
Tanne – vom Sorgenkind zum Hoffnungsträger

Andreas Rothe, C. Dittmar und C. Zang

Schlüsselwörter: Tanne, Schwefel, Klimawandel, Jahrringe

Zusammenfassung: Hohe Schwefeleinträge haben in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Vitalität der Tanne in Süddeutschland massiv beeinträchtigt. Jahrringanalysen zeigen deutlich den damit verbundenen Zuwachsrückgang. Nach dem Rückgang der Schwefeleinträge ab den 1980er Jahren hat sich die Tanne erholt und auch Extremereignisse wie den Hitzesommer 2003 gut überstanden. Die Ergebnisse eines neuen Forschungsprojektes, in dem an zahlreichen Standorten in Bayern Jahrringmessungen durchgeführt wurden, belegen, dass die Tanne auf Trockenereignisse deutlich schwächer reagiert als die Fichte. Damit ist die Tanne auf vielen Standorten eine interessante Ersatzbaumart für die Fichte im Hinblick auf die prognostizierten Klimaveränderungen. Dies gilt insbesondere für submontane bis montane Regionen mit ausreichendem Niederschlag während der Vegetationszeit, dagegen stoßen auch gesunde Tannen in kollinen Gebieten mit warm-trockenen Klimabedingungen an ihre Grenzen.

In den 1970er und 1980er Jahren wurde die Anbaueignung der Tanne auf Grund des Tannensterbens vielerorts in Frage gestellt. Dagegen gilt sie heute im Zeichen des Klimawandels neben der Douglasie als die Hoffnungsträgerin unter den Nadelbäumen. Der folgende Beitrag geht auf der Basis umfangreicher Jahrringanalysen der Frage nach, warum sich die Bewertung der Tanne innerhalb eines – zumindest forstlich gesehen – sehr kurzen Zeitraumes derart stark verändert hat.

In den 70er und 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts war die zukünftige Anbaueignung der Tanne mit einem großen Fragezeichen versehen. Viele Tannen wiesen starke Schäden auf, die optisch vorwiegend an einer Verlichtung der Krone und an der für die Tanne typischen Storchennestbildung zu erkennen waren. Der Schädigungsprozess führte teilweise bis zum Absterben der Bäume und wurde deshalb mit dem Begriff „Tannensterben“ umschrieben. Die äußerlich sichtbare Schädigung der Tannenkronen war auch mit einem Rückgang der Jahrringbreiten bis hin zum vollständigen Ausfall von Jahrringen verbunden.

Abbildung 1 zeigt dies exemplarisch an einem Tannenkollektiv aus dem Frankenwald, der wie das gesamte nordostbayerische Grenzgebirge vom „Tannensterben“ besonders stark betroffen war. Die Ursachen für das Tannensterben wurden damals kontrovers diskutiert. Einerseits wurden Luftschadstoffe (insbesondere Schwefeldioxid) als Hauptursache genannt, andererseits gab es Hypothesen, die die Auswirkungen von Klimaextremen (Dürre, Frost) in den Vordergrund stellten. Auf Grund der schlechten Vitalität der Tanne insbesondere im Trockenjahr 1976 haben ihr viele Experten auch schlechte Noten hinsichtlich Dürre-resistenz gegeben. In der umfangreichen Metaanalyse von Niinemets und Valladares (2006) wird die Tanne auf einer Stufe mit der Fichte als sehr dürreempfindliche Baumart eingestuft.

Tanne und Schwefeldioxid

Die umfangreichen Analysen, die gegen Ende des letzten Jahrhunderts im Zusammenhang mit dem „Waldsterben“ durchgeführt wurden, belegen klar, dass Tannen sehr empfindlich auf erhöhte Schwefeldioxid-Konzentrationen reagieren. Insbesondere bei langfristiger Exposition mit relativ niedrigen Konzentrationen sind Tannen deutlich anfälliger als Fichten und stellen einen sensiblen Bioindikator für Abgas-Fernwirkungen dar. In der Rückschau erstaunt es daher wenig, dass die stark gestiegenen Schwefelemissionen seit dem Zweiten Weltkrieg die Vitalität der Tanne massiv beeinträchtigt haben. Dabei besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Schwefelbelastung und dem Grad der Schädigung (Abbildung 2). Auch die zahlreichen Einzelbeispiele von Tannenschäden in der Umgebung lokaler Emittenten (z. B. Penzberg, Schwandorf, Ingolstadt) betätigen eindrucksvoll, wie hohe Schwefelemissionen damals der Tanne zugesetzt haben.

