

Aufforstungen im Lausitzer Braunkohlerevier

Was können Schwarzkiefer und Kiefer auf einem Kippenstandort leisten?

Friedrich Reichert, Christoph Ertle und Peter Spathelf

In den 1960er- und 1970er-Jahren wurden einige Rekultivierungsflächen der Lausitzer Braunkohle-Tagebaue mit Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) aufgeforstet. Sie galt im Vergleich zur Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) als widerstandsfähiger gegen Immissionen. Darüber hinaus zeigte die Schwarzkiefer dank ihrer Konkurrenzstärke auf kalkhaltigen und trockenen Sandstandorten gute Anwuchsleistungen auf den meliorierten tertiären Kippensubstraten unter Lausitzer Klimabedingungen [11, 4]. Nach vier Jahrzehnten kann die weitere Bestandesentwicklung der Schwarzkiefernbestände nun bewertet werden.

Aufforstung in Bergbau-Folgelandschaften

Die regionale Kiefernwirtschaft in der Lausitz hat sich heute weniger mit der Luftverschmutzung auseinandersetzen als vielmehr mit den Herausforderungen des Klimawandels. So wird ein Anstieg der Jahres-Durchschnittstemperatur von ca. 2° C bei einem gleichzeitig um 100 bis 150 mm geringeren Jahres-Niederschlag bis zum Jahr 2055 vorausgesagt [11]. Das örtliche Klima wird also mittel- bis langfristig trockener und wärmer werden. In der Vegetationsperiode werden dann auch Trockenperioden, sehr hohe Temperaturen sowie beträchtliche Einstrahlungswerte und Starkniederschläge zunehmen [11].

Zukünftige Bewirtschaftungsrisiken können durch Mischwaldwirtschaft gesenkt werden, sodass eine dauerhafte Bestandesstabilität garantiert werden kann,

selbst wenn einzelne Baumarten ausfallen sollten [16]. Diese Fähigkeit der Bestände zur Selbstregulation (Klimaplastizität) kann möglicherweise erhöht werden, indem man neben Areal-heimischen Arten auch Baumarten aus anderen Klimabereichen anbaut. Deren natürliches Verbreitungsgebiet sollte klimatisch dem zukünftigen Klima des Nordostdeutschen Tieflandes entsprechen (Climate-matching-Ansatz) [5]. Das natürliche Verbreitungsgebiet der Schwarzkiefer befindet sich im mediterranen und submediterranen Raum (trockeneres Klima) [6]. Eine solche Baumart würde im zukünftigen Klima der Lausitz gute Standortbedingungen vorfinden und die Plastizität der Waldbestände erhöhen [24, 1].

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die vergleichende Untersuchung von Wuchskraft und Konkurrenzstärke jeweils eines 1970 begründeten Bestandes mit Gemeiner Kiefer und Schwarzkiefer in der Lausitzer

Bergbau-Folgelandschaft. Damit sollte die Frage behandelt werden, ob es in der Lausitz aus Ertragsgesichtspunkten sinnvoll ist, die Schwarzkiefer in die Baumartenwahl einzubeziehen.

Untersuchte Bestände

Für die Untersuchung sind jeweils ein gleichaltriger Waldbestand mit Schwarzkiefer und Gemeiner Kiefer in unmittelbarer Nachbarschaft ausgewählt worden. Sie befinden sich im Forstrevier Schadewitz auf dem ehemaligen Braunkohle-Abbaugelände Tröbitz-Domsdorf in Südbrandenburg [21].

Die Braunkohlenförderung wurde in dem Tagebau 1952 eingestellt. Die anschließende ungeordnete Verkippung des Abraumes führte zu einer zufälligen Mischung tertiärer und quartärer Schichtungen im Oberboden. Die Verwitterung der pyrithaltigen Tertiärsubstrate hatte eine starke Versauerung zur Folge. Etwa 1970 fand deshalb vor den Erstaufforstungen eine 60 cm tiefe Melioration mit Kraftwerksasche statt, um kulturfreundlichere Bedingungen zu schaffen.

