©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Hercynia N. F., Leipzig **21** (1984) 2, S. 179–189

VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg, Betriebsteil Jena
Technische Universität Dresden, Sektion Forstwirtschaft
WB Bodenkunde und Standortslehre
VEB Kombinat Kali Sondershausen

Freilandversuche zur Begrünung von Kalirückstandshalden im Südharzgebiet

Von **Martin Heinze, Hans Joachim Fiedler** und **Heike Liebmann**
Mit 4 Abbildungen und 4 Tabellen
(Eingegangen am 10. Oktober 1983)

1. Einleitung

Die Kalirückstandshalden setzen unter dem humiden Klima Mitteleuropas durch Lösungsverwitterung leichtlösliche Salze, vor allem Steinsalz, frei. Diese Salzlösungen fließen in das Grund- und Oberflächenwasser. Der Salzeintrag in die Gewässer läßt sich durch eine Versiegelung der Halden gegen den Niederschlag verringern oder ganz vermeiden. Eine ökonomisch und ökologisch vorteilhafte Form der Versiegelung ist die biologische Versiegelung, eine Begrünung mit einer möglichst dichten, sich selbst regenerierenden, wasserzehrenden Vegetation.

Es war zu prüfen, wie eine Vegetation auf den Kalirückstandshalden zu erreichen ist. Denkbar sind eine „kleine" und eine „große" Lösung. Bei der „kleinen" Lösung werden die Pflanzen auf ausreichend mächtigen abgelaugten Rückstand mit oder ohne Kulturbodengabe am Anwuchsort gebracht. Das setzt eine bestimmte Zusammensetzung und Menge des abgelaugten Rückstandes voraus, denn frischer Kalirückstand ist phytotoxisch. Auf den Südharz-Kalirückstandshalden reichert sich bei der Lösungsverwitterung ein abgelaugter Rückstand an, der zu 90–96 % aus Gips und Anhydrit besteht und nach 10 Jahren ungefähr 0,3 m mächtig ist. Bei der „großen" Lösung wird die Halde mit einer ausreichend mächtigen Kulturbodendecke (≈ 1 m) überzogen und begrünt. Verwendbar sind neben Boden auch Bauaushub, Abrißmassen und Müll. Dieser Überzug ist auf allen Halden und sofort nach Verfestigung des frischen Rückstandes möglich.

Um Möglichkeiten einer Begrünung zu untersuchen, wurden neben Gefäßversuchen (Heinze u. Fiedler 1979, 1982, 1984) auch Freilandversuche mit Gehölzen und krautigen Pflanzen auf der Halde „Glück auf", Sondershausen, angelegt. Diese Halde ist repräsentativ für die Halden des Südharzgebietes. In den Versuchen waren zu prüfen: die Eignung verschiedener Pflanzenarten, der Einfluß des unterlagernden frischen Rückstandes, der Einfluß der Exposition, die Wirkung von Kulturboden und mineralischer Düngung, die Eignung verschiedener Kulturverfahren, die Stärke des Wildverbisses und der Einfluß möglicher Immissionen durch die Kaliwerke.

2. Beschreibung der Versuche und erzielten Ergebnisse

Im *Freilandversuch Sondershausen 1* wurden zunächst in kleinem Umfang Pioniergehölze unter verschiedenen Substrat- und Geländeklima-Bedingungen geprüft. Vor allem interessierte die Trockenheits- und Salzresistenz dieser Gehölze.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Im Herbst 1974 wurden normal verschulte Pflanzen von Kiefer *(Pinus silvestris* L.). Schwarzkiefer *(Pinus nigra* Arnold), Weißerle *(Alnus incana* (L.) Moench), Sandbirke *(Betula pendula* Roth), Uralweide *(Salix uralensis)*, Sanddorn *(Hippophae rhamnoides* L.) und Schneebeere *(Symphoricarpus laevigatus albus* (Fern) S. F. Blake) sowie Ausläufer-Wildlinge von Robinie *(Robinia pseudoacacia* L.) auf abgelaugten Rückstand verschiedener Schichtdicke ohne und mit Kulturbodengabe gepflanzt. Als Kulturboden diente sandiger Auenlehm der Wipperaue (10 l je Pflanzplatz). Die Schichtdicke des Rückstandes war zufällig gekoppelt mit verschiedenen Expositionen:
NE-Hang; 38°: 10–40 cm abgelaugter salzfreier Rückstand über frischem Rückstand,
Ebene 1; 6° nach SW geneigt: 0–20 cm abgelaugter Rückstand,
Ebene 2; 6° nach SW geneigt: 10–50 cm abgelaugter Rückstand,
S-Hang; 35°: > 50 cm abgelaugter Rückstand.
Von jeder Gehölzart wurden 40 Pflanzen eingesetzt. Die Varianten waren kreuzklassifiziert und 5fach besetzt.

