

# Wuchsleistung der Robinie auf Lausitzer Rekultivierungsflächen

Michael Kanzler, Christian Böhm, Ansgar Quinkenstein, Christian Steinke und Dirk Landgraf



Der Anbau von im Kurzumtrieb bewirtschafteten schnell wachsenden Baumarten in Bergbaufolgelandschaften des Lausitzer Braunkohlereviers stellt im Hinblick auf die Bodenverbesserung und Wiederherstellung der landwirtschaftlichen Einkommensfunktion eine sinnvolle Rekultivierungsoption dar. Auf Grundlage von Ertragsmessungen aus den drei Tagebauregionen Welzow-Süd, Jänschwalde und Klettwitz/Kleinleipisch konnte gezeigt werden, dass mit Robinie auf jungen, ertragsschwachen Kippenstandorten nennenswerte Biomasseerträge zu erzielen sind<sup>1)</sup>. Im Vergleich zu Pappeln und Weiden wies die Robinie durchweg zufriedenstellende Anwuchsraten und bis zu 11fach höhere jährliche Erträge auf.

## Die Lausitz – Deutschlands größtes Braunkohlerevier

In der Lausitz befindet sich das größte Braunkohlerevier Deutschlands mit einer bislang in Anspruch genommenen Fläche von 86 000 ha [1]. Typisch für die Rekultivierungsstandorte sind basen- und humusarme Substrate neogenen und quartären

M. Kanzler, Dr. C. Böhm und Dr. A. Quinkenstein sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung der TU Cottbus-Senftenberg. C. Steinke ist Mitarbeiter und Dr. D. Landgraf Geschäftsführer der P&P Dienstleistungs-GmbH & Co. KG.



Michael Kanzler  
kanzmic@tu-cottbus.de

Ursprungs, welche die Grundlage für sehr nährstoffarme Rohböden bilden. Zusätzlich gelangten infolge der Braunkohleförderung häufig neogene Sedimente marinen Ursprungs, die hohe Gehalte an Kohle- und Schwefelverbindungen wie z. B. Pyrit enthalten, an die Oberfläche. Letzteres verwittert bei Kontakt mit Sauerstoff und kann entscheidend zur Bodenversauerung beitragen [2].

Die ungünstigen Ausgangsbedingungen führen zu den typischen Charakteristika der vom Tagebau beeinflussten Böden, wie geringe Nährstoffgehalte, die nicht vorhandene oder eingeschränkte bodenbiologische Aktivität, ein weitestgehend fehlendes Bo-

Die Untersuchungen wurden durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Rahmen des Projekts ProLoc (FKZ: 22001908), des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Verbundvorhabens AgroForNet (FKZ: 033L024N) und durch die Vattenfall Europe Mining AG gefördert.

Abb. 1: Verschiedene Formen des Agrarholzanbaus (Kurzumtriebsplantage vor einem Agroforstsystem) im Rekultivierungsbereich des Tagebaus Welzow Süd

Foto: C. Böhm

dengefüge sowie eine damit verbundene geringe Wasserhaltekapazität [3].

Die Bewirtschaftung von schnell wachsenden Baumarten im Kurzumtrieb stellt bezüglich der Bodenverbesserung eine sinnvolle Rekultivierungsoption dar und bietet zudem eine Möglichkeit, die landwirtschaftliche Einkommensfunktion dieser ertragsschwachen Standorte zu verbessern [4]. Das für die Produktion von Biomasse infrage kommende Baumartenspektrum ist auf derartigen Flächen aufgrund der geringen Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit allerdings stark eingeschränkt.

Eine Baumart, die auch unter diesen extremen Ausgangsbedingungen noch nennenswerte Zuwachsraten erzielt, ist die Robinie (*Robinia pseudoacacia*). Als Leguminose besitzt sie die Fähigkeit, Luftstickstoff zu binden [5] und verfügt zudem über eine hohe Trockenstresstoleranz. Die Robinie wurde daher häufig im Bereich der Lausitzer Rekultivierungslandschaft angebaut [6].

