

Reaktionen von Waldbäumen und Waldbeständen auf extreme Witterungsbedingungen

**von
Walter Seidling**

**Institut für Waldökologie und Waldinventuren
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald
und Fischerei
(Johann Heinrich von Thünen-Institut)**

Fachhochschule Eberswalde, Fachgebiet Angewandte Ökologie

in Kooperation mit der

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft
Institut für Wald und Waldinventuren



Auswirkungen des Trockenstresses 2003 auf den Waldzustand

von Walter Seidling

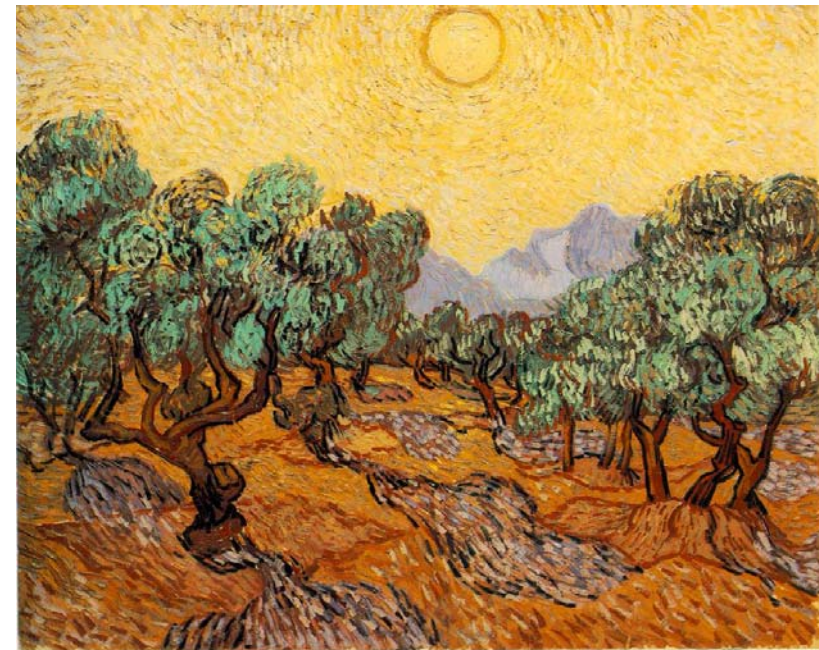
*Projektleitung: Prof. Dr. A. Linde / Prof. Dr.
B. Wolff*

*Laufzeit = Berichtszeitraum: 18. 04. 2005
bis 14. 01. 2006*

*Schlussbericht zum **HS-Vorhaben 05HS005***

gefördert durch das Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz (BMELV)

Eberswalde, Januar 2006



Vincent van Gogh

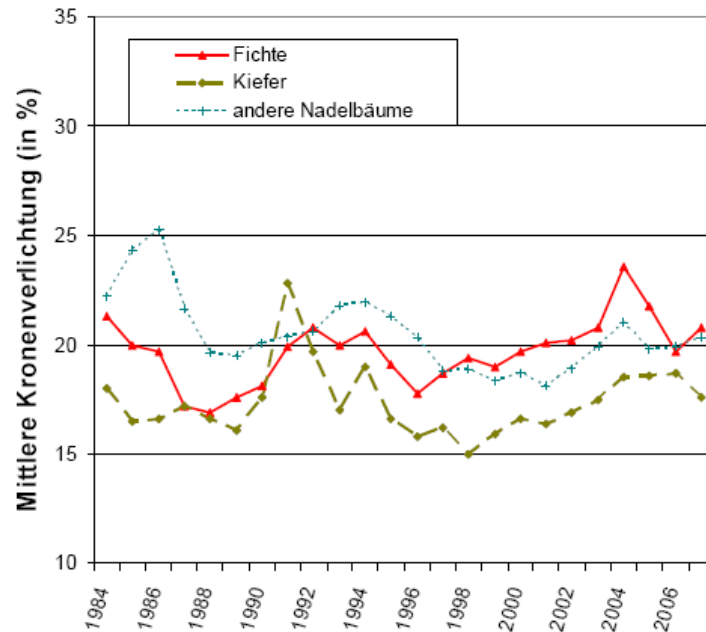


Abbildung 4: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei Fichte, Kiefer und anderen Nadelbäumen seit 1984

Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2007

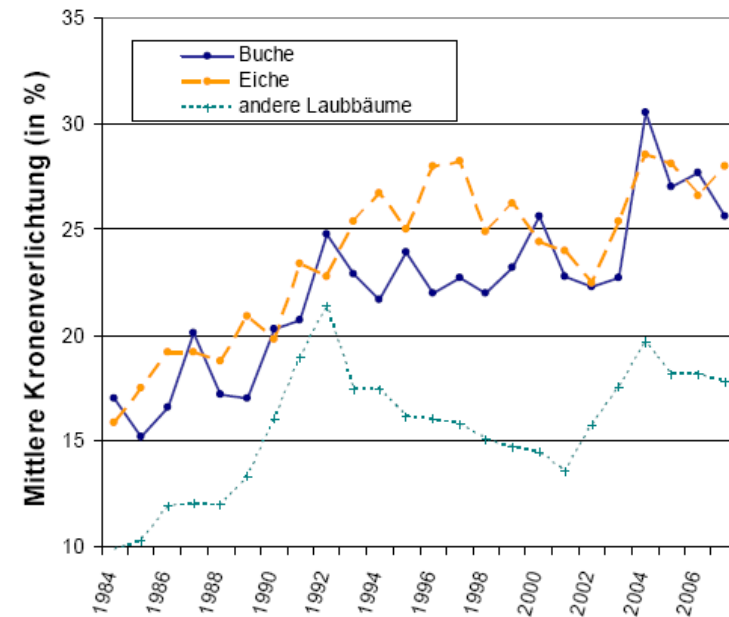
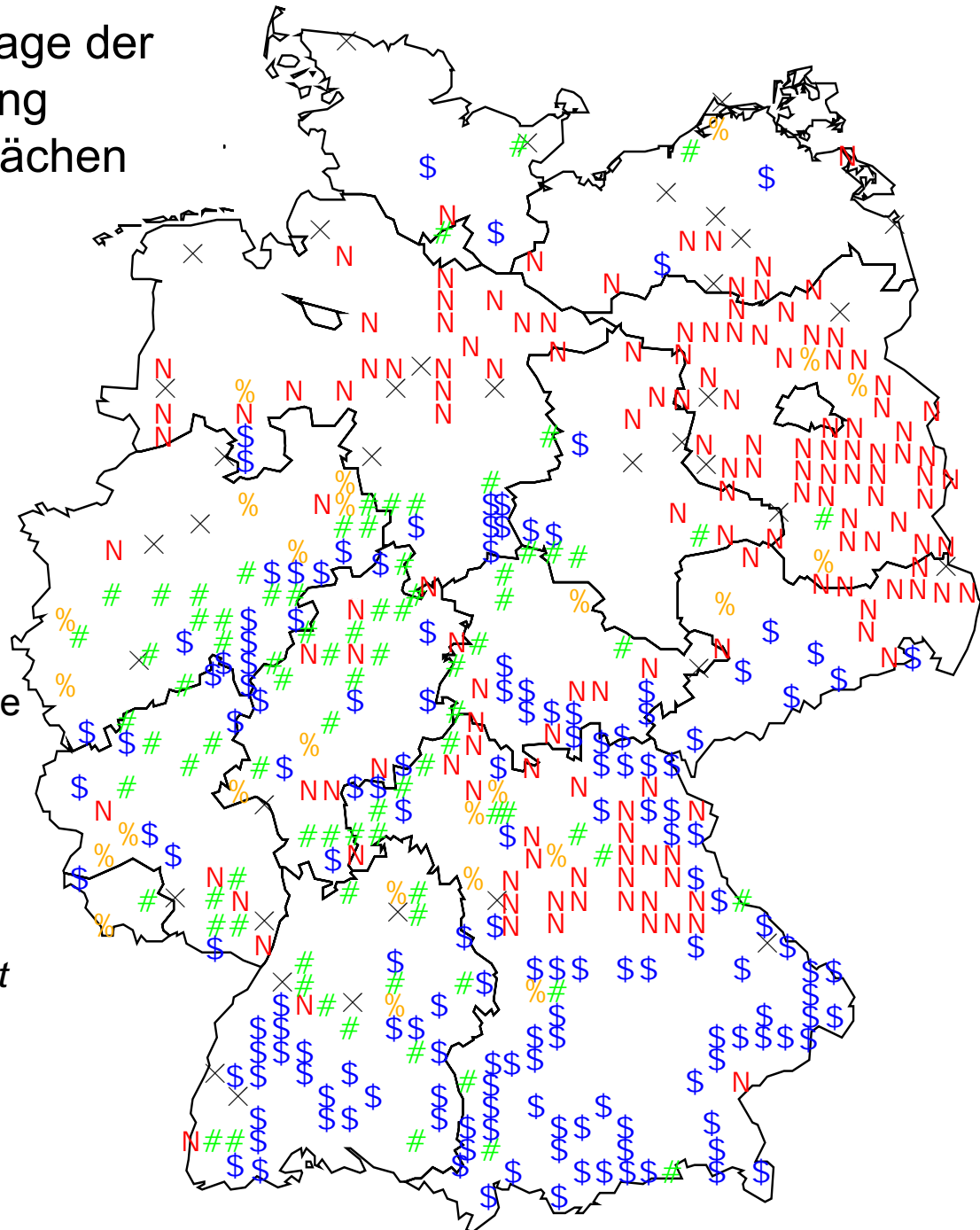


Abbildung 10: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei Buche, Eiche und anderen Laubbäumen

Trockenstudie: Geographische Lage der Punkte der Waldzustandserhebung (WZE) in Deutschland (Level-I-Flächen für UNECE/EU-Monitoring)

Geografische Lage der WZE- (Level I-) Erhebungspunkte des 16-km-x-16-km-Netzes, differenziert nach Hauptbaumarten (größter Anteil an Individuen wird von einer der unten genannten Baumarten gestellt) bzw. Fokusbaumarten (mind. vier Individuen gehört zu einer der unten genannten Baumarten, wenn eine hier nicht genannte Baumart – z.B. Douglasie - die Mehrzahl der Individuen stellt)

- +: Waldkiefer (*Pinus sylvestris*),
- ▲: Gemeine Fichte (*Picea abies*),
- : Rotbuche (*Fagus sylvatica*),
- : Stiel-/Trauben-Eiche (*Quercus robur et petraea*),
- x: keine der genannten Baumarten mit mindestens vier Individuen vertreten.