Bald nach der Pflanzung beginnen die ersten Pflanzen abzusterben. Der Absterbeprozeß geht anfangs rasch, verlangsamt sich später und kommt nach einigen Jahren zum Stillstand. Am stärksten beeinflußt die Nähe des frischen Rückstandes (Salzkontakt der Wurzeln) diesen Prozeß. Demgegenüber tritt die Wirkung der Exposition völlig zurück. Pflanzenausfälle werden durch Trockenperioden gefördert. Die Überlegenheit der Kulturbodenvariante offenbart sich erst nach längerer Zeit, wenn die Pflanzen die im Vergleich zum abgelaugten Rückstand dichtgelagerten Kulturbodeninseln mit den Wurzeln erschlossen haben und deren Wasser- und Nährstoffvorräte nutzen können und wenn ihre aus der Baumschule stammenden Nährstoffreserven verbraucht sind.

Ende August 1975 leben noch 12 % aller Pflanzen (Kulturboden 14 %, reiner Rückstand 10 %). Auf der „Ebene 1" mit dem stärksten Salzeinfluß sind alle Pflanzen eingegangen, auf dem Nordhang behaupten sich noch 6 %, auf der „Ebene 2" 14 % und auf dem Südhang 26 % der Pflanzen. Die wenigsten Pflanzen überdauern bei Kiefer, Schwarzkiefer, Robinie und Uralweide (2–4 %, das sind 1–2 Pflanzen von 40). An der Spitze steht der Sanddorn mit 42 % lebenden Pflanzen, auf dem S-Hang sogar mit 90 % trotz starken Verbisses. Im Frühjahr 1981 nach 6 1/2 Jahren Versuchsdauer, in der auch das Trockenjahr 1976 lag, sind von den 320 ursprünglich ausgebrachten Pflanzen 13 Exemplare (4 %) übriggeblieben, davon 9 auf dem Südhang (3 Sanddorne, 2 Schneebeeren, 1 Birke, 1 Weißerle in Kulturboden und 2 Sanddorne in Rückstand). Diese Restpflanzen halten sich schon seit einigen Jahren. Den besten Wuchs zeigen die Gehölze der Kulturbodenvariante auf dem Südhang, insbesondere der Sanddorn, der auch begonnen hat, bis in 2 m Umkreis von der Mutterpflanze Wurzelausläufer zu treiben. Auch die Sanddorne auf reinem Rückstand treiben Ausläufer. Hier sind die Pflanzen aber kümmerlich.

Als wesentlicher Standortsfaktor hat sich bei allen Versuchen der Verbiß durch Hasen herausgestellt, der den Kulturerfolg z. T. stark beeinträchtigt. Bevorzugt verbissen werden Sanddorn und Ölweide. Gemieden wird die Schneebeere. Wenn die Abgasfahne des Kaliwerkes bei Ostwind die Halde bestreicht, treten Blattnekrosen auf.

Zusammenfassend ergibt der Freilandversuch Sondershausen 1: Die Fläche der Südharzkalihalden mit einer mächtigeren Schicht (> 0,5 m) abgelaugten Kalirückstandes können mit Gehölzen grundsätzlich begrünt werden. Eine Kulturbodengabe ins Pflanzloch fördert die Begrünung entscheidend. Als Pflanzenart eignet sich der Sanddorn. Flächen, auf denen der frische, steinsalzhaltige Rückstand oberflächennah ansteht, sind ohne Bedeckung mit einer ausreichend dicken Schicht salzfreien Substrates nicht begrünungsfähig.

Im *Freilandversuch Sondershausen 2* waren die Eignung verschiedener Gehölze zur Haldenbegrünung sowie die Wirkung der Exposition, einer Kulturbodengabe und einer

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Düngung zu untersuchen. An Gehölzen wurden geprüft: Bastardindigo *(Amorpha fruticosa* L.), Sanddorn, Schneebeere und Ölweide *(Elaeagnus angustifolia* L.). Bei allen 4 Arten waren folgende Varianten vollständig kreuzklassifiziert 5fach besetzt vertreten: Ebene, mit 5 l Kulturboden ins Pflanzloch; Ebene, Südhang und Nordosthang ohne Kulturbodengabe, alle Varianten mit und ohne Düngung (insgesamt 120 Parzellen). Auf jede der 2 m × 2 m großen Parzellen wurden 10 Pflanzen gesetzt. Als Versuchsstandort wurde eine 16–20 Jahre alte Schüttung mit einer mächtigeren Decke abgelaugten Rückstandes (10 bis > 50 cm) gewählt. Anfang Mai 1976 wurde Amorpha gepflanzt. Ende November 1976 wurde der Versuch durch Sanddorn, Schneebeere, Ölweide und – nur auf den kulturbodenlosen Varianten – nochmals mit Amorpha ergänzt. Die Amorpha-Pflanzen der Frühjahrspflanzung 1976 hatten den extrem warm-trockenen Sommer 1976 zu überstehen. Ende Juli 1976 erhielt Amorpha auf den zur Düngung vorgesehenen Parzellen 240 g 25%igen Kalkammonsalpeter, das sind 6 g N je Pflanze oder 150 kg N/ha. Weitere Düngungen für alle Arten folgten Anfang Juli 1978 (240 g Kalkammonsalpeter je Parzelle), Ende Mai 1979 (130 g 46%igen Harnstoff) und Ende April 1980 (430 g N-P-K-Spurenelement-Dünger „Piaphoskan rot" mit 14 % N, 8 % P und 14 % K). Die überlebenden Pflanzen wurden zu verschiedenen Terminen im Verlauf des Versuches ausgezählt. Am Ende der Vegetationsperioden 1978, 1979 und 1980 wurden außerdem die Trieblängen (längster Trieb jeder Pflanze unabhängig von seiner Stellung) gemessen. Blattprobenahmen zur Kontrolle der Ernährung erfolgten am 31. 8. 1976, 2. 8. 1977 und 16. 8. 1978.

