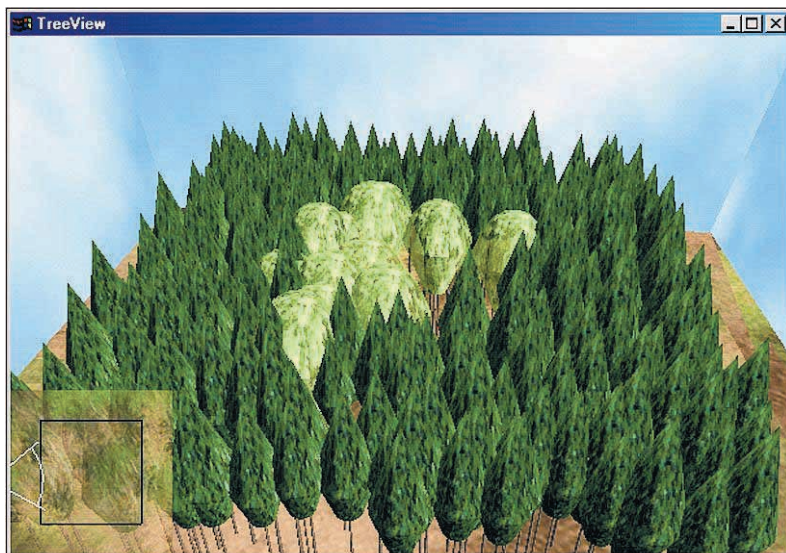


Abbildung 4: Buchen in Gruppe, Bestand ohne Pflege nach 50 Jahren



Abbildung 5: Buchen in Gruppe, Bestand nach 50 Jahren, Fichtenpflege

Zehn Jahre nach der Einbringung der Buche lichtet er den Waldbestand auf und setzt auf das Ankommen von Fichten-Naturverjüngung. Innerhalb der darauffolgenden 20 Jahre wird der Fichten-Altbestand über der Verjüngung geerntet.

Der Waldbauer möchte wissen, wie sich der neue Bestand in den nächsten 50 Jahren entwickeln wird, wenn er keine aktiven Wirtschaftsmaßnahmen vornimmt (Szenario 1).

Die Ausgangsdaten, die in SILVA eingesteuert werden, sind in der Tabelle dargestellt.

Aufgrund dieses Ergebnisses wird das Szenario dahingehend abgeändert, dass die gleiche Anzahl Buchen in SILVA in einer Gruppe von 30 Metern Durchmesser eingebracht wird (Szenario 2). Wiederum möchte der Waldbesitzer wissen, wie sich sein Wald entwickeln würde, wenn er 50 Jahre keine Eingriffe durchführen kann oder möchte.

Ein Blick auf das Kronendach des Ausgangs- und Endbestandes (Abbildung 3 und 4) zeigt, dass sich auch ohne aktive waldbauliche Maßnahmen die in Gruppen eingebrachten Buchen aufgrund der innerartlichen Konkurrenz in der herrschenden Schicht des Bestandes behaupten können. Es ist zu erwarten, dass im erntereifen Bestand mehrere Buchen mit hohem Durchmesser und brauchbarer Qualität zu finden sind.

Abschließend möchte der Waldbesitzer wissen, wie sich sein Waldbestand entwickelt, wenn er die Buchen wie eben beschrieben in Gruppen voranbaut und er in dem Bestand nach 10 und 20 Jahren gezielte Durchforstungseingriffe (Eingriffstärke jeweils circa 70 Efm/ha) zur Freistellung einer bemessenen Zahl vitaler und gut geformter Fichten durchführt. Innerhalb der Buchengruppe wird kein Eingriff vorgesehen (Szenario 3).

Abbildung 5 zeigt die mit SILVA prognostizierte Waldentwicklung. Der Ausgangsbestand ist identisch mit Szenario 2 (Abbildung 3).

Ein Vergleich der Fichtenkronen in Abbildung 5 mit denen in Abbildung 4 zeigt, dass sich die Fichten auf Grund des erweiterten Standardraumbereiches durch die Durchforstungen deutlich günstiger entwickeln. Dies wirkt sich unter anderem positiv auf die Bestandesstabilität aus.

Aufgrund der Durchforstungsmaßnahmen entwickelt sich der h/d-Wert im Bestandesleben positiv und liegt nach 50 Jahren bei Werten unter 0,8, wie Abbildung 6 zeigt. Werte, die kleiner als 0,8

sind, gelten in der forstlichen Praxis als Weiser für stabile Bestandesverhältnisse.