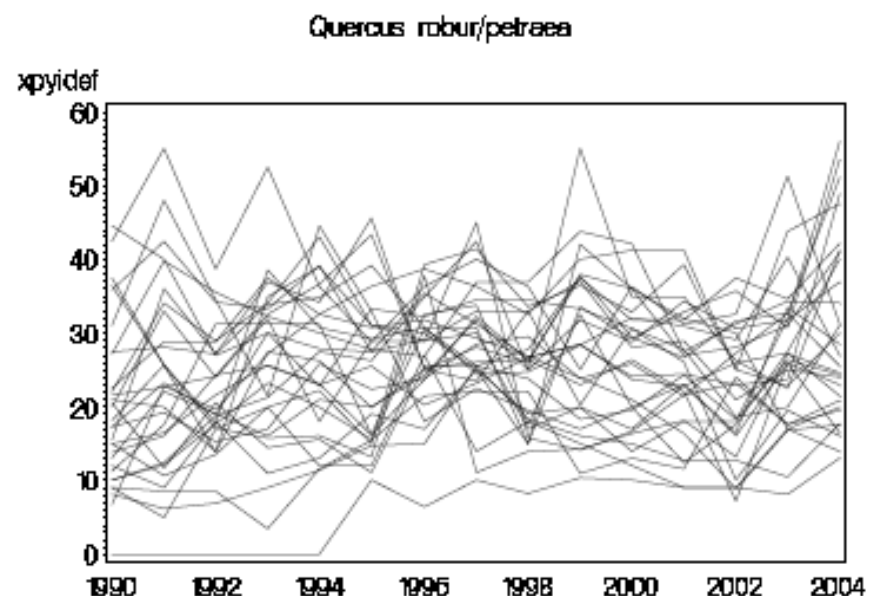
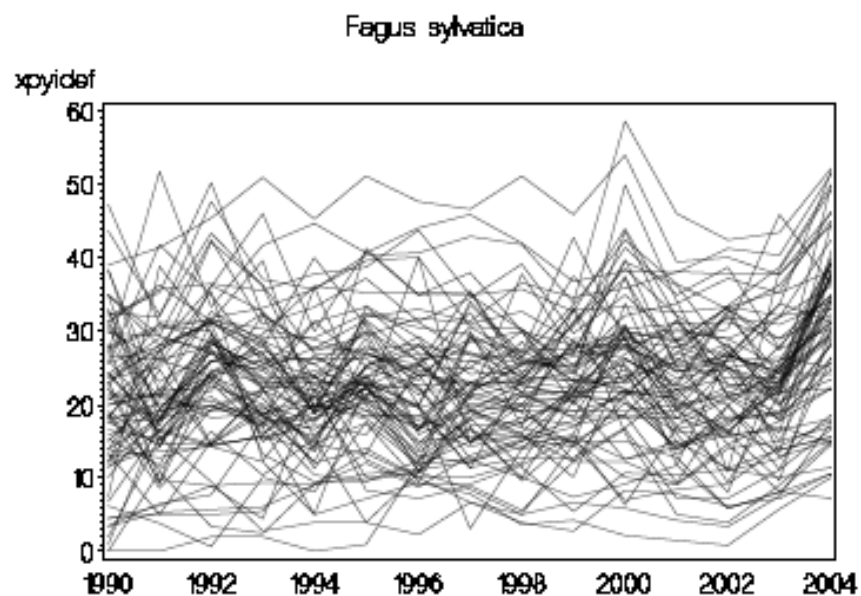
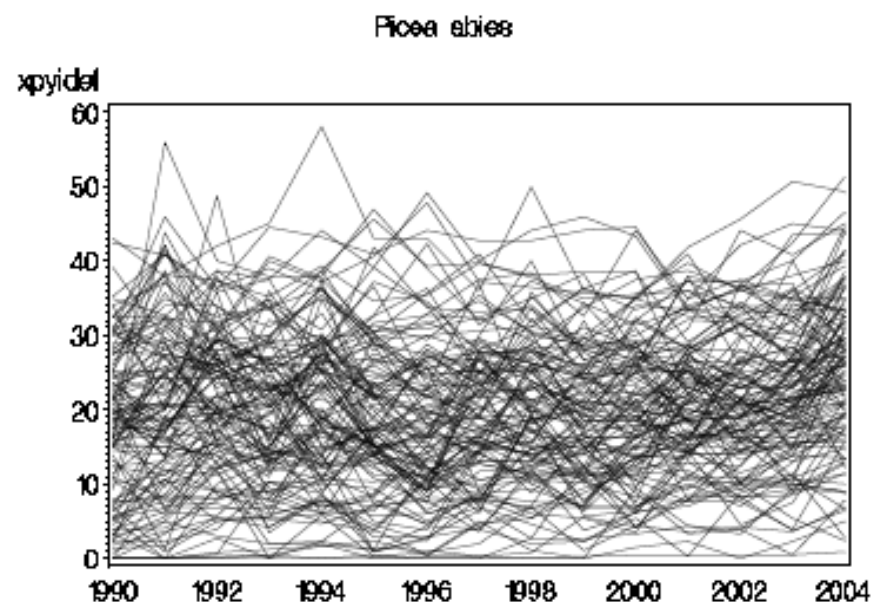
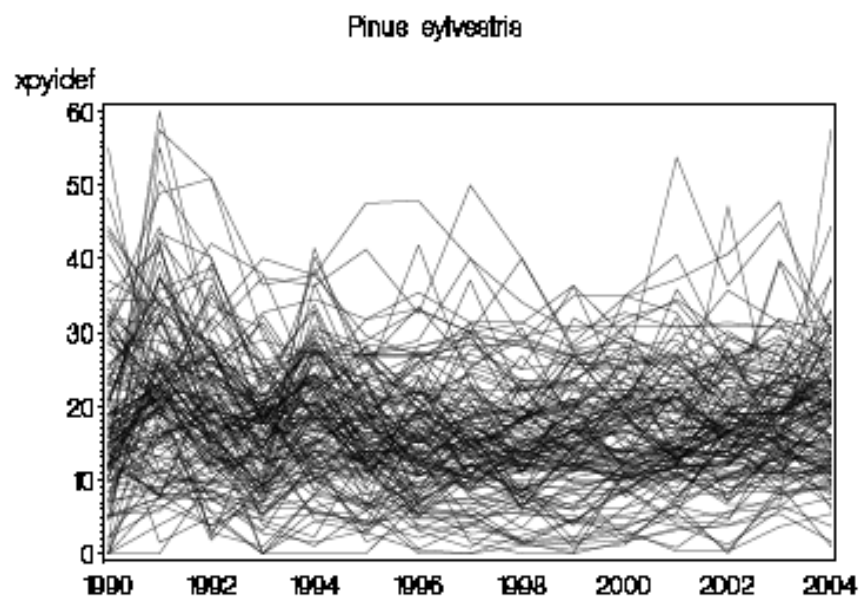


Abb. 5: Verläufe der flächenbezogenen Mittelwerte der Nadel-/Blattverluste (xpyiddef in %) der vier untersuchten Baumarten von 1990 bis 2004; nur Flächen (Plots) mit > 3 Bäumen pro Art sind dargestellt; $n_{Pinus} = 139$, $n_{Picea} = 127$, $n_{Fagus} = 79$, $n_{Quercus} = 31$.