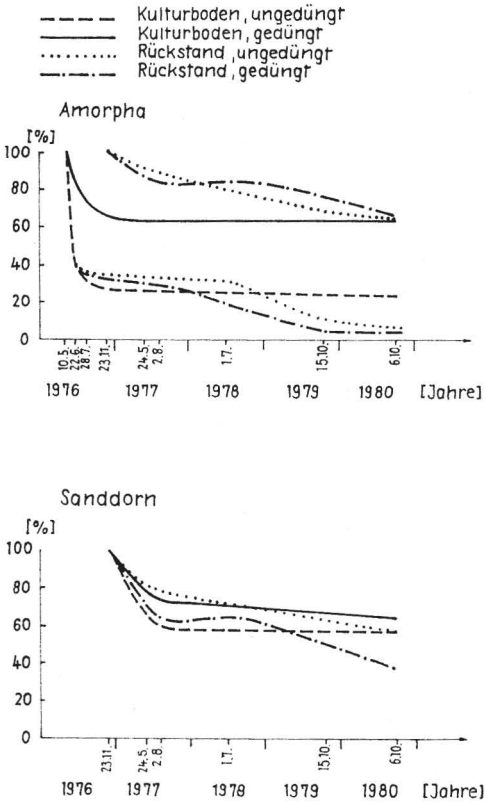

Abb. 1. Freilandversuch Sondershausen 2. Zahl der überlebenden Pflanzen (Amorpha, Sanddorn) in % der Ausgangspflanzenzahl

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

In der Anwuchsphase nimmt die Zahl der überlebenden Pflanzen rasch ab. Später verlangsamt sich der Absterbevorgang (vorwiegend bei Pflanzen mit reinem Rückstand) oder kommt zum Stillstand (bei Pflanzen im Kulturboden; s. Abb. 1 u. 2). Die größten Überlebenschancen bietet den Pflanzen der Kulturboden (bis zum Oktober 1980 im Mittel 50 %), vor allem, wenn er gut nährstoffversorgt (gedüngt) ist. Auf reinem Rückstand kommen die Pflanzen meist schlechter fort (bis zum Oktober 1980 im Mittel 35 %). Durch unterschiedlichen Salzeinfluß auf den einzelnen Standorten entstehen wieder Differenzen, die alle anderen Einflüsse übertönen, z. B. zwischen Südhang mit mächtigerem abgelaugtem Rückstand und Nordhang und Ebene mit näher an der Oberfläche anstehenden Salzrippen. Die Düngung wirkt auf reinem Rückstand nicht eindeutig, in mehreren Fällen fördert sie das Absterben der Pflanzen. Der Anteil überlebender Pflanzen ähnelt dem im Versuch Sondershausen 1. Von den einzelnen Arten liegen im Oktober 1980 Sanddorn und Schneebeere bei durchschnittlich 50 %, Amorpha der Frühjahrspflanzung 1976 bei 15 %, der Herbstpflanzung 1976 bei 65 % und Ölweide bei 39 %.

Die Trieblängen (s. Abb. 3 u. 4, Tab. 1) variieren zwischen den Beobachtungsjahren 1978–1980 nach Arten verschieden. Auffällig sind der Abfall der Schneebeere im Jahr 1980 und die Zunahme der Ölweidentriebe von 1978–1980. Auf Kulturboden treiben fast alle Pflanzen längere Triebe als auf reinem Rückstand. Daß dies bei der

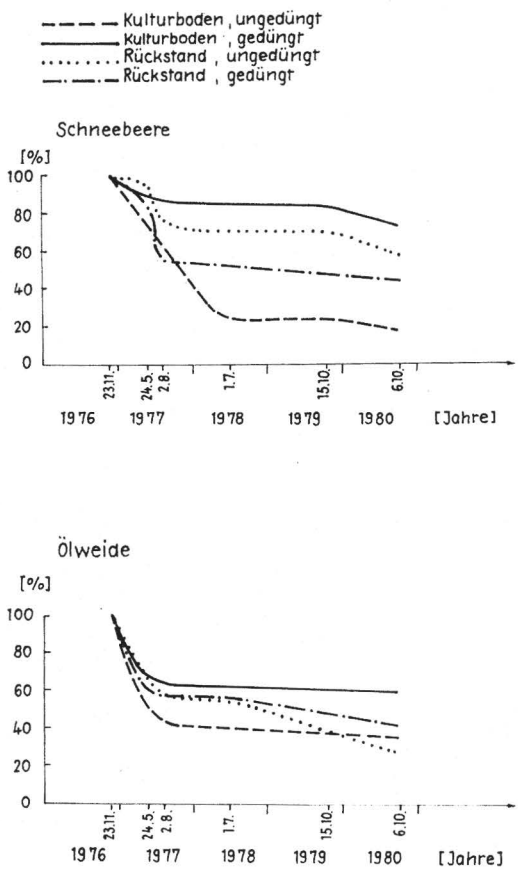

Abb. 2. Freilandversuch Sonderhausen 2. Zahl der überlebenden Pflanzen (Schneebeere, Ölweide) in % der Ausgangspflanzenzahl