Im Folgenden werden Untersuchungsergebnisse zur Wuchsleistung von Robinie und anderen schnell wachsenden Baumarten auf den Kippsubstraten des

Tab. 1: Ertragsermittlung von Agrarholzflächen in den Tagebaurevieren

Tagebauregion	Fläche [ha]	Baumart	Sorte/Klon	Alter	Mittelhöhe [m]	mittlerer WHD [cm]	Bäume/ha Ausgangszustand	Bäume/ha bei Messung	Überlebensrate [%]	GWL (t <sub>atro</sub> /ha) o. A.	DGZ (t <sub>atro</sub> /ha * a) o. A.	GWL (t <sub>atro</sub> /ha) m. A.	dGZ (t <sub>atro</sub> /ha * a) m. A.	Methode	Quelle
Klettwitz/Kleinleipisch (KKL)	7,3	Robinie		6	4,9	5,9	9 524	8 398	88,18	41,51	6,92	36,60	6,10	PBV	[12]
	2,8	Robinie		6	3,3	4,7	9 524	7 621	80,01	27,49	4,58	21,99	3,67	PBV	[12]
	7,7	Robinie		6	5,0	5,5	9 524	7 679	80,62	38,35	6,39	30,92	5,15	PBV	[12]
	4,3	Robinie		6	5,9	6,4	9 524	7 933	83,30	52,74	8,79	43,93	7,32	PBV	[12]
	2,8	Robinie		6	6,7	6,6	9 524	6 812	71,52	58,03	9,67	41,50	6,92	PBV	[12]
	4,0	Robinie		6	3,6	4,0	9 524	7 679	80,63	18,55	3,09	14,96	2,49	PBV	[12]
	2,6	Robinie		6	3,1	3,5	9 524	5 600	58,80	15,04	2,51	8,84	1,47	PBV	[12]
	0,8	Pappel	Muhle-Larsen	6	4,2	3,9	9 524	9 241	97,03	10,02	1,67	9,72	1,62	PBV	[12]
Welzow-Süd (WS)	12,4	Robinie		4	3,9	4,4	9 200	7 728	83,90	18,10	4,53	15,21	3,80	PBV	[12]
	9,2	Robinie		3	3,1	3,2	9 200	8 258	89,76	7,56	2,52	6,79	2,26	PBV	[12]
	9,2	Robinie		2	2,1	2,5	9 200	7 729	84,01	2,88	1,44	2,42	1,21	PBV	[12]
	1,0	Robinie		14	9,3	10,5	6 600	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	130,32	9,31	PBV	[7]
	0,01	Pappel	MAX I	14	8,6	7,1	8 333	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	95,35	6,81	PBV	[7]
	0,01	Pappel	Hybride 275	14	7,7	7,0	8 333	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	74,10	5,29	PBV	[7]
	0,3	Pappel	MAX I	3	1,5	1,8	11 500	10 983	95,50 <sup>12)</sup>	1,36	0,45	1,30	0,43	PBV	[12]
	0,3	Pappel	Hybride 275	3	1,6	1,8	11 500	10 500	91,30 <sup>13)</sup>	1,53	0,51	1,40	0,47	PBV	[12]
	0,3	Pappel	AF2	3	1,7	2,0	11 500	11 075	96,30 <sup>14)</sup>	1,56	0,52	1,50	0,50	PBV	[12]
	0,3	Weide	Inger	3	1,6	1,4	11 500	11 247	97,80 <sup>15)</sup>	0,92	0,31	0,90	0,30	PBV	[12]
0,3	Weide	Tordis	3	1,5	1,1	11 500	10 730	93,30 <sup>16)</sup>	0,43	0,14	0,40	0,13	PBV	[12]	
Jämschwalde (JW) <sup>7)</sup>	0,08	Robinie		3	2,8	k. A.	10 929	10 077	92,20	11,28	3,76	10,40	3,47	TE	[8, 9]
	0,08	Robinie		6	3,5	k. A.	10 929	9 421	86,20	31,67	5,28	27,30	4,55	TE	[8, 9]
	0,08	Robinie		9	k. A.	k. A.	10 929	9 027	82,60	97,22	10,80	80,30	8,92	TE	[8, 9]
	0,08	Pappel	Hybride 275	3	1,3	k. A.	10 929	8 689	79,50	0,88	0,29	0,70	0,23	TE	[8, 9]
	0,08	Pappel	Hybride 275	6	2,7	k. A.	10 929	8 011	73,30	12,28	2,05	9,00	1,50	TE	[8, 9]
	0,08	Pappel	Hybride 275	9	k. A.	k. A.	10 929	7 180	65,70	50,23	5,58	33,00	3,67	TE	[8, 9]
	0,08	Pappel	Androskoggin	3	1,2	k. A.	10 929	8 055	73,70	0,95	0,32	0,70	0,23	TE	[8, 9]
	0,08	Pappel	Androskoggin	6	2,3	k. A.	10 929	6 437	58,90	11,88	1,98	7,00	1,17	TE	[8, 9]
	0,08	Pappel	Androskoggin	9	k. A.	k. A.	10 929	4 262	39,00	104,36	11,60	40,70	4,52	TE	[8, 9]
	0,08	Weide	Salix viminalis	3	1,5	k. A.	10 929	10 273	94,00	1,60	0,53	1,50	0,50	TE	[8, 9]
	0,08	Weide	Salix viminalis	6	1,8	k. A.	10 929	9 093	83,20	5,77	0,96	4,80	0,80	TE	[8, 9]
	0,08	Weide	Salix viminalis	9	k. A.	k. A.	10 929	6 656	60,90	10,18	1,13	6,20	0,69	TE	[8, 9]