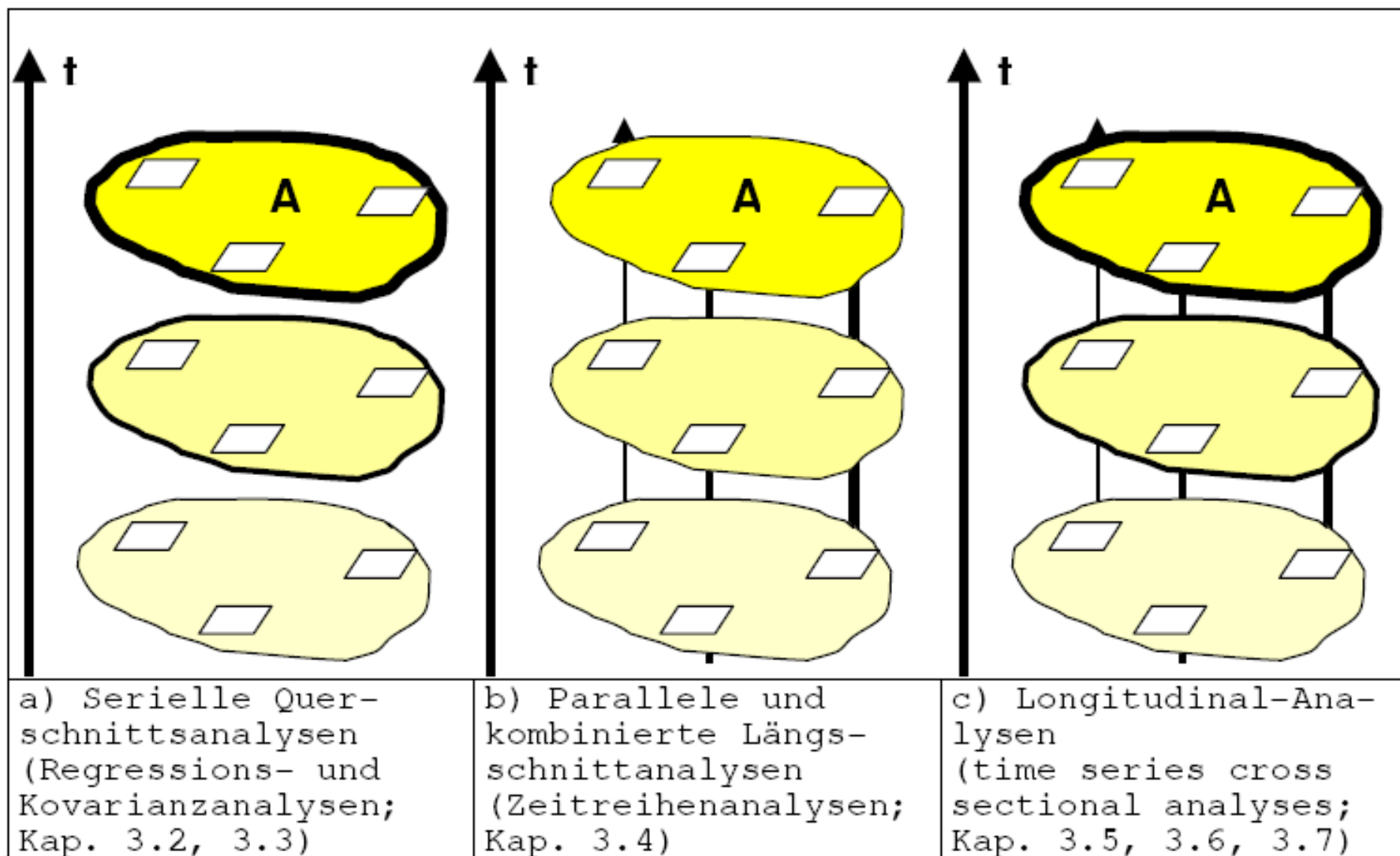
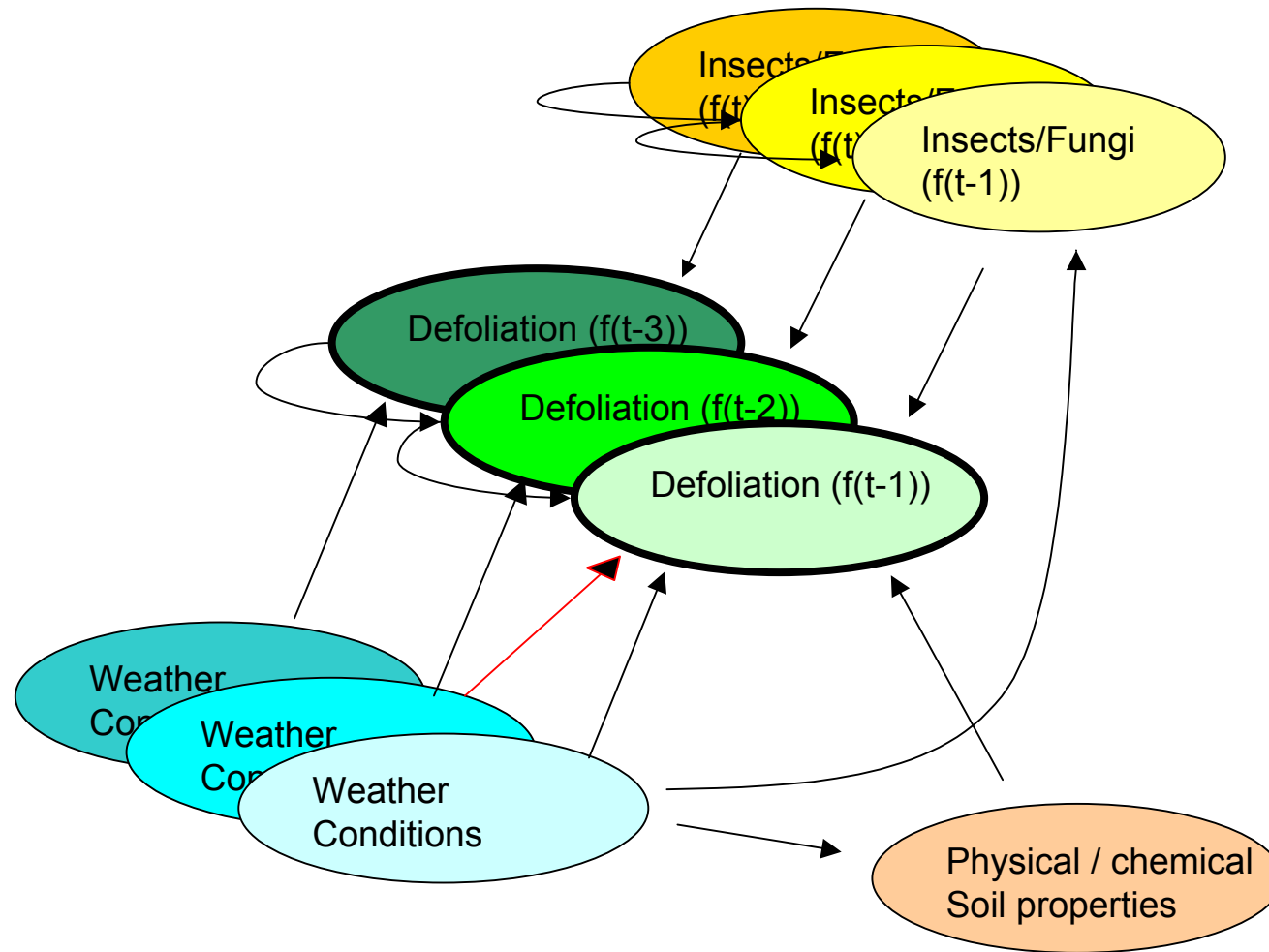


Abb. 3: Schemata zur Verknüpfung der Datensätze in verschiedenen Interferenzansätzen; t: Zeitverlauf, A: Flächenausschnitt mit Probeflächen (Plots).

Integrated study on crown condition, soil data and leaf contents

Invest-Scenario II: parameters changing on a short-term time scale



f(t): temporal autocorrelations

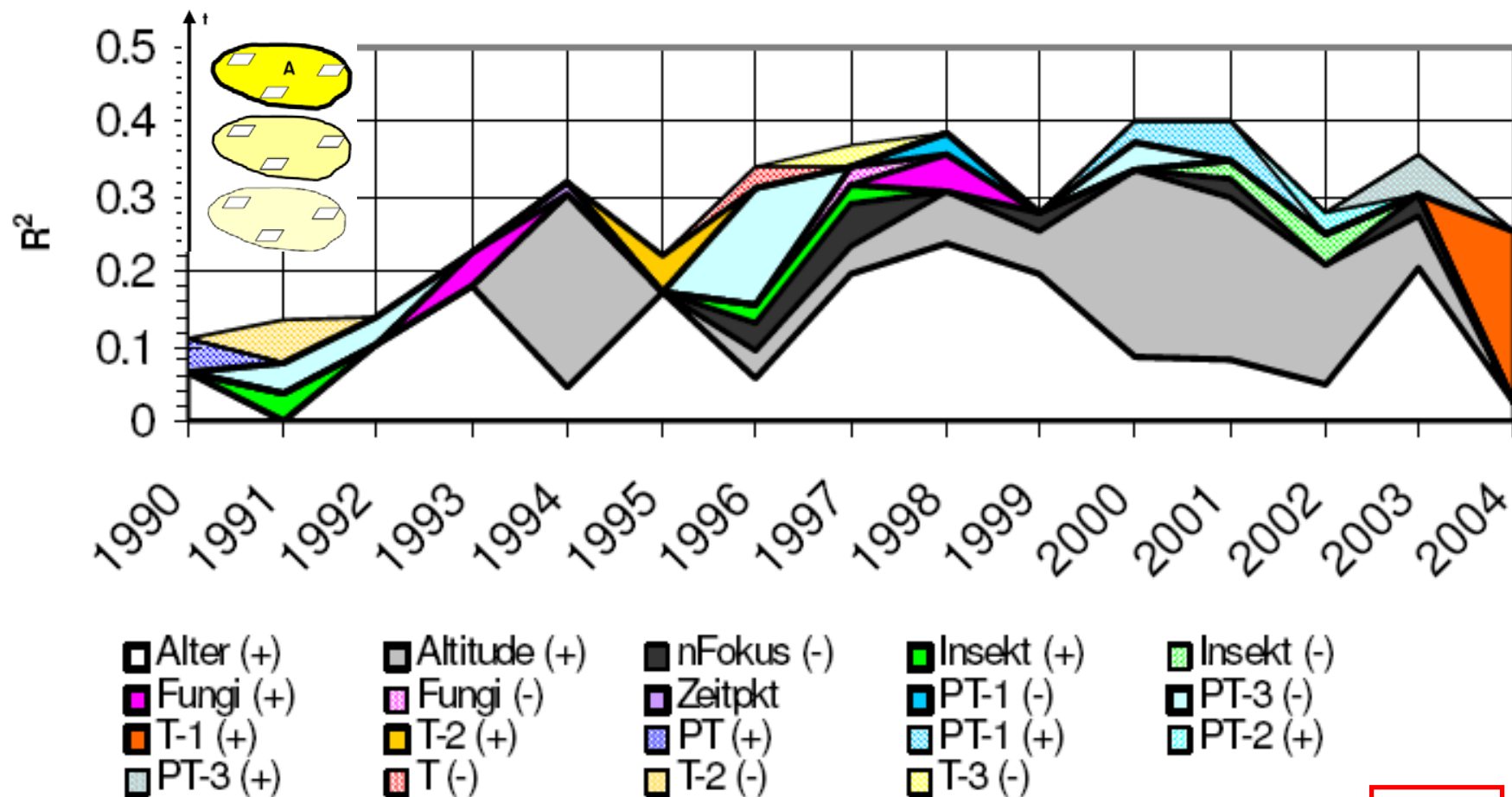


Abb. 11: Darstellung der Abhängigkeitsstruktur serieller Querschnittanalysen für die **Kiefer** mit allgemeinen Prädiktoren sowie biotischen und klimatischen Stressfaktoren; $n = 139$; R^2 : Bestimmtheitsmaß, Altitude: Höhe über NN, nFokus: Anzahl der Fokusbaumart, Insekt: beobachteter Besatz mit herbivoren Insekten, Fungi: beobachtete Besiedlung mit phytopathogenen Pilzen, Zeitpkt: julianisches Datum der Beobachtung, PT: Abweichung vom 30-jährigen Mittel des Quotient aus Niederschlag und Temperatur für die Monate Mai bis August, T: Abweichung vom 30-jährigen Mittel der Lufttemperatur für die Monate Mai bis August, ...-1 bis ...-3: Wert aus dem Sommern 1 bis 3 Jahre vorher (lagged variable), (-): negativer Regressionskoeffizient, (+) positiver Regressionskoeffizient.