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

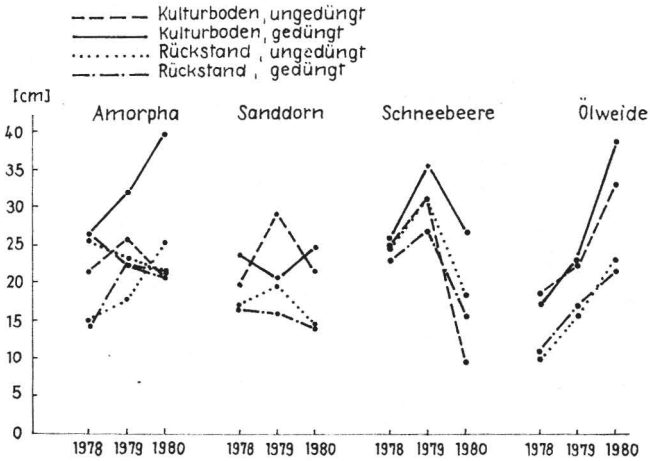

Abb. 3. Freilandversuch Sondershausen 2, Trieblängen (Mittelwerte für Rückstand aus den Flächen des N- und S-Hanges sowie der Ebene)

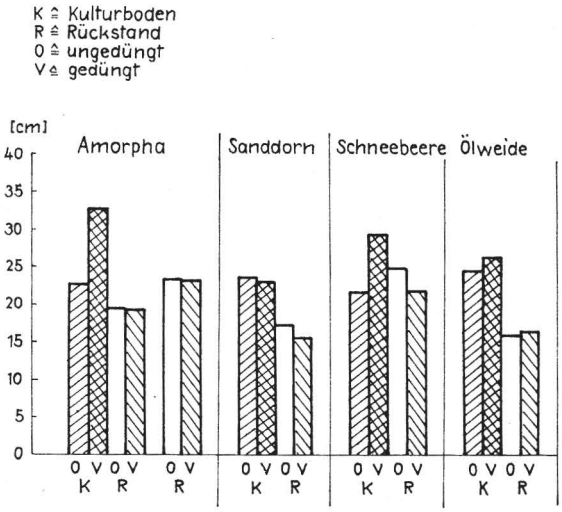

Abb. 4. Freilandversuch Sondershausen 2, Trieblängen (Mittelwerte der Jahre 1978 bis 1980)

ungedüngten Kulturbodenvariante der Schneebeere nicht der Fall ist, mag an einem stärkeren Salzeinfluß auf verschiedenen Parzellen liegen.

Auf eine Düngung reagieren Amorpha und Schneebeere bei Kulturbodengabe positiv. Sanddorn und Ölweide zeigen kaum eine Reaktion. Ähnlich verhielt sich der Sanddorn schon in den Gefäßversuchen. Auf Rückstand beeinflußt die angewandte Mineraldüngung das Trieblängenwachstum nicht (Amorpha, Ölweide) oder hemmt es (Sanddorn, Schneebeere).

Die Blattspiegelwerte der im Frühjahr 1976 gepflanzten Amorpha sind Ende August 1976 auf Rückstand bei P und K gegenüber der Kulturbodenvariante erniedrigt, bei Ca und Fe erhöht (s. Tab. 2). Die übrigen Elemente unterscheiden sich nur wenig.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tabelle 1. Freilandversuch Sondershausen 2. Trieblängen in cm. Jeder Wert ist ein Mittelwert von 5 Parzellen. Beginn des Versuches im Frühjahr (Amorpha) bzw. Herbst 1976 (Sanddorn, Schneebeere und Ölweide sowie Amorpha, unterer Tabellenteil)