Beide Kiefernbestände stocken auf einem mittelfrischen, mäßig nährstoffversorgten, terrestrischen Kippstandort (M2) [3]. Da es sich um junge Kippsubstrate handelt, die keine umfangreiche Bodenbildung (Pedogenese) durchlaufen haben, können die Nährkraftstufen nur als Orientierung gelten. ►

B.Sc.F. Reichert studiert Hydro Science and Engineering an der Technischen Universität Dresden. Ass.d.F. C. Ertle ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. in Finsterwalde. Prof. Dr. P. Spathelf ist Professor für Angewandten Waldbau an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde.



Friedrich Reichert
reichert_friedrich@gmx.de

Tab. 1: Messgeräte und ermittelte Messwerte der Bestandesaufnahme

| Geräte | aufgenommene Größen | errechnete Größen |
|--|---|--|
| Ultraschall Entfernungsmesser JT 60, Busssole, Maßband | Lage der Bäume zum Kreismittelpunkt, Kronenradius | Stammzahl, Grundfläche, h/d-Wert Totastbereich, Kronenschirmfläche, Durchschn. Kronenbreite, Kronenlänge, Lichtkronenlänge, Schattenkronenlänge, Höhe der max. Kronenbreite, Bonitierung, Schaftvolumen, Kronenmantelfläche, Weise'sche Oberhöhe, Ausladungsverhältnis, Kronenindex, Kronenprozent, Höhenentwicklung |
| Durchmessermaßband | Brusthöhendurchmesser | |
| Haglöf Vertex IV | Höhe, soziologische Stellung nach KRAFT, Totastansatz, Kronenansatz, Höhe der max. Kronenbreite | |
| Motorsäge | Stammscheiben | |

Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt zwischen 560 und 660 mm, wobei die Hälfte auf die Vegetationsperiode entfällt. Die Jahresdurchschnittstemperatur ist ca. 9° C (mit einer Jahresamplitude von 19 K), was auf den kontinentalen Einfluss hindeutet [14].

Schwarzkiefer-Bestand

Der 1,1 ha große einschichtige Schwarzkiefern-Reinbestand wächst auf ebenem bis welligem Gelände. Der Schlussgrad des Bestandes ist gedrängt mit einzelnen Lücken, die durch die Freistellung von Z-Bäumen und dem Absterben einzelner Bäume entstanden sind. Der Bestand ist mäßig wüchsig und befindet sich in der natürlichen Altersstufe des Stangen- bis schwachen Baumholzes. Die mittelschäftigen Stämme weisen keine nennenswerten Schäden auf und sind gradwüchsig. Aufgrund der starken Äste kommen nur die bis 6 m geasteten Z-Bäume später einmal als Wertholz infrage. Gemeine Birke (*Betula pendula*) und Gemeine Kiefer sind mit 1 % einzelstammweise beigemischt. Daneben kommt Roteiche (*Quercus rubra*) in der Verjüngung vor, deren Flächenanteil bei 1 % liegt. Der Bestand ist alle 20 m mit Rückegassen erschlossen.

Kiefer-Bestand

Der benachbarte Kiefernbestand hat eine Fläche von 4,0 ha in ebener Lage. Es handelt sich um einen Reinbestand mit einem gedrängten bis lockeren Schlussgrad, der von einigen Lücken durchsetzt ist. Die Kronen sind vital.

Das Kiefernstangen- bis schwache Baumholz ist wüchsig und langschäftig. Einige Schäfte weisen Schältschäden durch Rotwild auf, sind aber in der Regel von geradem Wuchs und im Gegensatz zur Schwarzkiefer nur selten grobstig. Z-Bäume sind bis 6 m geastet. Auch hier existiert ein Feinerschließungssystem mit einem Rückegassenabstand von 20 m. Die



Abb. 1: 40-jähriger Schwarzkiefer-Bestand im Schädewitzer Forstrevier im Mai 2010

Verjüngung besteht ausschließlich aus Roteiche. In großen Teilen des Bestandes hat sich eine Vergrasung mit Drahtschmiele eingestellt.

Methodik

Für die Aufnahme der Bestände wurde eine einfache Zufallsstichprobe gewählt. Beim Schwarzkiefer-Bestand wurden vier Probekreise gleichmäßig über den Bestand verteilt und damit alle Hangneigungen des Geländes berücksichtigt. Rückegassen wurden ausgeklammert, sodass der Probekreisradius acht Meter beträgt (Flächengröße: 201 m²). Im Kiefern-Bestand wurden aufgrund der höheren Stammzahl drei Probekreise angelegt. Tab. 1 vermittelt einen Überblick über die durchgeführ-

ten Untersuchungen, die benutzten Messgeräte und ermittelten Größen.