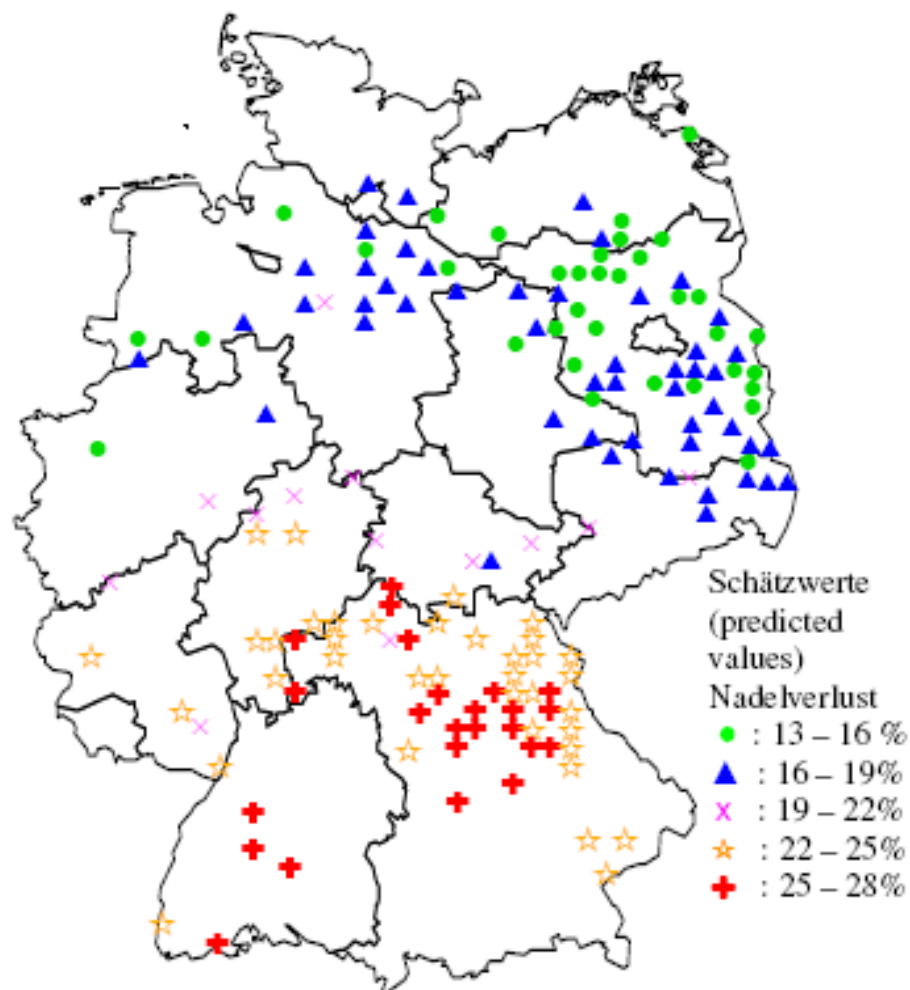


Abb. 12: Aufgrund des Modells über den statistischen Zusammenhang zwischen dem mittleren Nadelverlust der Kiefern im Jahr 2004 und der Abweichung vom 30-jährigen Temperaturmittel des Vorjahres (vgl. Abb. 7) und des Baumalters geschätzte Nadelverluste (predicted values) für alle Monitoringflächen mit mehr als 3 Kiefern im erfassten Baumkollektiv. Es zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung zwischen den Flächen der höchsten Nadelverlustklasse und dem Kronenzustandsverlaufs-Cluster 1 (vgl. Abb. 18).

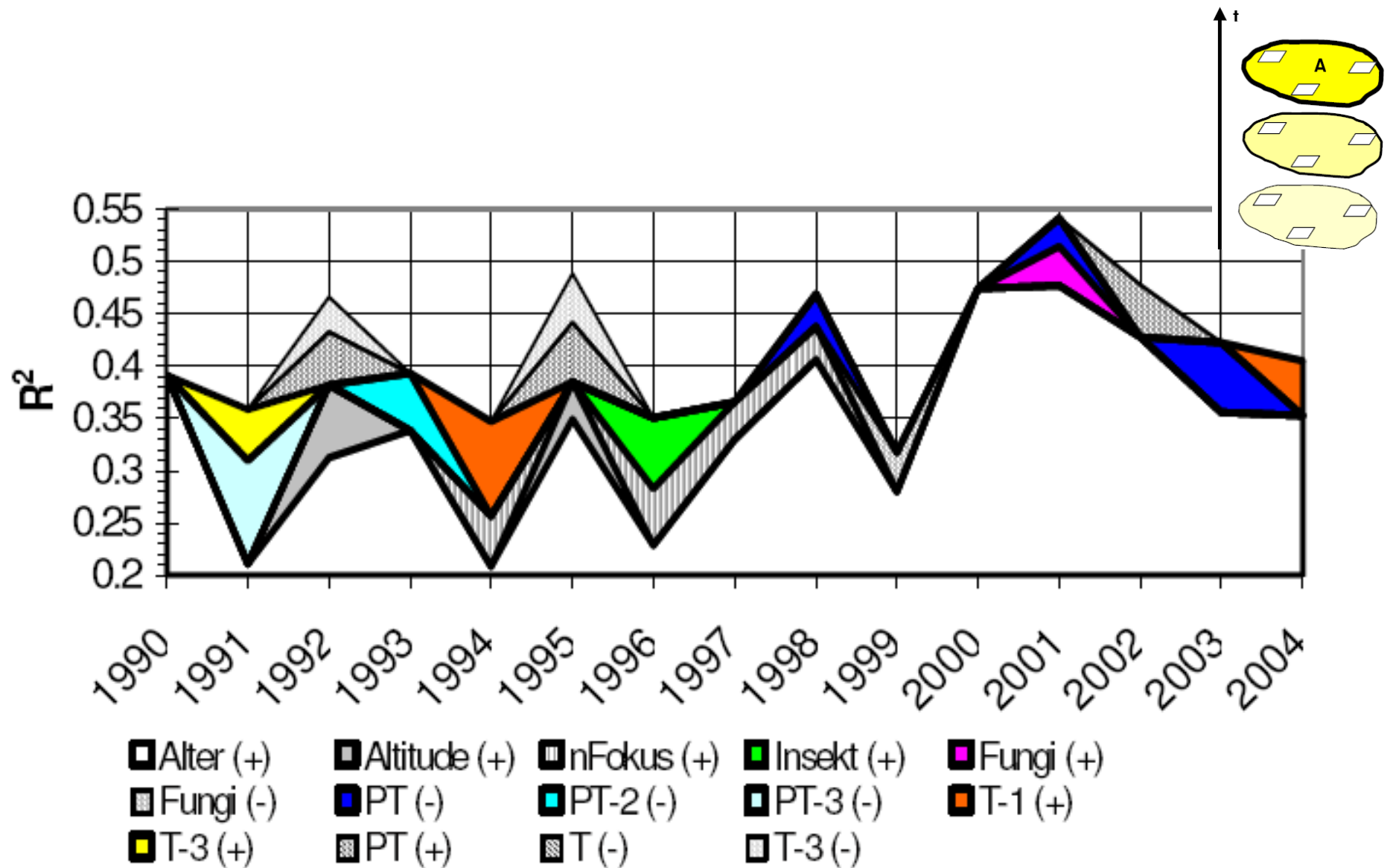


Abb. 14: Abhängigkeitsstruktur aufgrund serieller Querschnittanalysen für **Buche** mit allgemeinen Prädiktoren sowie biotischen und klimatischen Stressfaktoren; $n = 79$; Erklärung der Legende s. Abb. 11; beachte: Ordinate unter gekappt.

Prädiktor: ΔP

Prädiktor: lag1 (ΔP)

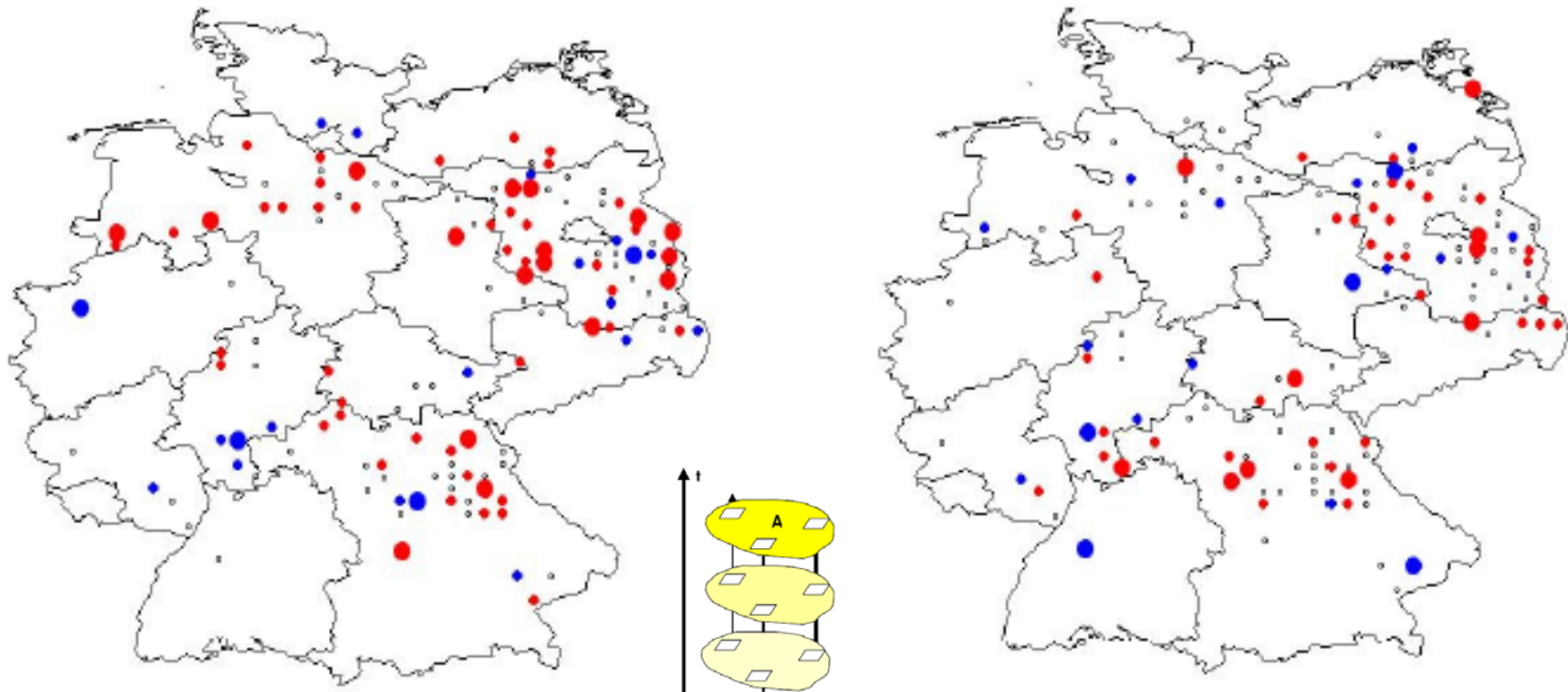
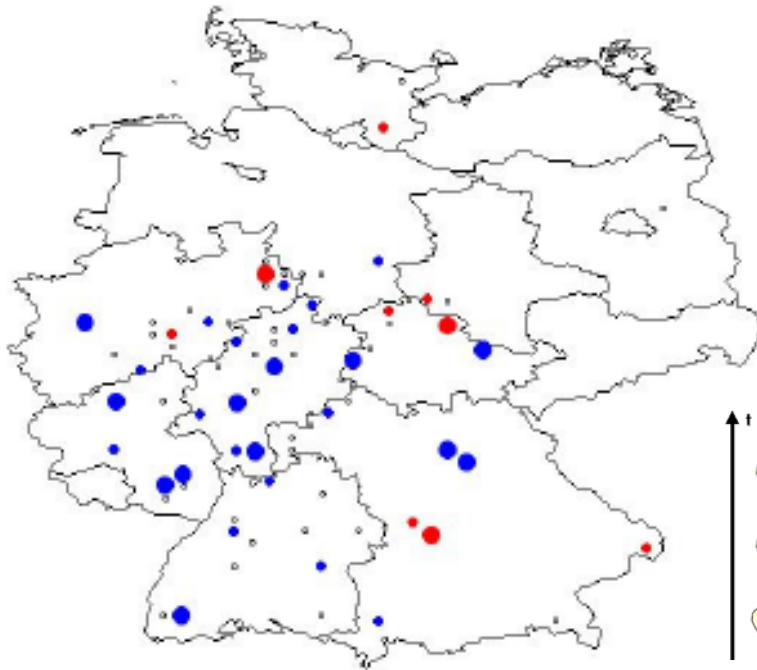