Variante		Beobachtungstermin		10. 10. 1978	15. 10. 1979	6. 10. 1980	x̄
Ebene	Kultur-boden	unge-düngt	Am	21,4	25,9	20,7	22,7
			Sd	19,7	29,4	21,5	23,5
			Sy	25,0	31,0	9,4	21,8
			El	18,7	22,1	32,9	24,6
		ge-düngt	Am	26,6	31,8	39,6	32,7
			Sd	23,8	20,5	24,6	23,0
			Sy	26,0	35,7	26,6	29,4
			El	17,0	23,3	38,6	26,3
Ebene	Rück-stand	unge-düngt	Am	14,9	15,0	15,0	15,0
			Sd	17,3	18,0	14,1	16,5
			Sy	21,8	27,5	8,3	19,2
			El	13,0	20,0	20,9	18,0
		ge-düngt	Am	10,0	25,0	13,0	16,0
			Sd	13,2	15,2	13,5	14,0
			Sy	22,8	29,3	8,7	20,3
			El	8,6	19,8	20,5	16,3
S-Hang	Rück-stand	unge-düngt	Am	13,7	20,0	34,0	22,6
			Sd	20,8	23,4	13,7	19,3
			Sy	33,2	33,5	15,5	27,4
			El	10,1	10,8	18,7	13,2
		ge-düngt	Am	15,6	12,0	0,0	9,2
			Sd	21,2	20,1	13,2	18,2
			Sy	29,3	30,6	13,2	24,4
			El	12,3	9,8	12,4	11,5
N-Hang	Rück-stand	unge-düngt	Am	16,6	18,0	27,0	20,5
			Sd	13,6	17,1	15,8	15,5
			Sy	18,7	33,5	31,4	27,9
			El	6,4	16,0	29,0	17,1
		ge-düngt	Am	16,8	30,2	50,5	32,5
			Sd	15,4	12,5	14,9	14,3
			Sy	16,7	20,8	24,6	20,7
			El	11,2	20,9	32,1	21,4
Ebene	Rück-stand	unge-düngt	Am	25,2	20,8	17,8	21,3
		ge-düngt	Am	27,2	20,8	19,8	22,6
S-Hang	Rück-stand	unge-düngt	Am	27,7	25,8	24,0	25,8
		ge-düngt	Am	29,2	24,5	21,6	25,1
N-Hang	Rück-stand	unge-düngt	Am	24,0	22,6	22,7	23,1
		ge-düngt	Am	23,2	22,2	21,4	22,3

Die N-Düngung hebt die Blattspiegel an N, K und Ca, die anderen Elemente zeigen kein eindeutiges Bild, wie überhaupt die Pflanzen in der ersten Vegetationsperiode nach der Pflanzung noch wenig auf Unterschiede in Substrat und Nährstoffgabe reagieren. Im weiteren Versuchsablauf (Probenahmen August 1977 und 1978, s. Tab. 3 u. 4) verschlechtert sich die N-Ernährung der Pflanzen auf Rückstand. Sie wird durch die N-

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Düngung verbessert. Schneebeere hebt sich von den übrigen Arten durch niedrige N- und P-Werte und hohe K-, Mg-, Ca- und Cl-Werte ab. Die höheren N-Blattspiegel der anderen Arten gehen auf ihre N-autotrophe Ernährungsweise zurück. Andere Reaktionen sind auf einzelne Arten oder Jahre beschränkt und lassen sich deshalb nicht verallgemeinern (z. B. hinsichtlich einer differenzierten P-, K- oder Mn-Ernährung).

Tabelle 2. Freilandversuch Sondershausen 2. Elementkonzentrationen in den Blättern 3jähriger Amorpha-Pflanzen der Frühjahrspflanzung 1976 am 31. 8. 1976

Probe-Nr.	Variante			Element N (% Trockenmasse)	P	K	Ca	Mg	Fe (ppm Trockenmasse)	Mn
1	Ebene	Kulturboden	ungedüngt	2,99	0,136	2,24	1,77	0,23	682	20
2	Ebene	Kulturboden	gedüngt	3,03	0,110	2,09	2,19	0,27	871	20
3	Ebene	Rückstand	ungedüngt	3,06	0,106	1,75	2,08	0,27	890	30
4	Ebene	Rückstand	gedüngt	3,08	0,127	2,06	2,59	0,30	805	40
5	Südhang	Rückstand	ungedüngt	3,34	0,148	2,13	2,74	0,34	1302	80
6	Südhang	Rückstand	gedüngt	3,67	0,127	2,06	2,59	0,30	805	40
7	Nordhang	Rückstand	ungedüngt	2,92	0,150	1,74	2,42	0,28	871	40
8	Nordhang	Rückstand	gedüngt	3,14	0,127	2,06	2,59	0,30	805	40

Tabelle 3. Freilandversuch Sondershausen 2. Elementkonzentrationen in den Blättern am 2. August 1977. Jeder Wert stammt von einer Mischprobe von 5 Parzellen. Beginn der Versuche im Frühjahr (Amorpha) bzw. Herbst 1976 (Sanddorn, Schneebeere und Ölweide sowie Amorpha, unterer Tabellenteil)

Variante			Element	N (% Trockenmasse)	P	K	Ca	Mg (ppm Trm)	Mn	Cl (% Trm)
Ebene	Kulturboden	ungedüngt	Am	2,93	n. b.[1]	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
			Sd	2,82	0,13	1,32	0,79	0,14	63	0,19
			Sy	2,26	0,16	2,57	1,21	0,23	95	0,83
			El	2,15	0,10	1,76	1,06	0,14	42	0,45
		gedüngt	Am	2,84	0,11	1,42	1,10	0,12	32	0,28
	Rückstand	ungedüngt	Sd	2,60	0,14	1,21	0,69	0,14	47	0,22
			Sy	2,45	0,18	2,49	1,61	0,31	138	0,85
			El	2,47	0,14	1,56	1,28	0,14	32	0,53
Ebene	Rückstand	ungedüngt	Am	3,31	0,25	1,43	1,23	0,16	47	0,40

