

Krautschicht, Standort und das Wachstum herrschender Kiefern in Kiefern-Traubeneichenwäldern

Walter Seidling und Angela von Lührte

Synopsis

At 11 sites in mature pine-oak-forests in Berlin growth parameters of dominant Scotch pines (*Pinus sylvestris* L.) were compared with floristic composition of forest floor vegetation, soil parameters and those describing the whole stand. It was found that PCA-site scores extracted from floristic composition of ground vegetation are correlated with light conditions and soil characteristics, while radial growth of the pines is relatively independent from these parameters. It seems to be more determined by the stand structure. This corresponds well with pioneer features of Scotch pine. It may have consequences for forestry planning.

forest floor vegetation, growth of Scotch pine, PCA, pine-oak-forest, Pinus sylvestris

1. Einleitung

Vegetationskundliche Bearbeitungen von Waldgebieten dienen u. a. als Grundlage für forstliche Planungen (z. B. TRAUTMANN 1966, REHFUESS 1981, GRENZIUS & al. 1991). Dabei wird von der These ausgegangen, daß die aktuelle Vegetation alle Einflußfaktoren eines Standorts widerspiegelt. Wir wollen mit einem einfachen Untersuchungsmodell unter besonderer Berücksichtigung der Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) prüfen, ob in Kiefern-Traubeneichenbeständen Koinzidenzen zwischen vegetations- und bodenkundlichen einerseits und bestandeskundlichen bzw. dendroökologischen Parametern andererseits zu finden sind.

2. Material und Methoden

Untersuchungsgebiet: Berliner Forsten; Klima: 600 mm Jahresniederschlag, Jahresmitteltemperatur 8,9°C. In elf 90-150jährigen Kiefern-Eichenbeständen auf grundwasserfernen Sandböden wurden im Rahmen eines multidisziplinären Projekts (UBA & SENSTADTUM 1990) von 1986 bis 1988 vegetations-, bestandeskundliche und dendroökologische Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse werden untereinander und zu bodenkundliche Erhebungen in Beziehung gesetzt.

Die vegetationskundlichen Aufnahmen erfolgten nach BRAUN-BLANQUET auf 400 m² großen Flächen; auf den gleichen Flächen wurde der Brusthöhenumfang (BHU) aller Bäume (BHU ≥ 20 cm) und in 1 m Höhe über dem Waldboden die relative Beleuchtungsstärke gemessen (SEIDLING 1990). Zuwachsmessungen erfolgten an 15 herrschenden Kiefern (Klasse 1 und 2 nach KRAFT 1884) pro Bestand anhand von jeweils zwei Bohrkernen aus Brusthöhe (VON LÜHRTE 1991). Die Höhen und Kronenschirmflächen der Probebäume wurden vom Landesforstamt Berlin ermittelt. Folgende bodenkundliche Parameter wurden verwendet: nutzbare Feldkapazität (nFK, bis 1 m Tiefe), pH_{CaCl2} in 5 Tiefen, Austauschbelegung für Al und Ca (RENGER & KRAHN 1989, KRAHN n. p.).

Auswertungsverfahren: deskriptive und analytische Statistik, Hauptkomponentenanalyse (TER BRAAK 1987, 1988; Transformation der Deckungsgrade nach WILDI & ORLOCI 1983, Standardized PCA nach TER BRAAK 1988; nur Krautschicht), Clusteranalyse (nur Krautschicht, Deckungsgradtransformation s. o., Ähnlichkeit: VAN DER MAAREL's coefficient, minimum variance clustering, siehe WILDI & ORLOCI 1983, 1988).

3. Ergebnisse

Die Ordination der Vegetationsaufnahmen ist in Abb. 1 mit der der Arten, in Abb. 2 mit der der Umwelt- bzw. Bestandesparameter überlagert. In Abb. 2 sind zusätzlich die Ergebnisse der Clusteranalyse und die pflanzensoziologische Zugehörigkeit der Aufnahmen nach SEIDLING (1990, ergänzt) eingetragen. Letzteres läßt eine weitgehende Übereinstimmung der Ergebnisse dieser drei Verfahren erkennen. Lediglich im Übergangsbe-

reich zwischen Pino-Quercetum und Fago-Quercetum kommt es zu Differenzen zwischen der pflanzensoziologischen und clusteranalytischen Bearbeitung. Interessanterweise stellt sich die Subassoziation von Moehringia trinervia in der Ordination als Störungs- und Aufflichtungsvariante des Pino-Quercetum typicum dar (vergl. entsprechende Arten in Abb. 1). Tab. 1 enthält die Korrelationskoeffizienten zwischen den Datenreihen der Umwelt-, Bestandes- und Zuwachsparemetern und den Ladungen der Aufnahmen (site scores) aus der PCA.

