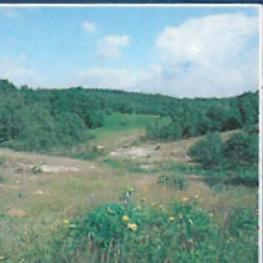
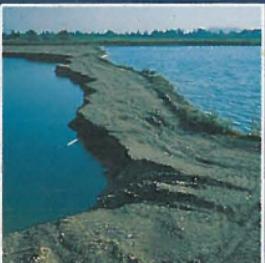
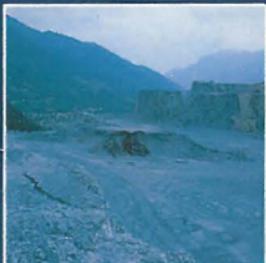
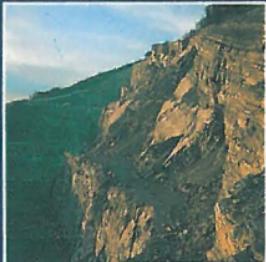


ANLEITUNG ZUR REKULTIVIERUNG VON STEINBRÜCHEN UND GRUBEN DER STEINE-UND- ERDEN-INDUSTRIE

Volker Stein



Anleitung zur Rekultivierung
von Steinbrüchen und Gruben
der Steine-und-Erden-Industrie

Volker Stein

**Anleitung zur Rekultivierung
von Steinbrüchen und Gruben der
Steine-und-Erden-Industrie**

Deutscher Instituts-Verlag

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Stein, Volker:

Anleitung zur Rekultivierung von Steinbrüchen und Gruben der
Steine-und-Erden-Industrie / Volker Stein. –

Köln: Deutscher Instituts-Verlag, 1985. –

ISBN 3-602-14117-9

Herausgegeben vom Bundesverband Steine und Erden e. V., Frankfurt

© 1985 Deutscher Instituts-Verlag GmbH

Gustav-Heinemann-Ufer 84-88, 5000 Köln 51

Telefon (02 21) 3 70 83 41

Lektorat: Frauke Lill-Roemer

Druck: Rhein-Ruhr Druck Sander, Dortmund

Inhalt

1. Vorwort	7
2. Grundsätze für die Planung von Wiederherrichtungsmaßnahmen	11
3. Kritische Punkte bei Abbau und Wiederherrichtung	14
4. Die optische Abschirmung von Abbau- und Betriebsstätten	18
5. Die Wiederherrichtung ehemaliger Steinbrüche .	23
5.1 Vorbedingungen	23
5.2 Die Anlage von Steinbrüchen im Hinblick auf die spätere Wiederherrichtung	24
5.3 Die Wiederherrichtung der Steinbruchsohlen . .	26
5.4 Die Wiederherrichtung der Steinbruchwände . .	30
6. Die Wiederherrichtung von Sand- und Kiesgruben	35
6.1 Allgemeine Hinweise	35
6.2 Die Wiederherrichtung von Baggerseen	36
6.3 Die Wiederherrichtung von Sand- und Kies-Trockenabbauten	43
6.4 Die Wiederherrichtung von Sand- und Kiesgruben, in denen unter- und oberhalb des Grundwasserspiegels abgebaut wurde	46
7. Die Wiederherrichtung von Ton- und Mergelgruben	48
8. Anlage und Rekultivierung von Außenhalden .	53
9. Herrichtung von Abbaustätten für eine spätere landwirtschaftliche Nutzung	60
10. Herrichtung von Abbaustätten für eine spätere forstwirtschaftliche Nutzung	65

11.	Die Nutzung ehemaliger Abbaustätten als Deponie	75
12.	Die Schaffung von Erholungsgebieten in Abbaustätten	77
13.	Herrichtung von Abbaustätten für eine Naturschutz-Nutzung (Renaturierung)	81
13.1	Vorbemerkungen	81
13.2	Grundregeln für die Schaffung naturschutzwürdiger Flächen in ehemaligen Abbaustätten	83
13.3	Die Renaturierung von Steinbrüchen	84
13.4	Die Renaturierung von Sand- und Kiesgruben	87
13.5	Die Renaturierung von Ton- und Mergelgruben	93
13.6	Beschleunigung der Renaturierung durch Aussaat von Pionierpflanzen	96
14.	Die Schaffung spezieller Biotope in ehemaligen Abbaustellen	100
14.1	Vorbemerkungen	100
14.2	Schaffung von Trockenrasenflächen	100
14.3	Schaffung eines Biotops für Schmetterlinge	101
14.4	Schaffung eines Biotops für Bienen und andere Insekten	104
14.5	Schaffung eines Biotops für Lurche	105
15.	Moderne Begrünungsverfahren	107
16.	Erhaltung geologischer Naturdenkmale in Abbaustätten	109
17.	Schriftenverzeichnis	111
	Anhang 1	114
	Anhang 2	117
	Anhang 3	118

1. Vorwort

Die Nutzer und Verwender mineralischer Rohstoffe erwarten heute, aus heimischen Lagerstätten beliefert zu werden; sie möchten aber auch, daß die Abbaustellen anschließend wieder einer sinnvollen Nutzung zugeführt werden. Es liegt im Interesse der Allgemeinheit und der Industrie, daß die hierzu notwendigen Maßnahmen so effektiv wie möglich sind, um die bei der Rohstoffgewinnung unvermeidlichen zeitweiligen Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft bald wieder auszugleichen.

Der Grundsatz der Wiederherrichtung ist in allen Bundesländern in Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien niedergelegt. So klar dieser Grundsatz auch formuliert ist, so unklar ist vielfach, wie die Arbeiten im einzelnen zweckmäßig durchzuführen sind. Um eine Abbaugenehmigung zu erhalten, sind auch Pläne für die spätere Rekultivierung vorzulegen. Da für die Unternehmen die Erlangung der Genehmigung aber zunächst im Vordergrund steht, sind zahlreiche „genehmigungsfähige“ Musterplanungen und Richtprofile erarbeitet worden. Diese kehren in den Bauanträgen mit großer Regelmäßigkeit wieder, ohne daß immer geprüft würde, ob sie sich später auch verwirklichen lassen.

Beobachtungen zeigten, daß bei der Umsetzung der Planungen in neu gestaltete Landschaft zahlreiche Schwierigkeiten auftraten. Kennzeichnend ist eine große Unsicherheit der mit diesen Arbeiten betrauten Betriebsleiter. Zwangsläufig werden viele Fehler gemacht. Die gelungene Wiederherrichtung hat in der Regel mit der ursprünglich geplanten oft nur noch oberflächliche Ähnlichkeit, ohne daß die Summe der Arbeiten sich für den Betrieb geändert hätte.

Die Ursachen sind in der oft zu theoretischen Ausbildung der Landschaftsarchitekten und sonstiger Planverfasser und

der nicht immer ausreichenden Ausbildung des Personals in den Genehmigungsbehörden zu suchen. Es fehlen die notwendigen angewandt-geologischen, bodenkundlichen, abbautechnischen und oft auch biologischen Kenntnisse, mit denen sie den Betriebsleitern beratend zur Seite stehen könnten.

Aus diesem Dilemma heraus entstand der Wunsch, Erfolge und Fehler bei der Wiederherrichtung von Steinbrüchen und Gruben systematisch zu erfassen und auszuwerten. An diesem Projekt ist seit zehn Jahren gearbeitet worden, es konnte im In- und Ausland umfangreiches Bildmaterial gesammelt werden.

Die Arbeitsgemeinschaft für Rohstoffsicherung und Landschaftspflege e. V., Hannover, sowie der Bundesverband Steine und Erden e. V., Frankfurt, baten mich, die gesammelten Erfahrungen zusammenzustellen und in einer auch dem Praktiker verständlichen Form zu veröffentlichen. Sie unterstützten mich in vielfältiger Weise, nicht zuletzt durch die Zurverfügungstellung umfangreichen Bildmaterials und zahlreiche Anregungen in vielen Gesprächen.

Danken möchte ich auch der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden, die den ersten Entwurf zum vorliegenden Buch kritisch durchsah und wertvolle Anregungen für den endgültigen Text gab. Ebenso danke ich den Herren Dipl.-Ing. Hoppe, Hannover, und Dipl.-Ing. Mentges, Dornap, für viele Anregungen, die im vorliegenden Text verarbeitet werden konnten. Nicht zuletzt gilt mein Dank zahlreichen Unternehmen der Steine-und-Erden-Industrie und des Bergbaus im In- und Ausland, die mir ihre wiederhergerichteten Flächen zeigten und Erfolge sowie Mißerfolge mitteilten.

Herausgehoben werden sollten die Firmen Gebr. Knauf Westdeutsche Gipswerke, Iphofen, und English China Clays Ltd., St. Austell/Großbritannien, die mir bereitwillig auch firmeneigenes Bildmaterial zugänglich machten.

Dankbar gedenke ich auch der Mithilfe der Firma S/48 Grünanlagen GmbH, 5020 Frechen 5, die uns Bezugsquellen für viele Samen von Wildpflanzen nachwies und uns durch umfangreiches Informationsmaterial unterstützte.

Viele Anregungen konnte ich weiterhin aus mehreren längeren Gesprächen mit Frau Sherry N. Yundt, Ontario Ministry of Natural Resources, gewinnen, unter deren Leitung ich auch eine ganze Reihe wiederhergerichteter Steinbrüche und Gruben in der Umgebung von Toronto besichtigen konnte. Sie unterstützte diese Arbeit außerdem durch die Überlassung von Ergebnissen der Untersuchungen an rekultivierten Steinbrüchen und Gruben in Ontario.

Dankbar gedenke ich der Anregungen meiner Kollegen, die mich auch ermunterten, die oft langwierigen Beobachtungen fortzusetzen. Nicht zuletzt dieser Unterstützung verdanke ich die Möglichkeit, zahlreiche wiederhergerichtete und natürlich wiederbegrunte Gebiete mit dem Hubschrauber der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, zu überfliegen und aus der Luft zu beurteilen. Dadurch konnte eine Reihe neuer Erkenntnisse gewonnen werden, ohne die dem Text Wesentliches fehlen würde.

Ich hoffe, daß dieses Buch all jenen, die Wiederherrichtungsarbeiten durchführen, die sie planen und genehmigen, eine praxisbezogene Anregung sein wird. Verständlicherweise war in der Beschreibung eine Beschränkung auf die häufiger vorkommenden Fälle nötig, doch dürfte es auch damit möglich sein, in Zukunft grobe Fehler zu vermeiden und Anregungen für die eigenen Arbeiten zu gewinnen.

Als Beispiele für die Abbildungen wurden nur tatsächlich durchgeführte Arbeiten gewählt. Ich bin der Meinung, daß es an Abbildungen theoretischer Planungen nicht mangelt, was jedoch bisher fehlt, sind Bilder, aus denen der Praktiker lernen kann, was für den eigenen Betrieb gut und passend ist und welche Fehler man vermeiden sollte.

2. Grundsätze für die Planung von Wiederherrichtungsmaßnahmen

Der Abbau oberflächennaher Rohstoffe in Steinbrüchen und Gruben ist ein ausgleichspflichtiger Eingriff in das Landschaftsgefüge im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes. Die Wiederherrichtung der abgebauten Flächen ist ein Sonderfall der Landschaftsplanung und Landschaftsgestaltung. Sie soll Störungen des Landschaftsbildes, der Pflanzen- und Tierwelt wieder beheben.

Es ist in hohem Maße wünschenswert, wenn die neu gestalteten Flächen anschließend die Landschaft bereichern, besonders dann, wenn sie für die in unserer technisierten Welt gefährdeten Pflanzen- und Tierarten ein Rückzugsgebiet bilden, in dem sie der Nachwelt erhalten bleiben können.

Dieses wünschenswerte Ziel ist jedoch nicht Zweck des Abbaus. An erster Stelle muß stets die Rohstoffgewinnung stehen. Die Unternehmen betreiben den Abbau, um den jährlichen Inlandsbedarf an Steine- und Erden-Rohstoffen von mehr als 700 Millionen Tonnen abdecken zu können, und nicht, um Biotopflächen zu schaffen. Allerdings kann man nach allen Erfahrungen vielfach beide Zielsetzungen sinnvoll miteinander verbinden.

Die Planung der Wiederherrichtung wird sich also streng an der Abbauplanung ausrichten. Angesichts einer zunehmenden Verknappung auch unserer heimischen Rohstoffe ist stets eine möglichst vollständige Ausnutzung der einzelnen Lagerstätte anzustreben. Man sollte sich immer bewußt bleiben, daß der Rohstoffbedarf von der Gesellschaft an die Unternehmen herangetragen wird. Er verringert sich nicht, auch wenn man aus oft subjektiven Gründen

der Landschaftsästhetik einzelne Lagerstättenteile nicht abbaut. Statt dessen muß dann ein anderes Unternehmen den nach wie vor vorhandenen Bedarf decken. Die Beachtung dieses Grundsatzes schließt nicht aus, daß bei der Abbauplanung auf markante Landschaftsteile, beispielsweise Klippen, Steilhänge oder Bergkämme, Rücksicht genommen wird, um die optische Beeinträchtigung des Landschaftsbildes möglichst gering zu halten. Die Aussparung bestimmter Teile der Abbaufäche zur Erhaltung seltener Pflanzen- und Tierarten ist, wie inzwischen sehr viele Beobachtungen zeigen, im Regelfall *nicht* notwendig, denn die Pflanzen und Tiere siedeln sich in abgebauten Teilflächen recht schnell von selbst wieder an. Es ist Aufgabe des Unternehmers, sie dort vor Störungen zu schützen und ihre Wiederansiedlung zu begünstigen.

Bei der Wahl des Rekultivierungszieles hat der Eigentümer der Abbaufäche ein gewichtiges Wort mitzureden. Unternehmer und Eigentümer müssen sich auf eine Nachfolgenutzung einigen. Dabei sollten sie versuchen, einen vernünftigen Interessenausgleich zwischen den Wünschen des Eigentümers (in der Regel nachhaltige wirtschaftliche Nutzung), der Öffentlichkeit (vielfach Schaffung von Erholungsflächen) und naturschutzinteressierter Geologen und Biologen (Erhaltung geologischer Aufschlüsse, Schaffung auch kleiner Biotopzellen) herzustellen.

Dem letztgenannten Wunsche kann in der Regel wenigstens durch zweckmäßige Gestaltung sonst schwer nutzbarer Teilflächen (zum Beispiel Steilwände, Bermen, Böschungen) entsprochen werden. Die Bedeutung solch kleiner Biotopzellen für die Erhaltung unserer Pflanzen- und Tierwelt darf nicht unterschätzt werden. Es sollte deshalb im Interesse jedes Unternehmers liegen, nach Beendigung des Abbaus auch solche Flächen zu hinterlassen.

Es wird hier bewußt darauf verzichtet, Beispiele für Rekultivierungs- oder sonstige Wiederherstellungsplanungen zu

geben, denn nicht die Qualität der Planung, sondern die Qualität der tatsächlich durchgeführten Gestaltungsarbeiten ist entscheidend.

Der interessierte Leser sei auf das Buch von DINGETHAL et al. (1985) verwiesen, in dem sich genügend Planungs-Beispiele finden und das ein sehr ausführliches Schriftenverzeichnis auch zu Spezialfragen dieses Gebietes enthält.

3. Kritische Punkte bei Abbau und Wiederherrichtung

Rohstoffe können zwar nur dort abgebaut werden, wo sie von Natur aus vorhanden sind, doch wie wir sie abbauen und wie die Flächen anschließend gestaltet werden, liegt weitgehend an uns. Ob ein Steinbruch oder eine Grube bei möglichst niedrigen Kosten ausgezeichnet rekultiviert wird und sich gut in die Landschaft einfügt, hängt entscheidend von der technischen Planung und der sorgfältigen Arbeit des Unternehmers, vor allem jedoch von der Vermeidung kostenträchtiger Fehler ab. Aus diesem Grunde sollen in diesem Kapitel einige besonders häufige Fehler bei Abbau- und Wiederherrichtungsarbeiten vorweg stichwortartig beschrieben werden:

- Das Abbaugelände liegt in unmittelbarer Nähe vorhandener oder geplanter Bebauung.**
Es bietet sich deshalb für die Gestaltung als späteres Erholungsgebiet an. Ein dort vorgesehener privater Fischteich wird kaum Zukunftsaussichten haben. Rechtzeitig mit der Gemeinde Kontakt aufnehmen und die Gemeinde in größeren Abständen informieren. Abbaurichtung und Standort der Aufbereitungsanlagen so planen, daß die späteren Anwohner nicht durch Lärm belästigt werden. Eventuell Teilflächen schon frühzeitig für die Erholungsnutzung freigeben, sofern eine saubere Trennung vom Betriebsgelände möglich ist.

- Die Rekultivierungsfläche wird von einem Garten- oder Landschaftsarchitekten wie ein öffentlicher Park geplant.**
Wenn der Plan durchgeführt wird, wirkt die ehemalige Abbaufäche in der freien Landschaft noch lange Zeit wie ein Fremdkörper. Deshalb: Je mehr die Wiederherrichtung

Beispiele aus der Natur nachahmt, desto besser. Ein Sonntagsspaziergang mit offenen Augen in der Umgebung kann mehr Anregung vermitteln, als viele Berater am Schreibtisch geben können.

– Die Wiederherrichtung ist schlicht und einfallslos.

Als Beispiel seien die Anpflanzungen von Fichten („Weihnachtsbäume“) an einer Wasserfläche oder die Einsaat von Böschungen lediglich mit Gras genannt. Hierzu zählt auch die Verwendung der in Baumschulen billig zu habenden überzähligen Gehölze zur Bepflanzung. Es entsteht ein buntes Durcheinander verschiedener Gehölzarten, wobei ausländische Gehölze vielfach dominieren. Solche Gehölze sind in Gärten, jedoch nicht in Rekultivierungsflächen angebracht.

– Die Folgenutzung ist an die natürlichen Verhältnisse der Abbaustelle schlecht angepaßt.

Ein typisches Beispiel ist die Anlage eines Badesees in einer Kiesgrube mit nur zwei Meter Wassertiefe, was über kurz oder lang zu unvertretbaren hygienischen Zuständen führt. Auch die frühzeitige Bepflanzung zu steiler Böschungen ist hier zu nennen. Rutschungen und Abspülungen führen über viele Jahre zur Zerstörung der Anpflanzungen. Erst muß die Böschung hergerichtet sein, dann kann mit der Pflanzung begonnen werden.

– Wahl falscher Böschungsneigungen.

Dieser Fehler ist ungemein häufig. Eine sehr flache Böschung neben einem Steilhang wird vielfach über Jahrzehnte unnatürlich wirken, es sei denn, der Übergang wird durch Gehölzpflanzungen verdeckt. Zu steile Böschungen entlang der Wasserlinie führen in Kies- und Sandgruben jahrelang zu Uferzerstörungen und verhindern so eine ungestörte Entwicklung der Bepflanzung. Im Extremfall können die Böschungsnachbrüche sogar Nachbargrundstücke gefährden.

– Der Abbau wird an einer weithin sichtbaren Stelle begonnen, obwohl dies nicht nötig wäre.

Ein solch ungeschicktes Verhalten führt leicht dazu, daß der Abbau als beispielhafter „Schandfleck in der Landschaft“ vorgeführt wird. Spätere Genehmigungsanträge sind dadurch oft mit einem negativen Eindruck vorbelastet. Kein Unternehmen braucht sich seines Abbaus zu schämen, aber man kann auch versuchen, ihn geschickt zu beginnen und ihn optisch abzuschirmen. (Siehe dazu Kapitel 4.)

– Falsche Berechnung der anfallenden Abraummassen und der Lagerkapazitäten für Abraum, Aufbereitungsabfälle und Schlamm aus Waschanlagen.

Oft werden optisch außerordentlich wirkungsvolle Rekultivierungspläne entworfen mit sehr flach ausgezogenen Böschungen, weit geschwungenen Uferlinien, Halbinseln und Inseln, die sich in der geplanten Form aber überhaupt nicht verwirklichen lassen, weil zu viel oder zu wenig Abraum vorhanden ist. Nur selten ergibt eine Nachrechnung in Abbauanträgen eine ausreichend genaue Übereinstimmung zwischen vorhandenen Abraummassen und geplanten Verkipzungsmengen. Dieser Fehler führt vor allem bei Steinbrüchen dazu, daß geplante und tatsächliche Wiederherrichtung kaum eine Ähnlichkeit miteinander besitzen.

– Planung großzügiger Rekultivierung, obwohl das Grundstück dafür ungeeignet ist.

Es genügt nicht, sich durch Vergrößerung des Kartenmaßstabes (und damit der Karte!) vorzugaukeln, daß aus einer Wasserfläche von 3 bis 4 ha ein Naherholungsgebiet zu schaffen wäre. Flächengröße der Abbaustelle und vorgesehene Folgenutzung müssen sinnvoll übereinstimmen. Es sollte auch nicht versucht werden, in die Rekultivierungsplanung Nachbargrundstücke einzubeziehen, über die man (noch) nicht rechtlich abgesichert verfügen kann.

– Beseitigung sämtlichen natürlichen oder naturnahen Bewuchses im Abbaugebiet, ohne daß dies notwendig wäre. Eine zu gründliche Beseitigung von Pflanzendecke und belebtem Oberboden („Mutterboden“) bis über die Ränder der Abbaufäche hinaus ist stets ein Fehler. Bei geschicktem Vorgehen können die stehengebliebenen Pflanzen aus der Umgebung eine Menge Arbeit sparen, denn sie liefern die Samen für die spätere Begrünung völlig kostenlos. Außerdem wachsen die sich selbst ansiedelnden Pflanzen erfahrungsgemäß viel besser, weil sie an die speziellen Aufwuchsbedingungen gut angepaßt sind.

– Auswahl falscher Pflanzen für die Rekultivierung.

Eine ehemalige Abbaufäche soll nach der Wiederherrichtung weder einem öffentlichen Park noch einem Hausgarten gleichen. Ausländische Ziergehölze sind deshalb zu vermeiden. Gleichfalls sollte man Nadelbäume nur sehr sparsam verwenden, wenn Laubgehölze an dieser Stelle auch gedeihen. Nadelbäume sind in vielen Fällen erheblich anfälliger gegen Emissionen und Trockenschäden, führen also häufiger zu unerwünschten Ausfällen. Unter Laubgehölzen hingegen gedeiht bald eine reichhaltige Gras- und Krautflora, die eine schnelle Rückführung der ehemaligen Abbaufäche in einen naturnahen oder natürlichen Zustand begünstigt. Nadelbäume in Reinkultur können zu einer erheblichen Versauerung des Bodens führen.

– Als letzter kritischer Punkt sei der Einfluß der Betriebsleitung auf die Qualität der Wiederherrichtungsarbeiten genannt.

Ein daran interessierter Betriebsleiter wird bei geringem Mitteleinsatz wahre Wunder vollbringen, ein uninteressierter kann trotz hoher Kosten noch eine halbe Wüstenei hinterlassen. Sein Interesse zu wecken und ihn durch sachkundige Beratung zu unterstützen ist deshalb wichtig; unterläßt man dies, so begeht man einen schweren Fehler.

4. Die optische Abschirmung von Abbau- und Betriebsstätten

Im Gegensatz zu vielen anderen Ländern, vor allem zu Großbritannien, den USA und Kanada, wird bei uns die optische Abschirmung, das „Verstecken“ der Abbau- und Betriebsstätten nicht nur von den Unternehmen, sondern in der Regel auch von den Behörden als zweitrangig angesehen. Die ordentliche Gestaltung der Umgebung beschränkt sich oft auf den Vorgarten und den Parkplatz an der Hauptverwaltung, nur besteht dort leider die geringste Notwendigkeit dafür.

An der bei uns zu beobachtenden ablehnenden oder gleichgültigen Haltung ist sicher richtig, daß die optische Abschirmung oft eher eine rein psychologische Maßnahme ist. Es ist auch nicht sicher, ob man dadurch das Verhältnis zwischen Unternehmen und Anwohnern grundlegend verbessern kann. Trotzdem sollte diesem Problem bei uns in Zukunft eine größere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Eine erhöhte Bedeutung kann den Abschirmpflanzungen jetzt auch zukommen, weil einzelne Gerichtsurteile eine gegenüber früher bessere Absicherung der Abbaustellen verlangen, um Unfallgefahren zu vermindern. Aus den USA ist seit langem bekannt, daß beispielsweise die Anpflanzung einer doppelreihigen Wildrosen- oder Weißdornhecke billiger ist als ein dauerhafter Zaun. Insofern ergeben sich für die Schaffung von Abschirmpflanzungen neue Ansatzpunkte.

Abschirmpflanzungen haben demnach vor allem zwei Funktionen zu erfüllen: optische Abschirmung der Abbaustelle und der Betriebsanlagen gegen die Umgebung, besonders gegen Straßen und Wohngebiete, und Absicherung der Abbaustelle gegenüber unbefugtem Zutritt.

Für eine optische Abschirmung ist es sehr ungünstig, wenn die Schutzpflanzung unmittelbar entlang der Abbaukante oder direkt an den Betriebsgebäuden vorgesehen wird.

Bei 10 m Abstand von der Straße genügt schon eine 4 m hohe Schutzpflanzung, um 15 m hohe Halden oder Gebäude in 30 m Abstand zu verbergen. Beträgt der Abstand der Schutzpflanzung von der Straße hingegen 30 m, dann erfüllen erst 8 m hohe Bäume den gleichen Zweck. Einen günstigen Eindruck vom Betriebsgebäude vermitteln Abschirmpflanzungen an der Einfahrt zum Betrieb oder entlang der Zufahrt. Eine einreihige Abschirmpflanzung wird nur selten ihren Sinn erfüllen, da sie vor allem im Winter einen fast lückenlosen Durchblick gestattet. Bewährt haben sich dreireihige Pflanzungen mit etwa 2 m Abstand der Reihen und einer versetzten Pflanzung mit 2 m Pflanzabstand in der Reihe. Pro ha werden dann circa 2 500 Pflanzen benötigt.

Will man teilweise Einblicke in das Werksgelände gewähren, dann sind dreireihige Pflanzungen mit 10 bis 20 m breiten Lücken zu empfehlen. Günstig ist es, die Reihen etwas versetzt anzuordnen.

Der Auswahl der Gehölzarten kommt eine große Bedeutung zu; schnellwüchsige Gehölze sollten, um eine rasche Abschirmung zu erreichen, etwa 50 Prozent der Pflanzung ausmachen. Am schnellwüchsigsten sind Pappeln mit im Mittel etwa 15 m Wuchshöhe nach 10 Jahren, Schwarzerlen mit etwa 15 m Wuchshöhe nach 20 Jahren und Birken und Robinien mit etwa 15 m Wuchshöhe nach 25 Jahren. Die Wuchshöhen können je nach Standort verständlicherweise etwas variieren. Um auch im Winter einen wenigstens teilweisen Sichtschutz zu gewähren, sollten 15 bis 20 Prozent der Pflanzen Nadelbäume sein, die in die vordere oder hintere Reihe zu setzen sind.

Geeignete Bäume für Abschirmpflanzungen sind Silber-Pappel, Balsam-Pappel, Zitterpappel, Schwarzerle, Hänge-Birke, Robinie („Akazie“), Gemeine Fichte, Schwarz-

Kiefer (unempfindlich gegen Salz!), Silber-Weide (unempfindlich gegen Staub und Salz!), Gemeine Kiefer (unempfindlich gegen Staub), Sal-Weide sowie andere Laubbäume und Sträucher.

Die besten Anwachserfolge erreicht man bei Laubbäumen mit 1- bis 3jährigen Forstpflanzen. Bei Pflanzung von Nadelbäumen sind etwas größere Pflanzen mit Ballen vorzuziehen, weil dadurch die Wurzeln besser gegen Austrocknung geschützt werden. Um den Aufwuchs von Gras und Kräutern einzudämmen, die die Gehölze in ihrem Wachstum stark behindern können und dann zur Bekämpfung aufwendige Pflegearbeiten erfordern, sollte man den Mutterboden zuunterst in die Pflanzlöcher oder die Pflanzreihen einfüllen und den sterilen Unterboden oben aufbringen. Zusätzlich ist zur Eindämmung des störenden Bewuchses das Abdecken der Pflanzfläche mit Stroh oder mit Rindenabfällen in ausreichend dicker Schicht zu empfehlen. Von der Anwendung von Herbiziden („Unkrautvertilgungsmitteln“) ist dringend abzuraten. Bis zu etwa 4 000 Pflanzen ist eine konventionelle Pflanzung per Hand am kostengünstigsten. Geht die Zahl der Pflanzen darüber hinaus, dann empfiehlt es sich, Pflanzmaschinen einzusetzen (sofern verfügbar), zumindest aber die Pflanzlöcher mit einem Pfostenbohrer von circa 20 cm Durchmesser vorzubohren oder mit einer Reißbraupe oder einem starken Pflug einen Graben aufzureißen, in den die Pflanzen gesetzt werden können. Bereits geringe Mengen von Bodenverbesserungsmitteln (Torf oder Styroporhumat oder anderen) fördern die Anwachsquote beträchtlich. In klimatisch rauen Lagen ist eine Frühjahrspflanzung der Herbilstpflanzung vorzuziehen. Folgt der Pflanzung wider Erwarten ein sehr trockener Sommer, dann ist ein gelegentliches Wässern der Pflanzung (sofern möglich) hilfreich. Die Auflagen von Stroh- und Rindenabfällen helfen gerade in solchen Fällen auch, die Verdunstung herabzusetzen und die Feuchtigkeit im Boden zu speichern.