[1] n. b. = nicht bestimmt

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tabelle 4. Freilandversuch Sondershausen 2. Elementkonzentrationen in den Blättern am 16. 8. 1978. Weitere Erklärungen s. Tab 3 (–: kein Analysenmaterial)

Variante			Element	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Cl
				(% Trockenmasse)				(ppm Trm)		(% Trm)
Ebene	Kultur-boden	unge-düngt	Am	2,94	0,14	1,41	1,16	0,11	32	—
			Sd	3,07	0,14	1,15	0,83	0,14	52	0,20
			Sy	1,77	0,10	2,36	1,62	0,25	52	—
			El	3,18	0,12	1,38	1,24	0,16	52	0,27
		ge-düngt	Am	3,10	0,13	1,31	1,25	0,12	26	0,28
			Sd	3,23	0,14	1,09	0,93	0,14	57	0,18
			Sy	1,88	0,10	2,42	1,60	0,27	47	0,92
			El	3,65	0,12	1,25	1,29	0,15	42	0,29
	Rück-stand	unge-düngt	Am	2,97	—	—	—	—	—	—
			Sd	2,49	0,14	1,12	0,70	0,15	59	0,17
			Sy	1,65	0,11	2,43	1,42	0,29	69	1,25
			El	2,32	0,13	1,43	1,35	0,21	50	0,31
		ge-düngt	Am	2,80	—	—	—	—	—	—
			Sd	3,30	0,11	0,98	0,97	0,14	63	0,21
			Sy	1,82	0,11	2,50	1,67	0,27	53	1,11
			El	2,60	0,12	1,16	1,55	0,20	47	—
S-Hang	Rück-stand	unge-düngt	Am	2,33	—	—	—	—	—	—
			Sd	2,65	0,14	1,26	0,77	0,14	48	0,23
			Sy	1,94	0,12	2,66	1,57	0,33	43	—
			El	2,76	0,13	1,52	1,42	0,27	43	1,07
		ge-düngt	Am	3,42	—	—	—	—	—	—
			Sd	2,91	0,13	1,17	0,84	0,15	43	0,22
			Sy	1,94	0,11	2,51	1,51	0,32	37	1,03
			El	3,49	0,12	1,41	2,14	0,31	37	—
N-Hang	Rück-stand	unge-düngt	Am	2,83	—	—	—	—	—	—
			Sd	2,30	0,13	1,11	0,67	0,13	42	0,15
			Sy	1,41	0,08	2,25	1,04	0,20	52	0,69
			El	3,08	0,12	1,37	1,06	0,16	37	—
		ge-düngt	Am	3,20	—	—	—	—	—	—
			Sd	2,37	0,11	1,04	1,03	0,14	57	0,29
			Sy	1,99	0,08	2,31	1,43	0,22	53	0,74
			El	3,82	0,14	1,37	1,97	0,19	78	—
Ebene	Rück-stand	unge-düngt	Am	2,97	0,18	1,41	1,26	0,20	42	0,51
		ge-düngt	Am	3,23	0,16	1,43	1,51	0,19	37	0,49
S-Hang	Rück-stand	unge-düngt	Am	2,90	0,15	1,43	1,64	0,20	32	0,69
		ge-düngt	Am	3,14	0,17	1,63	1,73	0,20	27	0,63
N-Hang	Rück-stand	unge-düngt	Am	2,96	0,19	1,40	1,21	0,16	21	0,43
		ge-düngt	Am	3,33	0,15	1,66	1,63	0,18	21	0,63

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Im Freilandversuch Sondershausen 2 treibt Sanddorn vorzugsweise auf der Kulturbodenvariante Ausläufer. An der ebenfalls Ausläufer treibenden Schneebeere wurden solche kaum festgestellt, sie ist weniger vital.

Im März 1981 hoben sich die gedüngten Parzellen mit und ohne Kulturboden durch einen Bewuchs an Moos mit zahlreichen Sporophyten deutlich von der umgebenden Halde ab. Diese Erscheinung zeigte sich auch auf den Versuchsflächen der noch zu besprechenden Merseburger und Mühlhäuser Anspritzverfahren (s. u.). Insgesamt hinterläßt der Freilandversuch Sondershausen 2 wie auch der Versuch Sondershausen 1 den Eindruck, daß die Pflanzen – Störungen durch Salzeinfluß ausgeschlossen – auf der Kulturbodenvariante vitaler sind als auf reinem Rückstand. Am besten scheinen nach den bisherigen Befunden der Sanddorn und die Ölweide mit den Haldenstandorten zurechtzukommen. Auf reinem Rückstand sterben die Pflanzen zwar nicht ab, entfalten sich aber auch nicht und verlieren häufig sogar an ihrer ursprünglichen Höhe, indem Triebe vertrocknen. Eine Mineraldüngung hat bei reinem Rückstand auf den Kulturerfolg keinen oder sogar einen negativen Einfluß und kann in diesem Stadium der Besiedlung den Kulturboden als Sorptionsträger sowie Nährstoff- und vielleicht auch Wasserspeicher nicht ersetzen.