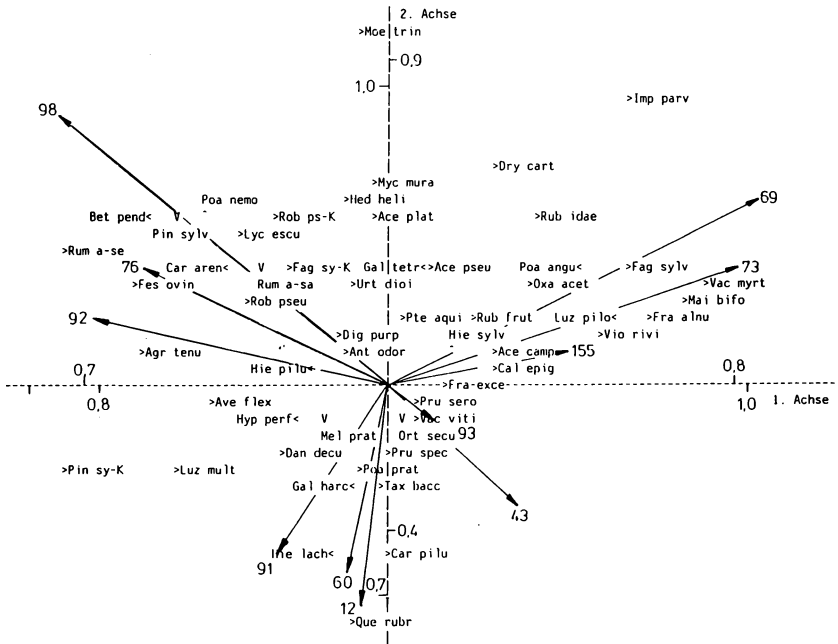


Abb. 1: Euclidean Distance biplot (TER BRAAK 1987: 129) der Arten (species scores, Arten durch Anfangsbuchstaben dargestellt, in Ursprungsnähe weggelassen) und der Aufnahmen (site scores, durch Pfeile dargestellt); die untere und die linke Skala beziehen sich auf die Arten, die obere und die rechte Skala beziehen sich auf die Aufnahmen (zu beachten ist, daß bei der biplot-Technik die Ursprünge und Winkel der überlagerten Diagramme übereinstimmen - nicht die Skalen).

Entsprechend der hypothetischen Kausalzusammenhänge in Abb. 3, besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen der relativen Beleuchtungsstärke am Waldboden und dem Deckungsgrad der Krautschicht (Tab. 1). Auch deren floristische Zusammensetzung wird vom Lichtgenuß beeinflusst, wie dies durch einen hohen negativen Korrelationskoeffizienten zwischen der relativen Beleuchtungsstärke und der 1. Achse der PCA zum Ausdruck kommt (Abb. 2, Tab. 1).

Unter den Bodenfaktoren erweist sich die nFK als der für die floristische Ausbildung der Krautschicht relevanteste Faktor, wie aus der Überlagerung der site scores mit den Parametern nFK, pH und Ca/Al-Verhältnis hervorgeht (Abb. 2, Tab. 1).