Steht die Absicherung der Abbaustelle gegen unbefugten Zutritt im Vordergrund, dann ist der Pflanzung bewehrter (dorniger, stachliger) und dichter Laubgehölze der Vorzug zu geben. Geeignet sind dafür neben Wildrosen (vor allem Hunds-Rose), Weißdorn, Sanddorn (trockene Stellen liebend!), Berberitze und Brombeere auch Schlinggewächse wie Waldrebe (kalkliebend!) und Geißblatt. Kleinere Bäume wie Feldahorn und Weidenarten können in lockerer Folge oder an einzelnen Stellen gehäuft dazwischen gepflanzt werden, um eine bessere Einpassung in die Landschaft zu erreichen. Da der Schutzzweck im Vordergrund steht, sollten die Pflanzen in der Reihe etwa im Abstand von 1 m gesetzt werden. Der Reihenabstand kann 2 m betragen. Im allgemeinen wird eine zweireihige Pflanzung einen ausreichenden Schutz gewähren. Pflanzt man rechtzeitig, dann ist ein Zaun zur Absicherung der Abbaustelle in der Regel entbehrlich. Es empfiehlt sich stets, ein bis zwei Jahre vor Inangriffnahme der neuen Teilfläche die Pflanzung vorzunehmen. Dieser Idealfall setzt allerdings auch viel Verständnis der Grundstückseigentümer voraus.

Einen ausreichenden Schallschutz wird man durch Abschirmpflanzungen nicht immer erreichen. Eine gewisse Verbesserung der Schallschutzwirkung ist durch eine Erhöhung des Anteils der Gemeinen Fichte im Pflanzmaterial zu erreichen. Oft wird es aber notwendig sein, zur Verminderung der Geräuschimmissionen einen Lärmschutzwall anzulegen. Dieser kann dann, je nach den örtlichen Erfordernissen, auch zur Verbesserung des Sichtschutzes oder zur Absicherung gegen unbefugtes Betreten genutzt werden. Grenzt ein solcher Lärmschutzwall unmittelbar an ein bebautes Gebiet, dann können auf dieser Seite auch Ziergehölze zur Bepflanzung verwendet werden. Es sei jedoch darauf verwiesen, daß Ziergehölze allgemein erheblich teurer als Forstpflanzen sind und oft auch einer intensiveren Pflege bedürfen.

Abschließend sei noch erwähnt, daß Abschirmpfanzungen die natürliche Wiederbegrünung angrenzender Flächen, auch der Böschungen, erheblich begünstigen. Besonders bei Kalksteinbrüchen kann man beobachten, wie die Waldrebe innerhalb weniger Jahre ganze Hänge bedeckt. Auch Pappeln und Weiden breiten sich oft sehr schnell im angrenzenden Gelände aus. Dadurch können mitunter erhebliche Einsparungen für die Bepflanzung anderer Flächen erreicht werden.

5. Die Wiederherrichtung ehemaliger Steinbrüche

5.1 Verbedingungen

Steinbrüche sind Abbaustellen, die im Regelfall mehr als zehn Jahre, ja nicht selten mehr als 50 Jahre betrieben werden. Der Abbau erfolgt häufig mehrsohlig, verständlicherweise ist der Abbau der obersten Sohle stets flächenmäßig am größten, er eilt dem Abbau auf den tieferen Sohlen voraus. Mit großflächigen Wiederherrichtungsarbeiten kann oft erst begonnen werden, wenn der Abbau beendet ist. Abraum und Aufbereitungsrückstände müssen lange Zeit auf Außenkippen und Halden gelagert werden, dafür werden häufig sehr große Flächen zusätzlich benötigt.

Einige Betriebe müssen die Rohsteine waschen, dann sind auch große Flächen für Klärteiche („Schlammteiche“) vorzusehen. So ist es keineswegs selten, daß ein Steinbruchbetrieb neben der Abbaufläche noch eine gleich große (oder größere) Fläche für die Unterbringung der nicht verwertbaren Anteile beansprucht.

Die Unterbringung dieser großen Bodenmassen auf endgültigen Deponien außerhalb der Abbaufläche führt dazu, daß am Ende für die Abdeckung der abgebauten Flächen zu wenig Bodenmaterial zur Verfügung steht. Diese Voraussetzungen, zu denen auch gehört, daß Steinbrüche aus naturgegebenen Gründen oft an weithin sichtbaren Stellen angelegt werden müssen, prägen ganz entscheidend die Planung von Abbau und Wiederherrichtung. Gerade dort sollte man deshalb frühzeitig überlegen, wie der geplante Abbau der Landschaft eingepaßt werden kann und ob nicht an einzelnen Stellen Abschirmfanzungen angebracht sind.

5.2 Die Anlage von Steinbrüchen im Hinblick auf die spätere Wiederherrichtung

Bei vielen Steinbrüchen vergehen zwischen Abbaubeginn und den abschließenden Wiederherrichtungsarbeiten längere Zeiträume. Dann sind jedoch mit hohem Kostenaufwand große Flächen endgültig herzurichten. Es lohnt sich deshalb allein schon aus finanziellen Erwägungen, bei der Abbauplanung und beim Abbau die Wiederherrichtung stets mit zu bedenken. Oft können mit einfachen, wenn auch unkonventionellen Verfahren Kosten eingespart werden. Andererseits führt ein Abbau, der die Wiederherrichtung nicht oder nur wenig in Betracht zieht, in beinahe jedem Falle zu ganz erheblich höheren Wiederherrichtungskosten.

Nach vorliegenden Erfahrungen sind folgende Punkte besonders beachtenswert:

- Suche nach der bestgeeigneten Stelle für den Aufschluß des Steinbruchs, um die optische Beeinträchtigung der umgebenden Landschaft so gering wie möglich zu halten. Dies sollte aber nicht mit der Aufgabe erheblicher Rohsteinmengen erkauft werden.
- Überprüfung der Möglichkeiten, einen scheibenweisen Abbau auf der Gesamtfläche von oben nach unten durchzuführen. Voraussetzung ist eine gleichbleibende oder zumindest ausreichende Gesteinsqualität in allen Abdau-scheiben. Vorteilhaft ist die Möglichkeit, den Abbau weitgehend verborgen zu halten. Nachteilig sind die große Abbaufläche, die lange Zeit in Anspruch genommen wird, und auch die komplizierte Führung der Transportwege. Oft muß die Zentralbrechanlage später noch einmal versetzt werden.
- Suche nach geeigneten Flächen (Talenden, Senken, Hänge in der Nachbarschaft) zur Unterbringung von Abraum und Aufbereitungsrückständen, eventuell auch von

belebtem Oberboden („Mutterboden“). Dies ist vor allem für die ersten Betriebsjahre von großer Bedeutung. Der Entwicklung von Abbaukonzepten, bei denen der Abraum gleich im Steinbruch gelagert werden kann, ist der Vorzug zu geben. Allgemein haben solche Vorhaben bei Abbauhöhen von mehr als 20 bis 40 m eine Grenze, ab der aus Gründen der Arbeitssicherheit auf diese kostengünstigen Verfahren verzichtet werden muß.

- Die Vortriebsrichtung des Steinbruchs muß unter Berücksichtigung von Mächtigkeit (= Dicke) des Nutzgestein und Abraums, Gesteinsqualität, Geländegestalt im Abbaubereich, Sicherheitsabständen, Entwässerung, Abtransport und Wiederherstellung festgelegt werden. Aus diesen sehr unterschiedlichen Anforderungen resultiert allgemein ein Kompromiß, der im Idealfall auch die kostengünstigste Lösung darstellt.
- Die Abbauführung muß die spätere Zugänglichkeit aller Flächen für die Wiederherstellungsarbeiten sicherstellen und erhalten.
- Es ist kostensenkend und für eine schnelle natürliche Wiederbegrünung der abgebauten Flächen wünschenswert, wenn natürlicher oder naturnaher Bewuchs möglichst bis zum Steinbruchrand erhalten bleibt. Das Umsetzen von Teilen der vorhandenen Pflanzendecke aus neuen Abbauabschnitten auf endgültig abgebaute Flächen kann die billigste Form der Wiederherstellung sein.

Die Abbildungen auf den Seiten 28 bis 32 zeigen, wie diese Grundanforderungen von verschiedenen Betrieben in die Praxis umgesetzt werden. Es kann nicht häufig genug empfohlen werden, sich solche Beispiele auch selbst anzusehen, um die Übertragbarkeit auf den eigenen Betrieb zu prüfen.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß gerade bei Steinbrüchen, vor allem wenn mehrsohlig abgebaut werden muß, zwischen den Wiederherstellungsplänen im Abbau-

antrag und der tatsächlichen Ausführung und endgültigen Gestaltung Unterschiede gefunden werden. Nach bisherigen Erfahrungen verfügen Landschaftsarchitekten nicht immer über ein ausreichendes räumliches Vorstellungsvermögen und ausreichende betriebliche Kenntnisse, um solche Planungen befriedigend ausführen zu können. Der Betrieb sollte seine Antragsunterlagen deshalb vor der Abgabe besonders gründlich prüfen, um keine Verpflichtungen einzugehen, die sich dann in der Praxis nicht verwirklichen lassen.

5.3 Die Wiederherrichtung der Steinbruchsohlen

Wird ein Steinbruch nur auf einer Sohle oder gleichzeitig auf mehreren Sohlen (einschließlich der endgültig tiefsten) vorgetrieben, dann können Abraum, eventuelle Aufbereitungsrückstände und belebter Oberboden (Mutterboden) nach einiger Zeit ohne Aufhaldung sofort auf den ausgebeuteten Teilflächen aufgebracht und für Aussaat und Bepflanzung vorbereitet werden.

Dieser Idealfall ist jedoch die Ausnahme. Im Regelfall müssen erhebliche Mengen an sich rekultivierungsfähigen Materials auf Außenhalden endgültig gelagert werden, stehen für die abschließende Wiederherrichtung also nicht mehr zur Verfügung. Es muß dann versucht werden, mit einem Minimum an Lockermaterial ein Optimum an Wiederherrichtung zu erreichen.

Außerdem sind Steinbruchsohlen durch die Abbaugeräte häufig verdichtet worden, so daß damit schon ungünstige Standortbedingungen für viele Bäume und Sträucher vorliegen. Zusätzlich wirken die starke Sonneneinstrahlung und das geringe Wasserangebot als das Pflanzenwachstum hemmende Faktoren.

Beobachtungen in stillgelegten, nicht rekultivierten Steinbrüchen zeigen jedoch, daß über eine langsame, natürliche

Regeneration eine Wiederbegrünung auch extremster Steinbruchstandorte möglich ist. Im ungünstigsten Falle dauert es etwa 25 bis 35 Jahre, bis eine wenigstens lockere Bewaldung erreicht wird; günstigstenfalls, wenn beispielsweise viel Lockermaterial auf der Sohle verblieb, kann diese Zeit auf weniger als zehn Jahre verkürzt werden. Ausschlaggebender Faktor scheint das Feuchtigkeitsangebot zu sein, denn man beobachtet immer wieder, daß stärker beschattete Partien zuerst von Gehölzen zurückerobert werden, desgleichen begrünen sich Mulden, in denen sich Regenwasser sammeln kann, entschieden schneller als die trockene Umgebung.

Da heute Öffentlichkeit und Genehmigungsbehörden nur selten bereit sind, so lange zu warten, bis eine natürliche Wiederbegrünung abgeschlossen ist, gilt es, die genannten Beobachtungen für eine effektive Wiederherrichtung zu nutzen. Günstigste Voraussetzungen bietet danach eine mit mindestens 50 cm Lockermaterial aufgefüllte Sohle.

Dies läßt beinahe jede Form forstwirtschaftlicher, eventuell auch landwirtschaftlicher Rekultivierung zu. Bei sehr stark verdichteten Sohlen kann es in Einzelfällen erforderlich sein, den Untergrund vor Aufbringung des Abraums durch Aufrreißen zu lockern. Steht Abraummateriel nicht in ausreichenden Mengen zur Verfügung, dann ist es empfehlenswert, den Abraum an tiefer gelegenen Stellen insel- oder dammartig konzentriert aufzubringen und nur diese Bereiche mit Gehölzen zu bepflanzen. Die übrigen Bereiche können mit Wildrasenmischungen eingesät werden, die eventuell in geringen Mengen Gehölzsamen enthalten. Auch übliche Anspritzbegrünungen (vgl. Kapitel 15) lassen sich erfolgreich einsetzen.

Steht kein Lockermaterial mehr zum Auffüllen zur Verfügung, kann die Steinbruchsohle in der Nähe der Einfahrt in einigen Querstreifen, möglichst an tiefen Stellen, aufgerissen und dort eine Aufforstung mit sehr dicht gepflanzten

einjährigen Pflanzen versucht werden. Auch die Einsaat geeigneter Gehölze dürfte in solchen Rinnen häufig erfolgreich sein. Die übrigen Flächen sind mit Wildrasenmischungen zu begrünen.

In Absprache mit Naturschutzbehörden oder Naturschutzverbänden können Teilflächen der Steinbruchsohle, bevorzugt in den schlecht zugänglichen Bereichen, nach entsprechender Vorbereitung der natürlichen Wiederbegrünung (Regeneration) überlassen bleiben. In vielen Fällen werden sich auf diesen Teilflächen viele seltene, in ihrem Bestand bedrohte Pflanzen und Tiere ansiedeln. Dies gilt speziell für alle wärmeliebenden Arten. Experimentierfreudige Unternehmen können die Entwicklung solcher Regenerationsflächen entweder durch inselartiges Auf-



Dreisohlig geführter Gipssteinbruch in Franken. Rechts Abbau (Abbausohle, Abbaustelle 1 mit teilweise stärker verunreinigten Gipssteinen, Abbaustelle 2 mit reinen Gipssteinen), Mitte Arbeitsraum für Gewinnung und Laden, links nachrückende Verfüllung mit sofort folgender Rekultivierung. Der Abbau wandert von links nach rechts entlang der Hügelkante. *Vorteilhaft:* Kurzwegige Abraumbeseitigung, gute Trennung der Gipsqualitäten, schnelle Rekultivierung.

bringen geeigneten Pflanzenmaterials aus der Umgebung (Absammeln von Samen, Abschieben und Versetzen der Bodendecke im Herbst oder zeitigen Frühjahr) oder durch Einbringen spezieller Saatmischungen fördern.

Auf diese Art und Weise kann man zur Erhaltung seltener Pflanzen und Tiere wesentlich beitragen (vgl. Kapitel 13).



Naturahe Gestaltung der Abbauwand in einem Kalksteinbruch im Weserbergland. Mehr zufällig entstand hier, durch Abgleiten größerer Kalksteinpakete entlang von Störungen, eine abwechslungsreiche Bruchwand, die alle Voraussetzungen für eine Renaturierung mitbringt. In weniger günstigen Fällen kann dies auch durch abschnittsweises Sprengen der Bermen bei unterschiedlicher Tiefe der Sprengbohrlöcher bzw. bei schwächerer Neigung der Bohrlöcher erreicht werden.

5.4 Die Wiederherrichtung der Steinbruchwände

Abbauwände und ähnliche Steilböschungen sind für die Wiederherrichtung ein doppeltes Problem:

- Sie dürfen nach Stilllegung des Bruches weder Nachbarn noch die Allgemeinheit gefährden. Dies bedeutet, sie müssen auf Dauer standsicher sein und sollen keine ständigen, kostspieligen Pflegearbeiten erfordern.



Kurzwegige Abraumbeseitigung durch Verkippen über die Abbauwand in einem Gipssteinbruch in Niedersachsen. Während an einem Teilstück der Abraum verkippt wird, geht rechts und links der Abbau daneben weiter. Anschließend, wenn die Abraumkippe in diesem Abschnitt nicht mehr benötigt wird, hinterfährt man die Kippe und gewinnt den hinter der Kippe stehengebliebenen Gipsstein herein.

Vorteilhaft: Abraum wird nur einmal bewegt. Die Abraumkippen brauchen mit der Planierraupe nur noch etwas flach gezogen zu werden. Es entsteht wieder eine abwechslungsreiche kuppige Landschaft, die abschnittsweise dem Landschaftsbild vor dem Abbau sehr ähnlich ist. Da die Halden schon bald ihre endgültige Form erhalten, sind die Voraussetzungen für eine Renaturierung günstig.

- Sie lassen sich nur unter hohen Kosten so stark abschrägen und begrünen, daß sie natürlichen, sanft geböschten Abhängen gleichen.

Die wichtigste Voraussetzung ist stets die Herstellung einer ausreichend standsicherer Wand. In sehr günstigen, seltenen Fällen ist dies durch fortlaufendes Anschütten mit Abraum möglich. In der Regel verbleiben am Ende aber lange Steilwände, bei denen das Unternehmen anhand der bisherigen Erfahrungen prüfen muß, ob und gegebenenfalls welche Sicherungsmaßnahmen zu treffen sind. Als Faustregel gilt:



Fortlaufende Verkipfung der Wände eines Kalksteinbruchs mit Abraum in Ontario/Kanada. Der Abraum wird links gelöst, mit LKW entlang der Steinbruchwand verfahren, über die Wand verkippt, planiert und mit Gras gegen Abschleppen geschützt. Die teilweise Aufforstung der Böschungen nimmt man erst einige Jahre später vor, wenn sich der Abraum gesetzt hat. Um die Pflegekosten der Böschungen niedrig zu halten, werden sie von einer kleinen Rinderherde beweidet. *Vorteilhaft*: Zügige, kurzwegige Abraumbeseitigung, schnelle endgültige Herrichtung der Böschungen. *Nachteilig*: Die Herrichtung der großen Steinbruchsohle kann wegen am Ende fehlender Abraummassen schwierig und kostenaufwendig werden. Teilweise kann dort aber eine Wasserfläche geschaffen werden.

- Die Wand muß stärker abgeflacht werden, wenn die Schichtflächen oder andere markante Trennflächen des Gesteins vom Steinbruch aus in den Berg hinein ansteigen.
- Sie kann steiler, vielfach im Abbauzustand, stehen bleiben, wenn die Schichtflächen vom Steinbruch aus in den Berg hinein abtauchen.

Da meist kein Abraum für notwendige Abflachungen zur Verfügung stehen wird, bleibt, falls Sicherungsmaßnahmen unumgänglich sind, nur das teilweise Absprengen der Wände, um durch einen Schuttkegel vor der Wand die gewünschte flache Neigung zu erreichen.

Dies ist sowohl bei einsohligem wie mehrsohligem Abbau möglich. Bei ehemals mehrsohligem Abbau werden dafür die



Steinbruch im Rheintal. Abbau unter Beibehaltung eines Sichtschutzes (rechts) zum Tal hin. Die Sichtschutzkulisse wird jeweils als letzter Teil der Sohle abgebaut. Der links neu entstehende Berghang wird umgehend rekultiviert. *Vorteilhaft:* Steinbruch ist trotz hoher Lage über dem Tal nur von wenigen Stellen aus sichtbar. *Nachteilig:* Lage der Fahrstraßen im Bruch muß mehrfach geändert werden. Später vermutlich auch Umsetzen der Brechanlage auf tiefere Sohle notwendig.

Bermen nur teilweise abgesprengt. Bei diesen Arbeiten ist darauf zu achten, daß möglichst viel kleinstückiges Haufwerk anfällt, weil das die Begrünung erleichtert. Von einer vollständigen Begrünung der Haufwerkshalden, zum Beispiel durch Ausspritzen, ist abzuraten, weil dadurch wertvolle Biotoptäler zerstört werden können. Man sollte solche Maßnahmen auf weithin sichtbare und lange Zeit unnatürlich kahl wirkende Teile beschränken.

Bei mehrsohligen Steinbrüchen werden aber immer auf mehr oder weniger langen Strecken die Bermen, auch nach Sicherungsarbeiten, mit einer Mindestbreite von 3 m bis 5 m erhalten bleiben. Es wird empfohlen, auf den Bermen punktuell Abraum in größerer Dicke aufzubringen und dort Gehölze zu pflanzen. Eine durchgehende Abraumschüttung mit anschließender Bepflanzung bedarf besonders sorgfältiger Planung, will man nicht die Entstehung unnatürlich wirkender „Grüngürtel“ längs der Wände fördern. Aus Sicherheitsgründen sind die Zugänge zu den Bermen zu unterbrechen.

Soll ein Steinbruch sich zu einem Ersatzbiotop entwickeln, muß man für eine möglichst große Vielfalt im Flächenangebot (feucht – trocken, Sonne – Schatten, mit Abraumschüttung – ohne eine solche) sorgen. Übliche gestalterische Maßnahmen sollten sich auf den Eingangsbereich beschränken, sonst sind erwünscht: großflächig besonnte Wand- und Sohlbereiche, große Mengen losen Haufwerks sowohl in besonnten wie in schattigen Bereichen, eine Anzahl großer Blöcke („Knäpper“), inselartig aufgetragener Abraum auf Sohlen und Bermen, feuchte Vertiefungen und instabile Wandbereiche an ungefährlichen Stellen.

Dies kann man vorher kaum zeichnerisch planen, die einzelnen Maßnahmen und die jeweiligen Flächengrößen müssen vor Ort festgelegt werden.

Zum Schutz gegen das Abstürzen von Menschen oder Tieren über die Steilwände ist entlang dem oberen Rande eine

mindestens 3 m breite Berme anzulegen, die etwa 2 bis 3 m tiefer als der äußere Rand liegt. Zweckmäßigerweise gestaltet man einen Teil der Abraumsohle in dieser Weise. Auch wallartiges Aufschieben des Abraums kann den gleichen Zweck erfüllen. Aufgelegte große Steine und bedornte oder bestachelte Sträucher (wie Wildrosen, Brombeeren, Weißdorn) schützen das ehemalige Abbaugelände wirkungsvoller vor unbefugtem Betreten als Zäune oder Drahtseile, die ständiger Kontrolle und nach einigen Jahren der Ergänzung oder Reparatur bedürfen.

Die Erhaltung einzelner großer Wandflächen oder bestimmter Teilbereiche des Steinbruchs als geologisches Naturdenkmal (vgl. Kapitel 16) sollte nur in Zusammenarbeit mit dem geologischen Landesamt oder einem Universitätsinstitut vorgenommen werden.

6. Die Wiederherrichtung von Sand- und Kiesgruben

6.1 Allgemeine Hinweise

Sand und Kies sind in vielen Industrieländern heute die in den größten Mengen verbrauchten mineralischen Rohstoffe. Häufig machen sie mehr als die Hälfte aller benötigten mineralischen Baustoffe aus. Die abgebauten Mächtigkeiten liegen im Durchschnitt unter 20 m, oft sogar unter 10 m. Wegen dieser geringen Abbautiefen werden häufig neue Lagerstättenflächen, wenn auch nur für wenige Jahre, benötigt. So ist es nicht verwunderlich, daß die Wiederherrichtung ehemaliger Sand- und Kiesgruben zu den häufigsten Wiederherrichtungsarbeiten zählt. Am Standard der dort geleisteten Arbeit wird ein ganzer Industriezweig gemessen.

Fehler, die dort gemacht werden, lastet eine uninformedierte Öffentlichkeit auch anderen Betrieben der Steine- und Erden-Industrie an. Nicht zuletzt, weil Sande und Kiese wegen der hohen Transportkosten häufig am Rande der Ballungsgebiete in Verbrauchernähe abgebaut werden müssen, wo der Abbau von vielen gesehen wird.

Es liegt also im Interesse der Sand- und Kiesindustrie, ihre Gruben möglichst schnell und möglichst gut wiederherzurichten, damit in der Öffentlichkeit keine unnötigen Widerstände gegen neue Gruben entstehen. Über die Planung dieser Arbeiten und die im Antragsverfahren benötigten Unterlagen ist in dem Buch DINGETHAL et al. (1985): „Kiesgrube und Landschaft“ alles Wissenswerte zusammengetragen worden. Trotzdem bedarf es oft noch eines hohen Einfühlungsvermögens des Unternehmers, um aus seiner Grube wieder ein ansehnliches Stück Landschaft zu schaffen. Die folgenden Ratschläge können deshalb nur Hinweise

sein, die in das eigene Konzept eingearbeitet werden müssen. Gerade bei Sand- und Kiesgruben wird oft übersehen, daß jede Grube ihre Besonderheiten hat, die festgestellt und bei der Wiederherrichtung beachtet werden müssen.

Wegen der Kurzlebigkeit vieler kleiner Sand- und Kiesgruben ist es wichtig, mit den ersten Arbeiten zur endgültigen Gestaltung schon möglichst bald zu beginnen, denn nur so kann man die – kostensparende – natürliche Wiederbegrünung für sich arbeiten lassen.

6.2 Die Wiederherrichtung von Baggerseen

Durch den Abbau wird das Grundwasser großflächig aufgedeckt. Dies wird wegen teilweise erhöhter Verdunstung und möglicher Verunreinigungen des Grundwassers von vielen noch als große Gefahr angesehen. Dies ist, auch wenn Trinkwasserfassungsanlagen in der Nähe sind, im Regelfall wissenschaftlich nur schwer oder gar nicht zu belegen.

Untersuchungen zeigen vielmehr, daß nur in klimatisch besonders begünstigten Teilen der Bundesrepublik, beispielsweise in Teilbereichen der Oberrheinebene, die Verdunstung durch die Offenlegung des Grundwassers höher als die Niederschlagsrate wird. Der Grundwasser-Chemismus hingegen wird durch die Anlage von Sand- und Kiesteichen günstig beeinflußt, weil viele störende Bestandteile durch die im Teich lebenden Organismen gebunden werden (WROBEL 1980, NIEMEYER 1978). Die Wiederherrichtungsarbeiten müssen deshalb diese Befürchtungen nur insoweit berücksichtigen, als sie eine schnelle biologische Regeneration fördern sollten, um so zu einem besseren Grundwasserschutz beizutragen. Als Folgenutzungen für ehemalige Sand- und Kiesgruben werden oft gewählt:

- Badesee
- Wassersportsee

- Fischteich
- Landschaftssee
- Naturschutzsee, Vogelschutzsee.

Unter den oben genannten Gesichtspunkten sind vor allem die beiden zuletzt genannten Folgenutzungen positiv, die beiden zuerst genannten teilweise sehr kritisch zu beurteilen.

Welche dieser Folgenutzungen möglich ist, richtet sich aber nicht nur nach wasserwirtschaftlichen Erfordernissen, sondern vor allem nach der Lage und Größe des künstlichen Sees, nach der Art des Abbaus und der Wassertiefe. Je nach eingesetztem Abbaugerät entstehen unter Wasser allseitig mehr oder weniger steile Böschungen (Saugbagger, Schwimmgreiferbagger, zum Teil auch Tieflöffelbagger) oder zweiseitig steilere, zweiseitig flachere Böschungen (Schrapper, Schleppschaufelbagger, zum Teil auch Tieflöffelbagger). Die beim Abbau entstehenden Steilböschungen unter Wasser mit Neigungen von etwa 1 zu 1 bis 1 zu 2 sind auf Dauer nicht standsicher. Zur Herstellung standsicherer Endböschungen mit Unterwasserneigungen von etwa 1 zu 2,5 (bis 1 zu 3) gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Geringere Abbautiefen in Ufernähe, beispielsweise mit Schwimmgreiferbaggern, die mit Echoloten ausgerüstet sind.
- Größeren Abstand zu den Nachbargrundstücken, um ein Nachbrechen der Böschungen zu ermöglichen und damit eine nachträgliche Abflachung zu erreichen.
- Anfüllen mit Abraum, um dadurch die Böschungen auf eine standsichere Neigung abzuflachen.