Gewidmet Prof. Dr. W. Elling, der die „Rehabilitation“ seiner Lieblingsbaumart leider nicht mehr vollständig miterleben durfte.

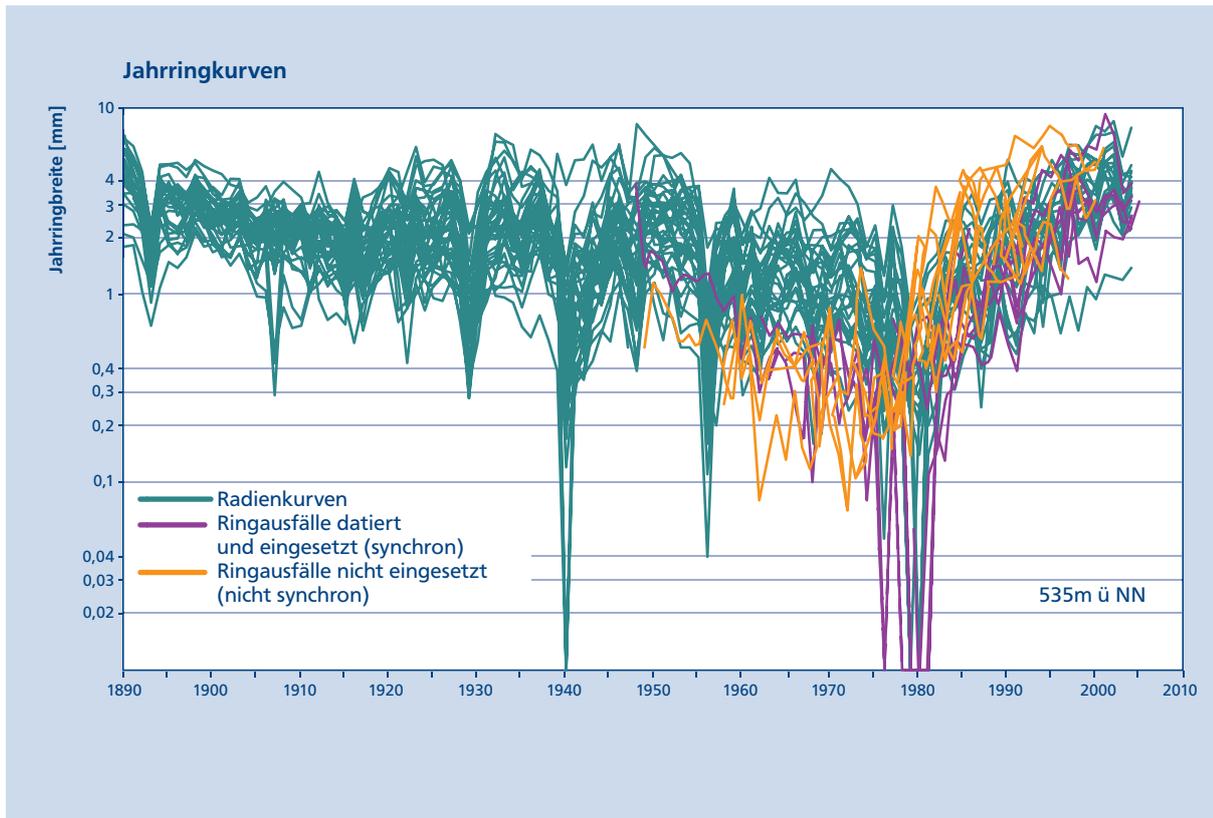


Abbildung 1: Jahrringkurven von 20 Tannen im Frankenwald (Rothenkirchen/Pfaffenberg); Kurven mit Jahrringausfällen sind orange und violett hervorgehoben. Auf 40 Bohrkernen wurden 129 fehlende Ringe nachgewiesen. 16 der 20 analysierten Bäume sind von Jahrringausfällen betroffen (nach Elling et al. 2007).