In Abbildung 7 sind für die Prognosezeitpunkte 10 und 20 Jahre die Eingriffe für die Baumart Fichte zu sehen. Bei der vorgesehenen Behandlung ergäbe sich gemäß der SILVA-Prognose am Ende der Simulation ein aufstockender Holzvorrat von 570 Vorratsfestmetern beziehungsweise von circa 460 Erntefestmetern.

Ausblick

Das Wachstumsmodell SILVA liegt in der Version 2.2 vor. Derzeit erfolgt die Weiterentwicklung in mehrere Richtungen. Im „biologischen Bereich“ wird versucht, die dem Modell zugrunde liegenden Wachstumsfunktionen regional feiner einzustellen sowie das vom Modell abdeckbare Baumarten-

spektrum zu erweitern. Im „technischen Bereich“ erfolgt derzeit die objektorientierte Umsetzung des Modells mit dem Ziel, eine betriebssystemübergreifende Client-/Server-Lösung zu entwickeln.

Langfristiges Ziel ist die Entwicklung eines breit einsetzbaren Planungs- und Prognoseinstrumentes, welches Entscheidungsträger in ihren strategischen waldberelevanten Planungen unterstützt.

Weitere Informationen zum Wachstumsmodell SILVA finden sich auf der Internetseite des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München: <http://www.wwk.forst.tu-muenchen.de>. Für Fragen und Anregungen steht der eMail-Service unter: silvemail@rz.tum.de zur Verfügung.

Hans-Joachim Klemmt
LWF, Freising
Prof. Dr. Hans Pretzsch
Technische Universität München

Eingangsdaten für das Praxisbeispiel

Baumart	Fichte	Buche
Durchmesser Mittelstamm (cm)	6,5	7,4
Höhe Grundflächen-Mittelstamm (m)	5,8	6,8
Alter (Jahre)	20	30
Stammzahl (N/ha)	4050	460

Die Ausgangssituation (Abbildung 1) sowie die von SILVA prognostizierte Bestandesentwicklung nach 50 Jahren (Abbildung 2) sind in der 3D-Ansicht mit dem Visualisierungsprogramm TREEVIEW dargestellt. Dieses wurde als Teilprojekt im Rahmen einer Doktorarbeit am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München entwickelt.

Ohne die ertragskundlichen Naturalgrößen zu betrachten, zeigen bereits die Abbildungen 1 und 2, dass bei flächiger Einbringung von zu geringen Pflanzanzahlen nach 50 Jahren nur noch vereinzelt Buchen im Folgebestand zu finden sind, die aufgrund ihrer sozialen Stellung vermutlich nur geringe Überlebenschancen haben.

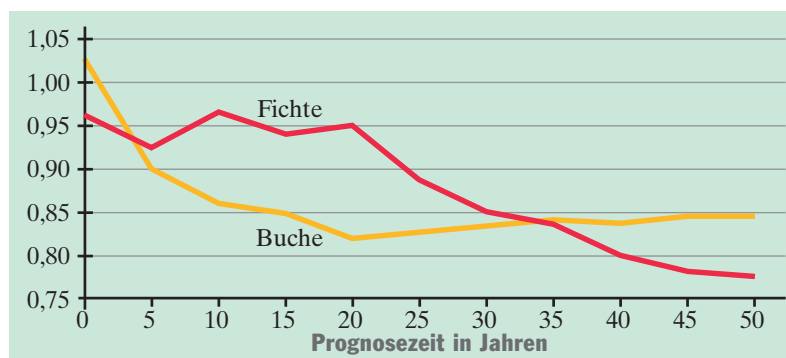


Abbildung 6: Entwicklung des Stabilitätsweisers hg/dg (Höhendurchmesser Verhältnis) in Szenario 3

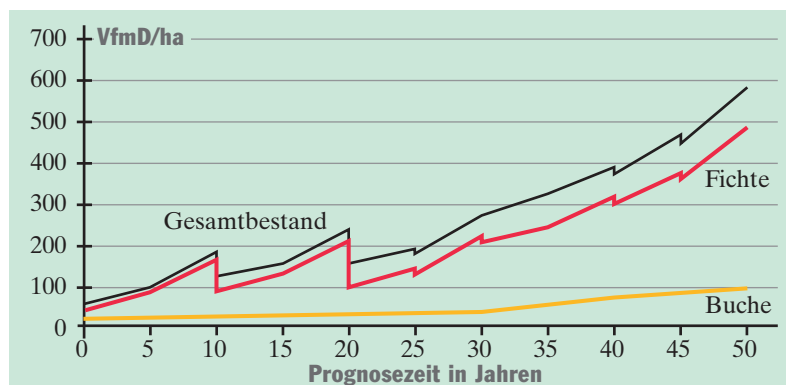


Abbildung 7: Vorratsentwicklung für den Bestand in Szenario 3