So einfach diese Ratschläge klingen, so schwierig ist es oft, sie in die Praxis umzusetzen. Ein profiliertes Abbagern der Böschungen im anstehenden Kies und Sand scheint mit Schwimmgreiferbaggern wenig Probleme zu bieten. Es stößt aber im Saugbaggerbetrieb teilweise auf technische Schwierigkeiten, weil eine gleichmäßige Sohlfläche sich gerätebedingt kaum herstellen lässt. Abgesehen davon scheuen

viele Unternehmen die erheblichen Verluste an verkaufsfähigem Material, die in solchen profilierten Böschungen stehenbleiben: Bei 20 m Abbautiefe sind dies auf 100 m laufende Böschung mindestens 50 000 bis 60 000 t Rohmaterial. Es sollte deshalb möglichst versucht werden, die Böschungen durch Anschütten von Abraum abzuflachen. Dies ist zwar technisch einfach, aber nur wenige Firmen und Antragsbearbeiter berechnen vorher, ob die Abraum mengen auch verfügbar sind. Bei 10 m Abbautiefe sind zum Anfüllen pro 100 m Böschungslänge mindestens 7 500 bis 10 000 m³, bei 20 m Abbautiefe mindestens 30 000 bis 40 000 m³ und bei 30 m Abbautiefe mindestens 70 000 bis 90 000 m³ Abraum erforderlich. Es ist leicht einsichtig, daß vor allem bei tieferen Gruben solche großen Abraum mengen nicht immer zur Verfügung stehen. In gewissem Umfang kann man zwar als Unterfüllung Beton oder Abbruchmaterial aus Mauerwerk sowie Bodenaushub verwenden. Die Erfahrung zeigt aber, daß selbst in der Umgebung von Großstädten die benötigten Mengen nur schwer beschafft werden können.

Der sicherste und für die Unternehmen günstigste Weg ist immer noch die Erweiterung des Sicherheitsabstandes zwischen Abbaukante und Grenze zu den Nachbargrund stücken verbunden mit der Verfüllung mit Abraum.

Als Faustregel kann gelten, daß der Abstand der Böschungs oberkante zu den Nachbargrundstücken in Metern der Abbautiefe in Metern entsprechen sollte. Verbunden mit Abflachungen entlang der Ufer und Abraumanschüttungen lassen sich so Böschungslinien herstellen, von denen keine Gefahr für die Nachbarschaft ausgeht. Dies gilt selbstverständlich nicht, wenn Gruben direkt an stark befahrene Straßen, Industriegebiete oder Wohngebiete grenzen. In diesen Fällen sind ingenieurgeologische Standsicherheits nachweise für die Böschungen zu erbringen, wenn die Abbautiefe unter Wasser 10 m wesentlich übersteigt.

Bei großen künstlichen Gewässern können durch Wellenschlag an den Ufern nachträglich erhebliche Zerstörungen auftreten, denen durch ein Abflachen der Ufer in der Wasserwechselzone (Bereich zwischen höchstem und tiefstem Wasserstand) auf eine Neigung von 1 zu 5, durch Anschütten von Steinen (zum Beispiel unverkäufliches Überkorn), durch Erlenpflanzungen und Schilfgürtel wirkungsvoll begegnet werden kann. Dies ist besonders all den Betrieben zu empfehlen, die mit sehr großen Schwimmgreiferbaggern abbauen, da beim plötzlichen Eintauchen des Greifers ebenfalls Stoßwellen von beträchtlicher Zerstörungskraft erzeugt werden.

Die Arbeiten an den Böschungen sind die wichtigsten Voraussetzungen der Wiederherrichtung von Sand- und Kiesgruben, die im Grundwasser abbauen. Sie müssen bereits bei der Abbauplanung, vor allem aber bei der Festlegung der Sicherheitsstreifen zu den Nachbargrundstücken bedacht werden. Dies gilt speziell für alle Gruben mit Abbautiefen von mehr als 10 bis 20 m unter dem Wasserspiegel.

In flachgründigen Kies- und Sandlagerstätten geht man heute an vielen Stellen dazu über, den Grundwasserspiegel künstlich abzusenken und die Sande und Kiese trocken abzubauen. In diesen Fällen ist es erheblich leichter, die gewünschten Böschungsneigungen herzustellen. Auch viele Sonderwünsche, wie die Schaffung von Flachwasserbergen, Inseln oder Halbinseln, lassen sich so ohne größeren Aufwand erfüllen. Ob ein solcher Abbau möglich ist, hängt vor allem vom Grundwasserzufluß, aber auch vom verfügbaren Gerätelpark ab. Als Folge der starken Absenkung des Grundwasserspiegels können auf umliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen Ertragsminderungen auftreten. Das sollte vorher sorgfältig geprüft werden. (Pegelbrunnen setzen, Grundwasserstände fortlaufend messen!)

Verglichen mit den Arbeiten an den Böschungen sind alle sonstigen Wiederherrichtungsarbeiten in ehemaligen Naß-

gruben, zumindest von der Kostenseite her, als weniger wichtig anzusehen. Wie zahlreiche Beispiele zeigen, regeneriert sich eine solche Grube auch auf natürliche Weise. Das Ergebnis ist zwar in der Regel besser als die vom Menschen geschaffenen Beispiele, doch dauert es länger. Um die Entwicklung einer standortgerechten Tier- und Pflanzenwelt zu fördern oder um spezielle Anschlußnutzungen zu schaffen, sollte man vor allem Folgendes beachten:

- Bei großen Baggerseen in Tälern besteht die Gefahr des Überlaufens, weil der Grundwasserspiegel oberstrom abge-



Damm in einer Kiesgrube zur Regulierung der Wasserstände (Leine südlich Hannover). In Baggerseen bildet sich stets ein mittlerer Wasserspiegel aus, der bei großen Seeflächen am unteren Ende über Geländeneiveau ansteigen und dort zu Überflutungen führen kann. Es ist deshalb notwendig, die Seefläche zu unterteilen (hier geschehen, Damm aus anstehendem Material blieb stehen) oder am unteren Ende einen Erdwall entlang der Ufer zu schütten (was hier in Vorbereitung, um anschließend den als Damm verbliebenen Kies noch hereingewinnen zu können). **Wichtig:** Der stehengebliebene Damm hatte noch eine ausreichende Breite, um auch bei unvorhergesehenen Böschungsbrüchen ausreichenden Schutz zu gewährleisten.

senkt, unterstrom aber eventuell über das Geländeniveau angehoben wird. Diese Gefahr ist besonders groß, wenn die Längsachse des Baggersees parallel zur Talrichtung verläuft. Rechtzeitige Berechnungen schützen vor unliebsamen Überschwemmungen. Bei der Gefahr des Überlaufens rechtzeitig aus Abraum einen Damm schütten oder einen Abfluß zum Vorfluter vorsehen.

- Die Anlage und Gestaltung von Badestränden sollte man möglichst dem späteren Eigentümer überlassen. Die Herstellung der mit 1 zu 10 sehr flach geneigten Abschnitte ist teuer und gelegentlich auch technisch schwierig. Die Feinkornschwemmfächer der Kieswäschen haben die gewünschte Neigung, hier lassen sich Badestrände oft kostengünstiger herrichten. Zu beachten ist in jedem Falle, daß ein Abbaggern entsprechend dem gewünschten Profil zu unvertretbar hohen Rohstoffverlusten führt und deshalb nicht in Betracht gezogen werden sollte.
- Die Orientierung des Abbaus an Grundstücksgrenzen und die technischen Bedingungen des Abbaus führen in der Regel zu unnatürlich wirkenden geraden Böschungen. Abhilfe läßt sich durch vermehrtes Anschütten von Abraum an einzelnen Stellen oder auch durch unterschiedlich dichte Bepflanzung der Ufer schaffen. Überschüssigen Abraum deshalb keinesfalls gleichmäßig entlang der Ufer verteilen.
- Je früher Böschungsteile endgültig profiliert sind, desto preiswerter wird die Bepflanzung. Man kann lockerer pflanzen, weil sich zahlreiche Bäume und Sträucher schon nach kurzer Zeit zusätzlich von selbst ansiedeln. Die Natur hilft Pflanzkosten sparen. Bei frühzeitiger Fertigstellung der Böschungen kann man auch, da keine Eile besteht, billigere kleine Pflanzen oder Stecklinge verwenden. Stroh oder Rindenabfälle in dicker Schicht zwischen den Setzlingen unterdrücken anfänglich den störenden Graswuchs und vermindern die Pflegearbeiten.

- Vielfach wird in den Genehmigungsbescheiden vorgeschrieben, erst den Abraum und dann den Mutterboden aufzubringen. Gehölze wachsen jedoch erfahrungsgemäß erheblich besser an, wenn entweder Abraum und Mutterboden miteinander vermengt werden oder wenn man im Pflanzloch zuunterst den Mutterboden und darüber den Abraum einbringt.
- Der Schwemmfächer, den die Waschwässer der Aufbereitungsanlage im Laufe der Jahre bilden, ist eine für viele Tiere sehr wichtige Flachwasserzone. Dort breiten sich Schilf und Rohrkolben sehr schnell aus. Zum Schutz vor Neugierigen, gelegentlich auch Anglern, kann dort später entlang des Ufers die Anpflanzung bedornter und bestachelter Gehölze nötig sein.
- Flachere Uferenteile ohne Abraumdeckung werden von einer ganzen Reihe von Tieren als Lebensraum bevorzugt. Dort kann unverkäufliches Überkorn endgültig gelagert werden.
- Einspülungen von Dünger oder Pflanzenschutzmitteln von benachbarten landwirtschaftlich genutzten Flächen können die natürliche Entwicklung eines Baggersees erheblich stören. Man schützt sich dagegen wirkungsvoll durch flache Abraumwälle, in schwierigen Fällen auch durch Randgräben.
- Gleiche Schutzmaßnahmen sind nötig, wenn der Baggersee ein nährstoffarmes (oligotrophes) Gewässer bleiben soll. Für diese Anschlußnutzung am besten geeignet sind alle Kies- und Sandgruben in oder am Rand von Nadelwäldern. (Kein Nährstoffeintrag durch verwehtes Laub im Herbst!) Abraum und Mutterboden sind dann rings um den See in einigen Metern Entfernung als Wall aufzuschieben und zu begrünen. Am See (Abstand horizontal mehr als 5 m) selbst sollten Aussaat und Bepflanzung möglichst vollständig unterlassen bleiben, um in das Wasser keine Nährstoffe

einzutragen. Der Nährstoffanreicherung wirkt ein künstlicher oberirdischer Abfluß wirkungsvoll entgegen. Der See wird ausschließlich der natürlichen Entwicklung überlassen.

6.3 Die Wiederherrichtung von Sand- und Kies-Trockenabbauten

Die Wiederherrichtung trockener Sand- und Kiesgruben wird in vielen Fällen zu land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen führen (vgl. Kapitel 9 und 10). Dafür ist ein hoher Anteil ebener oder nur flach geneigter Flächen wünschenswert.

Eine stärkere Abflachung der Böschungen ist nur selten möglich, denn oft fehlen geeignete Füllmaterialien und auch der nötige Abraum zum Abdecken. Hierbei ist vor allem zu beachten, daß durch die Eintiefung beim Abbau eine beträchtliche Flächenvergrößerung stattfindet. So vergrößert sich die zu rekultivierende Fläche bei einer 5 ha großen und 10 m tiefen Grube bei einer Böschungsneigung von 1 zu 1,5 schon auf circa 5,2 ha. Es steht somit, anders als bei Baggerseen, pro wiederherzurichtende Flächeneinheit weniger Verfüllmaterial zur Verfügung.

Falls die Sohle aufgeforstet wird, kann man auch die verbleibenden steilen Böschungen forstwirtschaftlich zu nutzen versuchen. Bei vorgesehener landwirtschaftlicher Anschlußnutzung ist nur bei Böschungshöhen von mehr als 3 bis 5 m das Aufforsten der Böschungen zu empfehlen. Versucht man dies auch bei geringen Abbauhöhen (= geringen Abständen zu den Nachbargrundstücken), dann wird man häufiger erleben, daß Landwirte die Gehölze fälschlicherweise als störend empfinden und beseitigen. Solche flachen Böschungen sät man deshalb besser nur mit einer Gras-Kräuter-Mischung ein und überläßt sie im übrigen der natürlichen Entwicklung.

Falls beabsichtigt ist, eine Trockengrube später als Biotopfläche zu nutzen, muß man dies bereits beim Abbau gebührend beachten, anderenfalls entstehen später unnötig hohe Aufwendungen für die Wiederherrichtung. Eine solche Anschlußnutzung bietet sich vor allem dort an, wo extrem wenig Abraum und Mutterboden verfügbar sind und/oder wo für die Wäsche des Kies-Sand-Gemisches Schlammteiche



Wiederhergerichtete Sandgrube im Gebiet südwestlich Hamburgs. Vorbildlich ist die hervorragende Einpassung in die umgebende Landschaft, deren abwechslungsreicher Charakter bei der Neugestaltung gut nachempfunden wurde. Biologisch richtig war die Entscheidung, kleinere Sandflächen nicht mit Mutterboden anzudecken und zu begrünen sowie das Gelände nur teilweise wieder aufzuforsten. Auf die Aussaat von Lupinen (Vordergrund) würde man heute in einem solchen Falle wahrscheinlich verzichten.

angelegt wurden. Eine Biotopfläche sollte möglichst vielfältig gestaltet sein, also neben flachen Böschungen auch Steilböschungen, neben aufgeforsteten Teilstücken völlig kahle Flächen sowie eine unebene Sohle (Abraumhaufen, nachträgliche Eintiefungen, Steilkanten, Lagerung von Alt-holz oder Baumstubben) haben. Es ist nicht notwendig, dies im Detail zu planen, doch wenn sich abbaubedingt die Möglichkeit zur Anlage einiger solcher Teilstücke bietet, sollte man gleich nach Abbauende im jeweiligen Teilbereich eine endgültige Gestaltung anstreben.

Problematisch bleiben stets Steilböschungen, weil von ihnen durch Nachbrechen oft Gefahren für die Nachbargrundstücke ausgehen. Es ist davon auszugehen, daß Böschungen, die steiler als 1 zu 2 bis 1 zu 2,5 sind, auf Dauer nicht standsicher sind und sich mit der Zeit auf 1 zu 2,5 bis 1 zu 3,5 abflachen werden. An diesen Stellen ist entweder ein größerer Abstand zu den Nachbargrundstücken einzuhalten oder die Böschung ist durch Vorschütten von Abraummaterial vorsorglich zu stabilisieren. Höhere Böschungen (> 10 m Abbauhöhe) sollte man aus Sicherheitsgründen durch schmale, bergwärts schwach geneigte Bermen unterteilen. Dadurch wird auch eine Zerstörung der Böschungen durch Abschwemmen weitgehend vermieden.

Beim Bepflanzen der Böschungen mit Bäumen und Sträuchern ist darauf zu achten, daß die Pflanzenreihen parallel zur Böschungskante angelegt werden. Versäumt man dies, sind tiefgehende Abschwemmrinnen, oft verbunden mit einem Ausspülen der Jungpflanzen, die Folge. Richtig angelegte Pflanzreihen helfen auch, das Wasser zurückzuhalten und den Pflanzen zuzuführen. An sehr trockenen Hängen kann es hilfreich sein, Pflanzgräben anzulegen. Falls diese Pflanzgräben maschinell gezogen werden sollen, muß die Böschung flacher als 1 zu 3 gestellt werden, da sonst ein sicheres Befahren nicht mehr möglich ist.

6.4 Die Wiederherrichtung von Sand- und Kiesgruben, in denen unter- und oberhalb des Grundwasserspiegels abgebaut wurde

Bei diesem Abbautyp, den wir vor allem im norddeutschen Flachland, dort bevorzugt in Stauchmoränen, aber auch im Alpenvorland finden, können Grubenformen entstehen, die sehr ungünstige Voraussetzungen für eine Wiederherrichtung bieten. Dies gilt speziell für all die Fälle, in denen der Abbau einzelnen stärker kiesführenden Horizonten in die Tiefe folgte.

Um eine dem Landschaftstyp angepaßte Wiederherrichtung zu erreichen, bedarf es eines großen Einfühlungsvermögens des Unternehmers und seiner Berater. Alle nicht verwertbaren Bestandteile sollten möglichst sofort wieder so eingebaut werden, daß eine sanft gewellte Grubenform entsteht. Falls dies nicht möglich ist, kann versucht werden, aus der morphologisch unbefriedigend gestaltbaren Abbaufläche durch eine geschickte Ausnutzung der Gegebenheiten ein Ersatzbiotop zu gestalten. In vielen Fällen wird dies die sinnvollste Form der Wiederherrichtung sein.

Vorteilhaft dafür sind die unterschiedlichen Böschungsneigungen, die sowohl über wie unter Wasser entstehen. Durch ungleichmäßige Verteilung von unverkäuflichem Gut (zum Beispiel Sand, Überkorn), Abraum und belebtem Oberboden (Mutterboden) lassen sich sehr unterschiedliche Lebensräume gestalten. Solche Gruben eignen sich beispielsweise oft sehr gut für die dauerhafte Ansiedlung der Uferschwalben, denen durch wasserbauliche Maßnahmen der natürliche Lebensraum an den Flußufern genommen wurde. Uferschwalben benötigen für die Anlage ihrer Niströhren ein sandiges bis schwach lehmiges Material an einer fast senkrechten Wand, die bevorzugt nach Süden oder Westen gerichtet sein sollte. Die Schwierigkeit besteht darin, eine solche Steilwand auf Dauer zu erhalten. Günstig dafür

sind flachwurzelnde Bäume, deren Wurzelwerk wenigstens für einige Jahre einen ausreichenden Schutz bietet. Geeignet sind auch große Betonplatten aus anfallendem Bauschutt, die flach als „Schutzdach“ über die Böschung gelegt und anschließend noch mit Abraum überschüttet werden. Technische Hilfsbauten, wie sie gelegentlich empfohlen werden, sollten nur in Ausnahmefällen angelegt werden (Betonmauern, künstliche Niströhren etc.). Auch das Heranführen einer steilen Unterwasserböschung an eine Steilwand im Überwasserbereich kann – durch stetiges Nachbrechen – für Uferschwalben günstige Voraussetzungen schaffen. Zu beachten ist dabei allerdings, daß die Abbauwand einen ausreichenden Sicherheitsabstand zu den Nachbargrundstücken einhalten muß, was zu erheblichen Verlusten an bauwürdigem Rohmaterial führen kann. Außerdem können Probleme der Absicherung solcher instabilen Wandteile entstehen, die dann an sich von den Naturschutzbehörden übernommen werden müßten.

Die Stabilität der Unterwasserböschungen ist, zumindest langfristig gesehen, bei diesem Abautyp von zweitrangiger Bedeutung, sofern zwischen Über- und Unterwasserböschung der ursprünglich vorhandene Fahrweg von meist 5 m bis 10 m Breite erhalten bleibt. Eine 10 m bis 15 m breite Berme dürfte auch in sehr ungünstigen Fällen ausreichend sein. Sonst können für die Gestaltung und Begrünung solcher Gruben die Hinweise der Abschnitte 6.2 und 6.3 sinngemäß übernommen werden.

7. Die Wiederherrichtung von Ton- und Mergelgruben

Solche Gruben erreichen häufig beträchtliche Ausmaße, vor allem, wenn sie Zementwerke oder Großziegeleien mit Rohstoffen beliefern. Kennzeichnend ist die geringe Standfestigkeit des Materials, die zu flachen Endböschungen mit Neigungen von 1 zu 3 bis 1 zu 5, zum Teil sogar noch flacher, führt. Beachtenswert ist weiterhin, daß sich Ton- und Mergelgruben nach Einstellung des Abbaus fast immer mit Wasser füllen. Diese zwei Voraussetzungen engen die möglichen Folgenutzungen stark ein.

Bis heute wird bevorzugt versucht, solche Gruben als Deponien für Hausmüll oder Sondermüll (vgl. Kapitel 11) zu nutzen. So vorteilhaft dies für den Eigentümer ist, so wird doch häufig übersehen, welche Probleme technischer und psychologischer Art mit dieser Anschlußnutzung verbunden ist. Der meines Erachtens schwerwiegendste Einwand ist der des negativen Image, das mit solchen Deponien verbunden ist. Sehr leicht werden Rohstoffgewinnung und Abfallagerung als ein und dieselbe Sache angesehen. Rohstoffgewinnung wird dann in der Öffentlichkeit leicht mit Mülldeponie gleichgesetzt; ein Negativeindruck, der dann auch auf andere Betriebe der Steine-und-Erden-Industrie übertragen wird. Falls eine solche Anschlußnutzung unvermeidlich ist, dann sollte sie möglichst erst *nach* Einstellung des Abbaus und unter anderer Trägerschaft (Landkreis, Stadt, Regionalverband) begonnen werden. Betriebe, die eine solche Deponie selbst betreiben wollen, übersehen vielfach die damit verbundenen Probleme nicht vollständig (unter anderem Abdichten der Grube, Abpumpen und Klären des anfallenden Sickerwassers, Geruchsbelästigung durch entstehende Fäulnisdämpfe, Abschluß gegen unbefugten Zutritt, eventuell auch Über-

wachung der einzulagernden Stoffe durch ein Laboratorium). Die beste Lösung ist deshalb immer, wenn der Betrieb die Grube an den Betreiber der Deponie verkauft, wobei zweckmäßigerweise der Kaufpreis entsprechend der jährlichen Einlagerungsmenge in Raten abgegolten wird.



Renaturierte Tongrube im südwestlichen Niedersachsen.
Die vor etwa zehn Jahren stillgelegte Grube liegt in einem Laubwaldgebiet. Abgebaut wurde mit einem Eimerkettenbagger, deshalb verblieb am Ende eine gerade, recht flach ausgebildete Böschung (links). Der Abraum wurde vorher großflächig beseitigt. Die Tone selbst sind sehr nährstoffarm, deshalb sind die reinen Tonböschungen links und im Vordergrund nur sehr locker mit Gräsern bewachsen. Auf der rechten Seite sind die steilen Böschungen (Abraum und Ton) zu Bruch gegangen. Es entstand eine kleinräumig stark gegliederte, weitgehend beschattete Böschung, die üppig mit Gräsern, Kräutern und Büschen bewachsen ist. Zahlreiche kleine Tümpel im tiefen Böschungsbereich bieten speziell Amphibien gute Lebensbedingungen. *Vorteilhaft:* Will man steile Tonböschungen begrünen, sollte man sie vor allem in sonnenexponierten Lagen wenigstens stellenweise mit Abraum und belebtem Oberboden andecken. Will man hingegen bestimmte Amphibien fördern, sollte man eine möglichst flache, reine Tonböschung bestehen lassen

Dies ist aber auch von den Investitionsplanungen des Betriebs abhängig, die durchaus auch eine einmalige Zahlung erfordern können.

Unproblematischer ist die Umwandlung einer Ton- oder Mergelgrube in ein Feuchtbiotop, speziell für den Schutz von Kriechtieren (Amphibien). Hierfür bieten diese Gruben alle Voraussetzungen: flache Böschungen, Flachwasserzonen, freie und sonnige Ufer, weicher Untergrund, wechselnde Wasserstände und günstige Wuchsbedingungen für Sumpf- und Wasserpflanzen.

Am einfachsten ist diese Anschlußnutzung bei Mergelgruben zu verwirklichen, weil auf diesem Untergrund fast alle Pflanzen gut gedeihen. Gewisse Schwierigkeiten können in Gruben entstehen, in denen besonders hochwertige, deshalb nährstoffarme Tone abgebaut wurden. Dort ist es notwendig, zumindest inselartig Abraum, eventuell auch Basalt- oder Kalksteinabraum (sofern in unmittelbarer Nähe verfügbar) aufzubringen, um den Pflanzen bessere Startbedingungen zu bieten. Dies gilt in noch stärkerem Maße für alle Tone, die Schwefelkies enthalten, der durch Verwitterung sehr saure, pflanzenfeindliche Lösungen bildet, die aber durch Kalkstein neutralisiert werden können. Falls nur wenig Abraum oder anderes Auffüllmaterial zur Verfügung steht, kann man den Pflanzen durch Vermischen des Abraums mit der obersten Tonschicht (Aufreißen) bessere Startbedingungen schaffen.

Tonböden neigen in trockenen Sommern zur Rißbildung, in feuchten Jahreszeiten hingegen zum Zuschlemmen. Es ist deshalb ratsam, um die Entwicklung einer guten Pflanzendecke zu fördern, unmittelbar nach den Planierarbeiten eine Schutzansaft aus Gräsern vermischt mit Leguminosen wenigstens im obersten Böschungsteil aufzubringen. Damit werden auch die Rutschgefahr verminder und das Auswaschen tiefer Rinnen erschwert.

Beobachtungen an sich selbst überlassenen Ton- und Mergelgruben zeigen, daß sich nur sehr flache Böschungs-teile schnell von selbst begrünen. An steileren Böschungen wird durch Rutschungen die Entwicklung einer geschlos-senen Pflanzendecke über Jahre gestört. Steile, nach Süden gerichtete Böschungen begrünen sich kaum von selbst, weil dort im Sommer als ungünstiger Faktor noch die starke Austrocknung hinzukommt.

Für die Schaffung von Amphibien-Biotopen, die neben schattigen auch vollsonnige Uferpartien und kleine Tümpel aufweisen sollten, kann man sich diese Beobachtungen zu-nutze machen. Man sollte dort nur zwei der Böschungen stärker abschrägen und inselartig mit Weichgehölzen, vor allem Weiden und Schwarzerlen, bepflanzen. Die beiden anderen Böschungen beläßt man zweckmäßigerweise etwas steiler (1 zu 2 bis 1 zu 3) und sät lediglich eine Gras-Leguminosen-Mischung. Innerhalb weniger Jahre ent-wickelt sich an diesen Böschungen ein sehr unruhiges Rutschungs-Relief, das Amphibien gute Lebensbedingun-gen bietet. Nachteilig ist der „ungepflegte“ Eindruck, den solche sich selbst überlassenen Tongruben machen. Er verleitet zu wilder Müllablagerung und zu Beschwerden wegen ungenügender Rekultivierungsleistungen. Eine sorg-fältige Absperrung in möglichst großer Entfernung von der Grube und eventuell eine Abschirmfanzung können solchen Ärger vermeiden helfen. Gerade für die Gestaltung und Erhaltung von Amphibienbiotopen dürfte die Zusam-menarbeit mit einem naturwissenschaftlichen Verein des-halb besonders hilfreich sein.

Für die Anlage von Badeseen sind Ton- oder Mergelgruben nicht geeignet, weil die Uferbereiche über und unter Wasser stark zur Verschlammung neigen. Nur in Sonderfällen, bei-spielsweise, wenn die Tone von dickeren Sandschichten überlagert werden, kann man die Folgenutzung in Erwägung ziehen.

Die Wiederherrichtung der großflächigen, nur 1 m bis 3 m tiefen Tongruben, wie sie beim Abtonen von Auelehm, Marschenklei, Bockhorner Lehm, verwitterten Tonsteinen etc. entstehen, ist unproblematisch. Im Regelfall kann dort der belebte Oberboden (Mutterboden) direkt auf benachbarte abgebaute Flächen wieder aufgebracht und einplaniert werden, so daß schon nach kurzer Zeit die vorherige Nutzung, meist Grünland, seltener Wald, wieder möglich ist. Falls die Gebiete bereits vorher stark vernäßt waren, ist der Herstellung einer ordnungsgemäßigen Vorflut besondere Aufmerksamkeit zu widmen, sofern man nicht die Schaffung einer künstlich versumpften Fläche in Kauf nehmen will. In speziellen Fällen bietet es sich an, später auch noch die tiefer liegenden, unverwitterten Tone oder Tonsteine abzubauen. Falls dies schon abzusehen ist, ist die Wiederherrichtung darauf abzustellen. Jegliche Aufforstungen sollten dann unterbleiben.

8. Anlage und Rekultivierung von Außenhalden

Beim Abbau mineralischer Rohstoffe müssen sehr oft Mutterboden, Abraum und unbrauchbares Gesteinmaterial beseitigt und außerhalb des eigentlichen Abbaugeländes aufgehaldet werden. Besonders bei sehr tiefen, mehrsohligen Steinbrüchen vergehen Jahrzehnte, bis die tiefste Abbausohe erreicht ist und mit dem Schütten einer Innenkippe begonnen werden kann. So kann es kommen, daß für Außenhalden riesige Flächen benötigt werden, die in extremen Beispielen größer als die eigentliche Abbaufäche sind.