Es erstaunt nicht, dass derart vorgeschädigte Tannen auch empfindlich auf Witterungsextreme reagieren, ähnlich wie ein geschwächter Mensch auch anfälliger ist für Krankheiten. Die Zuwachsrückgänge in Folge des Trockenjahres 1976 wurden oftmals als Trockenheitsanfälligkeit interpretiert, obwohl die primäre Ursache in der hohen Schwefelbelastung lag. Dies wird klar, wenn man die weitere Entwicklung der Tanne nach dem deutlichen Rückgang der Schwefelemissionen ab den 1980er Jahren betrachtet. Dank des Einbaus von Entschwefelungsanlagen gingen die Schwefelemissionen bis heute um über 90 Prozent zurück. Die sichtbaren Schäden nahmen ab, auch Jahrringmessungen belegen die Zunahme der Vitalität der Tanne. Wolfram Elling hat seine umfangreichen dendroökologischen Arbeiten in Süddeutschland zu dieser Fragestellung in Abbildung 3 zusammengefasst. Deutlich zu sehen ist, dass das Maximum der Schwefelemissionen in den 1970er Jahren mit dem Minimum der Radialzuwächse zusammenfällt und die Jahrringbreiten der Tannen seitdem bis zur Jahrtausendwende stetig angestiegen sind. Heute liegen die Schwefelemissionen fast in ganz Mitteleuropa auf einem akzeptablen Niveau und die Grenzwerte für eine Schädigung der Tanne (zehn bis 15 Mikrogramm Schwefeldioxid pro Kubikmeter) werden in Süddeutschland in der Regel weit unterschritten.

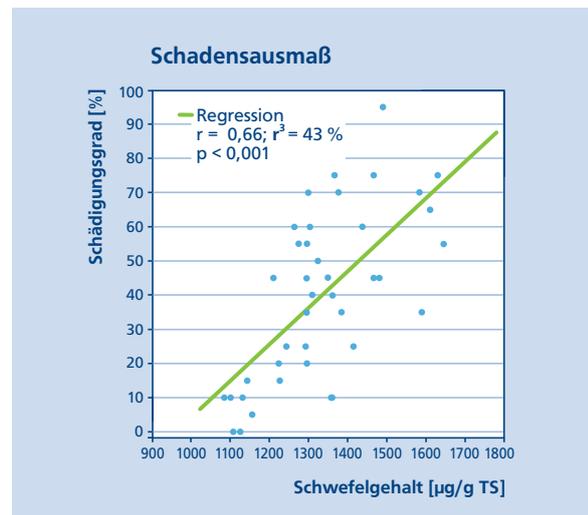


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Schwefelbelastung und Schädigungsgrad der Tanne an 41 Standorten in Süddeutschland; als Maß für den Schädigungsgrad steht hier der Anteil der Bäume mit Jahrringausfällen pro Bestand (nach Elling et al. 2007).