Im *Freilandversuch Sondershausen 3* sollte geprüft werden, ob ausdauernde, trokkenheitsertragende, möglichst stickstoffautotrophe Pflanzen durch Saat auf der Halde ausgesiedelt werden können. Auf 1 m^2 großen Parzellen, wo der abgelaugte Rückstand über 50 cm mächtig lag, wurden Mitte Oktober 1975 Schwarzkiefer, Luzerne *(Medicago sativa* L.), Weißer Steinklee *(Melilotus alba* Medik.), Serradella *(Ornithopus sativus* Brot.) und Perennierende Lupine *(Lupinus polyphyllus* Lindl.) ausgesät. Die Arten wurden in 5facher Besetzung unter den Varianten 0 (ungedüngt) und N (mit 60 g 25%igem Kalkammonsalpeter gedüngt) geprüft. Dieser Versuch brachte keinen Erfolg. Als Gründe sind zu nennen: Ein Teil der geprüften Arten eignen sich nicht zur Begrünung von Kalirückstandshalden. Ein großer Teil des Saatgutes wurde durch Tauben vernichtet. Der trocken-heiße Sommer 1976 beeinträchtigte den Saaterfolg. Wahrscheinlich läßt das Substrat eine Saat nur aufkommen, wenn mehrere feuchte Jahre aufeinander folgen. Auf der Stelle des mißlungenen Versuches 3 wurden im Sommer 1977 als *Freilandversuch Sondershausen 4* jeweils 16 Rasenstücken ($\approx$ 10 cm $\times$ 10 cm) von Blaugras *(Sesleria varia* (Jacq.) Wettst.) und Blauschwingel *(Festuca cinerea* Vill.) ausgepflanzt. Die Rasenstücke stammten von natürlichen Gipsstandorten des Steinbruchberges nördlich von Rottleben am Kyffhäusergebirge. Einige der Rasenstücken enthielten auch Pflanzen von Sonnenröschen *(Helianthemum nummularium* (L.) Mill. von Grosser), Berggamander *(Teucrium montanum* L.) und Gipskraut *(Gypsophila fastigiata* L.). Bis zum Frühjahr 1981 sind 15 Blaugras- und 13 Blauschwingel-Horste verblieben. Beide Gräser und die zufällig mit angesiedelten Arten blühen regelmäßig. Sonnenröschen und Berggamander breiten sich mit ihren niederliegenden Trieben auf den umgebenden Rückstand aus. Blauschwingel wird stellenweise durch Engerlingsfraß und durch Rückstand, der zwischen die Halme geweht wurde, geschädigt. Einen vitalen Eindruck macht das Blaugras, das auch die Einwehung von Rückstand zwischen die Halme verträgt. Das deckt sich mit der Beobachtung, daß Sesleria Schuttüberrollungen gut verträgt (s. Schretzenmayr 1950, W. Schubert 1963). Im Umkreis von 1 m haben sich um einen Horst erste Tochterpflanzen von Blaugras angesiedelt. Alle Pflanzen, vor allem aber Gipskraut mit seinen fleischigen Blättern und Blaugras, werden von Hasen verbissen.

Ende Juni 1977 wurde im *Freilandversuch Sondershausen 5* versucht, mit Hilfe des Merseburger Anspritzverfahrens einen $\approx$ 20 Ar großen Haldenbereich ($>$ 50 cm mächtiger abgelaugter Rückstand) zu begrünen. Dem gleichen Ziel diente im *Freilandversuch Sondershausen 6* im Juni 1980 das sogenannte KL-Verfahren (s. Schneider 1980). Beide

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Verfahren sind kulturbodenlose Mulchdecksaaten für Rohbodenstandorte (z. B. an Straßenböschungen). Die Mulchschicht ist im Merseburger Verfahren eine Bitumen-Latex-Dünger-Saatgut-Mischung, im KL-Verfahren ein Gemisch aus Klärschlamm, Torf (oder einem anderen humushaltigen Substrat), Dünger und Saatgut. Als Saatgut wurden Samen anspruchsloser, aber nicht gipstypischer Gräser verwendet (*Lolium perenne* L., *Festuca rubra* L., *Agrostis stolonifera* L., *Festuca ovina* L., *Poa pratensis* L.). Abgesehen von einigen Grasbüscheln in Vertiefungen (meist Fußeindrücken und Rinnen) ist die Saat nach anfänglichem Auflaufen bei beiden Verfahren spätestens nach 2 Jahren vergangen. Das ist sowohl auf dünneren als auch auf mächtigeren abgelaugten Rückstandsdecken festzustellen. Auf den Düngungsflächen siedeln sich allerdings Moose an.

Das Merseburger Anspritzverfahren und das KL-Verfahren erreichten bisher nicht das gewünschte Ziel, auf der Halde eine geschlossene Rasendecke zu erzeugen. Die Verfahren fördern aber die natürliche Besiedlung und könnten bei Verwendung besser geeigneter Pflanzenarten (Blaugras, Blauschwingel, Gipskraut, s. Heinze und Fiedler 1984) vielleicht erfolgreicher sein.

