

Stressindikation bei der Baumart Kiefer auf europäischen-Dauerbeobachtungsflächen (Level II) auf der Grundlage von Biomarkern

Ralf Kätzel

Das Spektrum der Umweltfaktoren, die Belastungszustände in Wäldern hervorrufen, hat sich in den vergangenen zehn Jahren grundlegend gewandelt. An die Stelle von akkumulierbaren Schadstoffen (z. B. SO₂, Stäube) sind verstärkt nicht akkumulierbare, weitgehend latent wirkende Stressoren wie z. B. Oxidantien und Witterungsanomalien getreten. Die auf den Waldzustand ausgerichtete Dauerbeobachtung muss diesem Wandel Rechnung tragen.

Wird im Rahmen forstlicher Monitoringprogramme das Ziel verfolgt, unter den aktuellen Umweltbedingungen das physiologische Leistungspotenzial als wichtiges Merkmal der Anpassungsfähigkeit von Bäumen objektiver zu bewerten, Veränderungen frühzeitig zu erkennen und ihnen Ursachen zuzuordnen, so müssen künftig stärker als bisher anpassungsrelevante Reaktionsindikatoren in die forstliche Dauerbeobachtung integriert werden. Hierbei handelt es sich überwiegend um physiologische und biochemische Parameter, die im Zuge von stressbedingten Stoffwechselveränderungen quantifiziert werden können und als sogenannte Biomarker indikative Bedeutung für die Vitalitätsbewertung erlangen.

Im Rahmen eines vom BMVEL geförderten Verbundprojektes (1998–2002; FKZ: 96HS 052/053) zum Einsatz von Biomarkern zur Vitalitätseinschätzung wurden für die Baumarten Fichte (Teilprojekt Tharandt) und Kiefer (Teilprojekt Eberswalde) Reaktionsmuster von 22 Biomarkern an unterschiedlichen Nadeljahrgängen auf insgesamt fünf forstlichen Intensivmessflächen (jeweils n=20 Probebäume) zu jährlich zwei bzw. drei verschiedenen Beprobungsterminen untersucht. Das hierbei entwickelte Indikatorsystem berücksichtigt eine hinreichend große Anzahl von Leitindikatoren der wesentlichen Stoffwechselbereiche (Energie-, Primär- und Sekundärstoffwechsel), die unter bekannten Ökosystembedingungen in einer direkten oder indirekten Beziehung zum physiologischen Leistungspotential und/oder zum Stresszustand des Baumes stehen und mit analytischen Routinemethoden kostengünstig nachzuweisen sind. Alle Parameter wurden einer Eignungsbewertung für die Beschreibung von Vitalitätszuständen unterzogen. Den Erhebungen waren umfangreiche Untersuchungen zur räumlichen, saisonalen, diurnalen und altersabhängigen Variabilität von biochemischen Nadelparametern und der Festlegung von (stressfreien) Referenzbereichen vorausgegangen. Seit Mitte der 1990er Jahre erfolgt auf dieser Grundlage modellhaft die Bewertung der Stressbelastung von Kiefern auf sieben Level II - Dauerbeobachtungsflächen des europäischen ICP Forest – Programms in den Bundesländern Brandenburg und Berlin.

Mit Hilfe der Faktoranalyse wurde das Spektrum der Nadelinhaltsstoffe auf jene Biomarker eingegrenzt, die den größten Beitrag zur Beschreibung des physiologischen Zustandes leisten. Aus 20 Biomarkern des 2. Nadeljahrgangs wurden fünf Faktoren extrahiert, die 79 % der Gesamtvarianz erklären. In der Wechselwirkung von räumlichen und zeitlichen Wirkungsfaktoren entstehen aus der Kombination der Einzelfaktoren baum-, flächen- und jahresspezifische „Biomarkermuster“. Mit Hilfe der Clusteranalyse wurden einzelfallweise diese Muster näher charakterisiert und nach bestimmten „Vitalitätszuständen“ (Gefährdungspotenzialen) differenziert.

Während nur in Ausnahmefällen korrelative Beziehungen zu den im Rahmen der Waldzustandserfassung bonitierten Kronenverlichtungsstufen bestanden, spiegelten sich die jeweiligen Ökosystembedingungen [Lufttemperatur, pflanzenverfügbares Bodenwasser, Ozon-/Oxidantiendosis (AOT40), Stickstoffversorgung u. a.] in jahres- und flächenabhängigen Reaktionsmustern der Biomarker als Folge von Anpassungsreaktionen wider. Wie empfindlich die Biomarkermuster auf Umweltveränderungen reagieren, wurde u. a. an einer Berliner Kiefern-Dauerbeobachtungsfläche und unter Trockenstressbedingungen (z. B. Trockenjahr 1999) besonders deutlich.