<sup>1)</sup> Ausfallrate bei Messung, Nachpflanzungen wurden nicht als Ausfälle gewertet; <sup>2)</sup> Nachpflanzung, Ausfallrate nach erstem Jahr 8 %; <sup>3)</sup> Nachpflanzung, Ausfallrate nach erstem Jahr 40 %; <sup>4)</sup> Nachpflanzung, Ausfallrate nach erstem Jahr 22 %; <sup>5)</sup> Nachpflanzung, Ausfallrate nach erstem Jahr 23 %; <sup>6)</sup> Nachpflanzung, Ausfallrate nach erstem Jahr 33 %; <sup>7)</sup> inkl. Grundmelioration wurden im Laufe von ca. 6 Jahren ca. 200 kg N, 410 kg P und 280 kg K als Dünger pro ha appliziert; k. A. = keine Angabe; o. A. = ohne Ausfallrate; m. A. = mit Ausfallrate; PBV = Probebaumverfahren; TE = Teilernte

Lausitzer Reviers vorgestellt. In Ergänzung zu bereits veröffentlichten Daten [4, 6, 7, 8, 9] wird so unter Berücksichtigung eines Altersspektrums zwischen drei und vierzehn Jahren ein umfassender Überblick hinsichtlich des tatsächlichen Leistungsspektrums wichtiger schnell wachsender Gehölze in den Lausitzer Bergbaufolgelandschaften ermöglicht.

### Ertragsermittlung schnell wachsender Gehölze

Für die Ertragsermittlung der jeweiligen Bestände wurden einzelne Bäume auf der Basis von Stichproben ausgewählt (Probebaumverfahren) [10] und deren Wuchshöhe und Wurzelhalsdurchmesser (WHD) bestimmt. Für die Ermittlung des einzelstammweisen Frischgewichtes wurden die Bäume anschließend auf den Stock gesetzt. Die Bestimmung des Wassergehalts erfolgte an repräsentativen Teilpro-

ben durch Trocknung (103 ± 2 °C) bis zur Gewichtskonstanz nach DIN EN 13183-1:2002-07. Der Biomassevorrat wurde über das durchschnittliche Trockengewicht und die Stockanzahl der betreffenden Untersuchungsfläche berechnet.