Abb. 16: **Kiefer**: Statistische Zusammenhänge (Koeffizienten der Kreuzkorrelation r) zwischen dem zeitlichen Verlauf der Nadelverluste (Responsevariable prewhitened und standardisiert) und dem sommerlichen Witterungsverlauf (flächenbezogen modellierte Abweichung der Durchschnittstemperatur (ΔT) und der Niederschlagssummen (ΔP) vom 30-jährigen Mittel für die Monate Mai bis August) im aktuellen und im Vorjahr (lag1, Prädiktorvariable ebenfalls prewhitened und standardisiert); für Temperatur (ΔT): ●: $r < -0,4$, ●: $-0,4 < r < -0,2$, ○: $-0,2 < r < 0,2$, ●: $0,2 < r < 0,4$, ●: $r > 0,4$; für Niederschlag (ΔP) umgekehrt.

Prädiktor: ΔP



Prädiktor: lag1 (ΔP)

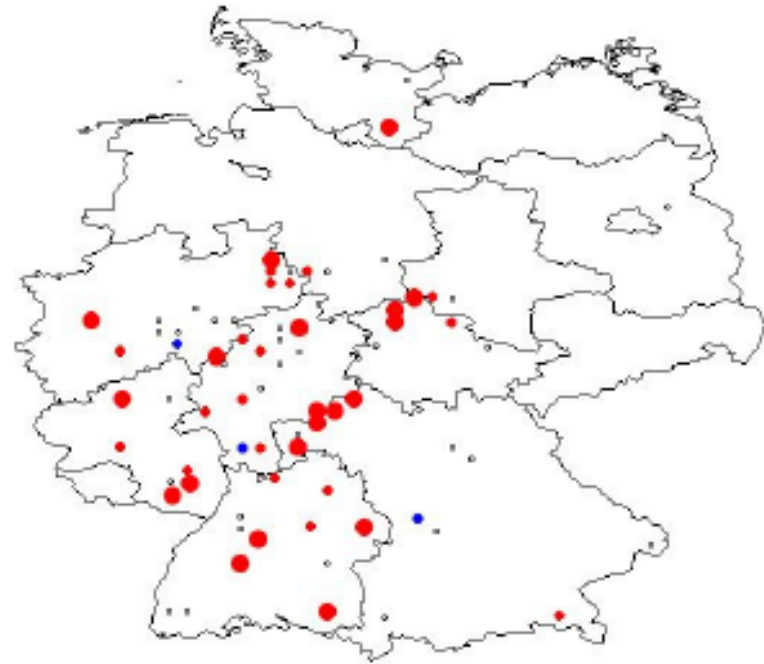
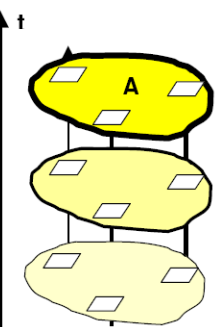


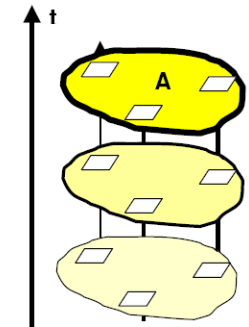
Abb. 18: **Buche**: Statistische Zusammenhänge (Koeffizienten der Kreuzkorrelation r) zwischen dem zeitlichen Verlauf der Blattverluste (Responsevariable prewhitened und standardisiert) und dem sommerlichen Witterungsverlauf (flächenbezogen modellierte Abweichung der Durchschnittstemperatur (ΔT) und der Niederschlagssummen (ΔP) vom 30-jährigen Mittel für die Monate Mai bis August) im aktuellen und im Vorjahr (lag1, Prädiktorvariable ebenfalls prewhitened und standardisiert); für Temperatur (ΔT): ●: $r < -0,4$, ●: $-0,4 < r < -0,2$, ○: $-0,2 < r < 0,2$, ●: $0,2 < r < 0,4$, ●: $r > 0,4$; für Niederschlag (ΔP) umgekehrt.

Tab. 7: Koeffizienten aus artbezogenen Longitudinaluntersuchungen mit der Methode FULLER & BATTESE zur Abhängigkeit der standardisierten mittleren jährlichen Nadel-/Blattverluste der Hauptbaumarten an den WSE-Probeflächen für den Zeitraum 1990 bis 2004 (Länge Zeitreihen: 15 Jahre) von ausgewählten, plotspezifisch modellierten Parametern zur klimatischen Trockenheit; alle Variablen wurden standardisiert. Die Modelle wurden solange mit einer am Signifikanzniveau des t-Werts orientierten Rückwärtsstrategie gefittet, bis nur noch auf dem 5%-Niveau signifikante Prädiktoren enthalten waren. Der Hausman-Test ergab dann stets ein von zufälligen Effekten signifikant freies Ergebnis.

| Methode: FULLER & BATTESE | Kiefer | Fichte | Buche | Eiche |
|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|
| Anzahl Flächen (Einheiten) | 139 | 127 | 79 | 31 |
| räumliche Varianzkomponente | 0.4098 | 0.7013 | 0.5950 | |
| zeitliche Varianzkomponente | 0.0400 | 0.0129 | 0.0383 | |
| räuml./zeitl. Varianzcomp. | 10.2 | 54.4 | 15.5 | |
| Varianzkomponente Fehler | 0.5377 | 0.2803 | 0.3561 | |
| Model R ² | 0.0085 | 0.0065 | 0.0244 | |
| Hausman-Test: Pr > m | 0.563 | 0.1330 | 0.6016 | |
| 1 dxTso | # | 0.0628 * | | # |
| 2 dxTso-1 | # | 0.0829 ** | 0.1949 *** | # |
| 3 dxPso | # | # | # | # |
| 4 dxPso-1 | # | # | -0.0678** | # |
| 5 dxP/Tso | # | # | # | # |
| 6 dxP/Tso-1 | # | # | # | # |
| 7 dsGLOso | 0.1011 ** | # | 0.1068** | # |
| 8 dsGLOso-1 | 0.1174 ** | # | # | # |
| 9 dxUMso | # | # | # | # |



: nicht im endgültigen Model enthalten; *: $(Pr > |t|) \leq 0.05$, **: $(Pr > |t|) \leq 0.01$, ***: $(Pr > |t|) < 0.0001$.



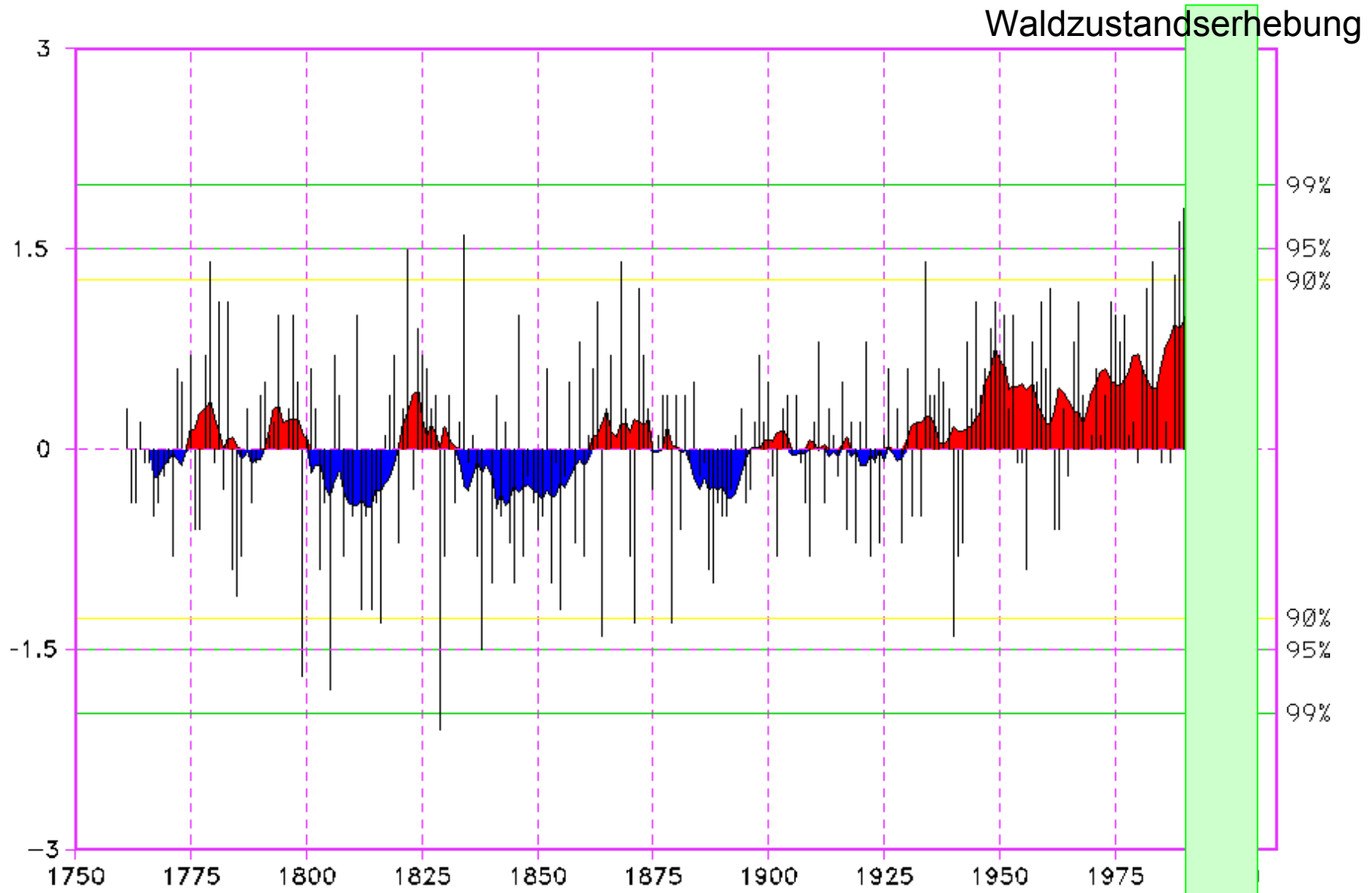
Tab. 9: Koeffizienten aus artspezifischen Longitudinaluntersuchungen mit der Methode PARKS zur Abhängigkeit des standardisierten mittleren jährlichen Nadel-/Blattverlustes der Hauptbaumarten an den WSE-Probeflächen für den Zeitraum 1999 bis 2004 (Länge der Zeitreihen: 6 Jahre) vom logarithmierten und dann standardisierten Fruktifikationsgrad sowie der standardisierten Abweichungen der Quotienten aus sommerlichen Niederschlag und Temperatur des laufenden und des Vorjahres sowie der Abweichung der sommerlichen Windgeschwindigkeit vom langjährigen Mittel.