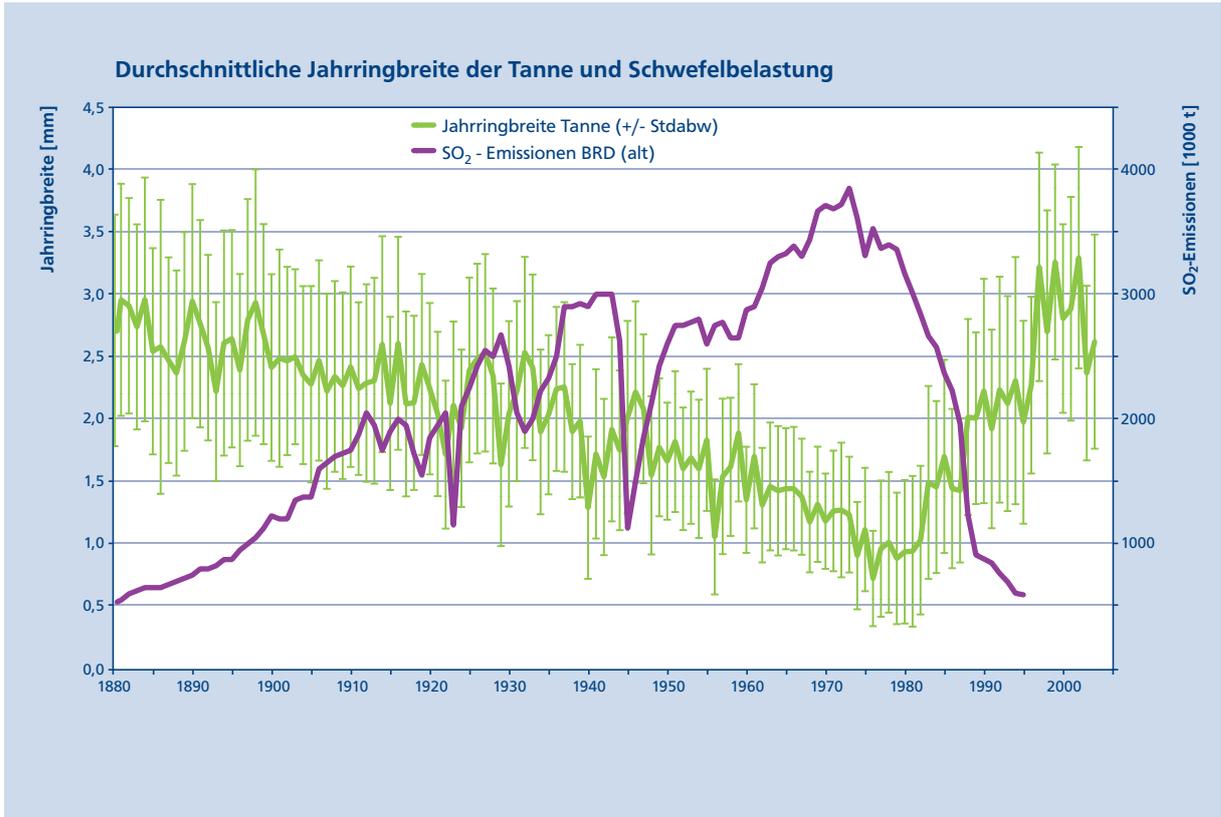


Abbildung 3: Schwefeldioxidemissionen in der ehemaligen Bundesrepublik und durchschnittliche Jahrringbreite von 1.010 Tannen in Süddeutschland (nach Elling et al. 2007)

Tanne und der Klimawandel

Nach dem Rückgang der Schwefelemissionen soll jetzt die Trockenempfindlichkeit der »nicht schwefelgeschädigten« Tanne beurteilt werden. Die Natur hat dafür mit dem Trockenjahr 2003 ein besonderes Bioexperiment bereitgestellt. In diesem Jahr lagen die Sommertemperaturen in Mitteleuropa um etwa 5° C über dem langjährigen Durchschnitt bei gleichzeitig geringen Niederschlägen. Damit war 2003 ein extremes Trockenjahr, das unter bisherigen Klimabedingungen sehr selten auftritt, aber unter den prognostizierten Klimaszenarien in Zukunft deutlich häufiger werden könnte. Im Rahmen eines vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderten Forschungsprojektes wurden deshalb umfangreiche dendroökologische Arbeiten durchgeführt, um die Reaktion der wichtigsten Wirtschaftsbaumarten auf ein derartiges Extremereignis zu analysieren. Insgesamt wurden circa 1.500 Bäume in Bayern und angrenzenden Gebieten einbezogen. Die Ergebnisse belegen klar, dass die Tanne weniger sensibel auf Trockenheit reagiert als die Fichte (Abbildung 4). Der Zuwachseinbruch im Trockenjahr war bei der Tanne signifikant geringer als bei der Fichte und auch die Einbeziehung der Erholung in den Folgejahren ergibt das gleiche Bild.

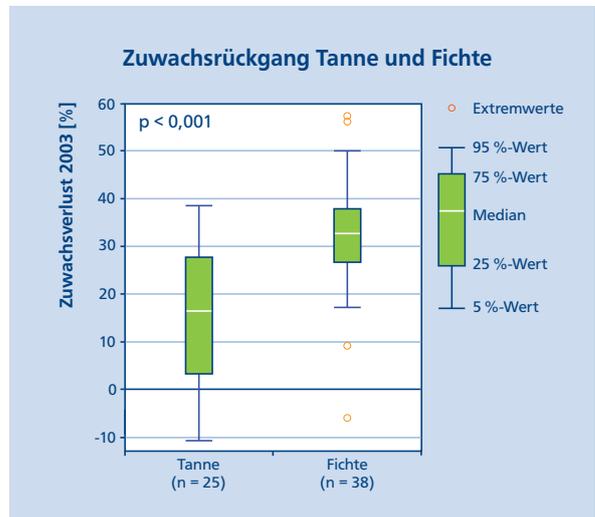


Abbildung 4: Rückgang des Radialzuwachses von Tanne und Fichte im Trockenjahr 2003 im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 1998–2002 (n = Anzahl Waldbestände)

Damit bestätigen sich auch die Ergebnisse unserer früheren Arbeiten, die in Gebieten mit geringerer Schwefelbelastung bereits im letzten Jahrhundert eine geringere Anfälligkeit der Tanne im Vergleich zur Fichte zeigten. Unsere wissenschaftlichen Ergebnisse decken sich mit den älteren Einschätzungen der forstlichen Praxis. Rebel schrieb im Jahr 1922: »Auf den heißen Südhängen des Jura gut aushaltend und hauptständig werdend, hat die Tanne im Trockenjahr 1911 keine Abgänge gehabt, sehr im Gegensatz zur Fichte.« Diese Aussage hätte auch gut auf das Trockenjahr 2003 gepasst, das die Tanne im Jura auch auf flachgründigen Südstandorten erstaunlich gut überstanden hat. Dagegen starben bekanntlich zahlreiche Fichten ab, insbesondere auf Grund von Borkenkäferschäden.