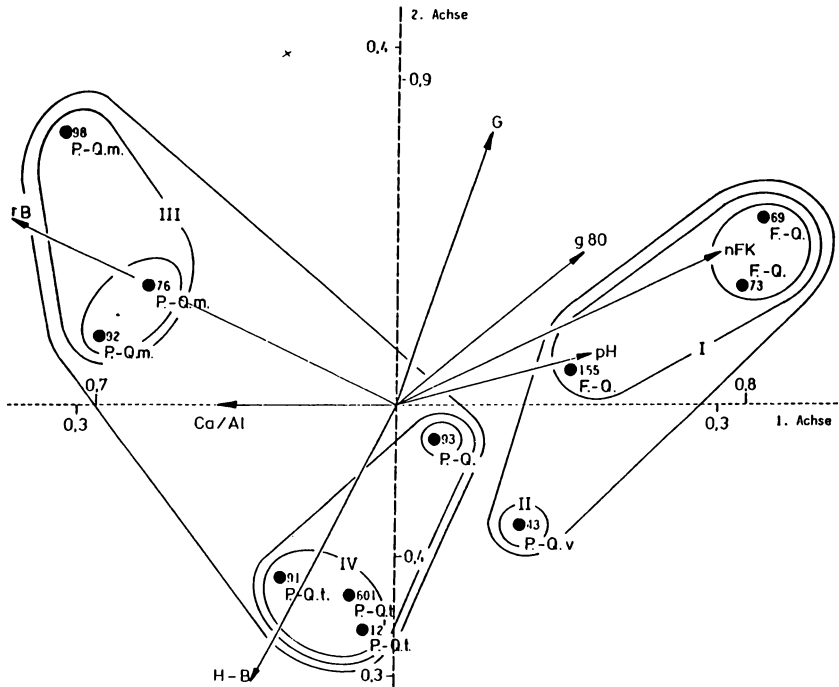


Abb. 2: Euclidean Distance biplot der Aufnahmen (site scores, durch Punkte u. Nummern dargestellt) und der Umweltparameter (durch Pfeile dargestellt, Abk. siehe Tab. 1); weiterhin Angaben zum Ergebnis einer Clusteranalyse (I-IV) und zur pflanzensoziologischen Zuordnung nach SEIDLING (1990, modifiziert); (P-Q.: Pino-Quercetum, P-Q.t.: - typicum, P-Q.v.: - vaccinietosum, P-Q.m.: - moehringietosum, F-Q.: Fago-Quercetum (vaccinietosum)).

Auch das Zuwachsniveau der herrschenden Kiefern sollte das jeweilige Standortspotential widerspiegeln. Setzt man die mittlere Grundfläche der Kiefernstämmen nach 80 Lebensjahren (g_{80}) als altersunabhängiges Maß für die Wuchsleistung zu einzelnen Bodenfaktoren in Beziehung, so können wider Erwarten weder zur nFK, noch zu anderen Bodenfaktoren signifikante Korrelationen gefunden werden. Auch zur floristischen Zusammensetzung ergeben sich nur schwache Bezüge (Abb. 2). Demgegenüber ist das Höhenwachstum der herrschenden Kiefern (bonitiert nach der Ertragstafel von WIEDEMANN, aus SCHOBER (1985); beachte: mit steigendem Bonitätswert nimmt die Höhenwachstumsleistung ab) deutlich besser mit der nFK und auch der floristischen Ausstattung (Abb. 2, Tab. 1) korreliert. Höhen- und Dickenwachstum sind zwar nicht völlig unabhängig, doch zeigt sich beim Vergleich der einzelnen Bestände, daß ein zusätzlicher Einflußfaktor auf das Dickenwachstum einwirkt: der Raum, der aktuell, aber auch historisch den Einzelbäumen zur Verfügung stand. Für den Kronenraum ist im wesentlichen die Bestandesdichte maßgebend. Abb. 4 und 5 verdeutlichen, daß die Kronengröße den Stammdurchmesser weitaus stärker beeinflusst als die Baumhöhe.

Es bleibt anzumerken, daß trotz forstlicher Eingriffe in der Vergangenheit, ein Zusammenhang zwischen der Bestandesgrundfläche (G ; hier gehen alle Bäume auf den 400 m^2 -Flächen mit $\text{BHU} \geq 20 \text{ cm}$ ein, z. B. auch unterständige Eichen) und der 2. Achse besteht (Abb. 2, Tab.1; beachte: G und rB sind völlig unkorreliert). Dies zeigt, daß die Dendromasse dieser Altbestände durchaus zur floristischen Zusammensetzung in Beziehung steht, wie auch zur nFK eine trendmäßige Beziehung ($r = 0,538$) existiert. Auf der Ebene der einzelnen Bäume jedoch - selbst der herrschenden - beeinflussen indirekt Konkurrenzphänomene das radiale Zuwachsverhalten stark.