Außenhalden sind zwar betrieblich notwendig, aber häufig ein Ärgernis für unbeteiligte Zuschauer, weil sie weithin auffallen. Hinzu kommt, daß sie von „lieben Mitbürgern“ oft als wilde Müllplätze benutzt werden, was die Unansehnlichkeit noch erhöht. Der Anlage und Gestaltung der Außenhalden sollte deshalb jeder Betrieb, der auf sein Ansehen in der Öffentlichkeit bedacht ist, besondere Aufmerksamkeit widmen. Spezielle Sorgfalt ist bereits bei der Wahl der Flächen für die Halden und bei der Art der Schüttung (Schüttrichtung, Schütthöhe) geboten. Die Halde ist stets auf möglichst standfestem, trockenem, rutschsicherem Untergrund anzulegen, denn sie stellt mit der Zeit eine beträchtliche Auflast dar, die vor allem auf wenig tragfähigem Untergrund (zum Beispiel Ton, Lehm, toniger Schluff) zu Grundbrüchen mit verheerenden Folgen führen kann.

Eine gute Anpassung der Halden an die umgebende Landschaft ist bei geringen Kosten durch eine sorgfältige Planung der Richtung und Art des Haldenaufbaus zu erreichen. Empfehlenswert ist stets eine Schüttrichtung parallel zum Hang, auch die Auffüllung kleinerer Täler kann sinnvoll

sein. Falls abbautechnisch möglich, sollte die Halde von unten nach oben in einzelnen Schichten von jeweils etwa 10 m Schütt Höhe aufgebaut werden. Dadurch wird die Sichtbarkeit eingeschränkt, und der Untergrund wird langsam steigernd belastet. Sofern dies nicht zu erreichen ist, unter anderem, weil der Abbau mit der Zeit tiefer gelegt wird und somit unzumutbar lange Transportwege zur tief liegenden Halde entstünden, ist für Abraum und unbrauchbares Material jeder Abbausohle eine getrennte, streifenförmige Schüttung empfehlenswert. All diese Vorschläge zielen darauf ab, möglichst bald eine wieder begrünungsfähige Halde und damit eine schnelle Einpassung in die Landschaft zu erreichen. Im einzelnen ergeben sich daraus folgende Vorteile:

- Das Schüttgut liegt an seiner endgültigen Stelle, ein nochmaliges Aufnehmen und Planieren sind vielfach nicht nötig, oft können sogar Profilierungs- und Planierarbeiten gänzlich unterbleiben.
- Selbstbegrünung und Bodenbildung setzen schon kurze Zeit nach der Schüttung ein. Die Selbstbegrünung wird nicht mehr durch späteres Überschütten unterbrochen.
- Einer sich eventuell zu langsam entwickelnden Selbstbegrünung kann durch Ansaat von Teilflächen nachgeholfen werden.
- Begrünte Haldenteile werden durch Abschwemmungen weniger zerstört.
- Begrünte Haldenteile sind unauffälliger und geben in der Öffentlichkeit weniger Anlaß zu Klagen.
- Selbstbegrünte Halden entwickeln sich häufig zu interessanten Biotopen, weil sie einen hohen Anteil trockener und warmer Standorte besitzen.

Sieht man sich hingegen die gängige Praxis des Haldenaufbaus in der Steine-und-Erden-Industrie an, dann stellt

man fest, daß immer wieder zwei Hauptfehler begangen werden:

- Die Halden werden zunächst auf Abbaufächen oder zu dicht an Abbaufächen angelegt. Durch die Wiederaufnahme des Materials und den erneuten Transport entstehen sehr hohe Kosten. Außerdem kann die Selbstbegrünung als kostensenkender Faktor nicht genutzt werden, und die endgültige Wiederherrichtung wird auf einen sehr späten Zeitpunkt verschoben. Solche Zwischenhalden können beim Aufschluß von Kieslagerstätten gelegentlich unvermeidlich sein, sonst ist aber die Anlage einer Außenhalde am endgültigen Platz stets vorzuziehen.
- Noch weiter verbreitet ist die Unsitte, Halden sternförmig von einem Punkt her zu entwickeln. Dies wird durch die menschliche Trägheit begünstigt, denn es ist sehr bequem, mit dem LKW stets über Kopf zu kippen. Man erreicht so eine stets breiter werdende Kippfläche und oft sehr hohe Halden. Beides ist ungünstig. Durch den Aufbau sehr großer Haldenhöhen wird die Grundbruchgefahr und damit die Möglichkeit des Abrutschens großer Haldenteile beträchtlich gesteigert. Außerdem wird damit jegliche Selbstbegrünung von vornherein unterbunden, denn alle Pflanzen, die sich ansiedeln, werden stets von neuem überschüttet oder aber durch Befahren in ihrem Wachstum gestört. Zusätzlich entstehen am Ende viel höhere Kosten für Bodenbewegungen bei der endgültigen Gestaltung (Abflachen der Böschungen, Einziehen von Bermen). Nachteilig ist schließlich auch, daß diese Halden während der gesamten Betriebszeit wegen mangelnder Begrünung weithin auffallen.

Innenkippen sind die problemloseste Haldenart, weil sie keinen zusätzlichen Platz benötigen, sich fast immer an eine Anbauwand anlehnen und häufig zusammen mit ihr gestaltet werden können. Es lohnt sich, zu überlegen, ob man bei Steinbrüchen mit ausreichender Arbeitsbreite (mehr als 150

bis 200 m) nicht den Abraum direkt über die Wand in den Steinbruch hinein schütten oder mit der Planierraupe schieben kann. Anschließend wird die Abraumhalde von der Abbauwand hinterfahren. Die dabei entstehenden Verluste an nutzbarem Gestein sind gering, die Vorteile einer Abraumbeseitigung mit kurzen Wegen hingegen groß. Sehr gut geeignet ist dieses Verfahren für einsöhlige betriebene Steinbrüche. Bei sorgfältiger Planung lässt es sich mit wenigen zusätzlichen Arbeiten auf den höheren Sohlen auch für mehrsohlige Steinbrüche anwenden. Die dabei entstehende kuppige „Abraumlandschaft“ ist sehr abwechslungsreich und bietet vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten für verschiedenste Anschlußnutzungen. Die Reste der hinterfahrenen Wand lassen sich oft als Felsklippen hervorragend in die Umgebung einpassen (vgl. Abbildung, Seite 30).

Üblicherweise werden Innenkippen jedoch von einer Abbauwand aus rückwärts in das ausgebeutete Gebiet hinein vorgeschüttet. Es ist zweckmäßig, die Schüttung sofort auf voller Breite vorzunehmen und eventuell verbleibende Böschungen baldmöglichst endgültig herzurichten, damit durch Pionierpflanzen die Besiedlung und Bodenbildung auf der Halde eingeleitet werden kann. Dieses Verfahren ist auch zur Stabilisierung brüchiger Wände oder Steilböschungen sehr zu empfehlen. Man schüttet entlang des Wandfußes eine Innenkippe auf, von der aus dann auch die Besiedlung der Steilböschung mit Pflanzen und Tieren einzusetzen wird.

Ein schwieriger Spezialfall sind die Halden der Naturwerksteinbetriebe, weil der Anteil sterilen, steinigen Materials ungewöhnlich hoch ist. Zudem variiert das Schüttgut von Blockgröße bis hin zu bindigem Material, was zu einem stark wechselnden Wasserhaltevermögen des Haldenkörpers führt. Es kann deshalb selbst bei Andeckung der Halden mit bindigem Abraum oder Bodenaushub sehr lange dauern, bis Bäume und Sträucher geeignete Wachstumsbe-

dingungen vorfinden. In diesen Fällen hat sich ein Verringern der Schütt Höhe, das heißt ein mehrschichtiger Aufbau der Halde sehr bewährt, weil schon die Verdichtung der Oberfläche der einzelnen Schüttkörper durch die Transportfahrzeuge zu einem verbesserten Wasserhaltevermögen der Gesamthalde führt. Bindigen Abraum sollte man auf die an der Außenseite entstehenden Bermen und die Haldenoberfläche in größerer Dicke aufbringen und statt dessen die Haldenböschungen unbedeckt lassen. Damit schafft man wenigstens auf den flachen Abschnitten ausreichende Voraussetzungen für eine Begrünung. Hilfreich sind auch eine flache Wellung der Oberfläche sowie eine bergwärtige Neigung der Bermen, weil damit mehr Oberflächenwasser in den Haldenkörper geleitet und dort zumindest zeitweilig gespeichert wird. Bei Beachten dieser Vorschläge kann auch bei Halden mit extrem hohem Anteil sterilen Materials die Selbstbegrünung als Hilfsmittel der Wiederherrichtung eingesetzt werden.

Halden, besonders ihre Steilflächen, sind stark erosionsgefährdet; das feinkörnige Bodenmaterial wird aus der Haldenoberfläche ausgewaschen und sammelt sich am Haldenfuß an. Dadurch werden nicht selten die Wuchsbedingungen sowohl der Pflanzen auf den Böschungen (Freispülen der Wurzeln) als auch am Fuß der Halde (Zuschwemmen der Pflanzen) verschlechtert. Dem kann auf zweierlei Weise entgegengewirkt werden:

- Ein möglichst breites Korngrößenspektrum des Schüttgutes vom feinkörnigen Lehm bis zum groben Block erhöht die Standfestigkeit und die Durchwurzelbarkeit, vermindert gleichzeitig aber die Auswaschungsgefahr. Die großen Blöcke und Steine schützen wirkungsvoll die Jungpflanzen.
- Anlegen der Pflanzreihen senkrecht zur größten Neigung der Halde. Die falsche Anordnung in Richtung der größten Neigung begünstigt die Auswaschung. Wenn zusätzlich die

Haldenoberfläche und die Bermen nach innen geneigt und frühzeitig bepflanzt würden, sind Auswaschungsschäden kaum zu befürchten.

– Abflachen der Böschungen, sofern dies aus Platzgründen und angesichts der hohen Kosten für die Erdbewegungen nachträglich noch möglich ist. Beim Abflachen ist auf eine geregelte Entwässerung zu achten. (Keine Teichbildung in Senken, es sei denn, daß dies aus Naturschutzgründen gewünscht ist.)

Werden Halden bepflanzt, dann sollte die Auswahl der Gehölzarten von einem erfahrenen Forstmann getroffen werden, der die extremen Standortbedingungen, vor allem an den steileren und damit trockeneren Böschungsabschnitten, angemessen berücksichtigen wird. Eventuell muß auf Teilen der Halde erst ein Pionierwald aufgebaut werden. Dieser langwierige Weg zu einer normalen waldbaulichen Nutzung ist aber sorgfältig zu bedenken, denn neuere Erfahrungen zeigen, daß in vielen Fällen sofort die später gewünschten Waldbäume gepflanzt werden können. Abzuraten ist von einem Abdecken der Haldenoberfläche mit Mutterboden vor dem Bepflanzen, weil dadurch das Anwachsen der Forstpflanzen nur in der ersten Zeit gefördert wird. Später werden die Gehölze jedoch durch die Gräser und Kräuter (Samen im Mutterboden!!) überwachsen, was zu einem erheblich höheren Pflegeaufwand (Mähen, Niedertreten) führt.

Sollen sich auf den Halden spezielle Pflanzengesellschaften wie Trockenrasen oder Halbtrockenrasen entwickeln, so sind ausreichend groß bemessene Flächenanteile von Aufforstungen freizuhalten. Günstig ist es, wenn diese Flächen direkten Anschluß an offene Steinbruch- oder Grubenteile haben. Aus ästhetischen Gründen sollte man diese Teilflächen aber gegen Einsichtnahme (und Betreten!) abschirmen. Geeignet für solche Abschirmpflanzungen sind unter anderem Birken, Weiden, Hundsrose, Hartriegel.

Über die Aussaat geeigneter Startpflanzen liegen noch wenig Erfahrungen vor. Anhaltspunkte können dem Abschnitt 13.6 und der im Anhang 1 gegebenen Auflistung entnommen werden. Solche Arbeiten sind deshalb zunächst auf kleine Teilflächen zu beschränken, erst im Erfolgsfalle ist eine Aussaat auf großen Flächen anzuraten. Hilfreich kann es auch sein, einige Flecken mit frisch abgeschobenem Mutterboden locker abzudecken. Bei der Auswahl dafür geeigneter Flächen aus dem Abraum des laufenden Betriebs sollte ein Fachmann helfen, damit der aufgeschüttete Boden auch die geeigneten Samen enthält, die eine Begrünung der angrenzenden Haldenflächen einleiten. Hilfreich kann auch ein einmaliges Übersprühen mit kommunalem Klärschlamm sein, der viele Samen von Pionierpflanzen enthält.

9. Herrichtung von Abbau- stätten für eine spätere landwirtschaftliche Nutzung

Für eine landwirtschaftliche Folgenutzung sind bevorzugt Gruben oder flache Steinbrüche geeignet, deren tiefste Sohle etwa 0,8 bis 1,0 m über dem mittleren Grundwasserspiegel liegt. In Sonderfällen ist auch eine Verfüllung einer wassergefüllten Grube bis auf dieses Niveau mit inertem (= nicht auslaugungsfähigem) Material möglich.

Ziel der Rekultivierungsarbeiten ist die schnelle Wiederherstellung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit und der Ertragskraft der Böden. An diesem Ziel haben sich alle Rekultivierungsmaßnahmen auszurichten. Je nachdem, ob später eine Nutzung als Ackerland oder als Grünland geplant ist, werden an die Herrichtung unterschiedliche Anforderungen gestellt.

Ackerland sollte sich für eine maschinelle Bearbeitung gut eignen, also möglichst eben, steinfrei, nicht staunäß und schnell abtrocknend sein. Ein ausreichend hoher Humusgehalt und ein größeres Porenvolumen beeinflussen die Ertragskraft günstig. Für eine ackerbauliche Rekultivierung eignen sich deshalb schwach bindige bis bindige Böden wie Löß, Lehm, sandiger Lehm und stark lehmiger Sand. Sandböden sind nur bei hohem Grundwasserstand und hohem Humusgehalt gut geeignet.

Folgende Maßnahmen haben sich bei der ackerbaulichen Rekultivierung bewährt:

- Nur bei optimalen Wetterbedingungen, möglichst nach längerer Trockenheit, Erdarbeiten durchführen.

- Bei steinigem, tonigem oder durch den Abbau stark verdichtetem Untergrund Aufreißen des Untergrundes bis in 0,3 bis 0,5 m Tiefe. Bei sterilen, festen Tonböden sollten diese Arbeiten nur bei völliger Trockenheit durchgeführt werden, um beim anschließenden Planieren eine erneute Verdichtung ausschließen zu können.
- Aufbringen einer 0,6 bis 1,0 m dicken Abraumschicht. Stark steiniges Material zuunterst, darüber Material mit höherem Anteil an Feinboden. Keine Scraper verwenden, da vielfach zu hoher Bodendruck. Abkippen mit LKW und bald danach Ausbreiten mit Planierraupe günstiger als Einsatz von Radladern. Nach Grobplanieren erneutes flaches Aufreißen und Planieren sehr zu empfehlen.
- Aufbringen einer 0,3 m dicken Schicht von Mutterboden möglichst bei Frost oder völliger Trockenheit. Feinplanieren, auch flachste Senken ausgleichen. Falls Mutterboden sehr feucht oder sehr tonig, nach Abtrocknen nochmals flach (mit landwirtschaftlichen Geräten) aufreißen (0,3 bis 0,4 m tief) und anschließend erneut sorgfältig planieren. Mit Scheibenegge und Grubber auflockern, nötigenfalls leicht kalken und Startdüngung einbringen.
- Bei Einsaat im Frühjahr einjährige Lupinen, Erbsen, Wicken, Raps oder Senf als Gründüngungspflanzen aufbringen. Bei Einsaat im Sommer (Juli, spätestens August) Grasmischung mit hohem Anteil an Italienischem Raygras empfehlenswert, um eine schnell verdichtende Grasnarbe zu erzielen. Bei Einsaat im Herbst Luzerne, Wintergetreide oder Mischungen aus Gräsern und Klee anbauen. Bei immer noch verdichteten Böden im Herbst Unterpflügen der Gründungspflanzen und grobes Umbrechen, um Durchfrieren zu ermöglichen.
- Unterpflügen der Gründüngung führt langsam zur Erhöhung der Humusgehalte bis zu optimalen Werten. Zugabe organischer Stoffe (Stallmist, Stroh, Braunkohle, Torf, Klär-

schlamm, Müll-Klärschlamm-Kompost) beschleunigt die Erhöhung der Humusgehalte, vor allem, wenn nur sehr wenig Mutterboden für Rekultivierung zur Verfügung stand. Gaben von 1800 t/ha Müll-Klärschlamm-Kompost ohne Zusatzdüngung lieferten in gut untersuchten Beispielen beste Ertragsergebnisse. Bei Zugabe großer Mengen Klärschlamm und Müll-Klärschlamm-Kompost aber die Erhöhung der Schwermetall- und Salzgehalte im Boden beachten. Auch die Stickstoffgehalte werden durch diese Abfallstoffe allgemein so erhöht, daß bei Getreide Lagerschäden auftreten, deshalb im ersten Jahr nur Hackfrüchte anbauen, wobei besonders die Futterrübe auf basenreichen Böden gut gedeiht.

- In den ersten Jahren sind zur Erreichung einer guten Bodenstruktur und ausreichenden Ertragskraft erhöhte Düngergaben notwendig. Anfänglich sind auch erhöhte Saatgutmengen (circa 20 Prozent mehr) empfehlenswert.
- Bei Rekultivierungen ist das Aufbringen stark steiniger Böden mitunter unvermeidlich. Um den Einsatz landwirtschaftlicher Maschinen nicht unnötig zu erschweren, sollte man die Steine (zumindest die großen über 100 mm Ø) mit Kartoffelrodern oder speziellen Steinsammeln wenigstens teilweise entfernen. Gängige Geräte haben eine Arbeitsgeschwindigkeit von circa 5 km/h, Arbeitsbreiten von 2 m (und mehr) und Eindringtiefen von maximal etwa 50 cm. Gängige landwirtschaftliche Maschinen entfernen Steine von minimal 30 bis 60 mm Ø, teilweise auch erst von mehr als 90 bis 120 mm Ø.
- Der sicherste Weg zu einer schnellen Wiederherstellung der Ertragskraft und nachhaltigen Leistungsfähigkeit der rekultivierten Böden ist stets das sofortige Umsetzen von Unterboden und Mutterboden ohne Zwischenaufhaldung. Solche Flächen haben bereits nach kurzer Zeit wieder normale oder bessere Ernteerträge.

- Bei der Rekultivierung sollte man die später eventuell notwendige Melioration frühzeitig beachten oder eventuell gemeinsam mit dem Eigentümer gleich durchführen. Besonders wichtig ist die Einplanung der Entwässerungsgräben (Anschluß in Richtung Vorfluter nicht vergessen!).

Für die Wiederherrichtung zur Nutzung als Grünland eignen sich bevorzugt alle tonigen oder stark bindigen sowie alle grundwassernahen und im Überschwemmungsbereich liegenden Böden. Als grundwassernah sind alle Standorte anzusehen, in denen der mittlere Grundwasserspiegel nur 40 cm bis 80 cm unter Gelände liegt. Bei der Rekultivierung zu Grünland ist besonders zu beachten:

- Verdichtung und Verschlammung des Auffüllmaterials vermeiden (vgl. Rekultivierung zu ackerbaulicher Nutzung), besonders bei Tonböden wichtig.
- Grasansaat im Zeitraum Juli bis Mitte August häufig besonders erfolgreich. Grasmischungen mit sehr viel Klee sind für Begründung von Dauergrünland am aussichtsreichsten.
- Vor der Einsaat ist das Einarbeiten von 600 bis 700 kg/ha Volldünger als Startdünger anzuraten. Als Saatmenge sollte man mindestens 25 bis 30 kg/ha wählen (abhängig von Mischung und Zahl der Samenkörner pro g). Wenn die Saat gut steht, nochmals düngen, zum Beispiel mit circa 250 kg/ha Kalkstickstoff.
- Etwas erhöhte Düngergaben bis zum fünften Jahr nach der Fertigstellung anzuraten. Bewährt haben sich unter anderem 380 kg/ha Volldünger; Höhe der Düngergaben aber von der Bodenart abhängig.
- Zur Begründung von Grünland ist das Aufbringen von Klärschlamm hilfreich (Schwermetallgehalte beachten, aber hier vielfach nicht so kritisch wie bei späterer ackerbaulicher Nutzung).

- Für die Aussaat in zeitweilig überschwemmten Gebieten hat sich folgende Mähweidemischung bewährt:

	Gewichts- Prozent	kg/ha
Deutsches Weidegras		
früh bis mittelfrüh, Heutyp	11	4
mittelspät bis spät, Weidetyp	11	4
Wiesenschwingel	45	16
Lieschgras	11	4
Wiesenrispe	8	3
Rotschwingel, ausläufertreibend	6	2
Weißklee	8	3
	100	36

Diese von der Forschungsstelle für Grünland und Futterbau des Landes Nordrhein-Westfalen zusammengestellte Mischung enthält viele Gräser, die sehr schnell ein ausge-

dehntes Wurzelwerk entwickeln und auch bei Überflutungen den Mutterboden festhalten. Je nach Gebiet, in dem die Aussaat vorgenommen wird, empfiehlt es sich, die dort besonders gut geeigneten Sorten dieser Gräser auszuwählen.

Sortenreinem Qualitätssaatgut ist der Vorzug zu geben, weil es ein besseres Anwachsen garantiert. In Zweifelsfällen sollte man sich die Saatmischung aus Packungen mit Sortenetikett selbst zusammenstellen. Gute Weidegräser bilden weniger Samen, deshalb ist deren Saatgut teurer!

Bei Beachtung und sinngemäßer Abwandlung dieser Ratschläge für den jeweiligen Einzelfall, der zur Rekultivierung ansteht, wird es immer möglich sein, ehemaliges Abbau-land in landwirtschaftliche Nutzflächen hohen Ertrags-potentials umzuwandeln. Die Erfahrung zeigt aber, daß die landwirtschaftliche Rekultivierung sehr teuer ist, was nicht zuletzt auf die umfangreichen Erdbewegungsarbeiten zurückzuführen ist. Allerdings sollte auch nicht verkannt werden, daß ein Teil der Arbeiten nach Rückgabe der Flächen vom späteren Nutzer auszuführen ist.

10. Herrichtung von Abbau- stätten für eine spätere forstwirtschaftliche Nutzung

Die Aufforstung ehemaliger Abbaufächen ist nicht nur eine ökologisch sinnvolle Anschlußnutzung, sondern sie ist in vielen Fällen auch zwingend vorgeschrieben, sofern für den Abbau Waldfläche in Anspruch genommen wurde. In manchen Landesteilen kann auf diese Weise der Waldanteil vergrößert werden. Dies ist heute vor allem in intensiv ackerbaulich genutzten Gebieten von Wert.

Ziel der forstlichen Rekultivierung ist die Schaffung eines ökologisch stabilen Nutzwaldes. Dies wird nur bei Verwendung standortgerechter Gehölze gelingen. Darunter sind jedoch nicht nur einheimische, sondern auch bewährte ausländische Forstgehölze zu verstehen. Gerade die Wiederherrichtung von Abbaufächen, die in vieler Hinsicht extreme und deshalb schwierige Standorte sind, erfordert die Verwendung von Gehölzen, die diesen Bedingungen gut angepaßt sind. Die im folgenden gegebenen Hinweise sind deshalb unter dem Vorbehalt zu sehen, daß sie zwar die Erfahrungen aus umfangreichen Rekultivierungsarbeiten widerspiegeln, doch im Einzelfall dennoch zu unbefriedigenden Ergebnissen führen können. Das gilt vor allem für die Auswahl der Gehölze, weniger für die Vorbereitungsarbeiten, die Pflanz- und Pflegetechniken. Es ist daher ratsam, rechtzeitig vor Beginn der Aufforstungsarbeiten einen erfahrenen Forstmann des Gebietes um Rat zu fragen.

Er wird auch gern bei der Beschaffung geeigneten Pflanzgutes behilflich sein. Das ist speziell bei der Aufforstung sehr schwieriger Standorte von Bedeutung, weil sich gezeigt hat, daß dafür bevorzugt Pflanzgut verwendet werden sollte, das aus Samen des entsprechenden Gebietes gezogen wurde.

Bei der Vorbereitung der Flächen ist im einzelnen beachtenswert:

- Die Aufforstung trockener Sand- und Kiesgruben ist im Regelfall unproblematisch. Meist genügt es, die Grubensohle einzuebnen und mit einem Gemisch aus Abraum und Mutterboden, eventuell auch mit Baugrubenaushub (kein Bauschutt!) abzudecken. Falls zu wenig Abdeckmaterial zur Verfügung steht, empfiehlt es sich, auf der eingeebneten Fläche zuvor einjährige Lupinen oder Luzerne als Gründüngung auszusäen, um die Humusbildung anzuregen.
- Sohlen von Steinbrüchen erfordern eine mindestens 0,3 m bis 1,5 m dicke Schicht aus rekultivierungsfähigem Abraum (gemischt mit Mutterboden). Falls zu wenig eigenes Material für die Abdeckung zur Verfügung steht, können auch Rückstände aus der Aufbereitung, unbrauchbares, grob zerkleinertes Rohmaterial, Schlamm aus Waschteichen, in Ausnahmefällen auch nicht zu grobstückiger Bauschutt eingebracht werden. Als Regel gilt, daß das gröbere Material als unterste Lage eingebracht und roh einplaniert werden sollte.

Eine Abdeckung mit nur 0,3 m Bodenmaterial wird in den Fällen zu einer erfolgreichen Aufforstung führen, in denen die Steinbruchsohle aus gut geklüftetem Gestein (zum Beispiel dünnbankige Kalksteine, Mergelsteine, manche Sandsteine, auch manche dickerbankigen Kalksteine) besteht und durch die Abbaugeräte nicht zu stark verdichtet wurde. Hilfreich kann ein flaches Aufreißen der Bruchsohle mit Reißraupen sein. Andererseits verlangen dichte Gesteine, wie manche Anhydritsteine oder massive dickbankige Kalksteine, besonders dicke Aufschüttungen auf der Sohle. Ein Aufreißen der Sohle führt bei diesen Gesteinen zu keiner wesentlichen Verbesserung, da die Wurzeln der Bäume und Sträucher generell zu wenig Spalten und Klüfte vorfinden, aus denen sie Wasser und Nährstoffe aufnehmen könnten.

- Die Sohlen von Tongruben oder anderer Abbaustellen mit stark tonigen Schichten dicht unter der Oberfläche lassen sich oft nur schwer wieder aufforsten. Vor allem gilt dies, wenn die Tone oder Tonsteine noch Schwefelkies enthalten, dessen Verwitterung zu extrem sauren Böden führt. Steht kein sandig-steiniges Auffüllmaterial zur Verfügung, dann ist der Aufbau eines Pionierwaldes (Schwarzerle, Pappeln) ratsam. Dies verzögert aber die Entwicklung eines standortgerechten Waldes. Deshalb sollte versucht werden, neben den Pionierholzarten auch gleich andere Waldbäume zu pflanzen.
- Böschungen lassen sich forstwirtschaftlich am besten nutzen, wenn sie auf 1 zu 3 bis 1 zu 10 abgeflacht werden. Ist dies nicht überall möglich, dann können kurze, steile Böschungen stehenbleiben, denen flache Böschungen vorgelagert sind.
- Bei hohen Böschungen sollten die Erschließungswege nicht mehr als 60 Meter voneinander entfernt sein. Das Wegenetz ist *vor* Beginn der Aufforstungsarbeiten fertigzustellen.
- Auch bei der Gestaltung neuer Forstflächen ist auf ausreichende Entwässerung (Gräben, eventuell zwischen geschaltete Teiche) zu achten. Ein flach gewelltes bis kupziges Gelände verringert die Abschwemmungen von Bodenmaterial und trägt zur Wasserspeicherung bei.
- Ein hoher Grundwasserspiegel kann, vor allem in Halden, einer Aufforstung sehr abträglich sein. Falls keine Entwässerung durch Gräben möglich ist, sind solche feuchten Teilflächen gezielt mit Weichhölzern (Weiden, Pappeln, Erlen) zu bestocken.

Die Erfahrung zeigt, daß man die vorbereiteten Flächen mindestens ein halbes Jahr, besser ein Jahr, liegen lassen sollte, damit sich ein lockeres Schüttmaterial setzen kann.