Ergebnisse

Struktur der Bestände

Die Bestände zeigen nur geringe strukturelle Unterschiede auf. Es gibt sowohl sehr dicht stehende Bereiche mit schmalen Kronen und geringer Durchmesserentwicklung, als auch lückige Partien mit großkronigen Bäumen. Im Kiefern-Bestand finden sich unterständige Individuen, im Schwarzkiefer-Bestand hingegen nicht.

Tab. 2 zeigt wichtige Parameter der Bestandesaufnahme.

Höhenwachstum

Aufschluss über die bisherige Höhenentwicklung liefern die Höhen- und Stammscheibenanalysen. Beide Bestände zeigen in der ersten Entwicklungsphase ein depressives Wachstum, das bei Schwarzkiefer im Vergleich zu Kiefer stärker ausgeprägt ist und ca. drei Jahre länger anhält (Abb. 3). Mit zunehmendem Alter unterscheidet sich der Entwicklungsverlauf deutlicher voneinander. So weist in der zweiten Entwicklungsphase die Gemeine Kiefer ein schnelleres Höhenwachstum auf und erreicht mit 20 Jahren eine Höhe von 8 m. Die Schwarzkiefer ist zu diesem Zeitpunkt nur 5 m hoch. Das Höhenwachstum hat bei *P. sylvestris* bis zum 33. Lebensjahr einen gleichbleibenden Verlauf, bevor

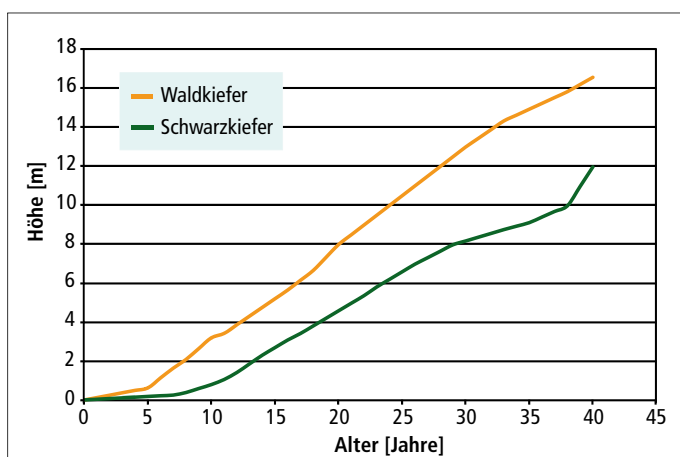


Abb. 3: Wachstumskurven von Schwarzkiefer (grün) und Kiefer (orange) mit der Ertragstafel für Kippenstandorte



Abb. 2: 40-jähriger Kiefern-Bestand im Schadedewitzer Forstrevier im Mai 2010

es sich dem Bonitätsfächer der absoluten Bonität von 30 annähert. Die Schwarzkiefer hingegen verliert bereits ab dem 28. Jahr an Höhenzuwachs. Aufgrund sehr geringer Wachstumsraten ordnet sich das Höhenwachstum der Schwarzkiefer unterhalb der niedrigsten Bonität 7 ein. Erst mit 37 Jahren weist die Schwarzkiefer einen deutlichen Höhenzuwachs von 2 m in den letzten drei Jahren auf. Dieser steile Anstieg ist mit der Höhenzuwachsrate der Kiefer im Alter von 5 bis 10 Jahren zu vergleichen. Es ist nicht ganz eindeutig, welche Ursache dieser kurzfristig steile Anstieg des Höhenzuwachses hat und ob dabei von einer länger anhaltenden Zuwachssteigerung auszugehen ist.

Krone

Bei einem direkten Vergleich der durchschnittlichen Kronenparameter sind beide Bestände nahezu gleich entwickelt. So beträgt die Kronenlänge 4,7 m. In der Kronenbreite übertrifft die Schwarzkiefer die Kiefer mit 10 cm ebenfalls nur leicht. Die daraus berechneten Größen Kronenschirmfläche und Kronenmantelfläche betragen bei der Schwarzkiefer 5,2 m² und 28,7 m² und bei der Kiefer 5,1 m² und 30,7 m² (Tab. 2). Jedoch gibt es einen Unterschied im Verhältnis der Licht- und Schattenkrone. Der Lichtkronenanteil der Schwarzkiefer liegt bei ca. 63 %, der der Kiefer bei 53 % (Tab. 2). Wenn die Kronenparameter somit ins Verhältnis zu den Stammproportionen des jeweiligen Bestandes gesetzt werden,

weist die Schwarzkiefer breitere und längere Kronen auf. Das Ausladungsverhältnis der Schwarzkiefer beträgt 19 und das Kronenprozent 38. Bei der Kiefer fallen diese mit 17 bzw. 28 geringer aus.