| | Kiefer | Fichte | Buche | Eiche |
|----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| n Querschnitte | 139 | 127 | 79 | 31 |
| R ² | 0.4475 | 0.9429 | 0.9593 | 0.1782 |
| slnfrukt | 0.0595 n.s. | 0.0278 n.s. | 0.2612 *** | -0.0038 n.s. |
| dxP/Tso | -0.0839 ** | -0.1071 * | -0.1764 *** | -0.1158 n.s. |
| dxP/Tso-1 | -0.0697 n.s. | -0.1520 *** | -0.1536 *** | -0.0217 n.s. |
| dxUMso | 0.0196 n.s. | 0.0266 n.s. | -0.1185 * | -0.1780 n.s. |

n.s.: ($Pr > |t|$) > 0.05, *: ($Pr > |t|$) ≤ 0.05, **: ($Pr > |t|$) ≤ 0.01, ***: ($Pr > |t|$) < 0.0001.



Yearly Temperature Anomalies for Central Europe Years 1761–2004

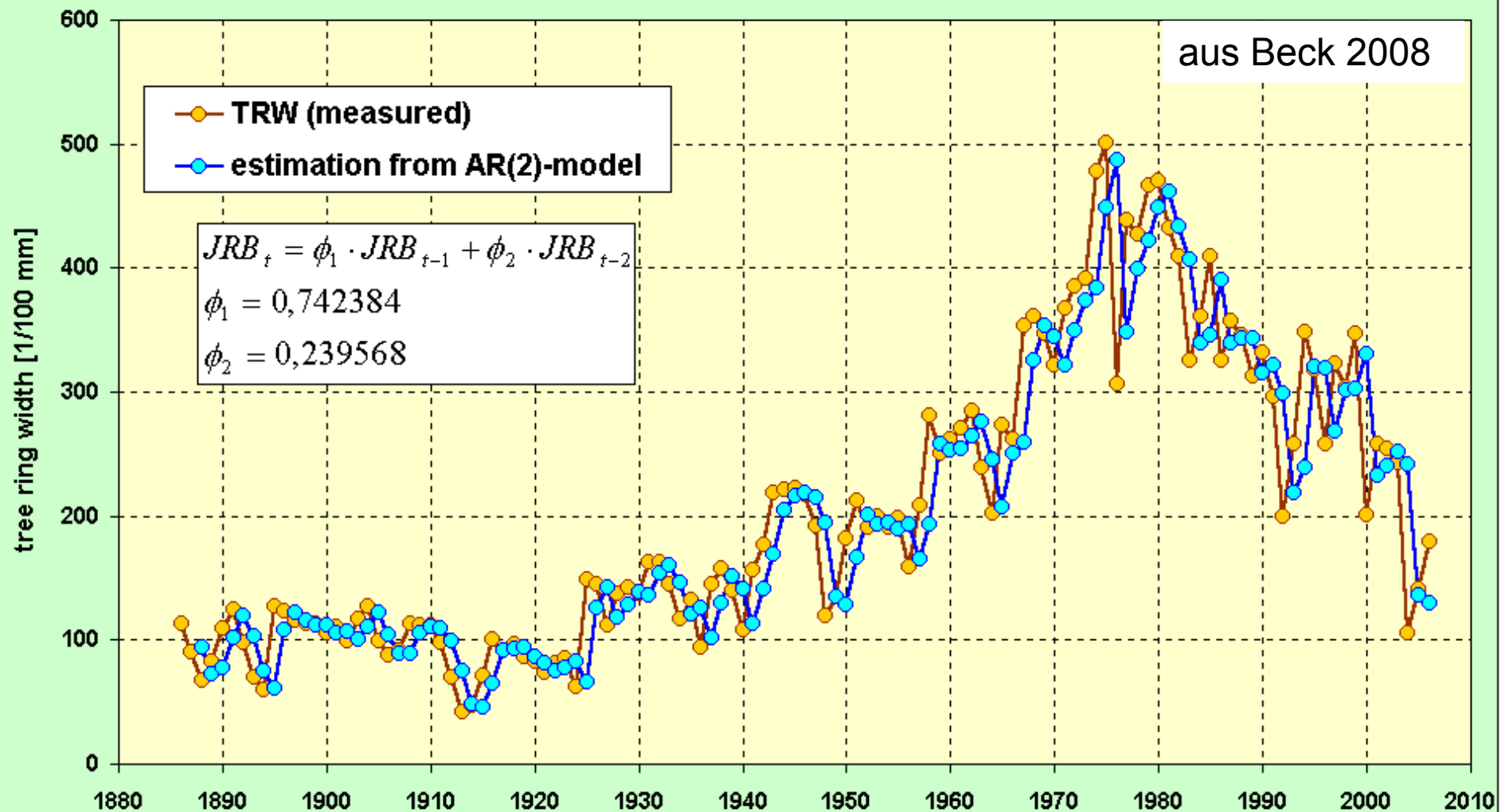


Smoothed curve: 11-year running mean

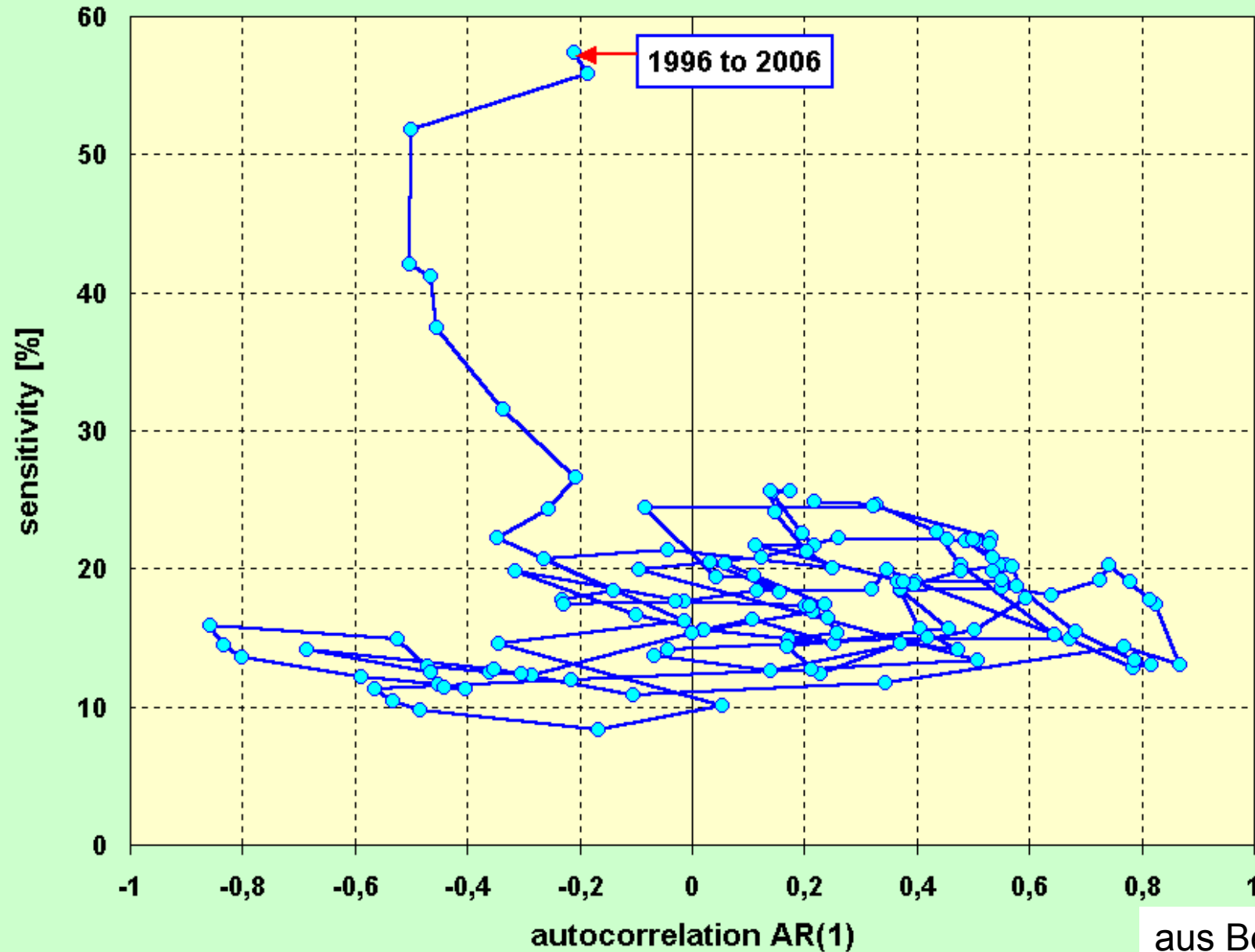
Level II-plot Hünfeld, Hesse, tree species *Fagus sylvatica* ;