Dennoch bleibt die Tanne eine Baumart, die in montanen und submontanen Regionen mit ausreichend Niederschlägen daheim ist. Tannen »stecken« bei Niederschlägen über 500 Millimeter während der Vegetationszeit auch extreme Trockenjahre ohne nennenswerte Zuwachsverluste »weg«, in trockeneren Gebieten dagegen ist die Reaktion deutlich stärker ausgeprägt (Abbildung 5). Dies erklärt auch, warum der Zuwachsrückgang 2003 im Norden Bayerns stärker war als im niederschlagsreicheren Südbayern. In den trockeneren Gebieten Frankens gewinnt der lokale Standort zunehmend an Bedeutung. Tannen sind hier insbesondere auf tongründigen Standorten konkurrenzkräftig, auf denen eine stauende Schicht die Wassersickerung verzögert.

Folgerungen

Die hohen Schwefelemissionen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts beeinträchtigten die Vitalität der Tanne erheblich und führten zu einer hohen Anfälligkeit gegenüber sekundären witterungsbedingten Stressfaktoren. Nach dem Rückgang der Schwefelemissionen hat sich die Tanne rasch erholt und ist heute deutlich weniger trockenheitsanfällig als die Fichte einzuwerten. Damit ist die Tanne unter den prognostizierten Klimaänderungen auf vielen Standorten eine interessante und ökologisch vorteilhafte Alternative zur Fichte. Dies gilt insbesondere für submontane bis montane Regionen mit ausreichendem Niederschlag während der Vegetationszeit, in kollinen Gebieten mit warm-trockenen Klimabedingungen stoßen dagegen auch gesunde Tannen an ihre Grenzen.

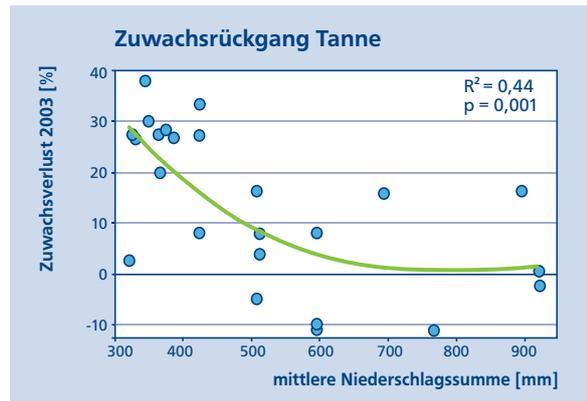


Abbildung 5: Rückgang des Radialzuwachses der Tanne im Trockenjahr 2003 in Abhängigkeit vom Niederschlag während der Vegetationszeit

Literatur

Elling, W.; Heber, U.; Polle, A.; Beese, F. (2007): *Schädigung von Waldökosystemen*. Elsevier-Verlag, München, 422 S.

Niinemets, U.; Valladares, F. (2006): *Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs*. Ecological Monographs 76, S. 521–547

Zang, C.; Rothe, A.; Pretzsch, H.; Weis, W. (2011): *Zur Baumarteneignung bei Klimawandel: Ableitung der Trockenstress-Anfälligkeit wichtiger Waldbaumarten aus Jahrringbreiten*. Eingereicht bei der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung

Key words : Silver Fir, sulphur, climate change, tree-rings

Summary: High deposition of sulphur strongly reduced the vitality of silver fir in Southern Germany during the second half of the 20th century. Tree-ring chronologies clearly reflect the reduction of growth rates. After the decrease of sulphur emissions starting in the 1980ies silver fir recovered and resisted even extreme climatic events like the heat wave of 2003 without serious problems. According to the results of a current research project investigating tree ring chronologies throughout Bavaria Silver fir is significantly less affected by drought compared to Norway spruce. Thus, silver fir has potential to replace Norway Spruce as a crop species at many sites under climate change scenarios especially in submontane and montane regions with sufficient precipitation during the growing season.