In Abb. 4 ist das Verhältnis von Einzelbaumvolumen zu Kronenmantelfläche dargestellt. Die meisten Messungen der Kiefern-Grundgesamtheit sind kleiner als 40 m² Kronenschirmfläche und 0,1 m³ Stammvolumen. Bei der Schwarzkiefer ist dies genau umgekehrt. So beginnt die Trendlinie der Schwarzkiefer oberhalb der Trendlinie der Kiefer. Da die Steigung der Kiefern-Ausgleichslinie jedoch größer ist, kreuzen sich die Trendlinien bei ca. 0,12 m³. Danach verläuft die Trendlinie der Schwarzkiefer unterhalb der Linie der Kiefer. Die Schwarzkiefer besitzt also bei geringerem Volumen eine größere Kronenmantelfläche. Mit einem Einzelbaumvolumen von größer 0,12 m³ ist die Kronenmantelfläche der Schwarzkiefer jedoch geringer als die der Kiefer.

Nach KRAMER und AKCA [18] spiegelt die Kronenmantelfläche, neben Kronenlänge und Kronenbreite, die Leistungsfähigkeit eines Baumes wider. Abb. 4 zeigt, dass sich die Trendlinien der beiden Bestände bei einem Einzelbaumvolumen von 0,15 m³ kreuzen und Kiefern ab diesem Wert durchschnittlich eine größere Kronenmantelfläche haben. Bis zu dem datenmäßig gut abgedeckten Bereich der Analyse (also bis etwa zu einem Stammvolumen von 0,15 m³) weist die Schwarzkiefer eine

Tab. 2: Ergebnisse der Bestandesaufnahme

| Parameter | Einheit | Schwarzkiefer | Kiefer |
|--------------------------|--------------------|---------------|----------|
| Bonität (rel./abs.) [9] | - | 1,8/24,6 | 0,6/29,6 |
| Bonität (rel./abs.) [20] | - | 2,1/23,6 | 0,7/29,0 |
| Grundfläche | m ² /ha | 34 | 44 |
| Schaftvolumen | m ³ /ha | 227 | 344 |
| Stammzahl | Stück/ha | 2 400 | 2 383 |
| Grundfläche Totholz | m ² /ha | 0,3 | 0,3 |
| Schaftvolumen Totholz | m ³ /ha | 1,2 | 1,6 |
| Stammzahl Totholz | Stück/ha | 286 | 166 |
| arithmet. Mittelhöhe | m | 12,5 | 16,3 |
| Weise'sche Oberhöhe | m | 14,1 | 18,8 |
| Brusthöhdurchmesser | cm | 13,1 | 14,2 |
| Schaftvolumen je Baum | m ³ | 0,1 | 0,1 |
| Höhe Totastansatz | m | 2,0 | 1,9 |
| Totastbereich | m | 5,6 | 9,7 |
| Kronenlänge | m | 4,7 | 4,7 |
| Höhe Kronenansatz | m | 7,6 | 11,7 |
| Höhe max. Kronenbreite | m | 9,5 | 13,8 |
| Kronenbreite | m | 2,5 | 2,4 |
| Kronenschirmfläche | m ² | 5,2 | 5,1 |
| h/d-Wert | - | 101,5 | 119,5 |
| Ausladungsverhältnis | - | 19,3 | 16,8 |
| Kronenindex | - | 2,0 | 2,0 |
| Lichtkrone | m | 3 | 2,5 |
| Schattenkrone | m | 1,7 | 2,2 |
| Kronenmantelfläche | m ² | 28,7 | 30,7 |
| Kronenprozent | - | 37,9 | 28,0 |

geringere Standraumproduktivität auf, benötigt also für die Erreichung eines bestimmten Volumens mehr Kronenmantelfläche als die Kiefer.