Erst dann sollte mit den Pflanzarbeiten begonnen werden, bei denen im einzelnen zu beachten ist:

- Die besten Anwachserfolge erzielt man mit 1- bis 3jährigen Forstpflanzen in möglichst dichter Pflanzung. Das ist deshalb auch die kostengünstigste Art der Aufforstung. Je rauer die Wuchsbedingungen, desto dichter die Pflanzung!
- Die Pflanzreihen sind in exponierten Lagen quer zur Windrichtung, an Böschungen *senkrecht* zur Hangneigung anzulegen. Pflanzreihen in Richtung der Hangneigung führen zum Ausspülen der Setzlinge und nicht selten zu hohen Verlusten.
- Falls die Pflanzarbeiten mit eigenen Arbeitskräften durchgeführt werden, sollte man sich bemühen, die effektivste Form der Pflanzung zu finden. Bis zu etwa 4 000 Pflanzen ist in jedem Falle Handpflanzung in gegrabenen oder mit Pfostenbohrern gebohrten Pflanzlöchern kostengünstiger, ab etwa dieser Zahl von Setzlingen sollte man den Einsatz von Pflanzmaschinen oder die Pflanzung in Aufreißfurchen (Pflug, Reißraupe) bevorzugen. An extrem steilen Hängen ist das Pflanzgut, gleichgültig ob Stecklinge oder Jungpflanzen, möglichst liegend zu setzen, weil dies einmal recht schnell geht und zum anderen besonders hohe Anwachserfolge bringt. Außerdem trägt das sich entwickelnde Wurzelwerk so am besten zur Stabilisierung des Hanges bei.
- Auf extrem trockenen Standorten ist es vorteilhaft, die Jungpflanzen in Vertiefungen zu setzen oder die Pflanzstelle mit zwei bis drei Reihen Steinen zu bedecken. Dies mag sehr aufwendig erscheinen, Beobachtungen zeigen jedoch, daß gerade die Beschattung und damit höhere Durchfeuchtung der Pflanzstelle die Anwachsrate beträchtlich erhöht. In nicht rekultivierten Steinbrüchen wuchsen die Gehölze im Schatten großer Blöcke deutlich besser, teilweise waren sie dort schon 1 m bis 2 m hoch, während auf der

voll besonnten Sohle jeglicher Gehölzbewuchs fehlte. Auch in Griechenland zeigte sich, daß dort die in Vertiefungen oder inmitten von Steinen gesetzten Baumschulpflanzen einen deutlich besseren Zuwachs aufwiesen.

- Forstpflanzen und anderes Pflanzgut nie austrocknen lassen. Nach Empfang entweder sofort auspflanzen oder bis zu den Pflanzarbeiten in Gräben einschlagen, notfalls auch wässern.
- Reine Nadelholzpflanzungen sind empfindlich gegen Immissionen und deshalb zu vermeiden. Außerdem trocknen die Wurzelballen der Nadelhölzer bei unsachgemäßer Behandlung leicht aus, wodurch die Ausfallrate erhöht wird.
- Aufforstungen werden durch Wildverbiß und Mäusefraß häufig empfindlich geschädigt. Gegen Mäuse hilft das Auslegen von Giftweizen in Gummischläuchen, der so für Vögel unzugänglich ist. Bester Schutz gegen Wildverbiß ist immer noch das Eingattern der Aufforstungsfläche. Bei sehr großen Rekultivierungsarealen kann man sich auch mit der Anlage mehrerer Wildfütterungsstellen behelfen.
- Die Pflanzungen sollten in nährstoffarmen Böden anfänglich gedüngt werden, wobei etwa 1 t bis 1,5 t Volldünger pro ha ausreichend sind. Spätere Klärschlammaufspülungen sind schädlich.
- Um die hochwüchsige Unkrautflora zu unterdrücken, die das Wachstum der Gehölze empfindlich stören kann, ist das Ausbringen von Stroh in etwa 20 bis 30 cm dicker Schicht oder von Rindenabfällen in etwa 5 cm bis 10 cm dicker Schicht zwischen den Setzlingen notwendig. Unterläßt man dieses Mulchen, dann müssen in den ersten Jahren Gräser und Kräuter durch Mähen oder Niedertreten unterdrückt werden. Vorteilhaft kann das Heranziehen der Gehölze in Plastikröhren sein, die Schutz gegen Wildverbiß und Mäusefraß bieten und auch das Höhenwachstum der Bäume beschleunigen. Besonders bei Eichen, Linden und Berg-

ahorn, die zu frühzeitiger Verzweigung neigen und oft zusätzliche Pflegeschnitte zur Stützung des Leittriebes erfordern, ist dieses Verfahren anzuraten. Benötigt werden dafür lichtdurchlässige Plastikröhren von etwa 10 cm Durchmesser und circa 1 m Länge, die über die Jungpflanzen geschoben und nach drei bis vier Jahren wieder entfernt werden können. Vom Einsatz von Herbiziden („Unkrautvertilgungsmitteln“) ist allgemein abzuraten.

- Bei der Pflanzung ist auf gute Ausbreitung der Wurzeln im Pflanzloch zu achten, deshalb Pflanzlöcher oder Pflanzfurchen ausreichend breit anlegen. Die Zugabe von Bodenverbesserungsmitteln wie Torf oder „Styroporhumat“ etc. führt zu deutlich erhöhten Anwachsquoten. Dies ist besonders wichtig, wo allgemein größere Bäume gesetzt werden, bei denen höhere Ausfälle schon zu merklichen finanziellen Verlusten und auch zu einer nur sehr lückenhaften Abschirmung führten.
- Große Firmen mit einem über lange Zeiten höheren Bedarf an Jungpflanzen sollten das Pflanzgut in den Steinbrüchen oder Gruben selbst heranziehen. Falls man genügend Zeit hat, kann man die Forstpflanzen auch auf den aufzuforstenden Flächen aussäen. In Griechenland wurden mit diesem Verfahren bei der Rekultivierung von Bergbauhalden gute Erfolge erzielt.
- Die detaillierte Festlegung von Pflanzplänen bereits bei der Antragstellung führt oft zu einem „Vergärtner“ des späteren Waldes. Ein erfahrener Forstmann kann zum Zeitpunkt der Rekultivierung die geeigneten Pflanzen und die benötigte Anzahl besser festlegen. Bei der Antragstellung sollte man deshalb nur generell angeben, welche Bäume und Sträucher man später pflanzen will und in welcher Dichte dies geschehen soll.
- Ein häufiger Wechsel der Baumarten in der Pflanzreihe führt oft zu schlechteren Anwachsraten.

- Das bei der Durchforstung in den ersten Jahren anfallende Material sollte möglichst an Ort und Stelle liegenbleiben. Es begünstigt die schnelle Entwicklung eines normalen Waldbodens.

Es ist angesichts der vielen verschiedenen Standortbedingungen sehr schwer, Empfehlungen für die Gehölzauswahl ehemaliger Abbaustellen zu geben. Am sichersten ist stets der Rat eines erfahrenen Forstmannes, möglichst aus der unmittelbaren Nachbarschaft, denn er hat die Entwicklung der unterschiedlichsten Bäume und Sträucher in diesem Gebiet schon über längere Zeit verfolgt. Im Gegensatz dazu kennen Landschaftsarchitekten in der Regel nur die jungen Pflanzungen, nur äußerst selten auch den Zustand nach mehreren Jahren. Die folgenden Empfehlungen stützen sich auf Beobachtungen in nicht rekultivierten, mit der Zeit von selbst begrünten Abbaustellen und auf über längere Zeiträume beobachtete Aufforstungen, speziell von Halden und Steinbrüchen. Die getroffene Auswahl unter vielen verfügbaren einheimischen Bäumen und Sträuchern muß deshalb etwas einseitig bleiben. Es ist aber nicht gesagt, daß nicht auch andere Arten gut gedeihen werden, doch mit den hier genannten dürfte die Erfolgsquote relativ hoch sein:

- Auf Steinbruchhalden unterschiedlichster Zusammensetzung werden gefunden: Spitz-Ahorn, Berg-Ahorn, Hänge-Birke, Gemeine Fichte, Wald-Kiefer, Hundsrose, Brombeere sowie verschiedene Weidenarten. Bei dieser Auswahl ist zu bedenken, daß die Samen dieser Bäume und Sträucher entweder durch den Wind oder durch Vögel verbreitet werden, also relativ bald in solche Gebiete eingetragen werden. Daraus kann man den Schluß ziehen, daß es möglich sein muß, Bestände dieser Arten auch nur durch Aussaat zu begründen. Dies erfordert aber einen frühen Beginn der Rekultivierung, da natürlich von der Aussaat bis zu „vorzeigbaren“ Bäumen und Sträuchern längere Zeit vergeht.

- Für Pionierwaldpflanzungen, die durchaus nur einen lockeren Verband zu bilden brauchen (= Abstände bis zu 10 m), eignen sich Schwarz-Erle (bei stark kalkhaltigem Boden Grau-Erle), Sandbirke, Robinie, verschiedene Pappelarten, Silberweide und Schwarz-Kiefer. Mit ihnen zusammen können schon gut angepaßte Eichen-, Ahorn- und Lindenrassen gepflanzt werden. Für die Ränder einer solchen Pionierwaldpflanzung eignen sich Eberesche, Salweide, Hainbuche und Weißdorn.
- Trockene Böschungen können mit Gemeiner Kiefer, Hänge-Birke, Bergahorn, Spitzahorn sowie Linden, Hainbuchen, Feld-Ulme, Wildobst, Robinie, Feld-Ahorn, Gemeinem Wacholder, Hundsrose, Schlehendorn, Weißdorn, Hartriegel, Schwarzem Holunder, Brombeere und Geißblatt bestockt werden. Auf extrem trockenen Kalksteinböschungen gedeiht auch die Gemeine Waldrebe sehr gut.
- Uferböschungen nahe am Wasser sollten mit verschiedenen Weidenarten und Schwarzerle bestockt werden. Zur Ansiedlung der Weiden können im Frühjahr Stecklinge geworben (an Weidenbeständen der Umgebung geschnitten) und in die Uferböschung gesteckt werden. Die Pflanzung von Schwarzerlen ist besonders an von Unterspülung bedrohten Ufern anzuraten, weil sie ein dichtes Netz von Pfahlwurzeln bilden, das die Ufer wirkungsvoll schützt.
- Die höheren Uferteile von Kiesseen sowie sonstigen Flächen mit Grundwasseranschluß für die Wurzeln können erfolgreich mit verschiedenen Pappelarten, Silber-Weide, Berg-Ahorn und Berg-Ulme, Esche, Eiche und Vogelkirsche bestockt werden. Davon vertragen die Pappeln und die Silber-Weide auch gelegentliche Überflutungen.
- Größere trockene Sandflächen sind vielerorts schwierig aufzuforsten. Am ehesten eignen sich dafür neben der Gemeinen Kiefer noch Sanddorn und Kriechende Weide.

- Auf mittelgründigen Böden mit geringem Wasserangebot gedeihen gut: Gemeine Kiefer, Winterlinde, Sommerlinde und Hängebirke.
- Aus Probeaufforstungen auf Rekultivierungsflächen ergab sich für „durchschnittliche“ Sohlen von Steinbrüchen, Sand- und Kiesgruben folgendes Bild (die Ziffern hinter den Gehölznamen geben die bevorzugten Wuchsbedingungen an):

Baum	Bodenfruchtbarkeit 1 (gering) 3 (hoch)	Bodenfeuchtigkeit 1 (gering) 3 (hoch)
Silberweide	1 + 2	2 + 3
Salweide	1 + 2	2 + 3
Purpurweide	1 + 2	2 + 3
Schwarzerle	1 + 2	2 + 3
Silber-Pappel	1 + 2	1 + 2
Zitter-Pappel	1 + 2	1 + 2
Balsam-Pappel	1 + 2	1 – 3
Robinie	1 + 2	1 + 2
Spitz-Ahorn	2	1 + 2
Berg-Ahorn	1 + 2	1 + 2
Europäische Lärche	1 + 2	1 + 2
Gemeine Fichte	1 + 2	2 + 3
Schwarz-Kiefer	1 + 2	1 + 2
Gemeine Kiefer	1 + 2	1 (+ 2)

Die hier genannte Gehölzauswahl ist zur Begründung vielfältiger, gesunder Waldbestände allein nicht ausreichend. Sie sollen, da sie erfahrungsgemäß auch auf Rekultivierungsflächen gut gedeihen, noch mehr oder weniger die Funktion von Pionierhölzern übernehmen, die an den Rändern und an extremen Standorten die übrigen Gehölze schützen.

- Bei Rekultivierung steriler Tonböden ohne nennenswerte Auflage von Abraum oder Mutterboden haben sich Hänge-Birke, Schwarz-Erle, Esche, Hainbuche, Feld-Ahorn und

Berg-Ahorn bewährt. Auch sie erfüllen auf so schwer zu rekultivierenden Standorten vielfach die Funktion von Pioniergehölzen.

- Eine möglichst dichte Pflanzung, maximal im Raster 1 m x 1 m, ist am kostengünstigsten, wenn junge Forstpflanzen verwendet werden. Die Pflanzung größerer Bäume ist wegen der höheren Preise und der deutlich schlechteren Anwachsquoten nicht zu empfehlen.

Diese Hinweise zur Aufforstung von ehemaligen Abbaustellen helfen, grobe Fehler zu vermeiden. Sie ersetzen keine fachkundige Beratung im Detail. Zahlreiche Beobachtungen beweisen jedoch, daß gerade bei scheinbar einfachen Dingen viele Fehler begangen wurden, die zu mangelhaften Aufforstungsergebnissen und später zu kostspieligen Neuanpflanzungen führten. Solche Rückschläge können bei Beachtung der hier gegebenen Ratschläge sicher vermieden werden.

II. Die Nutzung ehemaliger Abbaustätten als Deponie

Immer wieder hört man, daß die Nutzung ehemaliger Abbaustellen als Deponie für Bodenaushub, Bauschutt, Hausmüll oder gar Sondermüll in zweierlei Hinsicht empfehlenswert sei. Einmal würden damit „Wunden in der Landschaft“ geschlossen, und zum anderen würde damit das Problem des fehlenden Deponieraums gelöst. Für den Unternehmer und/oder Eigentümer ergäbe sich außerdem eine neue Einnahmequelle.

So einfach und bestechend diese Darstellung scheint, so viele Mängel weist sie auf. Relativ unproblematisch ist lediglich die Einlagerung von Bodenaushub aus Baugruben oder anderen Baustellen. Bereits die Einlagerung von Bauschutt ist nicht in allen Fällen unproblematisch, denn sie kann zu einer Erhöhung der Härte des Grundwassers und bei hohem Holzanteil und Einlagerung im Grundwasser zu Fäulnisprozessen führen. Diese Nachteile sind aber in vielen Fällen durch einfache technische Maßnahmen wie Kontrolle, gute Verteilung und starke Verdichtung des eingebrachten Bauschutts weitgehend vermeidbar.

Wesentlich höhere Anforderungen werden heute an Hausmüll- und Sondermülldeponien gestellt, von denen auch langfristig keine Gefährdungen des Grundwassers, des Bodens und der Lebewelt ausgehen dürfen. Deshalb müssen eine sehr gute Abdichtung nach unten und nach den Seiten sowie eine technisch einwandfreie Einlagerungstechnik gewährleistet sein. Wenn man bei Sondermüll-Deponien noch den Aufwand zur Kontrolle der eingelagerten Stoffe hinzurechnet, dann ist leicht einzusehen, daß der Betrieb einer solchen Deponie vor allem kleine und mittlere Firmen

leicht überfordern kann. Man sollte deshalb stets versuchen, die Deponiefläche an den späteren Betreiber, möglichst die öffentliche Hand, zu veräußern.

Dringend abgeraten werden muß von einem gleichzeitigen Abbau- und Müll-Deponiebetrieb in derselben Lagerstättenfläche. Auch hier ist die Idee scheinbar bestechend, und manche Unternehmen glauben, damit Rekultivierungskosten vermeiden zu können. Vergessen wird dabei jedoch, daß der Abbau konjunkturellen Schwankungen unterliegt, der Anfall an Müll hingegen ist gleichbleibend oder sogar leicht steigend. Wie vorhandene Beispiele dieser Art Doppelnutzung zeigen, wird bei einem solchen Kopplungsgeschäft die Arbeitsfläche des Steinbruchs oder der Grube innerhalb weniger Jahre oft sehr stark eingeengt, was zu erheblichen betrieblichen Schwierigkeiten führen kann.

Abschließend sei noch auf einen wichtigen, wenn auch wenig beachteten Gesichtspunkt hingewiesen. Bauschutt- und Hausmüll-Deponien bieten selten ein ansprechendes Bild. Sehr leicht wird in der Öffentlichkeit dieser unästhetische Anblick dem abbauenden Betrieb angelastet. Bis zu der Folgerung, Steinbrüche oder Gruben seien „Dreckbetriebe“, ist es dann nur noch ein kleiner Schritt. Auch dafür gibt es genügend Beispiele.

Ob und wie eine Abbaufläche als Deponie genutzt werden kann, bedarf daher besonders sorgfältiger Überlegungen, einer langfristigen Planung und einer engen Zusammenarbeit mit erfahrenen Firmen oder Ingenieurbüros sowie einer rechtzeitigen Information über die im Genehmigungsverfahren zu erwartenden Auflagen.

12. Die Schaffung von Erholungsgebieten in Abbaustätten

Als Erholungsgebiete werden hier alle Flächen bezeichnet, die einer großen Zahl von Menschen bevorzugt an Wochenenden Erholung und Entspannung bieten können. Dazu zählen vor allem Flächen für intensive Erholungsaktivitäten (Baden, sonstiger Wassersport, Motorsport), weniger Flächen für mehr ruhige Erholung (Spazierwege, Angelgewässer).

Mehr Freizeit führt zwangsläufig zum Wunsch nach mehr Betätigung in der Freizeit. Diese Wünsche haben nicht nur die Entwicklung einer speziellen Erholungswirtschaft gefördert, sondern bei vielen Kommunen auch Sehnsüchte nach eigenen Erholungsgebieten geweckt. Die „Regattastrecke vor der Haustür“ ist schon beinahe sprichwörtlich für dieses Bemühen.

Dabei werden die vielerlei Schwierigkeiten und die hohen Kosten bei der Schaffung von Gebieten für intensive Erholung, speziell in Baggerseen, vielerorts erheblich unterschätzt. Die Schwierigkeiten beginnen bereits während der Betriebszeit, in der der spätere Erholungssee oft schon benutzt wird, was immer wieder zu beträchtlichen Störungen im Betrieb und zu Schäden an Betriebsanlagen und Geräten führt. Die Haftung bei Unfällen bleibt in der Regel beim Betrieb, der dafür zu sorgen hätte, daß das Gelände nicht betreten werden kann. Viele Genehmigungsbescheide enthalten solche Auflagen, die sich allerdings nur schwer in der Praxis durchhalten lassen und deren Einhaltung von den Genehmigungsbehörden dann auch nur sehr selten gefordert wird.

Für die Schaffung von Bade- und Wassersportseen ist ein hygienisch einwandfreies Wasser mit möglichst niedrigen

Phosphorgehalten (< 20 µg/l im Winter) die Hauptvoraussetzung. Neben einer ausreichenden Wassertiefe (mehr als 5 m, optimal circa 10 m) ist ein ausreichender Wasseraustausch erforderlich.

Deshalb dürfen in der Hauptfließrichtung des Grundwassers die Ufer nicht vollständig mit Abraum bedeckt werden, mindestens ein Drittel des Ufers sollten offener Sand- oder Kiesstrand sein. Weitere Anforderungen sind:

- Bei öffentlicher Nutzung einschließlich Wassersport Mindestgröße des Gesamtgebietes 30 bis 40 ha.
- Böschungen im Bereich zwischen höchstem und niedrigstem Wasserstand auf etwa 1 zu 5 abflachen.
- Badestellen sollten bis circa 2 m unter den niedrigsten Wasserstand eine Neigung von etwa 1 zu 10 aufweisen. Erst darunter kann die Böschung auf etwa 1 zu 2,5 versteilt werden.
- Uferbepflanzungen nur an den Böschungsabschnitten, deren Betreten wegen fehlender Abflachung gefährlich werden kann.
- Der Anteil der Badestrände am Gesamtumfang sollte ein Drittel möglichst nicht übersteigen. Bei wesentlich höheren Anteilen kann eine zu große Zahl von Badegästen zu hygienischen Beeinträchtigungen des Wassers führen.
- Ausreichend große Liegewiesen mit Schattenbäumen unbedingt erforderlich.
- Für Kleinkinder sind gut abgegrenzte, größere Flachwasserbereiche mit mittleren Wassertiefen von etwa 50 cm zu schaffen.
- Die Zufahrtsmöglichkeiten sind rechtzeitig zu überprüfen, wobei auch spätere Verkehrsbelastigungen in benachbarten Wohngebieten zu bedenken sind.

- Ausreichend große Flächen für Parkplätze sind vorzuhalten.
- Gebäude für Rettungsdienste und sanitäre Einrichtungen sind vorzusehen. (Eventuell Betriebsgebäude nach Umbau dafür nutzbar).
- Tongruben sind in der Regel für die Anlage von Badeseen ungeeignet. Will man sie dennoch dafür verwenden, sollte eine Sand- oder Kiesauflage von 50 bis 100 cm aufgeschüttet werden. Diese Schüttung muß bis etwa 3 m unter den niedrigsten Wasserstand reichen. Der Anteil der Badestrände am Gesamtumfang muß unter 20 Prozent bleiben, weil Tongruben praktisch keinen Wasseraustausch haben. Hilfreich ist ein Überlauf, so daß über Zufluß aus den Niederschlägen und den oberirdischen Abfluß wenigstens eine geringfügige Erneuerung des Wassers erfolgt.

Diese Aufzählung zeigt, daß über die reine Wasserfläche hinaus in der Umgebung noch zusätzlich große Flächen für die Liegewiesen, für Windschutzwiesen und für Infrastruktureinrichtungen benötigt werden. Erfahrungsgemäß kann man damit rechnen, daß für einen 30 bis 40 ha großen Baggersee noch einmal 5 bis 15 ha Landflächen zusätzlich benötigt werden. Nur ein sehr kleiner Teil davon kann durch Abraumschüttungen während des Abbaus hergestellt werden. Die abbauende Firma verfügt praktisch nie über derartig umfangreiche Ländereien in der Umgebung. Deshalb ist bei der Planung von Erholungsgebieten zu fordern:

- Planerische und rechtlich verbindliche Absicherung in der Regionalplanung und der Bauleitplanung (spezieller Bauungsplan!). Gerade das Bauleitplanverfahren mit seiner umfassenden Beteiligung ist geeignet, öffentliche und private Interessen miteinander abzuwegen und die für die Erschließung benötigten zusätzlichen Flächen festzulegen. Auch für rein privat betriebene Erholungseinrichtungen wie Cam-

pingplätze an Baggerseen ist die Aufstellung eines Bauungsplanes zu fordern, nicht zuletzt, um dem späteren Betreiber die notwendige Rechtssicherheit zu geben.

- Die für die Entwicklung eines Erholungsgebietes zusätzlich erforderlichen Arbeiten können dem Abraumunternehmen nur übertragen werden, wenn zu irgendeinem Zeitpunkt ein finanzieller Ausgleich erfolgt. Dies ist entweder durch Zuschüsse zu den Herrichtungskosten oder durch Gründung einer Gesellschaft zur Betreibung des Erholungsgebietes unter Einschluß der Eigentümer und der Abbau-berechtigten möglich (vgl. auch Anhang 3).
- Eine Mehrfachnutzung wie neben intensiver Erholungsnutzung noch Freigabe als Angelgewässer oder Wasser-vogelbiotop sollte möglichst vermieden werden. Es ist sinnvoller, einen Baggersee vollständig der Erholung, einen anderen dem Angelsport oder dem Naturschutz zu widmen. Nur wenn Teilbereiche eines großen Sees sehr flach und damit für die Erholungsnutzung ungeeignet sind, ist eine kombinierte Nutzung in Erwägung zu ziehen. Aber selbst dann sollten die dem Naturschutz gewidmeten Teilflächen durch Dämme und Wälle von dem Bereich für Intensiv-erholung sauber getrennt werden.

Wenn diese Anforderungen erfüllt sind, können Abbaustellen erfolgreich in Erholungsgebiete umgewandelt werden. Aus dem Vorstehenden wurde aber auch deutlich, daß die Probleme bevorzugt in Gebieten für intensive Erholung auftreten. Gebiete für ruhige Erholung (Landschaftsseen, Angelwässer, Spazierwege und Trockenab-bauten) lassen sich mit den heute üblichen landschafts-gärtnerischen Techniken ohne großen Aufwand gestalten.

13. Herrichtung von Abbaustätten für eine Naturschutz-Nutzung (Renaturierung)

13.1 Verbemerkungen

Durch die zunehmende Verstädterung weiter Landstriche und die Intensivierung, ja Industrialisierung der Landwirtschaft ist die Landschaft eintöniger geworden, sie ist biologisch verarmt. Viele Tier- und Pflanzenarten, oft solche, die an nährstoffarme Lebensräume (Ödländer) gebunden sind, finden keinen Platz mehr, an dem sie Überlebensmöglichkeiten haben. Ehemalige Abbaufächen bieten hier ausgezeichnete Möglichkeiten, bedrohten Tier- und Pflanzenarten dauerhafte Standorte zu bieten und damit zur Erhaltung der biologischen Vielfalt unserer heimischen Landschaft beizutragen.

Erst relativ spät wurde erkannt, daß unsere herkömmlichen Rekultivierungstechniken nach „schönen“ Plänen gerade dafür wenig geeignet sind. Die besten Erfolge wird man nach den bisherigen Erfahrungen mit einer bewußt (planvoll) der natürlichen Wiederbegrünung zugeführten ehemaligen Abbaufäche erreichen. Kennzeichnend dafür ist, daß sich schon heute gerade in solchen nicht rekultivierten Flächen seltene bis sehr seltene Arten wie Orchideen oder Enziane in sonst nicht mehr bekannter Häufigkeit finden. Durch geschickte Gestaltung der Teilflächen kann die biologische Vielfalt vor allem großer Abbaustellen noch beträchtlich erhöht werden. Damit nähert man sich schon der bewußten Schaffung ökologischer Ausgleichsfächen („Sekundärbiotopen“). Über die zweckmäßigste Gestaltung solcher Flächen liegen bislang bedauerlicherweise kaum Er-

fahrungen vor. Lernen können wir aber aus vielen, sich selbst und damit der natürlichen Wiederbegrünung überlassenen Steinbrüchen und Gruben. Es gibt demzufolge nur sehr wenige Bücher, denen brauchbare Ratschläge zu entnehmen sind, mit denen auch der Praktiker etwas anfangen kann. Beispielhaft seien hier aber die Bücher von H. WILDERMUTH (1980) und U. SCHWARZ (1980) angeführt, die sich nicht in Forderungen erschöpfen, sondern auch brauchbare und durch Erfahrungen gestützte Ratschläge enthalten.

Sehr vieles von dem, was im folgenden empfohlen wird, ist aus eigenen Beobachtungen in renaturierten Steinbrüchen und Gruben abgeleitet. Zahlreiche Einzelbeobachtungen über viele Jahre im In- und Ausland wurden zu einem Gesamtbild zusammengefügt. Diese Empfehlungen sind sicherlich noch nicht völlig frei von Fehlern, die wir aber mangels besserer Kenntnisse heute (noch) bewußt in Kauf nehmen müssen.

Die Renaturierung ehemaliger Abbaustellen ist ein langsamer Prozeß, der vom Unternehmer (aber auch von den Genehmigungsbehörden und den Gemeinden) viel Geduld, viel Einfühlungsvermögen und die Heranziehung geeigneter, erfahrener Berater erfordert. Es sei davor gewarnt, die natürliche Wiederbegrünung und die Schaffung von Ersatzbiotopen als besonders billige, da keinen großen Aufwand erfordерnde Form der Wiederherrichtung anzusehen. Dies wäre ein großer Fehler, denn der normale Bürger würde dann nicht erkennen, daß dort etwas für die natürliche Vielfalt der Landschaft getan wird; er würde diese Fläche als einen geeigneten Platz für ungenehmigte Müllablagerungen ansehen. Auch eine solche Fläche muß deshalb intensiv vorbereitet und so hergerichtet werden, daß sie bestimmten Anforderungen genügt, zum Beispiel durch Abschirmpflanzungen, Teilaufforstungen, Absperrungen etc.