Die in den publizierten Literaturdaten verwendete Teilerntemethode [8, 9] verläuft analog zur beschriebenen Verfahrensweise, berücksichtigt aber alle Individuen ausgewählter Stichprobenflächen innerhalb eines Bestandes. Die Überlebensrate einer Versuchs- bzw. Stichprobenfläche ergibt sich aus dem Verhältnis von lebenden Bäumen zur Ausgangsstammzahl bei Begründung der Fläche.

### Beurteilung der Wuchsleistung

Die Ergebnisse in Tab. 1 verdeutlichen das vergleichsweise hohe Wuchspotenzial der Robinie auf den nährstoffarmen Kippsubstraten des Lausitzer Reviers. So konnten

ungeachtet der standortsbedingten Ertragsdifferenzen mit Robinie erheblich höhere Biomasseerträge als mit Pappel oder Weide erzielt werden.

Nach den ersten drei Standjahren wies die Robinie im Durchschnitt bereits jährliche Trockenmasseerträge von 3,4 t<sub>atro</sub>/ha auf, während die Pappel- und Weidensorten mit durchschnittlich 0,4 bzw. 0,3 t<sub>atro</sub>/ha deutlich zurück blieben. Bei 6-jährigen Beständen war der Wuchsvorsprung von Robinie (Ø 4,7 t<sub>atro</sub>/ha \* a) im Vergleich zur Pappel (Ø 1,4 t<sub>atro</sub>/ha \* a) relativ gesehen zwar etwas geringer, doch lieferte die Robinie als einzige der untersuchten Baumarten wirtschaftlich akzeptable Biomasseerträge. Die Weide schnitt auch bei dieser Umtriebszeit mit durchschnittlich 0,8 t<sub>atro</sub>/ha \* a am schlechtesten ab. Als konkurrenzfähiger erwies sich die Pappel gegenüber der Robinie lediglich in Beständen mit einer Umtriebszeit von 14 Jahren, wo ein durchschnittlicher

Ertrag von  $6,1 t_{\text{atro}}/\text{ha} \cdot \text{a}$  den  $9,3 t_{\text{atro}}/\text{ha} \cdot \text{a}$  der Robinie gegenüberstand. Allerdings verfügten die Pappelbestände in diesem Fall mit 8 333 Bäumen pro ha auch über eine deutlich höhere Pflanzdichte. Ferner ist zu erwähnen, dass bei einem Großteil der dreijährigen Pappel- und Weidenbestände mit hohem materiellen und finanziellen Aufwand nachgepflanzt werden musste, da die Ausfallrate mit bis zu 40 % nach der ersten Vegetationsperiode überdurchschnittlich hoch war.

Generell konnte aus den Ergebnissen gefolgert werden, dass bei den untersuchten Baumarten längere Umtriebszeiten zu höheren durchschnittlichen Gesamtwüchsen (dGZ) führten. Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse und eventuellen Einschränkungen durch die Erntetechnik sind für die im Kurzumtrieb bewirtschafteten Standorte des Lausitzer Braunkohlereviere mittlere Umtriebszeiten von mindestens 6 Jahren zu empfehlen.

## Folgerungen

Während mit der Robinie auf den nährstoff- und strukturarmen Kippsubstraten

vergleichsweise hohe Biomassezuwächse erzielt werden konnten, scheiden im Kurzumtrieb bewirtschaftete Pappeln und Weiden wegen der niedrigen Ertragsleistung und der geringeren Anwuchssicherheit für die Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften weitgehend aus.

Der Anbau der Robinie auf Bergbaufolgefächern des Lausitzer Braunkohlereviere ist demnach eine durchaus gerechtfertigte Rekultivierungsoption.