Diskussion

Es zeigt sich, dass die Schwarzkiefer im Alter von 40 Jahren auf kohleführenden Kippereinsanden unter Lausitzer Klimaverhältnissen nicht dieselbe Wuchsleistung erzielen kann wie die in Brandenburg dominierende Waldkiefer. Diese Entwicklung zeichnet sich seit der Bestandesbegründung ab. Die in der Höhen- und Stammanalyse festgestellten Entwicklungsphasen des Höhenwachstums sind typisch für Kippereinstaufforstungen in der Lausitz, insbesondere für die Waldkiefer [25, 9, 4]. Die Schwarzkiefer zeigt eine ähnliche Entwicklung, aber ihre depressive Entwicklungsphase ist ausgeprägter. Im Unterschied zu den Wachstumskurven der Waldkiefer und zu den Untersuchungen von STÄHR [25] und BÖCKER et al. [4] an Waldkiefer kommt es bei den drei hier analysierten Schwarzkiefern mit 37 Jahren zu einem schnelleren Anstieg des Höhen-

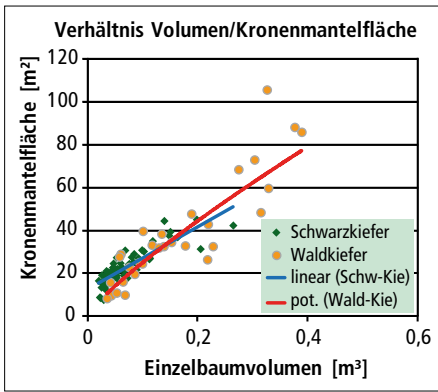


Abb. 4: Verhältnis des Einzelbaumvolumens zur Kronenmantelfläche

zuwachsen. Möglicherweise handelt es sich hierbei um Auswirkungen eines Pflegeeingriffes auf das Höhenwachstum der Schwarzkiefer. Eine Überprüfung dieses Ergebnisses mit einer größeren Stichprobenanzahl ist jedoch erforderlich. Um weitere Aussagen über den Lichtanspruch der Schwarzkiefer machen zu können, sind zudem detailliertere Untersuchungen zum Volumenzuwachs pro m² Kronenmantelfläche erforderlich [2, 17, 13].

Das durchschnittlich um 23 % geringere Höhenwachstum der Schwarzkiefer gegenüber der Kiefer ist vermutlich eher auf die arteigene Wuchsdynamik zurückzuführen, wonach das Höhenwachstum der Schwarzkiefer zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt als das der Waldkiefer kulminiert [17, 23]).

Im Vergleich zu anderen Schwarzkiefer-Beständen in Deutschland weist der Bestand in der Lausitz jedoch ein überdurchschnittliches Wachstum auf. Die Schwarzkiefern-Ertragstafel für nordbaltische Muschelkalkstandorte [17] gibt mit 40 Jahren eine Mittelhöhe von 11,6 Metern vor. Der Untersuchungsbestand auf einem Lausitzer Kipprensand liegt 0,9 Meter darüber. BUSSOTTI [7] untersuchte in Nordthüringen das Höhenwachstum von 120-jährigen Schwarzkiefernbeständen an Südhängen zwischen 335 und 410 m ü.NN mithilfe von Stammanalysen. Die Oberhöhen dieser Bäume erreichen nach 40 Jahren zwischen 9 und 13 Metern. Damit liegen sie mindestens 1,1 m unter dem untersuchten Schwarzkiefernbestand (Oberhöhe 14,1 m) aus dieser Arbeit.

Die Ertragstafel, die den Werten des untersuchten Bestandes am besten entspricht, ist die Schwarzkiefern-ertragstafel für das maritim beeinflusste Binnenland in den Niederlanden [14]. Der untersuchte Bestand liegt mit einer mittleren Höhe von 12,5 m ca. 0,5 m über der besten Qualitätsklasse (V). Im Vergleich zum Ertragstafel-Wachstum in Südost-Frankreich hingegen ist der Bestand geringwüchsig [8].