Im Frühjahr 1977 wurde als *Freilandversuch Sondershausen 7* auf einer 5 m × 10 m großen Fläche mit einer 5–10 cm starken abgelaugten Schicht Kalirückstandes eine 1 m starke Kulturbodendecke aus sandigem Auenlehm der Wipperaue aufgebracht und mit Stieleiche (*Quercus robur* L.), Gemeiner Kiefer und Schwarzkiefer bepflanzt. Dieser Versuch dient dem Nachweis, wie eine wasserspeicherfähige Kulturbodendecke mit dichter Vegetation als biologische Versiegelung die Salzablaugung langfristig bremst. Die dichte Vegetation ist durch die vom Auenstandort mitgebrachten Pflanzenarten (Kamille, Disteln, Rainfarn, Gräser) erreicht, die Baumkultur aber wegen Wildverbiß (Hase und Wühlmaus) und Unkrautkonkurrenz weitgehend mißlungen. Eine Wirkung auf die Ablaugung ist bisher noch nicht augenfällig. Vom Boden nicht aufgenommenes, abfließendes Regenwasser hat aber am Rande der Fläche Ablaugungskolke erzeugt, ein Hinweis, daß bei Kulturbodenauftrag in großem Maßstab der Oberflächenabfluß von vornherein geregelt werden muß.

3. Diskussion

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß die Pflanzen auf reinem abgelaugtem Kalirückstand leben können, sobald er mächtig genug ist (am besten > 0,5 m). Bewährt haben sich von den Pioniergehölzen Sanddorn und Ölweide. Die Kulturbodengabe fördert das Gedeihen der Pflanzen entscheidend. Eine alleinige mineralische Düngung führte nicht zum gewünschten Erfolg und kann deshalb noch nicht empfohlen werden. Die Düngung kann aber in Verbindung mit der Kulturbodengabe das Wachstum fördern.

Zu beachten bleibt, wie sich die Pflanzen über lange Zeit entwickeln. Außerdem werden weiterführende Versuche zu Düngung, Pflanzenartenwahl und Kulturbodenauftrag für sinnvoll erachtet. Als Pflanzenarten sollten eine weitere Ölweidenart (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb. „Zempin"), Bocksdorn (*Lycium halimifolium* Mill.) und zusätzliche Arten natürlicher Gipsstandorte geprüft werden. Die Ölweide „Zempin" hat sich bei Küstenschutzpflanzungen bewährt (Bencard 1982, mdl. Mitt.). Die Kulturbodengabe ins Pflanzloch ließe sich möglicherweise durch die jetzt übliche Containerpflanzung ersetzen. Beim Kulturbodenauftrag ist die Frage nach seiner notwendigen Mindestmächtigkeit und nach dem Verhalten an langen Steilböschungen zu beantworten.

5. Schrifttum

Heinze, M., und H. J. Fiedler: Versuche zur Begrünung von Kalirückstandshalden. 1. Mitt.: Gefäßversuche mit Bäumen und Sträuchern bei unterschiedlichem Wasser- und Nährstoffangebot. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkde. Berlin **23** (1979) 315–322.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Heinze, M., und H. J. Fiedler: Versuche zur Begrünung von Kalirückstandshalden. 2. Mitt.: Gefäßversuche mit Gehölzen auf verschiedenen Rückstandssubstraten. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkde. Berlin **25** (1982) 717–724.

Heinze, M., und H. J. Fiedler: Versuche zur Begrünung von Kalirückstandshalden. 3. Mitt.: Gefäßversuch mit Kräutern natürlicher Gipsstandorte. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkde. Berlin **28** (1984) 263–266.

Schneider, P.: Die kulturbodenlose Begrünung nach dem KL-Verfahren – ein wirksamer Bodenschutz auf extremen Standorten. Vortrag, gehalten auf der 3. Fachtagung Bodenschutz und Abproduktenutzung der Kammer der Technik am 16. u. 17. April 1980 in Rostock.

Schretzenmayr, M.: Sukzessionsverhältnisse der Isarauen südlich Lenggries. Ber. Bayr. Bot. Ges. **28** (1950) 32–33.

Schubert, W.: Die Sesleria-varia-reichen Pflanzengesellschaften in Mitteldeutschland. Feddes Repert. 1. VIII, Beiheft **140** (1963) 71–199 (204) Berlin.

Dr. sc. silv. Martin Heinze
VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg
Betriebsteil Jena
DDR - 6900 Jena
Saalbahnhofstraße 25

Prof. Dr. habil. Hans Joachim Fiedler
Technische Universität Dresden
Sektion Forstwirtschaft
DDR - 8223 Tharandt
Pienner Straße 8

Dipl.-Ing. Heike Liebmann
VEB Kombinat Kali
Direktionsbereich Forschung
DDR - 5400 Sondershausen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hercynia

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: 21

Autor(en)/Author(s): Fiedler Hans Joachim, Liebmann Heike, Heinze Martin

Artikel/Article: Freilandversuche zur Begrünung von Kalirückstandshalden im Südharzgebiet 179-189