Tab. 1: Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten (r), ___: sig. 5%-Niveau; <>: wegen Kolinearität nicht im PCA-Modell, D. KS: Deckungsgrad Krautschicht [%], rB: relative Beleuchtungsstärke [%], G: Grundfläche des Bestandes [$m^2 ha^{-1}$], D. BS: Deckungsgrad Baum- + Strauchschicht [%], g_{80} : durchschnittl. Grundfläche im Alter 80 Jahre [cm^2], H-B: Höhenbonität der Kiefer nach SCHÖBER (1965).

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------|--------|--------|---------------|---------------|--------|---------------|-------|--|
| <D. KS> | | | | | | | | | | | | |
| pH 0-10 | 0,378 | 0,104 | -0,206 | | | | | | | | | |
| nFK | <u>0,613</u> | 0,385 | -0,061 | -0,074 | | | | | | | | |
| Ca/Al | -0,349 | -0,022 | 0,237 | -0,223 | -0,276 | | | | | | | |
| rB | <u>-0,755</u> | 0,463 | <u>0,860</u> | -0,341 | -0,405 | 0,457 | | | | | | |
| G | 0,181 | <u>0,693</u> | 0,356 | 0,076 | 0,538 | 0,274 | 0,042 | | | | | |
| <D. BS> | | | <u>-0,794</u> | 0,435 | 0,474 | -0,401 | <u>-0,919</u> | 0,058 | | | | |
| g_{80} | 0,367 | 0,362 | 0,127 | 0,139 | 0,006 | 0,408 | 0,178 | 0,349 | -0,052 | | | |
| H-B | -0,286 | <u>-0,756</u> | -0,406 | 0,203 | -0,460 | -0,154 | -0,253 | <u>-0,669</u> | 0,030 | <u>-0,597</u> | | |
| <Alter> | | | -0,511 | -0,263 | 0,217 | -0,184 | <u>-0,558</u> | -0,199 | 0,534 | -0,213 | 0,055 | |
| | 1. Achse | 2. Achse | D. KS | pH 0-10 | nFK | Ca/Al | rB | G | D. BS | g_{80} | H-B | |
| | site scores | | | | | | | | | | | |

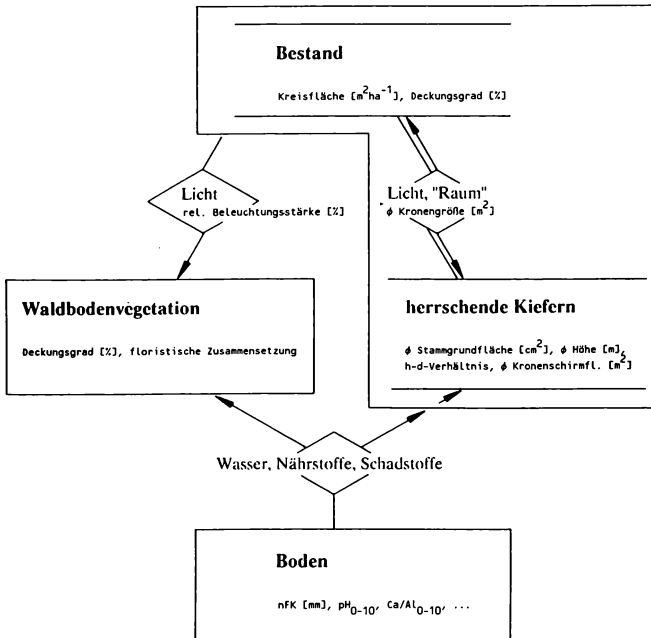


Abb. 3: Der Untersuchung zugrundegelegtes Beziehungsschema der Kompartimente.