13.2 Grundregeln für die Schaffung naturschutzwürdiger Flächen in ehemaligen Abbaustätten

Solche Flächen sind so abwechslungsreich wie möglich zu gestalten, um vielen Pflanzen und Tierarten eine neue Heimat zu bieten. Bei genügend großen Flächen sollten sowohl Steil- wie Flachböschungen, Vertiefungen wie kuppenartige Aufragungen, voll besonnte und voll beschattete Partien, feuchte und extrem trockene Teilflächen, mit Mutterboden überdeckte und völlig rohe Teilgebiete enthalten sein. Eine große tiefe Wasserfläche mit Grasufern oder eine Grube mit Fichtenaufforstungen entsprechen deshalb *nicht* diesen Anforderungen. Solche für den Naturschutz vorgesehenen Flächen sollten von intensiv landwirtschaftlich oder intensiv touristisch genutzten Gebieten gut und dauerhaft abgegrenzt sein, um Tieren und Pflanzen Ruhe und gute Überlebenschancen zu bieten.

Die der Öffentlichkeit sichtbaren und eventuell auch zugänglichen Teile solcher Renaturierungsgebiete müssen heutigen Sicherheitsanforderungen genügen und zumindest nach außen hin ansprechend gestaltet sein. Sichtschutz- und Abschirmpflanzungen sollten aus einer Mischung schnellwüchsiger und „bewehrter“ Gehölzarten bestehen, beispielsweise aus Pappeln mit Unterpflanzungen oder Vorpflanzungen von Feldahorn, Hundsrose, Schlehe, Weißdorn und Brombeere. Besuchern zugängliche hohe Wände müssen so hergerichtet sein, daß kaum Steinschlag- oder Absurzgefahren bestehen. Auch dies ist am ehesten mit Abschirmpflanzungen zu erreichen. Instabile Wände müssen in ausreichender Entfernung vor Besuchern geschützt werden (Zaun, vorzuziehen: Hecke).

Die biologische Entwicklung solcher Renaturierungsflächen wird beschleunigt, wenn beim Abbau Reste der natürlichen Pflanzendecke geschont und erhalten bleiben. Nur in Sonderfällen dürfte es notwendig werden, Teile der natür-

lichen Pflanzendecke abzuschieben und auf bereits ausgebautete Teilflächen zu übertragen, beispielsweise um seltene Pflanzenarten zu erhalten. Es ist möglich, die Entwicklung einer standortgerechten Pflanzengesellschaft durch Aussaat zu fördern. Beobachtungen haben gezeigt, daß vielen solcher Standorte eine Reihe von Pflanzenarten gemeinsam ist, deren Samen auch im Handel erhältlich sind. So ist es möglich, die Entwicklung standorttypischer Pflanzengesellschaften durch Aussaat zu fördern. Hinweise auf geeignete Arten finden sich im Anhang 1.

13.3 Die Renaturierung von Steinbrüchen

Steinbrüche eignen sich besonders gut für die Schaffung von Ersatzbiotopen, ganz gleich, ob die tiefste Sohle später unter- oder oberhalb des Grundwasserspiegels liegt. Dabei ist es nicht nötig, den gesamten Steinbruch für eine Renaturierung vorzusehen. Teile der Sohle können aufgeforstet werden oder als See erhalten bleiben. Für den Naturschutz wichtig sind bevorzugt die Steilwände und die Schutthalden davor, die allgemein mindestens 10 Prozent der Gesamtfläche ausmachen. Davon ausgehend kann man fordern, daß mindestens 10 bis 30 Prozent der Steinbruchsfläche nach entsprechender Herrichtung einer natürlichen Wiederbegrünung überlassen bleiben sollten. Neben den Steilwänden und ihrem Vorfeld bis zu etwa 30 m Entfernung von der Wand sind dies vor allem Teile der Halden. Diese Flächen dürfen nicht mit Mutterboden, sie sollten auch nicht oder nur sparsam mit Abraum bedeckt werden. Die Rohböden der Steilwände, Schutt- und Abraumhalden sind oft ausgesprochen nährstoffarm und Standort für eine große Zahl bedrohter Pflanzenarten. Einzelne gut belegte Beispiele zeigen sogar, daß es sinnvoll sein kann, bis zu 90 Prozent der gesamten Steinbruchsfläche zu renaturieren, da sich

dann, bevorzugt in Kalksteinbrüchen, in spätestens 20 Jahren Pflanzengemeinschaften mit vielen seltenen Arten einfinden.

Falls die Steinbruchwände nicht standsicher sind, müssen sie durch teilweises Sprengen so weit abgeschrägt werden, daß eine Gefährdung der Nachbargrundstücke und eventueller Besucher ausgeschlossen werden kann. Neben dem Absprengen ist auch das Anfüllen mit Abraum oder mineralischem Abfall ein geeignetes Mittel zur Absicherung der Wände. Vorzuziehen ist jedoch in jedem Falle ein teilweises Wegsprengen der Bermen und Wände, weil durch unterschiedliche Länge und Neigung der Sprengbohrlöcher die Wände in eine Mischung aus Klippen, kleinen Vorsprüngen und lockeren Haufwerk aufgelöst werden können. Beobachtungen an unbeabsichtigt „wild“ zurückgelassenen Steinbrüchen zeigen, daß dadurch die biologische Vielfalt ungemein gefördert wird. Naturwerksteinbrüche erfüllen im übrigen diese Voraussetzungen fast stets ohne zusätzliche Arbeiten.

Nach allen Erfahrungen dauert die natürliche Wiederbegrünung solcher für den Naturschutz hergerichteter und dann sich selbst überlassener Steinbrüche 10 bis 20 Jahre. In diesen langen Zeiträumen liegt eine gewisse Gefahr, denn es ist nicht auszuschließen, daß in der Öffentlichkeit der Eindruck entsteht, der Unternehmer wolle sich vor „ordentlichen“ Rekultivierungsarbeiten drücken. Um diesen Einwänden von vornherein zu begegnen, ist es unumgänglich, an geeigneten Stellen, wie in der Nähe des Eingangs oder auf gut einsehbaren Teilen der Bermen, möglichst frühzeitig Sichtblenden zu pflanzen, die dem Betrachter die rohen Felswände und den eigentlichen Steinbruch verborgen. (Dieser Ratschlag gilt zumindest so lange, wie eine „geordnete Landschaft“ in der Öffentlichkeit noch als der Normalfall angesehen wird.) Sind solche abschirmenden

Pflanzungen nicht möglich, sollte man die dem Betrachter zugekehrten vorderen Teile des Steinbruchs durch Anspritzen begrünen (vgl. Kapitel 15).

Um eine große biologische Vielfalt (möglichst viele Pflanzen- und Tierarten) in einem Steinbruch zu erreichen und die Flächen auch langfristig für den Naturschutz wertvoll zu erhalten, sollten folgende Forderungen ganz oder teilweise erfüllt sein:

- Felswände, die zumindest einen halben Tag voll sonnig sind.
- Felswände, die möglichst stets im Schatten liegen.
- Vorzugsweise unregelmäßige Gestalt der Felswände, Bermen teilweise abgesprengt.
- Abraumhalden und Gesteinshalden mit hoher Sonnen-einstrahlung.
- Abraumhalden nur punktuell bepflanzen; Nadelgehölze weitgehend vermeiden.
- Steinige Flächen, maximal zu einem Drittel mit geeig-netem Wildrasen angesät, auf der Sohle. Eventuell kleine Flächen flach aufreißen oder eine größere Zahl großer Blöcke (Knäpper) auf der Sohle liegenlassen.
- Schaffung flacher verdichteter Mulden auf der Sohle (Fahrspuren der Geräte vielleicht schon ausreichend), die zeitweilig oder ganzjährig mit Wasser gefüllt sind.
- Sichtschutzpflanzungen mit hohem Anteil standortge-mäßer Sträucher in den Randbereichen.
- Hilfreich sind weiterhin: Steinhaufen auf der Sohle, Haufen mit Altholz oder Baumstubben, punktuelles Auf-bringen von Bodenmaterial in Randbereichen, Ansaat von Teilflächen mit Saatmischungen, die die natürliche Wieder-begrünung fördern (vgl. Anhang 1).

Diese Anforderungen lassen sich bei rechtzeitiger Planung technisch ohne Schwierigkeiten erfüllen. Wesentlich schwieriger ist es, ein solches Vorhaben zeichnerisch darzustellen, denn oft weiß man vorher nicht, wieviel Knäpper und wieviel steiniges Material am Schluß vorhanden sein werden oder wo man zweckmäßigerweise die Wände absprengen sollte. Nachteilig ist weiterhin, daß ein solcher Plan „nach nichts aussieht“, was ein Nachteil im Genehmigungsverfahren sein kann. Es wird deshalb empfohlen, eine solche Planung im Text eingehend zu beschreiben und die spätere Gestaltung durch einige Skizzen und Fotografien (eventuell sogar von anderen Objekten) zu erläutern. Auch eine vorbereitende Untersuchung, die aufzeigt, welche Tier- und Pflanzenarten sich dort vermutlich einfinden werden, kann hilfreich sein. Wesentlicher Punkt ist aber die frühzeitige Gestaltung einiger Teilbereiche, an denen man zeigen kann, wie die Natur sich in angemessener Zeit von selber hilft. Bei Steinbrüchen, die allgemein eine mehr als 20jährige Abbaudauer haben, sollte dies kein Problem sein.

13.4 Die Renaturierung von Sand- und Kiesgruben

Sand- und Kiesgruben sind bei uns die häufigsten Abbaustellen. Es lohnt sich daher schon zahlenmäßig, möglichst viele von ihnen in naturschutzwürdige Flächen umzuwandeln. Man kann damit eine gute räumliche Verteilung ökologischer Ausgleichsflächen in der Kulturlandschaft erreichen. Bei den bisherigen Versuchen, Kies- und Sandgruben in Ersatzbiotope umzuwandeln, stand die Schaffung von Vogelschutzgebieten, vor allem für Wasservögel, im Vordergrund. Über diese Ergebnisse liegen zahlreiche Berichte vor (vgl. Literaturangaben in DINGETHAL et al. 1985). Hingegen fehlt es an Erfahrungen und damit an Hinweisen für die Gestaltung ehemaliger Sand- und Kiesgruben als Schutzgebiete für andere Tier- und Pflanzen-

gruppen. Der Gestaltung von Biotoptflächen in ehemaligen Trockenabbauten hat man bisher nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet.

Allgemein wird davon ausgegangen, daß sich kleinere Sand- und Kiesgruben besser als Naturschutzflächen eignen, weil der Druck der Öffentlichkeit und der Besitzer, sie wieder aufzuforsten, sie als Freizeitflächen oder landwirtschaftlich zu nutzen, dort nicht so stark ist. Dieses Argument ist teilweise richtig, doch wenn ein solches Vorhaben rechtzeitig geplant wird und die Eigentümer einverstanden sind, lassen sich auch sehr große Sand- und Kiesgruben mit vertretbarem Aufwand in schutzwürdige Biotope umwandeln. Wichtig ist lediglich, daß bereits während der Betriebszeit die Grundlagen für ein möglichst vielfältiges Flächenangebot gelegt werden, wodurch die Eignung solcher Gruben für Erholungszwecke gleichzeitig stark herabgesetzt wird. Dies heißt beispielsweise, daß Flächen, die später der Renaturierung überlassen werden sollen, frühzeitig durch dichte Be-pflanzungen, unter anderem mit Wildrosen, Weißdorn, Sanddorn und Brombeeren, optisch ansprechend gestaltet und zugleich vor ungebetenen Besuchern wirkungsvoll geschützt werden. Wichtig ist auch die Sperrung der Zufahrt für Kraftfahrzeuge in mindestens 500 m, besser 1 km Entfernung von der Grube. Dies ist erfahrungsgemäß das wirkungsvollste Mittel, um Besucher fernzuhalten.

Trockene Sand- und Kiesgruben bieten gute Voraussetzungen für eine Renaturierung, wenn folgende Bedingungen ganz oder teilweise erfüllt sind:

- Vegetationsfreie oder weitgehend vegetationsfreie Sand- oder Kiesflächen (der letzten Abbauabschnitte). Dort keinesfalls Abraum oder Mutterboden aufbringen.
- Teilflächen, die von Pionierpflanzen besiedelt sind. Hilfreich dafür ist eine *dünne* Abdeckung mit Mutterboden, eventuell auch ein einmaliges Aufbringen von kommunalem

Klärschlamm, der sehr viele Samen enthält (im ersten Jahr werden zwar sehr viele Tomaten wachsen, doch die werden nach kurzer Zeit wieder verschwinden).

- Wassererfüllte und/oder infolge Abbau bis in das Grundwasser versumpfte Teilflächen (auch durch Schaffung flacher Mulden an den tiefsten Stellen, in denen sich das Niederschlagswasser sammeln kann).
- Voll besonnte Sand- bzw. Kiesböschungen ohne Andeckung mit Mutterboden oder Abraum.
- Einige Steilwände, möglichst nach Süden oder Südwesten gerichtet, wie sie am Abbauende bestanden. Falls Baumbestand bis an den Grubenrand reicht, kann der Sicherheitsabstand zu Nachbargrundstücken verkleinert werden (bei Festlegung des Abstandes von endgültiger Böschungsneigung 1 zu 1 ausgehen!).
- Resthaufen von Schotter und Blöcken (Überkornhalde des letzten Jahres nicht gänzlich verkaufen!).
- Einige Abraumhaufen auf der Sohle liegenlassen, nicht ausbreiten.
- Eventuell noch vorhandene Baumstubben aus Rodung der letzten Jahre auf der Sohle in Haufen zusammenschieben.
- Schutzanpflanzungen um die Grube, Zugang für Kraftfahrzeuge sperren (Damm und/oder Graben), inselartige Aufforstungen in der Nähe des Eingangs, fleckenweise Aussaat von Pionierpflanzen (zum Beispiel Wildrasenmischung mit Kräutern und einigen Gehölzsamen), falls notwendig Startbepflanzungen mit Weichhölzern und Sumpfpflanzen rings um feuchte Stellen.

Bei Abbau unterhalb des Grundwasserspiegels entstehen heute vielfach sehr große Baggerseen mit Tiefen zwischen 10 und 30 m, auch schon mit mehr als 40 m. Die tieferen

Zonen solcher Gewässer bieten Pflanzen und Tieren schlechte Lebensbedingungen, sind teilweise sogar lebensfeindlich. Um die Renaturierung zu fördern, müssen durch Anschütten von Abraum oder Abfall (zum Beispiel Baugrubenaushub, vielleicht auch nicht absetzbare Körnungen) Flachwasserzonen geschaffen werden. Der gelegentlich empfohlene Abbau nur bis dicht unter die Wasseroberfläche zur Schaffung von Flachwasserbereichen ist im Regelfall eine Verschwendug wertvoller Rohstoffe. An erster Stelle muß aber stets der möglichst vollständige Abbau der Lagerstätte stehen, denn nur so läßt sich die Flächeninanspruchnahme für die Rohstoffgewinnung in Grenzen halten. Die Ausformung der Flächen für die Renaturierung ist also aus den Gegebenheiten der einzelnen Grube zu entwickeln.

Die Erfüllung der folgenden Anforderungen bietet günstige Voraussetzungen für die Renaturierung eines Baggersees:

- Vorzugsweise große, flache Uferbereiche ohne Abdeckung mit Mutterboden und ohne Vegetation.
- Einbringen des Abraums oder anderen geeigneten Materials an nur wenigen Stellen. Zweckmäßigerweise erledigt man diese Arbeiten bei besonders niedrigen Wasserständen (eventuell künstliche Absenkung des Wasserspiegels bei Arbeit mit sehr leistungsfähigen Saugbaggern). Nach Anstieg auf normale Wasserstände liegen dann große Teile der geschütteten Flächen flach unter Wasser. Den eingebrachten Abraum nicht mit Raupe gleichmäßig verteilen, eine unregelmäßige kuppenförmige bis wellige Struktur begünstigt die Renaturierung.
- Erhalten einiger, möglichst nach Süden und Südwesten gerichteter Steilufer. Hilfreich für die Stabilität der Steilufer sind ältere Bäume am Grubenrand, deren Wurzelwerk die Steilufer länger vor der Zerstörung schützt. Falls ältere Bäume nicht vorhanden sind, kann man an solchen Stellen versuchsweise schnellwüchsige, flachwurzelnde Bäume

(Pappeln, Birken) pflanzen. Es ist zwar günstig, wenn die Wasserlinie bis dicht an den Fuß des Steilufers reicht, doch sollte man dann die wahrscheinlich notwendigen größeren Sicherheitsabstände zu den Nachbargrundstücken beachten.

- Die Uferlinie sollte große, nicht von Bäumen bestandene Bereiche aufweisen. Sinnvoll ist ein Bepflanzen von etwa 30 bis 50 Prozent der Böschungslänge. An Flachwasserbereichen fleckenweise Schilfrohr stecken; es breitet sich von dort schnell aus. Als Gehölze vorwiegend Weichgehölze wählen. Besonders gut geeignet sind selbst geworbene (in der Umgebung geschnittene) Stecklinge von Weiden und Pappeln.
- Falls möglich, sollte man von der größten Seefläche einige kleinere Wasserflächen, nicht mehr als 100 m^2 bis 300 m^2 , durch Dämme abtrennen, beispielsweise an den Ecken der Grundstücke. Solche Bereiche lassen sich oft auch an den Spülfächer der Kieswäsche sinnvoll anschließen.
- Zurücklassen von Überkorn und Blockmaterial an einigen Stellen.
- Sorgfältiges Unterbrechen der Zufahrten zum Baggersee in größtmöglicher Entfernung. Erholungsnutzung und Renaturierung sind miteinander absolut unverträglich. In Zweifelsfällen lieber noch undurchdringliche Hecken quer über mögliche Zufahrten pflanzen. (Hecken sind billiger und sicherer als Zäune!). Hilfreich (das heißt störend für Besucher) kann auch die Lagerung von Altholz oder Buschwerk an besonders günstig gelegenen Badeufern sein.

Baggerseen, die diese Anforderungen erfüllen, werden sich sehr bald zu nährstoffreichen (eutrophen) Seen entwickeln, die beim heutigen Mangel an Naß- und Feuchtflächen in unserer Kulturlandschaft große Bedeutung haben. Von noch größerer Wichtigkeit ist aber die künstliche Schaffung nähr-

stoffarmer (oligotropher) Baggerseen, weil solche Gewässer bei uns infolge der hohen Nährstoffgehalte in Grund- und Oberflächenwässern sehr selten geworden sind.

Einen nährstoffarmen (oligotrophen) Baggersee kann man schaffen, wenn folgende Voraussetzungen erfüllbar sind:

- Lage des Baggersees möglichst in einem oder am Rande eines Nadelwaldgebietes (Laubbäume begünstigen durch den Laubfall den Nährstoffeintrag in den See). Falls an einer Seite landwirtschaftliche Nutzflächen angrenzen, dort Mutterboden und sonstigen Abraum als Wall aufschieben. Keinen Abraum oder Mutterboden auf die Böschungen aufbringen. Keine Abraumschüttungen in den See, denn Abraum und Mutterboden bringen erhebliche Mengen Nährstoffe ein.
- Nur die Abraum- und Mutterbodenwälle bepflanzen, einen möglichst hohen Anteil Nadelgehölze verwenden, denn auch von dort eingewehtes Laub trägt in den See mit der Zeit größere Nährstoffmengen ein.
- Die größte Gefahr für einen solchen See stellen die mit dem Grundwasser eingetragenen Nährstoffmengen dar, die das Algenwachstum sehr begünstigen können. Einzig sinnvolle Abhilfe dagegen ist ein oberirdischer Abfluß aus dem See, über den erhebliche Mengen an Kleinstlebewesen und damit an Nährstoffen weggeführt werden.
- Die langsame Begrünung nicht stören oder beschleunigen, zum Beispiel durch Düngung oder Kalkung der Böschungen. Badebetrieb, der zum Nährstoffeintrag führt, sorgfältig fernhalten. Solche Seen auch nicht an Angelvereine verpachten, die mit der Zufütterung große Nährstoffmengen einbringen.
- Falls möglich, einen solchen See an einen naturwissenschaftlichen Verein (vgl. Anhang 3) oder an die Naturschutzbehörde übertragen oder verpachten.

Für die Renaturierung von Sand- und Kiesgruben, in denen sowohl Trocken- wie Naßabbau umging, sollten Anregungen aus beiden Abschnitten berücksichtigt werden. Gerade in solchen Fällen lassen sich oft sehr interessante Lösungen finden.

Ist es nicht möglich, die gesamte Grubenfläche einer natürlichen Wiederbegrünung zu überlassen, so lassen sich aber doch häufiger wenigstens kleinere, abgelegene Teile so abtrennen, daß sich dort wieder naturnahe Lebensräume entwickeln können. Gelegentlich werden dies, zum Beispiel bei Trockengruben, nur die Böschungen sein. Gerade hierbei kommt es auf den persönlichen Einfallsreichtum dessen an, der für die Wiederherrichtungsarbeiten verantwortlich ist oder als Berater mitwirkt.

13.5 Die Renaturierung von Ton- und Mergelgruben

Tongruben, häufig auch Mergelgruben, bieten vorzügliche Voraussetzungen zur Entstehung kleinerer Feuchtgebiete, weil der Untergrund im Regelfall eine natürliche Abdichtung hat, so daß das Niederschlagswasser gespeichert wird.

Günstig ist weiterhin, daß viele Tongruben abbaubedingte flachere Böschungen aufweisen, daß durch die Niederschläge die Böschungen ausgewaschen werden, die Schwebstoffe sich als Schwamm auf der Grubensohle sammeln und wegen der verhältnismäßig geringen Abbaugeschwindigkeit sich schon lange vor der Stilllegung Pflanzen und Tiere ansiedeln.

Doch nicht in allen Tongruben verläuft diese Entwicklung so schnell und problemlos. Aus Tonen, die nährstoffarm und reich an Schwefelkies sind, können sich sehr saure Wässer und Böden entwickeln, die eine Renaturierung stark stören, mindestens aber empfindlich verlangsamen. Die Folge sind in vielen Fällen artenarme Pflanzen-Gesellschaften, oft sind



Zu einem Amphibienbiotop umgestaltete ehemalige Tongrube im südlichen Niedersachsen. Nach Stilllegung der Ziegelei gingen Tongrube und große Teile des Werksgeländes in den Besitz des Naturschutzvereins Hils-Ith-Bergland über. Der Verein ließ das Gelände nach seinen Wünschen grob gestalten, unter anderem wurde der Bau- schutt zu großen Haufen zusammengeschoben und nur dünn mit Boden überdeckt, teilweise findet man ihn heute noch ohne Bedek- kung inmitten des Gebietes. Ehemalige Straßen wurden teilweise mit Ton und Abraum überdeckt. Feinarbeit (wie Graben von Laichgruben für Unken und Entfernen störender Sträucher) erledigen die Ver- einsmitglieder. Das Gebiet ist jetzt ungewöhnlich reich an Amphibien, Libellen und seltenen Pflanzen. Auf ehemaligen Fundamentmauern blühen Orchideen (Bestandsdichte Frühjahr 1984: 10 bis 20 Exemplare pro Quadratmeter). Dem Verein ist es, ausgehend von dieser Grube, unter anderem gelungen, in Zusammenarbeit mit Industrie- betrieben, die sonst überall sehr seltene Gelbbauchunke in einem heute 18 km langen Gebiet wieder heimisch zu machen.

noch nach Jahren große Kahlflächen festzustellen, die weniger wünschenswert sind. Hilfreich ist in solchen Fällen stets das Aufbringen einer dicken Schicht möglichst steinigen Abraums, hilfsweise auch das Aufschüttten von Abraum aus Basaltbrüchen oder Kalksteinschotter beliebiger Korngröße.

Gerade der Kalksteinschotter, der die sauren Böden und Wässer neutralisieren hilft, kann den Pflanzen bessere Standbedingungen geben. Da er sich mit der Zeit in den Ton eindrückt, trägt er zumindest in den oberen Schichten auch zur Verbesserung der Bodenstruktur bei.

Da sich in Tongruben und Mergelgruben schon während des Betriebes Amphibien einfinden, sollte man ihnen durch einige Hilfsmaßnahmen auf Dauer günstige Lebensbedingungen geben. Weitere Einzelheiten dazu in Abschnitt 14.5. In keinem Falle sollte man die Ufer und Böschungen dicht bepflanzen oder die Böschungen besonders sorgfältig planieren. Besser ist es, wenn man einen Teil der Böschungen zu Bruch gehen läßt oder von oben her einige Wälle zusammenschiebt, um im Flachwasserbereich ein bewegtes Relief zu schaffen und viele offene Flächen zu erhalten.

Sumpf- und Wasserpflanzen braucht man in Tongruben mit flachen Böschungen unter Wasser nur selten anzupflanzen, denn durch Wasservögel und Wind werden genügend Samen eingeschleppt, so daß eine natürliche Begrünung bald einsetzt. Die höheren Böschungsteile können mit einer breiten Auswahl an Gehölzen bepflanzt werden, wobei aber Weiden, Erlen, Pappeln und Eschen dominieren sollten. Die Aussaat von Wildrasenmischungen ist nicht notwendig, man sollte sie nur vornehmen, wenn es zur Erhaltung eines guten Einvernehmens mit der Umgebung und der Öffentlichkeit unbedingt erforderlich ist.

Alle Beobachtungen zeigen, daß mit Umsicht hergerichtete Mergel- oder Tongruben sich schneller als alle anderen

Tagebaue von selbst begrünen und sich zu bemerkenswerten „Biotopen aus zweiter Hand“ entwickeln. Falls dies zum richtigen Zeitpunkt mit den richtigen Mitteln gefördert wird, kann eine solche Wiederherrichtung sogar sehr kostengünstig sein.

13.6 Beschleunigung der Renaturierung durch Aussaat von Pionierpflanzen

Es kann zwar wünschenswert sein, stillgelegte Abbaustellen vollständig der natürlichen Wiederbegrünung zu überlassen, um dann nach längerer Zeit, eventuell erst nach mehreren Jahrzehnten, dort typische Pflanzen- und Tiergesellschaften vorzufinden. Vielen Beobachtern, vor allem aus der lediglich an einer geordneten Landschaft interessierten Öffentlichkeit, dauert eine solche Entwicklung zu lange. Es ist deshalb wünschenswert, diese natürliche Entwicklung etwas abzukürzen. Dazu ist unter anderem die Aussaat von Pionierpflanzen ein geeignetes Mittel.

Untersuchungen der sich von selbst einstellenden Pionierpflanzen-Gesellschaften zeigen, daß ihnen eine Reihe von Pflanzenarten gemeinsam ist, weitgehend unabhängig vom abgebauten Gestein und dem Klein-Klima. Wenn es also gelingt, diese „Startgemeinschaften“ künstlich anzusiedeln, läßt sich zumindest die Entwicklung typischer naturnaher und natürlicher Pflanzengesellschaften um bis zu einem Jahrzehnt verkürzen.

Vor der Aussaat sollten die entsprechenden Stellen des Steinbruchs oder der Grube besonders sorgfältig vorbereitet werden. Erfahrungen an vielen Stellen zeigen, daß dabei die Auswahl des Bodenmaterials eine entscheidende Rolle spielt. Die größte Pflanzenvielfalt wird bereits nach wenigen Jahren auf steinigen Abraumhalden, die geringste an Fels-

kanten der Steinbrüche und auf sterilen Tonböden, gelegentlich auch auf sehr trockenen und sterilen Sandböden gefunden. Ob die Flächen zuvor mit Mutterboden abgedeckt worden waren oder nicht, beeinflußte das Ergebnis hingegen nur wenig. Als günstiger erwies sich in jedem Falle, den Mutterboden mit Abraumboden zu durchmischen oder durch Aufreißen in das Haldenmaterial oder das anstehende Gestein flach einzuarbeiten. Das Aufreißen ist dabei in fast allen Fällen wichtiger als die aufgebrachte Schicht Mutterboden.

Eine einfache, aber sehr wirkungsvolle Methode der Ansiedlung von Pionierpflanzen ist das Aufspülen einer dünnen Schicht kommunalen Klärschlamm, der nahezu alle gewünschten Samen enthält. Bevor man zu dieser Methode greift, muß man sich aber überzeugen, ob dadurch nicht eventuell Trinkwassergewinnungsanlagen hygienisch gefährdet werden können. In keinem Falle darf man Klärschlamm auf den Böschungen von Wasserflächen (Baggerseen, Tongruben) aufbringen, weil dadurch die Wasserqualität stark beeinträchtigt wird.