Mean radial increment and estimated time series obtained from autoregressive modelling

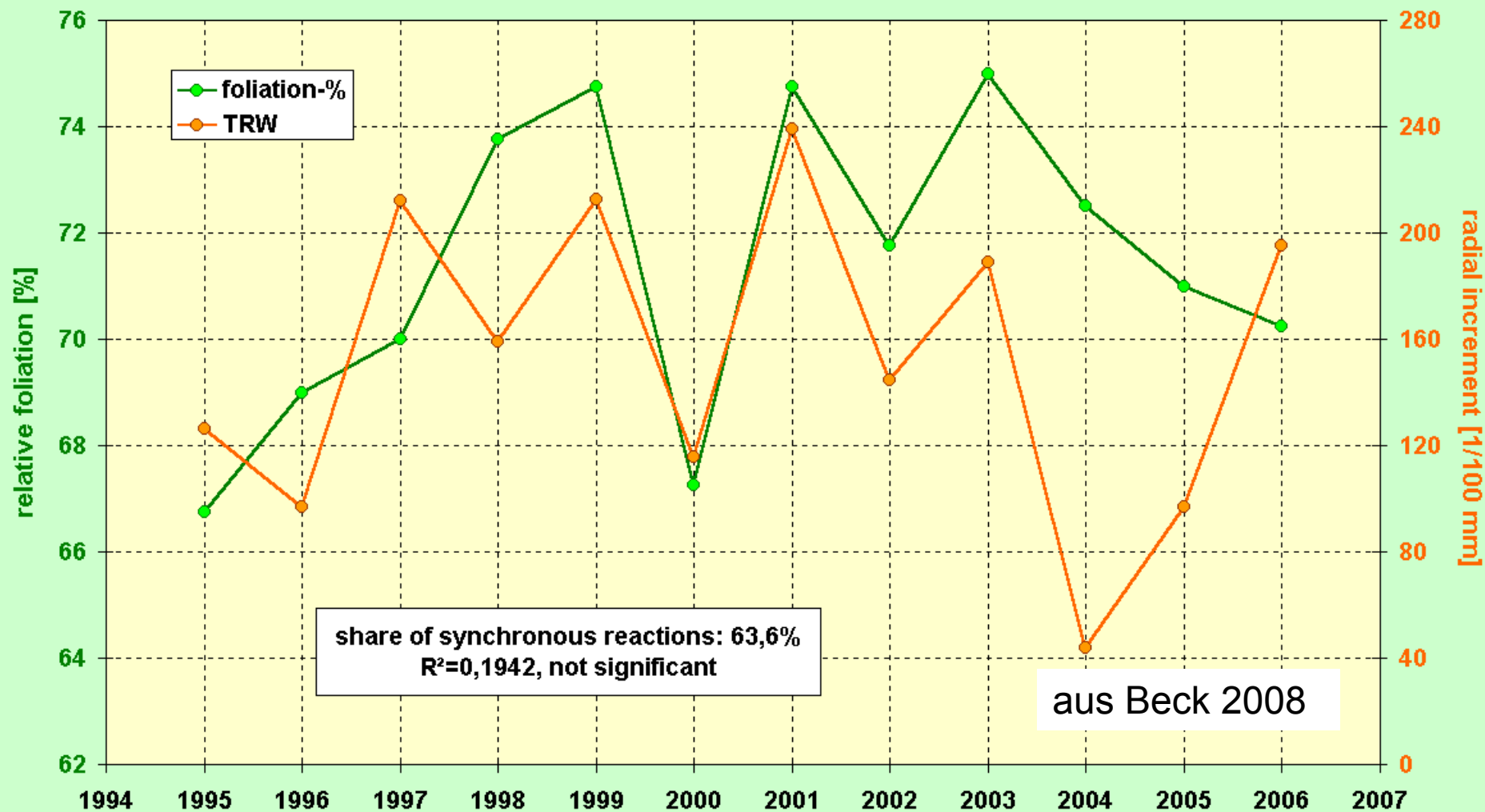
aus Beck 2008



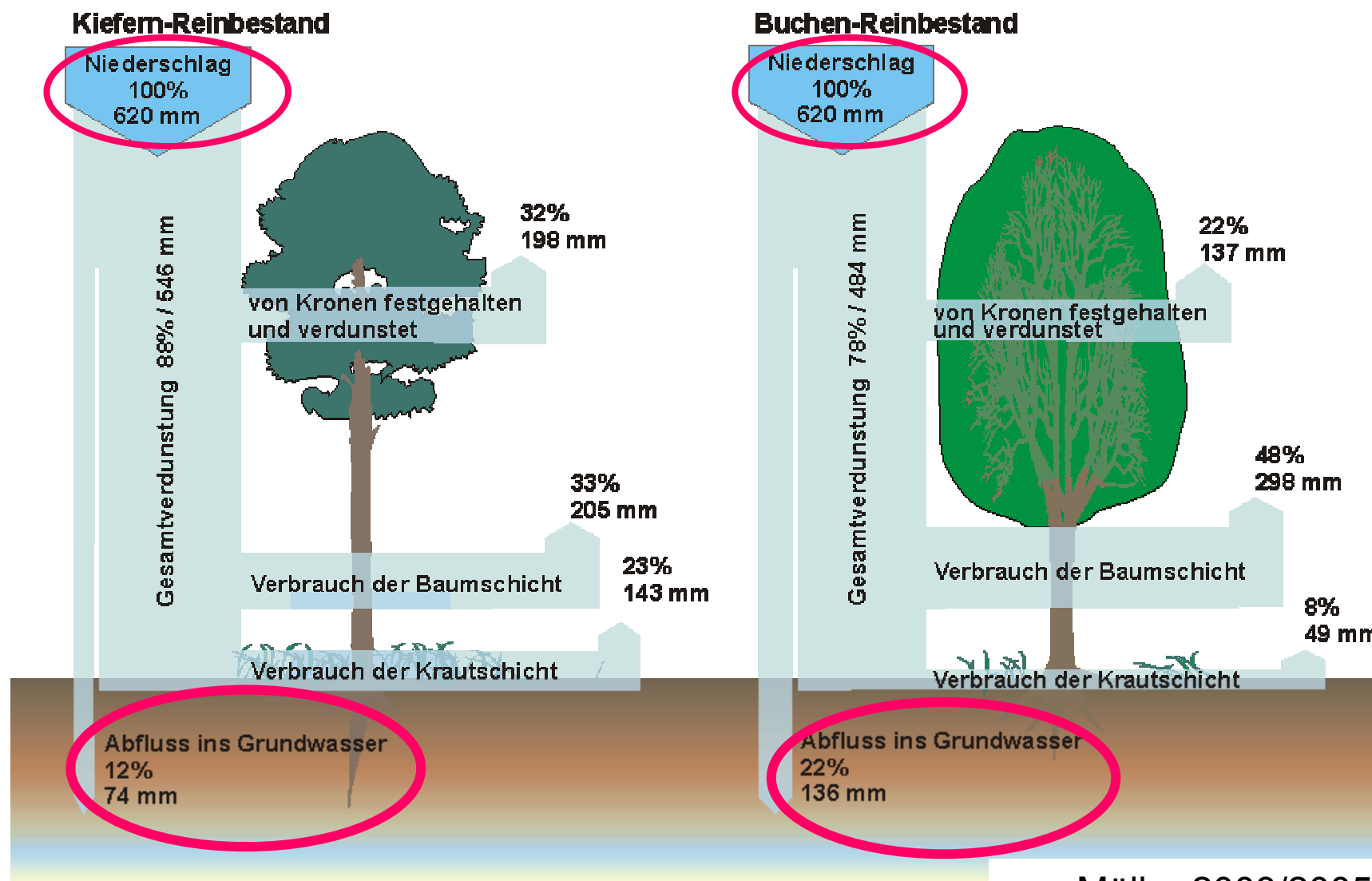
Level II-plot Solling, tree species *Fagus sylvatica*;
Relation between autocorrelation AR(1) and sensitivity within the
series of mean radial increment (floating time span of 11 years)



Level II-plot Solling, Lower Saxony, tree species: *Fagus sylvatica*;
Courses of mean radial increment and foliation



Wasserhaushalt eines Kiefern- und Buchen-Reinbestandes im Baumholzstadium auf grundwasserfernen Sand des nordostdeutschen Tieflands