Ein Grund für das bisher gute Wachstum der Schwarzkiefer im Vergleich zu anderen Schwarzkiefern-Beständen ist vermutlich das wärmere Klima in der Lausitz [17, 6, 7]. Eine bessere Nährstoffversorgung als Ursache des guten Wachstums kann ausgeschlossen werden, da es kaum Unterschiede im Höhenwachstum bei einer besseren Nährstoffversorgung bei der anspruchslosen Kiefer gibt [12]. Für ein geringes Wachstum kommt in Nordthüringen das geringe Wasserangebot als begrenzender Faktor infrage [7]. Der Lausitzer Bestand liegt jedoch ebenfalls mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 570 mm etwas unterhalb des Mindestanspruchs (600 mm) der Schwarzkiefer [5]. Die Klimahülle der Schwarzkiefer zeigt, dass sie auch bei Jahresniederschlagswerten von bis zu ca. 400 mm wachsen kann, was durch die vorliegende Arbeit bestätigt wird [19].

KRAMER [14] stellt heraus, dass die Schwarzkiefer generell einen geringeren Lichtanspruch als die Kiefer hat. Diese Feststellung wird mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung zumindest teilweise infrage gestellt (siehe Abb. 4). Denn die Schwarzkiefer hat hier bis zu einem Einzelbaumvolumen von etwa 0,15 m³ eine größere Kronenmantelfläche als die Kiefer. Um weiterführende Aussagen über die Standortsansprüche des Lausitzer Schwarzkiefernbestandes machen zu können, muss die Unterart der Schwarzkiefer bestimmt werden, da diese sich in ihren ökologischen Ansprüchen deutlich unterscheiden [6, 7].

Ausblick

Nach 40-jähriger Entwicklung ist die Schwarzkiefer auf einem kohleführenden Kipprensand der Waldkiefer in der Wuchseistung unterlegen. Dieses Ergebnis stellt zwar für den speziellen Standort eine neue Erkenntnis dar, ist aber nach der Literatur ein zu erwartendes Ergebnis. Im Vergleich zu anderen Schwarzkiefernbeständen in Deutschland zeichnet sich dieser Bestand jedoch als überdurchschnittlich leistungsstark aus, was vermutlich auf den warmen Standort in der Lausitz zurückzuführen ist.

Eine Empfehlung, die Schwarzkiefer auf den Kipprensandorten in der Lausitz zu integrieren und aufgrund ihrer Wuchseistung als Ergänzung zur Kiefer anzubauen, kann nach bisheriger Kenntnislage nicht gegeben werden. Um Rückschlüsse auf das zukünftige Wachstumsverhalten der Schwarzkiefer zu ziehen, wäre es sinnvoll, im natürlichen Verbreitungsgebiet der Schwarzkiefer nach Standortbedingungen

zu suchen, die den zukünftigen der Lausitz entsprechen, um dort die Bestände zu untersuchen.

Literaturhinweise:

- [1] AMERELLER, K.; KÖLLING, C.; BOLTE, A.; EISENHÄUER, D.-R.; GROB, J.; HANEWINKEL, M.; PROFFT, I.; RÖHE, P. (2009): Die 20 Freisinger Punkte. AFZ-DerWald Nr. 17, S. 918. [2] ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. BVL Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien, 115 S. [3] BARTH, W. (2005/2006): Standortskarte Aff Doberlug-Kirchhain, Oberförsterei Doberlug, Revier Schadowitz, aus der TK10 4446-NO. [4] BÖCKER, L.; STÄHR, F.; LANDECK, I. (1999): Zustand, Entwicklung und Behandlung von Waldökosystemen auf Kippensandorten des Lausitzer Braunkohlenreviers als Beitrag zur Gestaltung ökologisch stabiler, multifunktionaler nutzbarer Bergbaufolgelandschaften. Unveröffentl. Abschlussbericht im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, S. 43-45, 68-69, 79-90. [5] BROADMEADOW, M.; RAY, D.; SAMUEL, C. J. A. (2005): Climate change and the future for broadleaved tree species in Britain. Forestry 78 (2), S. 145-161. [6] GROSSONI, P. (2000): Pinus nigra, 1785. In: Schütt, P.; Schuck, H. J.; Aas, G.; Lang, U., M.; Roloff, A. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie. 19. Ergänzungslieferung, ecomed Verlagsgesellschaft AG&Co. KG, Landsberg am Lech, S. 1-11. [7] BUSSOTTI, F. (2002): Pinus nigra Arnold. In: CABI Publishing (Hrsg.): Pines of Silvicultural Importance. CABI Publishing, Oxon, New York, S. 266-281. [8] DREYFUS, P.; BONNET, F. R. (1995): Logiciel de simulation de conduits sylvoles. CAPSIS. [9] ERTL, C.; WENK, G.; BÖCKER, L.; PREUBNER, K. (2006): Ertrags- und Wachstumsprognosen von Kiefernbeständen auf Kippen. AFZ-DerWald Nr. 19, S. 1057-1059. [10] GERSTENGARBE, F.-W.; BADECK, F.-W.; HATTERMANN, F.; KRYSANOVA, V.; LAHMER, W.; LASCH, P.; STOCK, M.; SUCKOW, F.; WECHSUNG, F.; WERNER, P. C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. In: Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Potsdam. [11] GERSTENGARBE, F.-W.; BADECK, F.; HATTERMANN, F.; KRYSANOVA, V.; LAHMER, W.; LASCH, P.; STOCK, M.; SUCKOW, F.; WECHSUNG, F.; WERNER, P. C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven, PIK Report No. 83. Potsdam Institut für Klimafolgenforschung e. V., Potsdam, S. 15-17, 20-26, 49-59, 72. [12] HEINZE, M. (1996): „Standorte, Ernährung und Wachstum der Schwarzkiefer (Pinus nigra)“, Techn. Univ. Dresden; Inst. für Boden- und Standortl. Tharandt, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, S. 18, 26-27. [13] INSINNA, P. A.; GÖTZ, B.; AAS, G.; SCHILL, H. (2006): Vergleichende Untersuchungen zum Wachstum von Pinus ponderosa und Pinus sylvestris in Nordostdeutschland. Archiv Forstwesen und Landschaftsökologie 40, 107 S. [14] JANSEN, J. J.; SEVENSTER, J.; FABER, P. J. (Hrsg.) (1996): Opbrengsttabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland. Yield tables for important tree species in the Netherlands. IBN Rapport 221, Hinkeloord Report. [15] KNOCKE, D.; ERTL, C. (2010): Infection of Scots pine afforestation (Pinus sylvestris) by annosum root rot (Heterobasidion annosum) in the eastern German lignite district. Civil and Environmental Engineering Reports, Nr. 4, S. 35-40, Polen. [16] KNOCKE, T.; AMMER, C.; STIMM, B.; MOSANDL, R. (2008): Admixing broadleaved to coniferous tree species: a review on yield, ecological stability and economics. European Journal of Forest Research 127, S. 89-101. [17] KRAMER, H., 1988: Waldwachstumslehre. Paul Parey, Hamburg, Berlin, 374 S. [18] KRAMER, H.; AKÇA, A. (2008): Leitfaden zur Waldmesslehre. 5. Aufl., J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 298 S. [19] KÖLLING, P. (2007): Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. AFZ-DerWald Nr. 23, S. 1242-1245. [20] LEMBECKE G.; KNAPP, E.; DITTMAR O. (1975): DDR-Kiefern-Ertragstafel 1975. Inst. f. Forstwissenschaften Eberswalde, Abt. Waldbau/Ertragskunde, Eberswalde. [21] MADER, G. (2006): Die Braunkohlentagebaue des ehemaligen Förderraums Tröbitz-Domsdorf. Förderverein Kulturlandschaften Niederlausitz e. V. (Hrsg.), Cottbus, S. 6, 39-78. [22] PREUBNER, K. (2010): Präsentation zum Thema: Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften in Ostdeutschland, Fachhochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) am 20. April 2010 (unveröffentlicht). [23] RÖHRIG, E.; BARTSCH, N. (1992): Der Wald als Vegetationsform und seine Bedeutung für den Menschen. 6. Auflage, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, S. 244-245. [24] SPATHELF, P.; BILKE, G.; BOLTE, A.; FOOS, E.; HÖPPNER, K.; IBISCH, P. L.; KÄTZEL, R.; LUTHARDT, M. E.; NUSKO, N.; STEINHARDT, U. (2008): Eberswalder Erklärung. AFZ-DerWald, Nr. 23, S. 1254-1255. [25] STÄHR, F., 2003: Interaktionen zwischen Boden und Bestockung auf Kippensandorten des Niederlausitzer Braunkohlenreviers am Beispiel der Rekultivierungsbaumarten Gemeiner Kiefer, Gemeiner Birke und Traubeneiche. Dissertation Technische Universität Dresden, 297 S.