Scheidet diese Methode aus, dann sollte man auf spezielle Saatmischungen zurückgreifen. Die Verwendung der im Handel erhältlichen Wildrasen- oder Böschungsrassen-Mischungen allein genügt nicht, weil sie zwar eine Begrünung sicherstellen, jedoch das Einwandern der standort-typischen Pflanzen oft eher erschweren als erleichtern. Man sollte deshalb solche käuflichen Saatmischungen mit möglichst vielen Samen aus der im Anhang 1 gegebenen Liste anreichern. Diese Liste geht im wesentlichen auf Untersuchungen von WARTNER (1979) in verschiedenen Steinbrüchen Bayerns zurück. Er beobachtete diese Pflanzen dort an fast allen Standorten und auf unterschiedlichstem Untergrund. Ein Vergleich zeigte, daß sich sehr viele dieser Arten auch in renaturierten Steinbrüchen Englands fanden. Aus den Pflanzenlisten WARTNERS wurden all die Arten

ausgewählt, die in den Angebotslisten mehrerer Firmen enthalten waren (Firmenanschriften im Anhang 2). Diese Samen sind teilweise erheblich teurer als häufig verlangte Saatmischungen. Man sollte sich deshalb von den Firmen bei der Zusammenstellung des Saatgutes beraten lassen. Außerdem ist es nicht notwendig, diese Saatmischungen großflächig auszubringen. Es genügt im Regelfall, wenn man an verschiedenen Stellen jeweils 100 m^2 bis 200 m^2 damit einsätzt und die Pflanzen sich von dort aus natürlich ausbreiten läßt. Solche Saatmischungen kann man auch im Anspritzverfahren (vgl. Kapitel 15) anbringen, allerdings ist dies nur bei sehr umfangreichen Rekultivierungsflächen kostengünstig.

Bei großem Interesse der Belegschaft an der natürlichen Begrünung extremer Standorte kann man auch auf ein personalaufwendiges, aber sehr wirkungsvolles Verfahren zurückgreifen. Versuche haben gezeigt, daß Samen, die in unmittelbarer Nähe der herzurichtenden Flächen geerntet wurden, die besten Anwachserfolge brachten. Dieselbe Pflanzenart bringt bis zu doppelt so dichte Bestände, wenn die Samen aus der direkten Nachbarschaft stammen. Dieses Verfahren ist zwar wirkungsvoll, erfordert aber erheblichen persönlichen Einsatz. Es bietet sich speziell für Versuchsflächen an, an deren Wiederherrichtung naturwissenschaftliche Vereine und Forschungsstellen mitarbeiten. Ich konnte mich in England davon überzeugen, daß dazu keine umfassenden botanischen Kenntnisse, sondern nur viel guter Wille erforderlich ist.

Es kann nicht empfohlen werden, die Aussaat von Pionierpflanzen an Steinbruchwänden oder extrem steinigen Halden ohne jegliche Abraumauflage zu erproben. Dort sind Anspritzverfahren besser geeignet, sofern man nicht über die Wände Abraummateriale verkippen kann, um zumindest punktweise bessere Anwachsbedingungen zu bieten. Es dürfte häufig aber ausreichen, wenn man zum Schluß an

einigen Stellen Abraum und darunter liegendes Gestein mit einigen Sprengungen löst und über die Wände abstürzen lässt. Dort kann man die Saatmischungen ausbringen.

Es hat sich bewährt, die Samen oberflächlich etwas einzuarbeiten und dünn mit Mulchmaterial (Stroh, Heu, Champignonkompost) abzudecken. Speziell mit Champignonkompost werden sehr gute Erfahrungen gemacht.

Die hier empfohlenen Verfahren garantieren langfristig gute Erfolge, selbst wenn der Anblick in den ersten Jahren noch nicht voll befriedigend ist. In schwierigen Fällen sollte man aber rechtzeitig Berater hinzuziehen, die jedoch unbedingt über die entsprechende *praktische* Erfahrung verfügen müssen.

14. Die Schaffung spezieller Biotope in ehemaligen Abbaustellen

14.1 Vorbemerkungen

Man kann durch herkömmliche Formen der Wiederherrichtung, besser jedoch durch Renaturierung, aus ehemaligen Abbaustellen mit gutem Erfolg für den Naturschutz interessante Flächen entstehen lassen. Daneben kann es aber angezeigt sein, in solchen Flächen ganz gezielt Lebensräume für bestimmte Pflanzen- und Tiergruppen zu schaffen. Dafür müssen Beobachtungen aus renaturierten Gebieten und sonstige biologische Kenntnisse in praktische Gestaltungsarbeit umgesetzt werden. Bisher liegen auf diesem Gebiet nur wenige Erfahrungen vor. Es wäre deshalb wünschenswert, wenn zumindest einige Unternehmen an der Schaffung solcher speziellen Lebensräume Interesse fänden, um unsere Kenntnisse verbreitern zu helfen. Die Kosten und sonstigen Risiken sind dabei nicht größer als bei konventionellen Formen der Wiederherrichtung.

Die folgenden Beispiele sollen mehr das Interesse an diesen Arbeiten wecken als erschöpfende Hinweise geben. Ohne Experimente wird man dabei kaum Erfolge erzielen. Es wird empfohlen, naturwissenschaftliche Vereine oder geeignete Berater an einem solchen Experiment zu interessieren, um eine bessere Erfolgskontrolle zu haben.

14.2 Schaffung von Trockenrasenflächen

Trockenrasen, die sich durch das Vorkommen vieler seltener und im Bestand bedrohter Pflanzen- und Tierarten auszeichnen, werden immer seltener. Steinbrüche, untergeordnet auch Sand- und Kiesgruben, bilden hervorragende Mög-

lichkeiten zur Schaffung solcher Flächen. Inzwischen sind eine ganze Reihe von Beispielen bekannt, wo solche ehemaligen Abbauflächen, die nicht rekultiviert wurden, unter Naturschutz gestellt werden.

Beobachtungen in diesen Abbaustellen zeigen, daß bevorzugt nach Süden offene Kalksteinbrüche für die Entwicklung orchideenreicher Trockenrasen geeignet sind. Abschirmung gegen die Umgebung oder abgelegene Lage sind hilfreich.

Die Steinbruchsohle sollte von lockeren, blockreichen bis zu stark verdichteten Stellen möglichst alle Übergänge aufweisen. Notfalls sollte man einige Teile roh aufreißen und *nicht* einplanieren. Das Aufbringen von Mutterboden und Abraum hat zumindest großflächig zu unterbleiben. Falls jedoch in unmittelbarer Umgebung noch Trockenrasen-Gesellschaften vorkommen, sollte man in Abstimmung mit der zuständigen Naturschutzbehörde einige Quadratmeter davon mit der Radladerschaufel vorsichtig lösen, nicht zusammenschieben und auf die ältesten Teile der Steinbruchsohle umsetzen. Diese kleinen Flächen sollen die Besiedlung des Steinbruchs fördern.

Abraumhalden können zum Schluß mit einer dünnen Schicht losen Gesteinmaterials abgedeckt werden, um ein schnelles Wachstum von Weichgehölzen zu unterdrücken. Bei Beachtung dieser Anregungen ist in spätestens 10 bis 15 Jahren nach allen Erfahrungen mit einer reichen Trockenrasen-Vegetation, vermutlich mit einer Vielzahl von Orchideen und Enzianen zu rechnen.

14.3 Schaffung eines Biotops für Schmetterlinge

Die Schmetterlinge zählen zu den Tiergruppen, die durch die immer stärker werdende Kultivierung und Ordnung unserer Landschaft am stärksten gefährdet sind. Größere Abbauflächen, möglichst verbunden mit ausgedehnten Haldenarealen, sind geeignet, Schmetterlingen dauerhafte Über-

lebensmöglichkeiten zu bieten. Gewisse Schwierigkeiten bestehen bei der Auswahl geeigneter Saatmischungen für die Begrünung, weil die Futterpflanzen vieler Raupen nicht genau genug bekannt sind. Es können deshalb durchaus handelsübliche Wildrasenmischungen gewählt werden, die jedoch Beimischungen von trockenheitsbeständigen Kräutern haben sollten.

Die wesentlichen *gestalterischen* Merkmale sind:

- Nach Süden gerichtete Flächen, die sich schnell erwärmen (eventuell Windschutzhecken, schützende Halden am Rand)
- Teilflächen mit lichter Bewaldung (beispielsweise Kiefern in lockerem Bestand)
- Teilflächen heideähnlich, mit einzelnen Strauchgruppen
- Blütenreiche Wiesen, teilweise mit Wildrasen-, teilweise (in feuchten tieferen Teilen) mehr mit Nutzwiesencharakter, zum Beispiel angrenzend an Halden oder an Teilflächen mit lockerer Bewaldung. Dafür ist es notwendig, größere Teilflächen ohne (oder fast ohne) Mutterbodenbedeckung zu lassen (Wildrasen), andere dicker mit Mutterboden und Abraum anzudecken (Nutzwiesen).
- An tiefen Stellen oder im Schatten von Abbauwänden oder Halden sind einige feuchte Stellen sehr wünschenswert, eventuell mit schnellwüchsigen Gehölzen (Weiden, Pappeln) zur Beschattung umzupflanzen.

Aus diesen gestalterischen Anforderungen geht recht eindeutig hervor, daß die Steinbrüche oder Trockengruben eine Mindestgröße von etwa 5 ha haben müssen. Neben diesen Anforderungen an den generellen Charakter der Fläche ist bei der Bepflanzung oder bei der Auswahl von Saatmischungen darauf zu achten, daß für die Schmetterlinge und ihre Raupen geeignete Futterpflanzen angesiedelt werden. Mit den oben genannten Einschränkungen können dafür empfohlen werden:

- Wildgräser, teilweise auch Nutzgräser
- Wiesenkräuter wie Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Gemeine Wucherblume (*Chrysanthemum leucanthemum*), Habichtskraut (*Hieracium* sp.), Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), Flockenblume (*Centaurea* sp.), Distel (*Carduus* sp.), Beifuß (*Artemisia campestris*), Hundskamille (*Anthemis* sp.), Scabiose (*Scabiosa* sp.), Labkraut (*Gaulium* sp.), Wegerich (*Plantago* sp.), Ehrenpreis (*Veronica* sp.), Taubnessel (*Lamium* sp.), Ziest (*Stachys* sp.), Gundermann (*Glechoma hederacea*), Feld-Thymian (*Thymus serpyllum*), Salbei (*Salvia* sp.), Minze (*Mentha* sp.), Borretsch (*Borago officinalis*), Gemeine Schlüsselblume (*Primula officinalis*), Bibernell (*Pimpinella* sp.), Männertreu (*Eryngium* sp.), Weidenröschen (*Epilobium* sp.), Veilchen (*Viola* sp.), Malve (*Althaea* sp.), Wolfsmilch (*Euphorbia* sp.), Wicke (*Vicia* sp.), Hornklee (*Trifolium pratense*), Schneckenklee (*Medicago* sp.), Hauheckel (*Onosma* sp.), Ginster (*Genista* sp.), Fingerkraut (*Potentilla* sp.), Mauerpfeffer (*Sedum* sp.), Rettich (*Raphanus* sp.), Kohlarten (*Brassica* sp.), Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratense*), Gänsekresse (*Arabis* sp.), Nelke (*Dianthus* sp.), Melde (*Atriplex* sp.), Ampfer (*Rumex* sp.), Brennessel (*Urtica* sp.).

Falls keine Samen von Wildpflanzen verfügbar sind, können auch Samen *leicht* gärtnerisch veränderter Zierformen genommen werden.

- Schlehendorn und Wildobst, ersatzweise winterharte Gartenformen
- Brombeeren
- Wildrosen, vor allem Hundsrose
- Sanddorn
- verschiedene Weidenarten
- Liguster
- Pappeln, Eichen, Eschen, Birken

Als Futterpflanzen für Schmetterlinge sind neben den schon genannten Arten wichtig:

- Flieder
- Schwarzer Holunder
- Sommerflieder (Buddleia; Gartenpflanze, nur für geschützte, sehr warme Standorte)
- Lavendel (verschiedene Sorten, bevorzugt an warmen Standorten).

Es kann lohnend sein, eine kleinere Teilfläche, die eine dickere Decke aus Mutterboden und Abraum haben sollte, anfänglich durch einmaliges Aufsprühen von Klärschlamm zu begrünen, weil er die Samen vieler der gewünschten Arten enthalten dürfte.

Käufliche Saatmischungen von Bienenfutterpflanzen (vgl. 14.4) enthalten viele stark duftende Blütenpflanzen. Über die Eignung dieser Mischungen für die Ernährung von Schmetterlingen liegen keine Erfahrungen vor, doch dürfte sich ein Versuch lohnen, wenn der Boden gut vorbereitet ist (Mutterboden ausreichender Dicke, leichte Startdünung).

14.4 Schaffung eines Biotops für Bienen und andere Insekten

Immer weniger Menschen in Stadt und Land halten Bienen. So ist beispielsweise in Niedersachsen von 1972 bis 1977 die Zahl der Bienenstöcke von 68 023 auf 18 844 zurückgegangen. Die biologischen Folgen des Ausfalls dieser für die Bestäubung vieler Pflanzen wichtigen Insekten sind heute noch nicht abzusehen. Sicher ist aber, daß dieser Entwicklung gegengesteuert werden sollte, beispielsweise durch Verwildernlassen einiger Bienenvölker in ausreichend großen Abbaustellen (größer als 5 ha). Folgende Herrichtungsmaßnahmen sind dafür sinnvoll:

- Einige Bienenvölker auf Dauer in wetterfesten und pflegeleichten Anlagen (zum Beispiel alte Betriebsgebäude) unter-

bringen. Für weitere Völker müssen Ansiedlungspunkte (leere Bienenkästen, andere geschützte Hohlräume) vorhanden sein.

- Das Gebiet sollte randlich mit Salweide und anderen Blütensträuchern und geeigneten Bäumen bepflanzt sein, zum Beispiel mit Berberitze, Eberesche, Geißblatt, Schwarzen Holunder, Linden, Obstbäumen, Robinien, Schlehen, Gemeinem Schneeball, Traubenkirsche, Weißdorn und Wildrosen.
- Im Zentralteil können auf mit Mutterboden und Abraum angedeckten und mit einer Startdüngung versehenen Flächen dann käufliche Saatmischungen von Bienenweidenpflanzen ausgesät werden (erhältlich beispielsweise bei Blauetikett Bornträger GmbH, vgl. Anhang 2).

Ein solches Gebiet wird in wenigen Jahren nicht nur Bienen, sondern auch vielen anderen Insekten einen geeigneten Lebensraum bieten.

14.5 Schaffung eines Biotops für Lurche

Die Lurche (Frösche, Kröten, Unken, Molche, Salamander) zählen zu den am stärksten bedrohten Tiergruppen Mitteleuropas, die vielerorts nur noch in nassen oder feuchten Abbaustellen Überlebensmöglichkeiten finden. Wasser ist vor allem als Laichplatz und für die Entwicklung der Kaulquappen lebensnotwendig. Dabei werden schnell erwärmte flache Tümpel bevorzugt. Manche Arten benötigen als erwachsene Tiere weite offene Sandflächen, andere bevorzugen mehr oder weniger stark bewachsene flache Gewässer. Daraus gehen die Hauptanforderungen hervor, die bei der Schaffung eines Biotops für Lurche beachtet werden sollten:

- Möglichst ausgedehnte Flachwasserzonen (0,1 bis 0,3 m und 0,5 bis 1,5 [bis 2 m] tief), die bei größeren Gewässern weitestgehend von tieferem Wasser getrennt sein müssen

(Fische fressen Laich und Kaulquappen, mitunter auch die erwachsenen Lurche!). Günstig sind tiefe Fahrspuren, Tümpel im Waschwasserschlamm, flache Vertiefungen der Abbaustelle bis ins Grundwasser oder zum Sammeln von Niederschlagwasser.

- Versumpfte Randbereiche schaffen, indem man beispielsweise den Abraum bis fast zur Mittelwasserlinie grob einplaniert.
- Schaffung einiger schattiger Uferpartien durch Anpflanzen von Weiden (Stecklingen) und Erlen.
- Freihaltung einiger größerer sandiger und steiniger, auch rein toniger Partien, dort auch keinen Abraum und keinen Mutterboden aufbringen.
- Uferbegrünung durch Startpflanzungen einleiten, zum Beispiel Schilfrohrstecklinge oder Ansaat anderer Wasserpflanzen oder Sumpfpflanzen (Froschlöffel, Seggen, Binsen, Rohrkolben, Schwertlilie). Die Uferbegrünung wird durch „terrassenförmig“ angelegte Böschungen begünstigt (Hineinschütten unterschiedlich großer Abraummengen vom Rand her).
- Bei sehr tiefen Gewässern lassen sich Flachwasserzonen durch Abtrennen der Ecken und teilweises Verfüllen mit Abraum bis dicht unter oder über den Wasserspiegel recht einfach herstellen. In Tongruben sollte man in den Ecken die steilen Abbauböschungen einfach zu Bruch gehen lassen. Die sich dort bildenden Klein- und Kleinsttümpel sind für viele Lurche nahezu ideale Lebensräume.

Die Aufzählung zeigt, daß sich als Biotope für Lurche bevorzugt Ton- und Mergelgruben eignen, daneben alle Sand- und Kiesgruben mit maximalen Wassertiefen von etwa 2 m (bis 5 m), gelegentlich auch Steinbrüche, deren Abbau flach unter den Grundwasserspiegel reichte.

15. Moderne Begrünungsverfahren

(Anmerkung: Für die Abfassung dieses Abschnitts wurde Prospektmaterial der Firma „S 48 Grünanlagen GmbH, Holzhausenstr. 18, 5020 Frechen 5, benutzt.) Bereits weiter oben wurde mehrfach darauf verwiesen, daß heute Verfahren zur Verfügung stehen, mit deren Hilfe auch extremste Standorte schnell und sicher wieder begrünt werden können. Beweise dafür wurden im Landschaftsbau und bei unterschiedlichsten Rekultivierungsobjekten erbracht.

Bei der Anspritzbegrünung werden die erforderlichen Materialien wie Saatgut, Startdünger, Mulchstoffe und Kleber in Wasser aufgeschäumt und auf die zu rekultivierenden Flächen aufgespritzt. Dem Saatgut können außer Gras- und Kräutersamen auch Gehölzsamen beigemischt werden. Die Gehölzsamen benötigen zum Keimen häufig längere Zeit, so daß die Entwicklung der Bäume/und Sträucher oft mit viel Geduld abgewartet werden muß. Diese Gehölze überstehen dann aber auch extreme Witterungsperioden, weil sie besonders gut verwurzelt sind.

Es ist nicht nötig, die Flächen zuvor mit Mutterboden abzudecken. Aus diesem Grunde ist das Anspritzverfahren besonders gut geeignet, auch Pionierpflanzen auszubringen und so die Entwicklung standortmäßiger natürlicher Pflanzengesellschaften zu fördern. Die Firmen, die solche Begrünungen vornehmen, verfügen über Fachleute, die bei der Auswahl des Saatgutes und der Planung der Arbeiten beraten.

Die beigefügten Kleber halten das Saatgut, die Keimlinge und Jungpflanzen auch an sehr steilen Böschungen fest und schützen sie bis zu einer ausreichenden Verwurzelung gegen Abschwemmung. Der Startdünger versorgt die Pflanzen bis

zu diesem Zeitpunkt mit den notwendigen Nährstoffen, während das Mulchmaterial einen gewissen Schutz vor Austrocknung bietet.

Wegen der hohen „Fixkosten“ (An- und Abfahrt, Gerätekosten etc.) ist die Anspritzbegrünung in der Regel nur für große Flächen geeignet. Sie erfordert außerdem eine gute Zuwegung zu den zu bearbeitenden Flächen, denn die Spritzfahrzeuge haben Gesamtgewichte zwischen 6 t und 20 t. Die Spritzkanone hat eine Wurfweite von circa 30 m, an Böschungen eine Wurfhöhe von maximal 25 m. Über Schlauchleitungen können vom Tankfahrzeug aus Entfernnungen von 50 m bis 100 m überbrückt werden. Bei ungünstiger Zuwegung steigen die Kosten wegen mehrfachen Umsetzens der Fahrzeuge, längerer Schlauchleitungen etc. schnell an.

Eine sorgfältige Planung und Vorbereitung dieser Arbeiten zahlt sich also in jedem Falle aus. Nach allen Erfahrungen hat die Anspritzbegrünung bei der Begrünung großer Flächen und extremer Standorte (Steinbruchwände, sehr steile Halden) deutliche Kostenvorteile.

16. Erhaltung geologischer Naturdenkmale in Abbaustätten

Geologie, Paläontologie und Mineralogie sind für ihre Forschungen auf künstliche Aufschlüsse der Gesteine angewiesen. Nicht selten sind solche Aufschlüsse auch für die internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit als Belegpunkte für die Festlegung geologischer Grenzen, für die Dokumentation einer speziellen Gesteinsausbildung wichtiger Schichtfolgen oder als Mineral- sowie Fossilfundpunkt langfristig erhaltenswert. Herkömmliche Formen der Rekultivierung zerstören fast immer die wichtigen Aufschlußteile durch Zuschüttung oder Begrünung, so daß Forschungsarbeiten dort nicht mehr oder nur unter wesentlich höheren Kosten (Freilegung der Wand!) möglich sind.

Es ist deshalb notwendig, wichtige Aufschlüsse durch eine geschickte Anpassung der Wiederherrichtungsarbeiten an dieses spezielle Schutzziel zu erhalten. Ziel muß stets die Freihaltung eines möglichst standsicheren Wandabschnitts sein, in dem die wichtigen Teile der Schichtfolge langfristig der Beobachtung zugänglich bleiben. Besonders günstig dafür sind stets die Wandabschnitte, an denen die Schichten in den Berg hinab abtauchen.

Aber nicht jeder Aufschluß ist erhaltenswert. In der Regel können nur die Geologischen Landesämter und geowissenschaftliche Hochschulinstitute feststellen, ob ein Steinbruch oder eine Grube von überregionaler wissenschaftlicher Bedeutung ist. In Zweifelsfällen sollte man von dort eine Stellungnahme einholen.

In einzelnen Bundesländern existieren schon Karten oder Bestandsaufnahmen geowissenschaftlich bedeutsamer Lokalitäten. Vielfach wissen die betroffenen Betriebe nicht, daß sie dort erfaßt wurden. Eine Nachfrage kann vor nach-

träglichem Ärger schützen. Man sollte sich von den zuständigen Institutionen auch Vorschläge für die dauerhafte Erhaltung machen lassen, um sie in die eigenen Wiederherrichtungsplanungen einpassen zu können.

Die Steine-und-Erden-Industrie kann mit der Erhaltung wichtiger geologischer Aufschlüsse einen wesentlichen Beitrag zur geowissenschaftlichen Forschung und damit auch für den Naturschutz leisten.

17. Schriftenverzeichnis

- Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege* (1980, Hrsg.): Tagungsbericht 6/80 : Baggerseen und Naturschutz. 323 Seiten, Laufen/Salzach
- Anonym*: Surface Coal Mining Reclamation Equipment and Techniques. – US Bur. Min. Inform. Circular, 8823, 80 Seiten, Washington
- Barnard, E.* (1973): Landschaftspflegerische Gesichtspunkte bei der Rekultivierung von Kalksteinbrüchen. – Forschung und Beratung, C, H. 22 : 133-144, Hiltrup
- Barner, J.* (1978): Rekultivierung zerstörter Landschaften. – 220 Seiten, 76 Abb., 12 Tab., Stuttgart (Enke)
- Böttger, M. & Hötzl, H. & Krämer, F.* (1978): Die landschaftliche Gestaltung von Materialentnahmestellen. 2. Die Standsicherheit von Böschungen in Sand- und Kiesgruben. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 13 : 62 Seiten, Karlsruhe
- Burrows, F. J.* (1982): Root Growth of Clover on Compacted Colliery Spoil. – Minerals and the Environment, 4 : 156-158, Kew (Surrey)
- Capp, J. P. & Adams, L. M.* (1971): Reclamation of Acid Spoil with Powerplant Fly Ash. – State Geol. Surv. Kansas, Univ. Kansas, Spec. Distribution Publ., 58, 29-39, Lawrence
- Celem, H.* (1975): Erosionsminderung durch verschiedene Lebendbauweisen an einer Lößlehmböschung. – Diss. Techn. Univ. Hannover; 147 Seiten, Hannover
- Chironis, N. P.* (1982): Reedgrass Green Slurry Ponds. – Coal Age, Vol. 87 : 86-91, No. 4, Hightstown
- Darmer, G.* (1972): Landschaft und Tagebau. – 146 Seiten, Hannover (Patzer Verlag)
- Dingenthal, F. J. & Jürging, P. & Kaule, G. & Weinzierl, W.* (1985, Hrsg.): Kiesgrube und Landschaft. Handbuch über den Abbau von Sand und Kies, 2. Aufl. – 285 Seiten, Hamburg, Berlin
- Ehlers, M. O.* (1977): Der Kies- und Sandabbau an der mittleren Lahn, seine Auswirkungen auf Charakter und Nutzung einer Tallandschaft unter besonderer Berücksichtigung landwirtschaftlicher Rekultivierungsmöglichkeiten. – Dipl.-Arb. Univ. Gießen; 113 Seiten, Gießen

Fischer, A. (1979): Erste Ergebnisse von Sukzessionsuntersuchungen an der Vegetation künstlich begrünter Lößböschungen in Großumlegungsgebieten des Kaiserstuhls. – Natur und Landschaft, **54** : 227-232, Köln

Forschungsstelle für Grünland und Futterbau des Landes Nordrhein-Westfalen (1967): Mähweidemischungen. – 5 Seiten, Kleve-Kellen

German, R. (1970): Die landschaftliche Gestaltung von Materialentnahmestellen. 1. Beispiele zur geomorphologischen Wiedereingliederung von Steinbrüchen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **8** : 48 Seiten, Karlsruhe

Ghaemmaghami, M. (1972): Wirkungen einiger organischer Substanzen auf die Ertragsfähigkeit und Fruchtbarkeit eines rekultivierten Löß-Neubodens. – 125 Seiten, Diss. Univ. Bonn

Herbst, H.-V. (1973): Nutzung von Gewässern, die durch den Abbau von Steinen und Erden entstanden sind. – Forschung und Beratung, C, H. **22** : 187-200, Hiltrup

Herrmann, A. & Rauen, U. (1976): Lagerstätten, Abbau und Rekultivierung fränkischer Gipsvorkommen. – Erzmetall, **29** : 53-58, Stuttgart

Horn, A. (1969): Der Gleichgewichtszustand von Kiesgruben unter Grundwasser. Zulässiger Grenzabstand bei Baggerungen. – Wasser und Boden, **21** : 237-239, Hamburg

Hyde, R. (1971): Mined Land Reclamation. – State Geol. Surv. Kansas, Univ. Kansas, Spec. Distribution Publ., **58**, 25-28, Lawrence

Jorek, N. (1977): Biotopentwicklungsplanung am Beispiel der Rieselfelder der Stadt Münster. – Angew. Ornithol., **5**, 2 : 57-107, Wiesbaden

Kaule, G. (1983): Oberflächennaher Abbau und Landschaftsschutz. – Techn. Mitt., **76** : 333-339

Krämer, F. (1973): Landwirtschaftliche Rekultivierung von Sand- und Kiesgruben. – Forschung und Beratung, C, H. **22** : 88-104, Hiltrup

Lohmann, M. (1975): Kiesgruben-Fibel. – 48 Seiten, Bonn (Deutscher Naturschutzzring)

Lowe, S. B. (1979): Trees and Shrubs for the Improvement and Rehabilitation of Pits and Quarries in Ontario. – 71 Seiten, Toronto/Ontario (Ministry Natural Resources)

Mentges, G. (1981): Rekultivierungsplanungen. – In: Lagerstätten der Steine, Erden und Industriemineralen. Untersuchung und Bewertung (Vademecum 2) : 53-63, Weinheim etc. (Verl. Chemie)

Niemeyer, R. (1978): Hydrologische Untersuchungen an Baggerseen und Alternativen der Folgenutzung. – Mitt. Lehrstuhl landwirtsch. Wasserbau u. Kulturtechn.; Inst. Städtebau, Bodenordnung u. Kulturtechn. Univ. Bonn, **3** : 217 Seiten, Bonn

Petsch, R. G. (1981): Landschaftsplanung und Bepflanzung – Pläne – Nachfolgenutzung – Beispiele. – Vortr. Techn. Akad. Wuppertal. Unveröff. Man., 23 Seiten

Planning Open Pit Mines (1970): Proc. Symp. on the Theor. Background to the Planning of Open Pit Mines with Special Reference to Slope Stability : 388 Seiten, Cape Town and Amsterdam (Balkema)

Raulff, H. G. (1973): Kiesabbau in den Terrassen des Rheines. Besondere Erfahrungen bei der Rekultivierung von Naßbaggereien. – Forschung und Beratung, C. H. **22** : 201-218, Hiltrup

Schaarschmidt, G. & Konečný, V. (1971): Der Einfluß von Bauweisen des Lebendverbaues auf die Standsicherheit von Böschungen. – Mitt. Inst. Verkehrswasserbau, Grundbau und Bodenmechanik Techn. Hochsch. Aachen, **49** : 90 Seiten, Aachen

Schmeisky, H. (1977): Reintegration industriegeschädigter Landschaftsteile bei Hessisch-Lichtenau (Kreis Werra/Meißner) unter besonderer Berücksichtigung der Initialflora. – Mitt. Ergänzungsstudium ökolog. Umweltsicherung (Gesamthochsch. Kassel), **1** : 19-35, Witzenhausen

Schröder, R. (1973): Forstliche Rekultivierung von Sand- und Tongruben am linken Niederrhein. – Forschung und Beratung, C. H. **22** : 77-84, Hiltrup

Schwarz, U. (1980): Der Naturgarten. – 95 Seiten, Frankfurt/M. (W. Krüger Verl.)