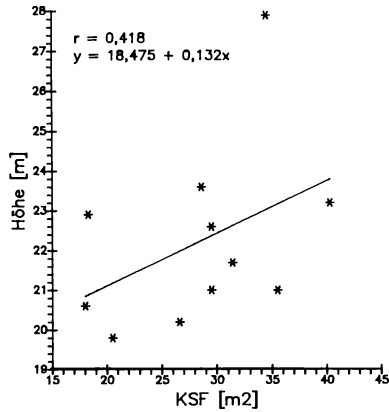


Abb. 4: Mittlere Höhe über mittlerer Kronenschirmfläche (KSF) der 15 Probebäume auf den 11 Untersuchungsflächen.

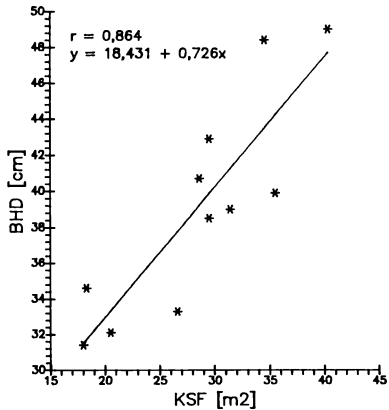


Abb. 5: Mittlerer Durchmesser (BHD) über mittlerer Kronenschirmfläche (KSF) der 15 Probebäume auf den 11 Untersuchungsflächen.

4. Diskussion

Auf Zusammenhänge zwischen der Zusammensetzung der Bodenvegetation von Kiefernbeständen und einzelnen Bodenparametern wurde z. B. von HOFMANN (1964, 1968), ZONNEVELD (1966) und ERTELD (1967) eingegangen. Während HOFMANN (1968) einen engen Zusammenhang zwischen der N-Versorgung (C/N-Verhältnis) und der Vegetation fand, beschreibt Zonneveld Unterschiede, die durch unterschiedliche Grundwasserflurabstände hervorgerufen werden. Die vorliegenden Kiefern-Eichen-Altbestände auf grundwasserfernen Rostbraunerden zeichnen sich zwar insgesamt durch eher geringe Standortunterschiede aus, was z. B. durch eine pH-Spanne von 3,1 bis 3,4 im Oberboden (RENGER & KRAHN 1989) zum Ausdruck kommt, doch können sie trotzdem zwei Gesellschaften - dem Pino-Quercetum und dem Fago-Quercetum - zugerechnet werden. Diese soziologische Zuordnung geht mit der in der Ordination gefundenen Abhängigkeit der floristischen Zusammensetzung der Krautschicht von der nutzbaren Feldkapazität parallel, die auch RENGER & KRAHN (1989) als die "ökologisch relevante" bodenphysikalische Größe für diese Standorte ansehen. Dies sagt jedoch nicht aus, daß die Wasserversorgung der Pflanzen als der maßgeblich differenzierende Faktor anzusehen ist. Eher sind sich daraus ergebende, unterschiedliche Bedingungen der N-Mineralisation als ausschlaggebend für die floristischen Unterschiede anzusehen.

Warum läßt sich das Zuwachsverhalten herrschender Kiefern, das durchaus größere Unterschiede aufweist, nicht zu den vegetations- und bodenkundlichen Parametern befriedigend in Beziehung setzen, wie dies z. B. TÖLLE & HOFMANN (1970) für Kiefernforste gelang, zumal sich die Kiefern (nach SCHOBER 1965) innerhalb des Standortbereichs befinden, in dem sie noch mit Zuwachsteigerungen reagieren könnten? Erklärungsansätze wären: 1. die Standortbedingungen unterlagen in den letzten 150 Jahren einem derartigen Wandel, daß heute gemessene Bodenparameter nicht mehr frühere Wachstumsbedingungen widerspiegeln (z. B. zwischenzeitliche Düngungsmaßnahmen oder immissionsbedingte Einträge); 2. die ausschlaggebenden Faktoren für das unterschiedliche Zuwachsniveau der Kiefern sind entweder nicht im Boden zu finden oder dort nicht erfaßt worden (z. B. N-Netto-Mineralisation oder tiefer als 1,5 m liegende Tonbänder); 3. die Kiefern reagieren mit ihrem Dickenwachstum indirekt stärker auf die Standortverhältnisse innerhalb der Bestände, als auf die Bodenfaktoren. Unsere Befunde unterstützen letzteres. Sie sind ein deutlicher Hinweis auf die große physiologische Standortamplitude der Kiefer, die schon auf schwachen bis mittleren Standorten eine hohe Plastizität des Höhen- und Dickenwachstums in Abhängigkeit vom Bestand zeigt (HUSS 1983), wobei das Dickenwachstum besonders durch die Bestandesdichte beeinflusst wird (FRANZ 1983, KRAMER & JÜNEMANN 1984, KÜNSTLE 1991). Somit ist verständlich warum TÖLLE & HOFMANN deutlichere Abhängigkeiten fanden: Sie untersuchten homogene Kiefernreinbestände.

