

Modellierung und Digitale Zwillinge für klimaresistente Wälder

Rico Fischer¹, Gunnar Dressler¹, Hanna Komischke¹, Jürgen Groeneveld¹, Henrik Hartmann¹

¹ Institut für Waldschutz, Julius Kühn-Institut (JKI), Quedlinburg, Deutschland

Abstract

Die Dürrejahre 2018–2020 haben in Deutschland regional zu massiven Waldschäden und einem erhöhten Baumsterben geführt. Um einen klimaresilienten „Wald von morgen“ zu schaffen, sind standortspezifische Strategien erforderlich, die künftige Klima- und Störungsbedingungen (z.B. Borkenkäfer) quantitativ abbilden und praktisch umsetzbar sind. Da sich Klima und Waldprozesse stark verändert haben, sind allerdings historische Erkenntnisse nur begrenzt übertragbar.

Die Waldmodellierung verknüpft Mess- und Fernerkundungsdaten mit Prozesswissen, simuliert Szenarien und unterstützt so robuste Entscheidungen unter Unsicherheit. Der Beitrag skizziert digitale Waldzwillinge, die Waldmodelle mit Messdaten und Wald-Living-Labs verbinden. Über diese Living Labs werden auch Stakeholder (z.B. Waldbesitzende) eingebunden. Eine zentrale Herausforderung bei der Modellierung besteht allerdings darin, die dürrebedingte Mortalität und mögliche Folgen durch biotische Faktoren belastbar zu quantifizieren und Optionen abzuleiten. Der digitale Waldzwillling soll diese Lücken durch kontinuierlichen Datenabgleich und explizite Störungsmodule schließen. Das Ziel bei der Entwicklung von Digitalen Waldzwillingen besteht in einer nachvollziehbaren Grundlage für Bewirtschaftungsentscheidungen unter künftig häufigeren Dürre- und Störungsphasen.

Text

Die Dürreperioden der letzten Jahrzehnte, insbesondere von 2018 bis 2020, haben in Deutschland regional zu massiven Waldschäden und einem erhöhten Baumsterben geführt. Um einen klimaresilienten „Wald von morgen“ zu schaffen, sind robuste, standortspezifische Strategien erforderlich, die künftige Klima- und Störungsbedingungen (Dürre, Borkenkäfer, Feuer, etc.) quantitativ abbilden und in der Praxis umsetzbar sind. Die bisherigen Daten und Erkenntnisse der letzten Jahrzehnte sind dafür allerdings nur bedingt anwendbar, da sich das Klima und somit auch die Geschehnisse im Wald seitdem stark verändert haben.

Waldmodellierung kann hier helfen, indem sie die verfügbaren Mess- und Fernerkundungsdaten mit Prozesswissen verknüpft, „Was-wäre-wenn“-Szenarien für künftige Klima- und Störungsbedingungen durchspielt und somit robuste, standortspezifische

Entscheidungen (z. B. Wahl von Baumarten, Risikostrategien) auch unter Unsicherheit ermöglicht. Der Beitrag skizziert dabei ein Konzept für digitale Waldzwillinge. Diese verbinden prozess- und individuen-basierte Waldmodellierung mit Messdaten, Fernerkundung und partizipativen Wald-Living-Labs.

Im Rahmen eines Netzwerks regionaler Living Labs (u. a. Fichten-dominierte Mittelgebirgslagen) werden Wiederbewaldungsflächen in unterschiedlichen Managementpfaden verglichen. Die zentrale Herausforderung besteht darin, die Auswirkungen von mehrjährigen Dürren auf die Mortalität deutscher Wälder belastbar zu quantifizieren und daraus Managementoptionen abzuleiten. Mithilfe eines prozessbasierten Waldmodells werden Dürreszenarien simuliert. Erste Simulationen zeigen, dass Monokulturen empfindlicher als Mischbestände reagieren. Gleichzeitig wird deutlich, dass fehlende biotische Störungen (z. B. Borkenkäfer) und eine nicht vorhandene prozessbasierte Abbildung der Dürremortalität derzeit wesentliche Schwachstellen vieler Waldmodelle sind. Der vorgeschlagene digitale Waldzwillling soll diese Lücke schließen, indem er Modellzustände laufend mit Messdaten abgleicht und Störungsprozesse explizit integriert.

Zunächst werden Pilotstandorte mit guter Datenlage (Inventuren, Klima, Boden- und Umweltparameter) als digitale Zwillinge aufgebaut und gegen empirische Messungen validiert. Darauf aufbauend werden Störungs- und Mortalitätsmodule erweitert und die Aktualisierung der Modellzustände über wiederkehrende Messungen und Fernerkundung automatisiert.

Die Einbindung von Stakeholder ist integraler Bestandteil, um Eingangsannahmen, Indikatoren und Managementszenarien an Praxisbedarfe anzupassen. Insbesondere adressiert sind Waldbesitzende und Forstbetriebe (staatlich, kommunal und privat), Forstverwaltungen, Akteure des Naturschutzes sowie regionale Entscheidungsträger. In stark geschädigten Regionen wie dem Harz stehen zudem Kommunen, Talsperren-Verbände und die Zivilgesellschaft vor Fragen der Wiederbewaldung und Landschaftsentwicklung.

Auch dieser Modellierungsansatz hat Grenzen, die in diesem Beitrag aufgezeigt werden sollen. Diese liegen aktuell in der Datenverfügbarkeit, dem Rechenaufwand und den Unsicherheiten bei Störungsdynamiken. Der Beitrag zeigt jedoch, wie digitale Waldzwillinge als lernende Entscheidungsunterstützung systematisch von Experimentierflächen auf die gesamte Fläche übertragen werden können. Erwarteter Mehrwert ist eine nachvollziehbare, datengetriebene Grundlage für Entscheidungen zur Bestandesmischung und Bewirtschaftungsintensität unter künftig häufigeren und längeren Dürre- und Störungsphasen.