Siebers, D. (1981): Bodenabbau. Rekultivierung und Biotopschutz. – Dipl.-Arb. Techn. Univ. Hannover : 260 Seiten, Hannover

Stein, V. (1981): Ökologische Bewertungen im Rahmen der Nutzungsplanung von Bodenschätzten. – Arb.-Material Akad. Raumforsch. Landesplanung, **46** : 73-93, Hannover

Wartner, H. (1979): Steinbrüche – vom Menschen geschaffene Lebensräume. – Dipl.-Arb. Techn. Univ. München (Landschaftsökol.), 76 Seiten, München

Weber, H. (1979): Zur Quantifizierung der Belastungsfaktoren für die natürliche Umwelt, dargestellt am Beispiel der Florenverarmung im Landkreis Osnabrück. – Natur und Landschaft, **54** : 298-302, Stuttgart

Weber, P. (1974): Verwertung hoher Müllklärschlammkompost-, Müllkompost-, Klärschlamm- und Torfgaben bei der Rekultivierung von Lößrohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. – 217 Seiten, Diss. Univ. Bonn

Wildermuth, H. (1980): Natur als Aufgabe. Leitfaden für die Naturschutzpraxis in der Gemeinde. – 2. Aufl., 298 Seiten, Basel (Schweizerischer Bund für Naturschutz)

Wildermuth, H. (1981): Lebensraum Kiesgrube. – Schweizer Naturschutz, Sonder-Nr. II/1981 : 19 Seiten, Basel

Woike, M. (1982): Kiesgruben und Naturschutz. – Rheinische Landschaften, 22 : 21-31, Neuss
(Reichhaltiges Literaturverzeichnis speziell zum Thema)

Wrobel, J.-P. (1980): Wechselbeziehungen zwischen Baggerseen und Grundwasser in gut durchlässigen Schottern. Gas + Wasser-Fachleute, Wasser-Abwasser, 121 : 165-173, München

Zundel, R. (1982): Die Begrünung der Kalihalde in Reyerhausen. – Plesse-Arch., 18 : 189-204, Bovenden

Anhang 1

Liste der Pflanzen, die nach Untersuchungen von *Wartner* (1979) in renaturierten Steinbrüchen unterschiedlicher Art gefunden wurden und für die entweder Pflanzen oder Saatgut im Handel erhältlich sind (Samenlieferanten vgl. Anhang 2)

Pflanzen für die biotopgerechte Rekultivierung von Steinbruchhalden

Sehr gut geeignete Pflanzen

Bäume

- Acer platanoides (Spitzahorn)
- Acer pseudoplatanus (Bergahorn)
- Betula pendula (Hänge-Birke)
- Fagus sylvatica (Rot-Buche)
- Picea abies (Gemeine Fichte)
- Pinus sylvestris (Wald-Kiefer)
- Populus tremula (Zitter-Pappel)
- Prunus avium (Vogel-Kirsche)
- Salix caprea (Sal-Weide)
- Sorbus aucuparia (Eberesche)

Sträucher

- Rosa canina (Hunds-Rose)
- Rubus fruticosus (Brombeere)
- Sambucus racemosa (Roter Holunder)

Gräser

- Poa nemoralis (Hain-Rispe)

Kräuter

- Artemisia vulgaris (Gemeiner Beifuß)
- Campanula rotundifolia (Rundblättr. Glockenblume)
- Chrysanthemum leucanthemum (Wiesen-Margerite)
- Fragaria vesca (Wald-Erdbeere)
- Hieracium pilosella (Kleines Habichtskraut)
- Lotus corniculatus (Gemeiner Hornklee)
- Origanum vulgare (Gemeiner Dost)
- Pastinaca sativa (Pastinak)
- Scrophularia nodosa (Knoten-Braunwurz)
- Taraxacum officinale (Gemeiner Löwenzahn)
- Tussilago farfara (Huflattich)
- Urtica dioica (Große Brennessel)
- Verbascum thapsus (Kleinblütige Königskerze)

Gut geeignete Pflanzen

Gräser

- Dactylis glomerata (Gemeines Knaulgras)
- Poa annua (Einjähriges Rispengras)

Kräuter

- Achillea millefolium (Gemeine Schafgarbe)
- Campanula patula (Wiesen-Glockenblume)
- Galium mollugo (Wiesen-Labkraut)
- Heracleum sphondylium (Gemeine Bärenklau)
- Plantago lanceolata (Spitz-Wegerich)
- Ranunculus repens (Kriechender Hahnenfuß)
- Rumex acetosa (Wiesen-Sauerampfer)
- Solidago virgaurea (Echte Goldrute)
- Silene alba (Weiße Lichtnelke)
- Trifolium medium (Mittel-Klee)
- Trifolium pratense (Rot-Klee)
- Trifolium repens (Weiß-Klee)
- Veronica officinalis (Echter Ehrenpreis)

Pflanzen für die biotopgerechte Rekultivierung von Steinbruchsohlen

Bäume

Betula pendula (Hänge-Birke)
Picea abies (Gemeine Fichte)
Pinus sylvestris (Wald-Kiefer)

Sträucher

Rubus fruticosus (Brombeere)
Sambucus racemosa (Roter Holunder)

Gräser

Dactylis glomerata (Gemeines Knaulgras)
Poa annua (Einjähriges Rispengras)
Poa nemoralis (Hain-Rispe)

Kräuter

Achillea millefolium (Gemeine Schafgarbe)
Artemisia vulgaris (Gemeiner Beifuß)
Campanula patula (Wiesen-Glockenblume)
Campanula rotundifolia (Rundblättr. Glockenblume)
Chrysanthemum leucanthemum (Wiesen-Margarite)
Fragaria vesca (Wald-Erdbeere)
Galium mollugo (Wiesen-Labkraut)
Heracleum sphondylium (Gemeine Bärenklau)
Hieracium pilosella (Kleines Habichtskraut)
Lotus corniculatus (Gemeiner Hornklee)
Origanum vulgare (Gemeiner Dost)
Pastinaca sativa (Pastinak)
Plantago lanceolata (Spitz-Wegerich)
Plantago maior (Breit-Wegerich)
Rumex acetosa (Wiesen-Sauerampfer)
Scrophularia nodosa (Knoten-Braunwurz)
Solidago virgaurea (Echte Goldrute)
Taraxacum officinale (Gemeiner Löwenzahn)
Trifolium medium (Mittel-Klee)
Trifolium pratense (Rot-Klee)
Trifolium repens (Weiß-Klee)
Tussilago farfara (Huflattich)
Veronica officinalis (Echter Ehrenpreis)

Pflanzen für die biotopgerechte Rekultivierung der felsigen Oberkante von Steinbrüchen

Bäume

- Acer platanoides (Spitzahorn)
- Acer pseudoplatanus (Bergahorn)
- Betula pendula (Hänge-Birke)
- Picea abies (Gemeine Fichte)
- Pinus sylvestris (Wald-Kiefer)
- Populus tremula (Zitter-Pappel)
- Salix caprea (Sal-Weide)

Sträucher

- Rosa canina (Hunds-Rose)
- Rubus fruticosus (Brombeere)
- Sambucus racemosa (Roter Holunder)

Gräser

- Poa nemoralis (Hain-Rispe)

Kräuter

- Achillea millefolium (Gemeine Schafgarbe)
- Artemisia vulgaris (Gemeiner Beifuß)
- Campanula patula (Wiesen-Glockenblume)
- Campanula rotundifolia (Rundblättr. Glockenblume)
- Chrysanthemum leucanthemum (Wiesen-Margarite)
- Fragaria vesca (Wald-Erdbeere)
- Hieracium pilosella (Kleines Habichtskraut)
- Origanum vulgare (Gemeiner Dost)
- Pastinaca sativa (Pastinak)
- Taraxacum officinale (Gemeiner Löwenzahn)
- Tussilago farfara (Huflattich)
- Veronica officinalis (Echter Ehrenpreis)

Anhang 2

Anschriften von Samenlieferanten (keine Vollständigkeit angestrebt, Auswahl zufällig).

Conrad Appel KG
Gehölz- und Waldsamenproduktion
Postfach 1123
6124 Beerfelden-Gammelsbach

Blauetikett Bornträger GmbH
6521 Offstein
Reichhaltiges Angebot an Samen von Wildpflanzen

Feldsaaten Freudenberg
Postfach 104
4150 Krefeld 11

HESA
Postfach 11 01 47
6100 Darmstadt

Nordwestdeutsche Futter-Saatbau-Gesellschaft
Niedersachsenstrasse 11
2800 Bremen 61

Siemer & Mettler GmbH
3120 Wittingen 1

Julius Wagner GmbH
Postfach 10 58 80
6900 Heidelberg 1

Anhang 3

Rechtliche Gesichtspunkte bei der Ausgestaltung von Folgenutzungsvereinbarungen

von Wolfgang Mack und Volker Stein

Vorbemerkung

Bei der Durchführung von Wiederherstellungsmaßnahmen, vor allem im Bereich der Fischerei- und Naturschutznutzung, bewährt sich in zunehmendem Maße die Übertragung eines Teils der durchzuführenden Maßnahmen einschließlich erforderlicher Pflegearbeiten auf Interessengruppen wie Fischerei- oder Naturschutzvereine, im Einzelfall sogar auf Einzelpersonen wie Naturwissenschaftler oder profilierte Amateurbiologen. Im folgenden können nur Hinweise gegeben werden, die als Hilfestellung für die Abfassung solcher Verträge anzusehen sind.

Alle bekanntgewordenen Beispiele entwickelten sich zur allseitigen Zufriedenheit; nicht selten wurden einzelne ehemalige Abbaustellen sogar zu Naturschutzgebieten erklärt und die vorher dort tätigen Vereine und Einzelpersonen zu Pflegebeauftragten für das Schutz-

gebiet bestellt. Trotzdem geht der Betrieb, der auf diese Weise mit fachkundigen Helfern Wiederherrichtungsarbeiten betreibt, ein gewisses Risiko ein, denn er wird dadurch nicht automatisch aus seinen Verpflichtungen entlassen. Im Falle des Scheiterns der gemeinsamen Arbeiten obliegt dem Betrieb nach dem Genehmigungsbescheid weiterhin die Pflicht zur Wiederherrichtung der Abbaustelle. Es ist deshalb zweckmäßig, die gemeinsamen Arbeiten vertraglich zu regeln und diese Vereinbarung der Genehmigungsbehörde zur Billigung vorzulegen.

Die Folgenutzungsvereinbarungen sollten immer, schon wegen der aus der Sache folgenden längerfristigen Zusammenarbeit der Beteiligten und wegen der notwendigen klaren Abgrenzung der jeweiligen Aufgaben für die einzelnen, schriftlich formuliert werden. Wegen der großen Verschiedenheit der einzelnen Abbaustellen und der jeweiligen Wiederherrichtungsarbeiten ist es aus rechtlichen Gesichtspunkten unmöglich, einen für alle Gestaltungen einheitlich brauchbaren „Mustervertrag“ vorzuformulieren. Erschwerend kommt vielfach, vor allem bei Naturschutz-Nutzungen, hinzu, daß keine reinen Pachtverträge (wie beispielsweise bei Fischweiichern), sondern Überlassungsverträge oder vertragliche Mischformen die Regel sind. Das hier gegebene Muster ist deshalb durch Formulierungen zu ergänzen, die auf die jeweiligen Besonderheiten des Einzelfalles abstellen, insofern ist der Leitfaden selbst heranzuziehen.

Allgemeine Grundsätze

- Abstimmung der geplanten Folgenutzung einschließlich des Pachtvertrages mit der (den) für Abbau und Wiederherrichtung zuständigen Genehmigungsbehörde(n). Dies ist insbesondere bei Überlassung zur Naturschutznutzung wichtig; nötigenfalls sollte der Genehmigungsbescheid ergänzt werden.
- Wichtig ist vor allem die klare Regelung und vollständige Fixierung des Vertragsgegenstandes. Es ist also besonderer Wert zu legen auf genaue und unmißverständliche Angaben über die Grundstücke oder Grundstücksteile (ggf. ergänzt durch Karten oder maßstäbliche Skizzen), den Umfang der Nutzungsmöglichkeiten, das Betretungsrecht, die Behandlung eventuell vorhandener baulicher Anlagen, Dränagen oder andere Wasserableitungen, etwaiges überlassenes Inventar, vorhandene Bepflanzung und ihre weitere Pflege etc.
- Der Zweck der Überlassung ist genau zu definieren wie „Überlassung als Gewässer für den Angelsport“, „Überlassung für Naturschutzzwecke“ eventuell noch genauer beschrieben „zur Entwicklung

eines Amphibienbiotops“ oder „eines Feuchtgebietes“ oder „eines Vogelschutzgebietes“. Bei der Festsetzung des Nutzungszieles empfiehlt sich das Festlegen räumlicher und inhaltlicher Rangfolgen der einzelnen Nutzungen, wie „zuerst Nutzung als Klärteich für abgepumptes Oberflächenwasser, später nach Füllung mit toniger Trübe Nutzung als Amphibienbiotop“.

- Nutzungskonflikte müssen durch klare Vereinbarungen so gering wie möglich gehalten werden, wobei die betrieblichen Belange stets Vorrang haben, wie genaue Festlegung der Uferanteile, an denen geangelt werden darf, oder Festlegung, daß Angelstege nicht gebaut werden dürfen, weil sie die Verankerung des Baggers am Ufer stören, oder genaue Abgrenzung zwischen Vogelschutzgebieten und Bereichen, an denen geangelt werden darf etc.
- Wichtig ist bei Pachtbeginn die Feststellung, inwieweit die Beseitigung von Mängeln und Schäden noch Sache des Verpächters ist, zum Beispiel bei Beseitigung „störenden Bewuchses“ am Ufer durch den Angelverein oder bei Entwicklung eines Amphibienbiotops die Erhaltung größerer besonner Partien am Ufer. Bei langdauernden Pachtverträgen ist auch die Feststellung der Mängel, Schäden, Minderwerte der Pachtfläche bei Pachtende wichtig und zu wessen Lasten die eventuelle Beseitigung geht. Es kann in solchen Fällen empfehlenswert sein, die wesentlichsten Passagen des Genehmigungsbescheides über die spätere Wiederherrichtung in den Pachtvertrag zu übernehmen und den Pächter auf deren Einhaltung zu verpflichten.
- Von besonderer Bedeutung ist auch eine Haftungsvereinbarung und eine eventuell notwendige Haftpflichtversicherung, insbesondere wenn Personal und Geräte des Verpächters eingesetzt werden, um bestimmte Wünsche des Pächters zu erfüllen, sofern diese nicht im Genehmigungsbescheid als Verpflichtung zur Wiederherrichtung aufgeführt sind. Der Pächter sollte den Verpächter auch ausdrücklich von allen Haftungsverpflichtungen freistellen, die sich aus dem Betreten des Betriebsgeländes einschließlich der Pachtflächen ergeben. Nötigenfalls ist darauf hinzuweisen, daß solche Pachtflächen ein erhöhtes Gefahrenrisiko bergen. Im Zweifelsfalle ist stets den Anweisungen des Verpächters oder seines (seiner) Beauftragten Folge zu leisten.

Beispiele für zu beachtende Grundsätze im Rahmen einzelner Folgenutzungen.

Zahlreiche Einzelheiten können bei Bedarf aus dem jeweiligen Kapitel des Buches unmittelbar entnommen werden.

Folgenutzung Fischerei/Angeln

Folgende Punkte können wichtig sein:

- Die Ausübung des Angelsports ist nur innerhalb des im beigelegten Lageplan markierten Uferabschnittes gestattet.
- Das Angeln hat ausschließlich vom Ufer aus zu erfolgen.
- Der Einsatz von Booten und der Bau von Angelstegen wird erlaubt/nicht erlaubt.
- Die Erstellung und Unterhaltung eines Bootssteges gem. beigelegter Zeichnung an der (genaue Ortsangabe) wird auf Kosten und Gefahr des Vereins gestattet. Der Zutritt zu diesem Bootssteg ist für Unbefugte durch eine entsprechende Absperreinrichtung und durch Hinweisschilder zu verhindern.
- Falls die betrieblichen Belange dies erfordern, hat der Verein unverzüglich nach einer schriftlichen Aufforderung durch ... den Bootssteg auf eigene Kosten und ohne das Recht auf Entschädigungsansprüche wieder abzubauen.
- Es ist gestattet, auf dem Gewässer bis zu ... Boote einschließlich Flößen zu unterhalten. Es ist dafür Sorge zu tragen, daß diese, wenn sie nicht in Benutzung sind, am Bootssteg/Ufer zusammengezogen und ordnungsgemäß festgemacht sind.
- Die Verwendung von mit Motorkraft betriebenen Wasserfahrzeugen ist untersagt/erlaubt.
- Es darf nur der (zu bestimmende) Teil des Gewässers benutzt werden.
- Ein Sicherheitsabstand von Metern vom jeweiligen Standort des Schwimmbaggers sowie von den Halteseilen ist einzuhalten.
- Wenn die betrieblichen Belange dies erfordern, ist der Bootsbetrieb nach vorheriger schriftlicher Ankündigung einzustellen. Soweit erforderlich, sind die Boote aus dem Wasser, ohne das Recht auf Entschädigungsansprüche von Seiten des Vereins, zu entfernen.
- Das Angeln ist nur Inhabern von Erlaubniskarten, die ausschließlich vom Angelverein auszustellen sind, nach den gesetzlichen Bestimmungen erlaubt.
- Das Befahren des Gewässers ist nur Inhabern solcher Erlaubnis-karten gestattet.
- Das Betreten der Werksanlage ist den Vereinsmitgliedern und den Inhabern der Erlaubnisscheine untersagt.

- Der Verein verpflichtet sich, keine Futtermittel und sonstige Stoffe dem Gewässer zuzuführen, die geeignet sind, eine nachteilige Wirkung auf die Qualität des Wassers auszuüben.
- Dem Angelverein obliegt ferner die Sauberhaltung des gepachteten Ufergeländes und damit verbunden die laufende Kontrolle auf Ablagerungen von Schutt und schädlichen Stoffen in diesem Bereich.
- Das Waschen von Fahrzeugen am Gewässer ist untersagt.

Folgenutzung Landschafts- und Naturschutz

- Dem Naturschutzverein obliegt im Einvernehmen mit dem Unternehmer, die Naturschutzflächen in ihrer Vielfalt zu erhalten, zu pflegen und vor Beeinträchtigungen zu schützen.
- Das Ablagern von Müll, Unrat oder Schutt in den Naturschutzflächen ist zu verhüten. Anfallender Müll ist vom Pächter zu beseitigen.
- Das Aufstellen von Verbotschildern, Einzäunungen oder ähnlichem ist nur nach vorheriger Absprache gestattet.

Folgenutzung Freizeit und Erholung

- Für die allgemeine Ordnung und den reibungslosen Betrieb am Badesee ist der Pächter verantwortlich.
- Die Nichtschwimmergrenze ist zu kennzeichnen und deutlich abzugrenzen.
- Der Pächter ist verpflichtet, die erforderlichen Rettungsgeräte in ausreichender Nähe der Badestelle und für jedermann griffbereit zur Verfügung zu halten. Weitere erforderliche Maßnahmen (zum Beispiel Rettungsdienstpläne etc.) hat der Pächter zu treffen.
- Der Pächter hat für eine geordnete Abstellung der Kraftfahrzeuge auf den dafür ausgewiesenen Abstellplätzen zu sorgen.
- Für Abfälle müssen am Badeplatz und an den Liegewiesen abdeckbare Sammelbehälter in ausreichender Anzahl vorhanden sein. Sie sind nach Bedarf zu entleeren.
- Der Pächter ist berechtigt, Personen, die die allgemeine Ordnung und den reibungslosen Betrieb stören, vom Badesee zu verweisen.
- Die Funktionsfähigkeit und Sauberhaltung der sanitären Einrichtungen hat der Pächter zu gewährleisten.

Entwurf einer allgemeinen Fassung eines Überlassungs-/Pacht-/Nutzungsvertrages

Der Einfachheit halber werden die Vertragsparteien im folgenden als „Verpächter“ und „Pächter“ bezeichnet. Diese Begriffe können bei Überlassungsverträgen im Naturschutzbereich durch die Begriffe „Unternehmen“ und „Verein“ gekennzeichnet werden. Dasselbe gilt für die Bezeichnung „Pachtvertrag“.

Zwischen

_____ in _____ als Verpächter,
und _____
_____ in _____ als Pächter,
wird der nachstehende Vertrag geschlossen.

§ 1 Gegenstand des Vertrages

Es werden folgende Grundstücke überlassen (in Zweifelsfällen gelten die – in der dem Vertrag als Bestandteil beigefügten – Karte eingetragenen Abgrenzungen):

Lfd. Nr.	Ge- meinde	Wirtschafts- art und Lage	Örtliche Bezeich- nung Kart.-Blatt	Größe ha ar qm Parz.	ggf. Bemer- kungen über Bestellung, Obstbäume, Sträucher, Dienst- barkeiten usw.

§ 2 Nutzungszweck

Die Verpachtung erfolgt zur ordnungsgemäßen Ausübung der jeweiligen Folgenutzung. Die Nutzung kann gegebenenfalls durch situationsbedingte Auflagen (zeitlicher, örtlicher oder sachlicher Art) beschränkt werden.

§ 3 Gewährleistung

- (1) Die Gewährleistung für Mängel richtet sich nach den gesetzlichen Vorschriften, soweit nicht in Abs. 2 bis 5 einschränkende Bestimmungen getroffen sind.

- (2) Wenn eine vom Verpächter zugesicherte Eigenschaft fehlt oder nachträglich wegfällt, so kann der Pächter daraus Rechte nur herleiten, wenn die Eigenschaft schriftlich zugesichert war.
- (3) Weicht die wirkliche Größe des Grundstücks von der in § 1 angegebenen Fläche ab, so kann die benachteiligte Partei Rechte daraus nicht herleiten.
- (4) Grunddienstbarkeiten und beschränkte persönliche Dienstbarkeiten, mit denen das verpachtete Grundstück belastet ist, muß der Pächter dulden.
- (5) Der Pächter verzichtet im übrigen auf die Haftung des Verpächters wegen Mängeln, die durch gewöhnliche Ausbesserungen beseitigt werden können.
- (6) Zeigt sich im Laufe der Pachtzeit ein Mangel oder wird die Vorsehung gegen eine nicht vorhergesehene Gefahr erforderlich, so hat der Pächter dem Verpächter unverzüglich Anzeige zu machen. Das gleiche gilt, wenn sich ein Dritter Rechte anmaßt. Unterläßt der Pächter die Anzeige, so ist er zum Ersatz des daraus entstehenden Schadens verpflichtet.

§ 4 Vertragsdauer

- (1) Der Vertrag läuft X Jahre für die Zeit vom bis zum
- (2) Das Pachtjahr läuft vom bis zum

§ 5 Pachtprice

- (1) Der Pachtprice beträgt jährlich DM, in Buchstaben: DM, und ist am zu entrichten.
- (2) Der Pachtprice ist am Wohnsitz des Verpächters oder nach dessen Anweisung zu zahlen.
- (3) Der Pächter kann gegen die Pachtpriceforderung nur mit solchen Forderungen aufrechnen,
- die der Verpächter anerkannt hat oder
 - für die der Pächter einen mindestens vorläufig vollstreckbaren Titel hat.

§ 6 Verzugsfolgen

Unpünktliche oder unvollständige Zahlung des Pachtzinses berechtigen den Verpächter, einseitig und fristlos vom Vertrag zurückzutreten

und die Pachtfläche anderweitig zu nutzen oder zu verpachten, ohne daß wegen dieser Maßnahme irgendwelche Ansprüche gegen den Verpächter gestellt werden können.

§ 7 Abgaben

Die auf dem Pachtgrundstück ruhenden öffentlichen Abgaben und Lasten trägt der Verpächter.

§ 8 Schutz-, Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen

Dem Pächter obliegen auf seine Kosten die notwendigen Schutz-, Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen unter Beachtung der für die jeweilige Nutzung geltenden Regelungen und Erfahrungen. (Hier sind ggf. notwendige Sonderregelungen aufzuführen.)

§ 9 Verbesserungen

Der Pächter darf Einrichtungen und Verbesserungen nur vornehmen, wenn der Pächter dem Verpächter vor der Vornahme schriftlich Anzeige macht und der Verpächter der Vornahme schriftlich zustimmt hat.

§ 10 Unterverpachtung

- (1) Der Pächter darf nur mit schriftlicher Erlaubnis des Verpächters die Nutzung von Pachtgrundstücken einem anderen überlassen, insbesondere Grundstücke unterverpachten.
- (2) Überläßt der Pächter die Nutzung einem anderen, so hat er ein dem anderen bei der Nutzung zur Last fallendes Verschulden zu vertreten, auch wenn der Verpächter ihm die Überlassung erlaubt hat.

§ 11 Haftung

- (1) Der Pächter haftet für alle Schäden, die durch den nach diesem Vertrag vorausgesetzten Nutzungszweck am Pachtgrundstück verursacht werden.
- (2) Der Pächter ist für alle Schadensersatzansprüche haftbar, die anlässlich der Folgenutzung oder deren Folgen von anderer Seite gegen den Verpächter als Eigentümer der Pachtgrundstücke erhoben werden sollten.

(3) Der Pächter ist verpflichtet, sich gegen solche Schäden ausreichend zu versichern. Die Versicherung ist dem Verpächter durch Übersendung einer Zweitschrift des Versicherungsscheins nachzuweisen.

§ 12 Vorzeitige Kündigung

- (1) Der Verpächter kann den Vertrag außer in den gesetzlich festgelegten Gründen kündigen,
 1. wenn der Pächter seine vertraglichen Verpflichtungen schlecht erfüllt und die gerügten Mängel innerhalb einer angemessenen schriftlich gesetzten Frist nicht abstellt,
 2. wenn ihm die Fortsetzung des Pachtverhältnisses aus einem in seiner Person oder dem Verhalten des Pächters liegenden Grunde nicht mehr zugemutet werden kann.

(2) Die Kündigung muß durch einen eingeschriebenen Brief ausgesprochen werden.

§ 13 Verjährung bei Pachtende

- (1) Die Ersatzansprüche eines Verpächters wegen Veränderungen oder Verschlechterungen verjähren in 6 Monaten.
- (2) Die Verjährung des Ersatzanspruchs des Verpächters beginnt mit dem Zeitpunkt, in dem er das Grundstück zurückerhält.

§ 14 Sonstige Vereinbarungen

- (1) Mündliche Nebenabreden haben keine Gültigkeit.
- (2) Zusätzlich vereinbaren die Parteien folgendes:
..... (zum Beispiel Sonderregelungen über Betretungsrecht, notwendige betriebliche Maßnahmen etc.).
- (3) Wenn eine Bestimmung dieses Vertrages unwirksam sein sollte, wird dadurch die Geltung des Vertrages im übrigen nicht berührt.
Es ist dann eine der unwirksamen Bestimmung dem Sinne nach möglichst nahe kommende andere Bestimmung zwischen den Vertragsparteien zu vereinbaren.

§ 15 Kosten

Jede Partei hat ein Exemplar dieses Vertrages zu erhalten. Die mit dem Abschluß des Vertrages verbundenen Kosten tragen die Parteien je zur Hälfte.

_____, den _____ 19_____

Unterschrift des Verpächters:

Unterschrift des Pächters:

VOLKER STEIN, geboren 1936, Studium der Geologie in Göttingen, seit 1963 beim Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover, Lehrbeauftragter der Technischen Universität Braunschweig, Arbeitsgebiete: Wirtschaftsgeologie der Steine, Erden und Industriemineralen; Verwertung mineralischer Abfallstoffe; Umweltschutz beim Abbau (Rekultivierung, Renaturierung).

ISBN 3-602-14117-9