Plastizität im Dickenwachstum und schnelles Höhenwachstum in der Jugend (WECK 1955, BURSCHEL & HUSS 1987) unterstreichen, neben reproduktionsbiologischen Charakteristika wie Diasporenmobilität (vergl. MÜLLER-SCHNEIDER 1977, SCAMONI 1988), die ökologische Stellung der Kiefer als Pionier- und Vorwaldart (vergl. auch ROTH 1979). Nach dem Sukzessionsmodell von HIBBS (1983) kann ihr Auftreten eher mittel- bis großflächigen Störungen (large scale disturbances) zugeordnet werden. Die Herleitung von Kiefernanteilen an Zielbestockungen aufgrund von vegetations- und anderen standortkundlichen Evaluierungen ist im oligo- bis mesotrophen Bereich (forstliche Nährkraftstufe arm - mittel) deshalb nur im begrenzten Umfang sinnvoll: Die Entwicklungsphase eines Waldes (vergl. z. B. Verjüngungsphasen bei WALTER & BRECKLE 1983), die kleinflächig zeitlich wie räumlich mehr oder weniger gekoppelt ablaufen können (vergl. WISSEL 1991 für Buche), ist sowohl für Art und Umfang von Verjüngungsvorgängen, aber auch für das Wachstum und damit für den Bestockungsanteil der Kiefer von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Wir danken Herrn Dr. I. Kowarik und zwei anonymen Gutachtern für kritische und hilfreiche Hinweise. Die dieser Veröffentlichung zugrunde liegenden Arbeiten sind Bestandteil des Untersuchungsprogrammes "Balungsraumnahe Waldökosysteme", das von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin (bis 1988 auch vom Umweltbundesamt) finanziert und in deren Auftrag durchgeführt wird.

Literatur

- BURSCHEL, P. & J. HUSS. 1987: Grundriß der Waldbaus. - Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 352 S.
- ERTELD, W., 1967: Wachstums- und Ertragsuntersuchungen an Kiefern im Naturschutzgebiet Alteicher Moor. - Brandenburgische Naturschutzgebiete 4: 30 S.
- FRANZ, F., 1983: Zur Behandlung und Wuchsleistung der Kiefer. - Forstw. Cbl. 102: 18-36.
- GRENZIUS, R., GRABOWSKI, C., MACHATZI, B., MOECK, M. & A. VOSTEEN, 1991: Standortkundliche Richtlinien für eine naturnahe Baumartenwahl in den Berliner Forsten (Westteil). - Veröffentlichungsreihe Berliner Forsten 2: 84 S.
- HIBBS, D. E., 1983: Forty years of forest succession in central New England. - Ecology 64: 1394-1401.
- HOFMANN, G., 1964: Kiefernforstgesellschaften und natürliche Kiefernwälder im östlichen Brandenburg. - Arch. Forstw. 13: 641-664.
- HOFMANN, G., 1968: Über Beziehungen zwischen Vegetationseinheit, Humusform, C/N-Verhältnis und pH-Wert des Oberbodens in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tieflandes. - Arch. Forstw. 17: 845-855.
- HUSS, J., 1983: Durchforstungen in Kiefernjugbeständen. - Forstw. Cbl. 102: 1-17.
- KRAFT, G., 1884: Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. - Hannover.
- KRAMER, H. & D. JÜNEMANN, 1984: Bestandesentwicklung und Erstdurchforstung bei einem weitständig begründeten Kiefernbestand. - Forstarchiv 55: 10-17.
- KÜNSTLE, E., 1991: Bedeutung des Standraums für die Produktivität am Beispiel von Kiefernbeständen. - AFZ 46: 1081-1085.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P., 1977: Verbreitungsbiologie (Diasporologie) der Blütenpflanzen. - Veröff. Geobot. Inst. Eidg. Techn. Hochschule, Stg. Rübel, Heft 61, 226 S.