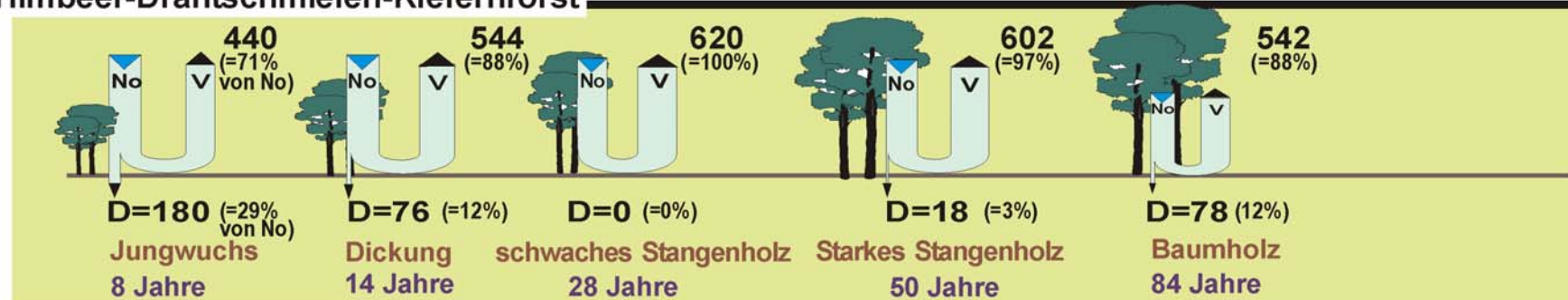


aus Müller 2003/2005

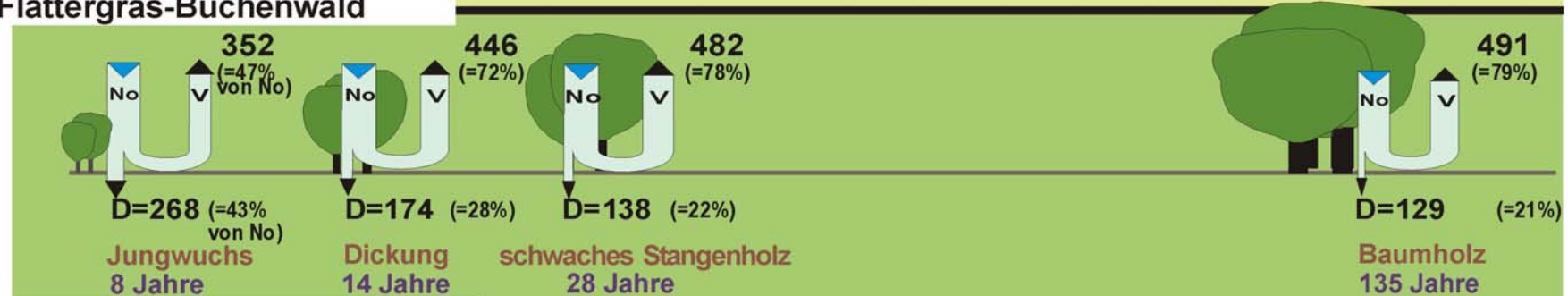
Wasserhaushalt von Kiefern- und Buchen-Rein- sowie Kiefern-Buchen-Mischbeständen in unterschiedlichen Wuchsstadien (620mm Jahresniederschlag, Sandbraunerde)

aus Müller 2003/2005

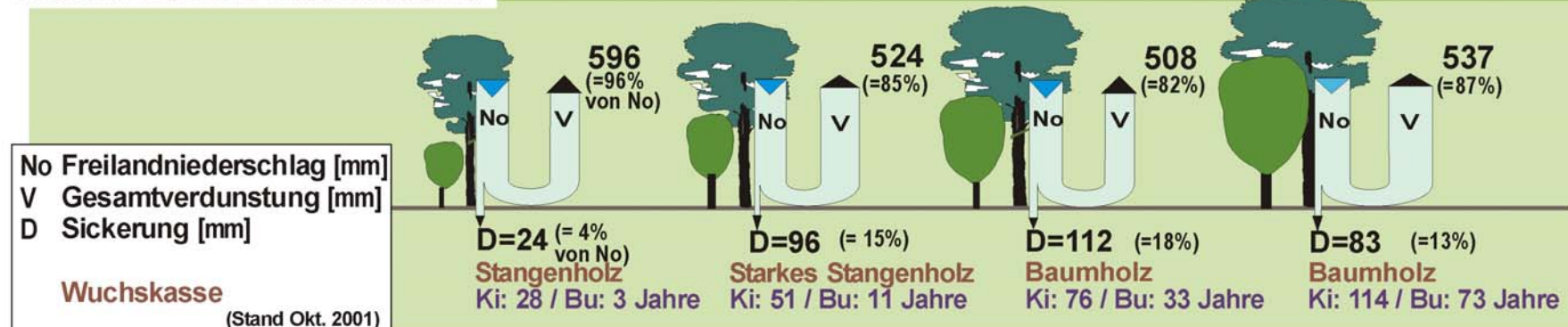
Himbeer-Drahtschmielen-Kiefernforst



Flattergras-Buchenwald



Kiefern-Buchen-Mischbestand

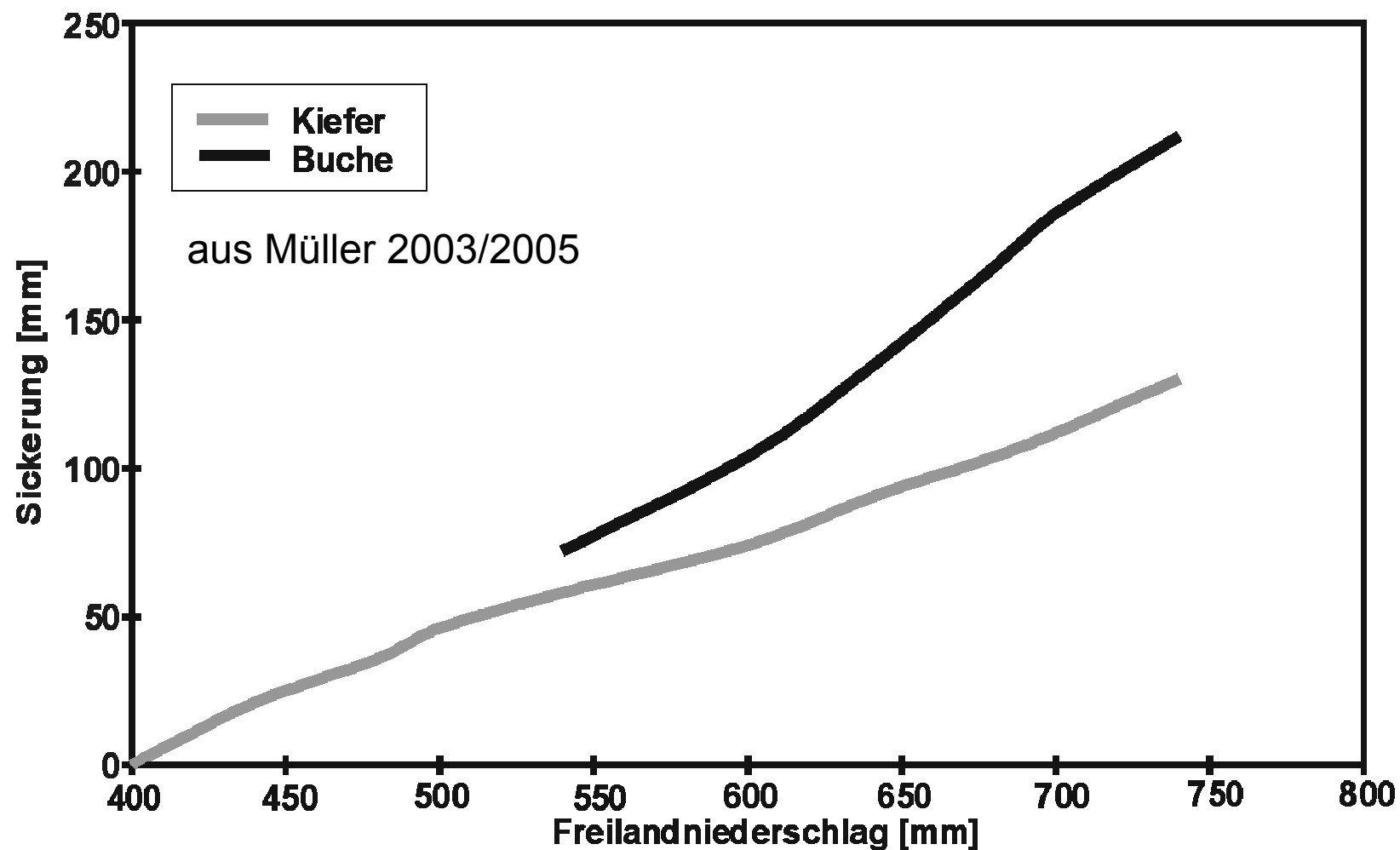


No Freilandniederschlag [mm]
V Gesamtverdunstung [mm]
D Sickerung [mm]

Wuchskasse

(Stand Okt. 2001)

Abhängigkeit der Sickerung vom jährlichen Niederschlagsdargebot (Kiefern- und Buchenbaumholz auf Sandbraunerde)



Resümee

- Nicht nur der Radialzuwachs von Waldbäumen (siehe dendroökologische Forschung) reagiert auf Komponenten des Wettergeschehens, sondern auch der jährlich erfasste Kronenzustand (Nadel-/Blattverlust)
- Die jährliche Kronenzustandserhebung lässt sich auch für die räumliche und zeitliche Differenzierung von Trockenreaktionen (-stress) bei Waldbäumen nutzen
- Endogene (z.B. Blühinduktion bei Buche) und exogene biotische Einflüsse (z.B. Insektengradationen) auf den Kronenzustand weisen ebenfalls witterungsbedingte Anteile auf und können in empirische Modelle integriert werden.
- Reaktionsmuster sind baumartenspezifisch.
- Über die Baumartenwahl lassen sich Komponenten der Gebietswasserhaushalts beeinflussen.

- Beck, W., 2008: nicht veröffentlicht.

- Müller, J., 2003: Wasserhaushalt von Kiefern- und Buchen - Reinbeständen und von Kiefern- u Buchen - Mischbeständen im nordostdeutschen Tiefland. In: 10. Lysimetertagung der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning/Österreich, an der HBLA Raumberg, 29. und 30.04.2003, BAL Bericht: 105-109.

- Müller, J., 2005: 30 Jahre forsthydrologische Forschung auf der Großlysimeteranlage in Britz – Zielstellung und Ergebnisse. In: Bericht über die 11. Gumpensteiner Lysimetertagung, „Lysimeter im Netzwerk der Dynamik von Ökosystemen“ am 5. und 6. April 2005, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Irdning. Raumberg-Gumpenstein: 29-32.

- Seidling, W., 2004: Crown condition within integrated evaluations of Level II monitoring data at German level. Eur. J. Forest Res. 123: 63-74.

- Seidling, W., Mues, V., 2005: Statistical and geostatistical modelling of preliminarily adjusted defoliation on an European scale. Environmental Monitoring and Assessment 101: 223-247.

- Seidling, W., 2006: Auswirkung des Trockenstresses 2003 auf den Waldzustand. FH Eberswa Schlussbericht zum HS-Vorhaben 05H2005 der BMELV.

- Seidling, W., 2006: Auswirkungen von klimatischem Trockenstress auf den Waldzustand. Arbeitsbericht des Instituts für Waldökologie und Waldinventuren 2006/4, 68 S., <http://www.bfafh.de/bibl/arbeitsb.htm#institut7>.

- Seidling, W., 2007: Signals of summer drought in crown condition data of the German Level I network. Eur. J. Forest Res. 126: 529-544.

- Seidling, W., 2007: Defoliation – key parameter or cue ball of variegated influences? Schriften der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Bd. 142, 79-87.