

Ein Verfahren zur objektiven Bewertung der Vitalität von Waldkiefern (*Pinus sylvestris* L.)

HORST SCHULZ

Department Bodenforschung, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Leipzig-Halle, Theodor-Lieser-Str. 4, D-06120 Halle, Germany

Einführung

Am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ wurde ein Verfahren zur Vitalitätsbewertung von Waldkiefern entwickelt. Durch Analyse von biochemischen Inhaltsstoffen (Biomarker) in halbjährigen Kiefernadeln können Vitalitätsveränderungen in Bezug auf das Baumwachstum frühzeitiger und objektiver nachgewiesen werden als mit Methoden zur visuellen Vitalitätsbewertung von Waldkiefern. Daher ist die Früherkennung von Immissionswirkungen von besonderer Bedeutung für das forstliche Umweltmonitoring.

Vitalitätsmodell, Vitalitätskriterien, Vitalitätszustände

Grundlage für die Vitalitätsbewertung sind der Schwefel- und Stickstoff-Stoffwechsel in Kiefernadeln. Beide Stoffwechselwege sind durch Umweltfaktoren (Klima, atmosphärische Stoffeinträge, Nährstoffe im Boden) beeinflussbar (Abb.1). Die Auswirkungen der Stoffwechselstörungen zeigen sich durch Veränderungen im Reaktionsmuster von Vitalitätskriterien (Biomarker). Diese stehen in enger Beziehung zum Baumwachstum und nehmen in Abhängigkeit von den Umweltfaktoren ernährungs-physiologische Zustände bzw. Vitalitätszustände ein (Abb.2) mit charakteristischen Unterschieden in der S/N-Ernährung, im Chla-Gehalt und im Wachstum der Bäume: 'S/N-unterernährt (0,036) bzw. depressed growth I'; 'S-überernährt (0,045) bzw. depressed growth II'; 'S/N-normal ernährt (0,040) bzw. normal growth'; 'N-überernährt (0,039) bzw. accelerated growth I' und 'S/N-überernährt (0,036) bzw. accelerated growth II' (Tab.1).

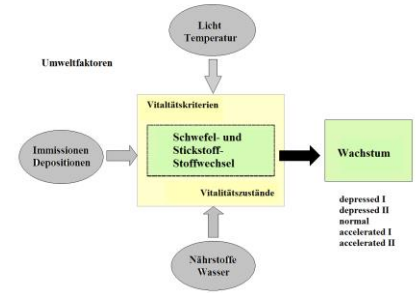


Abb.1 Vitalitätsmodell

Tab.1 Vitalitätszustände und Reaktionsmuster (Modell mit 5 Vitalitätszuständen, modif. n. SCHULZ und HÄRTLING 2003)

Vitalitätszustände	Reaktionsmuster der Vitalitätskriterien				
	Nicht-Protein-N	Sulfat-S	Arginin	Chlorophylla	CSAI (cm ² pro Jahr)
	Mittelwerte ± Standard Abweichung (mg g ⁻¹ TM)				
depressed growth I	3,03 ± 0,30	0,21 ± 0,05	0,14 ± 0,32	1,79 ± 0,22	3,84 ± 0,55
depressed growth II	3,26 ± 0,47	0,47 ± 0,07	0,46 ± 0,57	1,89 ± 0,17	4,18 ± 0,64
normal growth	3,42 ± 0,32	0,33 ± 0,09	0,44 ± 0,56	2,36 ± 0,17	5,33 ± 0,62
accelerated growth I	5,10 ± 0,87	0,36 ± 0,05	5,43 ± 1,83	2,15 ± 0,21	6,92 ± 1,14
accelerated growth II	7,51 ± 1,00	0,42 ± 0,16	11,65 ± 2,36	2,04 ± 0,22	7,52 ± 1,36