Die Ertragsabschätzung der Robinienbestände nach dem Probebaumverfahren ist zwar prinzipiell eine geeignete Methode, bei zunehmender Anbaufläche und höheren Erträgen ist künftig jedoch eine effizientere Verfahrensweise notwendig. Alternativ bietet sich hier die weit weniger aufwändige und damit zeitsparendere Regressionsmethode an. Die hierfür notwendigen Grundlagen für im Kurzumtrieb bewirtschaftete Robinienbestände existieren bereits [7, 11], allerdings nur unter Berücksichtigung der ersten Rotation. Die Autoren arbeiten derzeit an einer Weiterentwicklung für Folgerotationen.

## Literaturhinweise:

- [1] Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. (2013): Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 2012. S. 45. [2] HÜTTL, R. F. (2001): Rekultivierung im Braunkohletagebau – Fallbeispiel Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. Akademie-Journal: Magazin der Union der Deutschen Akademien der Wissenschaften, 1, S. 7-12. [3] DREBENSTEDT, C.; RASCHER, J. (1998): Zu den geologischen Bedingungen und den bergbautechnologischen Möglichkeiten der Wiedernutzbarmachung im Lausitzer Braunkohlerevier. Jahrbuch Bergbaufolgelandschaft, Dachverband Bergbaufolgelandschaft e.V. und Stiftung Bauhaus Dessau, S. 34-46. [4] BÖHM, C.; QUINKENSTEIN, A.; FREESE, D.; HÜTTL, R. F. (2011): Assessing the short rotation woody biomass production on marginal post-mining areas. Journal of Forest Science, 57, S. 303-311. [5] VESTE, M.; BÖHM, C.; QUINKENSTEIN, A.; FREESE, D. (2013): Biologische Stickstoff-Fixierung der Robinie. AFZ-DerWald, 2, S. 80-83. [6] GRÜNEWALD, H.; BÖHM, C.; QUINKENSTEIN, A.; GRUNDMANN, P.; EBERTS, J.; VON WÜHLISCH, G. (2009): *Robinia pseudoacacia* L.: A Lesser Known Tree Species for Biomass Production. Bioenergy Research, 2, S. 123-133. [7] BÖHM, C.; QUINKENSTEIN, A.; FREESE, D. (2011): Yield prediction of young black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantations for woody biomass production using allometric relations. Annals of Forest Research, 54, S. 215-227. [8] GRÜNEWALD, H.; WÖLLEKE, J.; SCHNEIDER, B.U.; HÜTTL, R. F. (2006): Erzeugung von Biomasse für die energetische Nutzung in Alley-Cropping-Systemen und Schnellwuchsplantagen und Untersuchung ökologischer Vorteilswirkungen dieser Landnutzungssysteme. Anwendungsorientiertes Forschungsvorhaben zur Optimierung von Rekultivierungsmaßnahmen in der Vattenfall Europe Mining AG (ANFOREK), Teilprojekt 2, 135 S. [9] GRÜNEWALD, H. (2005): Anbau schnellwachsender Gehölze für die energetische Verwertung in einem Alley-Cropping-System auf Kippsubstraten des Lausitzer Braunkohlereviere. Dissertation an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Fakultät für Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik, S. 20-84. [10] RÖHLE, H.; HARTMANN, K.-U.; STEINKE, C.; MURACH, D. (2009): Leistungsermögen und Leistungserfassung von Kurzumtriebsbeständen. In: Reeg, T.; Bemann, A.; Konold, W.; Murach, D.; Spiecker, H.: Anbau und Nutzung von Bäumen auf Landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, S. 41-55. [11] BONGARTEN, B. C.; HUBER, D.A.; APSLEY, D. K. (1992): Environmental and Genetic Influences on Short-Rotation Biomass Production of Black Locust (*Robinia pseudoacacia*) in the Georgia Piedmont. Forest Ecology and Management, 55, S. 315-331. [12] Eigene Messungen.