- RENGER, M. & M. KRAHN, 1989: Wasser-, Nährstoff- und Säurezustand repräsentativer Waldböden. - In: UMWELTBUNDESAMT, SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELTSCHUTZ BERLIN (Hg.): Ballungsraumnahe Waldökosysteme, Abschlußbericht: 58 S.
- REHFUESS, K. E., 1981: Aktuelle Probleme der forstlichen Standortkartierung. - Schweiz. Z. Forstwes. 132: 17-31.
- POTH, C., 1979: Soziologisch-ökologische Untersuchungen im Grenzbereich *Fagus sylvatica* L. / *Pinus sylvestris* L. in der nördlichen Schweiz. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel: 66 S.
- SCAMONI, A., 1988: Gedanken über die Verbreitung der Kiefer im Tiefland. - Forstarchiv 58: 27-29.
- SCHOBER, R. (Hg.), 1975: Ertragstabellen wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung. - J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt: 153 S.
- SEIDLING, W., 1990: Räumliche und zeitliche Differenzierungen der Krautschicht bodensaurer Kiefern-Trauben-eichenwälder in Berlin (West). - Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme 61: 261 S.
- TER BRAAK, C. J. F., 1987: Ordination. - In: R. H. G. JONGMAN, C. J. F. TER BRAAK, O. F. R. VAN TONGEREN (eds.): Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen: 91-173.
- TER BRAAK, C. J. F., 1988: - CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1). - Ministerie van Landbouw en Visserij, Technical report: LWA-88-02: 95 S.
- TRAUTMANN, W., 1966: Erläuterungen zur Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000 Blatt 85 Minden. - Schr. Reihe Vegetationskde. 1: 138 S.
- TÖLLE, H. & G. HOFMANN, 1970: Beziehungen zwischen Bodenvegetation, Ernährung und Wachstum mittelalter Kiefernbestände im nordostdeutschen Tiefland. - Arch. Forstw. 19: 385-400.
- UBA (UMWELTBUNDESAMT), SENSTADTUM (SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELTSCHUTZ BERLIN), 1990: Ballungsraumnahe Waldökosysteme, Abschlußbericht. - Berlin: 248 S.
- VON LÜHRTE, A., 1991: Dendroökologische Untersuchungen an Kiefern und Eichen in den stadtnahen Berliner Forsten. - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 77: 186 S.
- WALTER, H. & S.-W. BRECKLE, 1983: Ökologie der Erde. Bd. 1: Ökologische Grundlagen. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 238 S.
- WECK, J., 1955: Zuwachs- und Ertragskunde. - Neumann Verlag, Radebeul, Berlin: 160 S.
- WILDI, O. & L. ORLOCI, 1983: Management and multivariate analysis of vegetation data. 2nd rev. ed. - Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswes., Bericht Nr. 215: 139 S.
- WILDI, O. & L. ORLOCI, 1988: MULVA-4, a package for multivariate analysis of vegetation data. - vervielf. Mskr.: 122 S.
- WISSEL, C., 1991: Ein Modell für das Mosaik-Zyklus-Konzept. - Verh. Ges. Ökol. 19/3: 699-708.
- ZONNEVELD, I. S., 1966: Zusammenhänge Forstgesellschaft - Boden - Hydrologie und Baumwuchs in einigen niederländischen *Pinus*-Forsten auf Flugsand und auf Podsolen. - In: R. TÜXEN (Hg.): Anthropogene Vegetation. Dr. W. Junk, Den Haag: 312-335.

Adresse

Dr. Walter Seidling
 Dr. Angela von Lührte
 Fachgebiet Ökosystemforschung und Vegetationskunde
 Institut für Ökologie
 Technische Universität Berlin
 Schmidt-Ott Str. 1

D-W-1000 Berlin 41

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [21_1992](#)

Autor(en)/Author(s): Seidling Walter, Lührte von Angela

Artikel/Article: [Krautschicht, Standort und das Wachstum herrschender Kiefern in Kiefern- Traubeneichenwäldern 179-185](#)