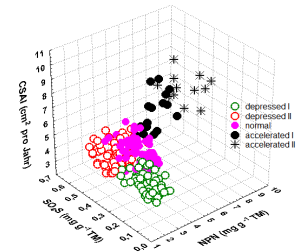


Abb.2 Vitalitätszustände: Kreisflächenzuwachs (CSAI) in Abhängigkeit von Sulfat-S und Nicht-Protein-N (Modell mit 5 Vitalitätszuständen, modifiziert n. SCHULZ und HÄRTLING 2003)

Ergebnisse der Ursachenanalyse und Vitalitätsbestimmung

Die Vitalität von Kiefern wird durch qualitative und quantitative Analyse von vier Biomarkern, Nicht-Protein-N (NPN), Sulfat-S (SO₄S), Arginin (Arg) und Chlorophylla (Chla) in Kiefernadeln bestimmt (SCHULZ und HÄRTLING 2003). Zusammen mit weiteren biochemischen Nadelinhaltsstoffen kann eine Ursachen-Wirkungs-Analyse (Tab.2) erfolgen mit Vitalitätsbewertung in Bezug auf das Wachstumsverhalten. Für die Vitalitätsbewertung der Bäume bzw. Zuordnung zu Vitalitätszuständen werden Funktionswerte von Diskriminanzfunktionen herangezogen (Tab.3).

Tab.2 Ursachen-Wirkungs-Analyse von umweltbeeinflussten Kiefernforsten in Testgebieten von Sachsen-Anhalt und Brandenburg durch atmosphärische Stoffeinträge von Schwefel und Stickstoff sowie eine veränderte Nährstoffversorgung in den Humusauflagen (SCHULZ et al. 2012, 2019)

Testflächen	1992			2000			2007		
	NPN	SO ₄ S	CSAI	NPN	SO ₄ S	CSAI	NPN	SO ₄ S	CSAI
Neuglobsow 1	2,45	0,34	4,19	-	-	-	3,64	0,10	-
Neuglobsow 4	2,26	0,31	3,52	-	-	-	2,74	0,09	-
Taura 3	3,07	0,55	3,95	-	-	-	-	-	-
Taura 5	3,23	0,66	3,39	-	-	-	-	-	-
Rösa 2	6,26	0,66	7,87	-	-	-	8,76	0,11	-
Rösa 3	3,86	0,51	4,86	-	-	-	4,75	0,06	-
Kahlenberg	-	-	-	3,40	0,13	4,53	-	-	-
Lichterfelde	-	-	-	3,80	0,18	4,76	-	-	-
Kienhorst	-	-	-	2,93	0,20	3,68	-	-	-
Wildbahn	-	-	-	4,77	0,24	6,64	-	-	-

Tab.3 Vitalitätsbewertung von Waldkiefern in Testgebieten von Sachsen-Anhalt und Brandenburg (Modell mit 5 Diskriminanzfunktionen, modifiziert n. SCHULZ und HÄRTLING 2003)

Testflächen	1992	2000	2007
Neuglobsow 1	depressed I	-	depressed I / normal
Neuglobsow 4	depressed I	-	depressed I
Taura 3	depressed II	-	-
Taura 5	depressed II	-	-
Rösa 2	accelerated II	-	accelerated II
Rösa 3	depressed II	-	depressed I
Kahlenberg	-	depressed I	-
Lichterfelde	-	depressed I	-
Kienhorst	-	depressed I	-
Wildbahn	-	accelerated II	-

References:

- SCHULZ, H., HÄRTLING, S. (2003): Vitality analysis of Scots pines using a multivariate approach. *Forest Ecology and Management*. 186, 73-84.
- SCHULZ, H., SCHÄFER, T., STORBECK, V. et al. (2012): Effect of raw humus under two adult Scots pine stands on ectomycorrhization, nutritional status, nitrogen uptake, phosphorus uptake and growth of *Pinus sylvestris* seedlings. *Tree Physiology* 32, 36-48.
- SCHULZ, H., BECK, W., LAUSCH, A. (2019): Atmospheric depositions affect the growth patterns of Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) – a long-term cause-effect monitoring study using biomarkers. *Environmental Monitoring Assessment*. 191: 159.