

# Wie steht es um die Qualität von rekultivierten Böden?

Markus Stähli | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

**Eine Rekultivierung so auszuführen, dass sich wieder ein fruchtbarer Boden entwickeln kann, ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Letzten Sommer wurden einige Rekultivierungen von früheren Kiesabbauflächen untersucht, bewertet und anhand von Referenzstandorten mit dem mutmasslichen Ausgangszustand verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kiesbranche heute weitgehend fachgerecht arbeitet. Jedoch konnte bei fast der Hälfte der Standorte das ursprüngliche Ertragspotenzial des Bodens nicht mehr hergestellt werden. Mängel waren hauptsächlich in der Zusammensetzung und Verarbeitung des Unterbodens festzustellen. Dort liegt demzufolge auch das grösste Verbesserungspotenzial.**

Im Kanton Aargau werden jedes Jahr etwa zwei Millionen Kubikmeter Kies abgebaut. Ein Grossteil der Kiesgruben liegt in Landwirtschaftsgebieten. Nach dem Kiesabbau werden die Gruben wieder mit Aushubmaterial aufgefüllt und mehrheitlich für die landwirtschaftliche Nutzung rekultiviert. Dazu ist es nötig, die ursprünglich vorhandenen Bodenhorizonte wieder aufzutragen, namentlich den Unterboden (auch «Stockerde» genannt) und den Oberboden oder «Humus».

## Kontrolle von Rekultivierungen

Natürlich gewachsene Böden haben sich über Jahrhunderte durch die Verwitterung von Gesteinen und die Aktivität der Bodenlebewesen gebildet. Einen landwirtschaftlich nutzbaren Boden wiederherzustellen ist keine einfache Aufgabe. Die Bodenhorizonte müssen in genügender Mächtigkeit aufgetragen werden und es gilt, Schäden durch Bodenverdichtung zu vermeiden.

Eine fachgerechte Rekultivierung ist entscheidend, damit der Landwirt nach dem Kiesabbau wieder ertragreiches Land zurückerhält. Ausserdem verlangt das Umweltschutzgesetz, dass die Bodenfruchtbarkeit bei Rekultivierungen nicht langfristig beeinträchtigt werden darf.

Die Abteilung für Umwelt (AfU) liess im Jahr 2011 eine Erfolgskontrolle über die Qualität der Rekultivierungen von Kiesabbaugeschieden durchführen. Dabei hat man den Bodenzustand von elf Standorten untersucht, welche vor etwa vier bis fünf Jahren rekultiviert wurden. Entscheidend war dabei der Vergleich mit dem Ausgangszustand, das heisst mit der natürlichen Bodenqualität am Standort, wie sie vor dem Kiesabbau vorlag. Ziel der Untersuchung war einerseits, eine generelle Zustandserhebung über die Qualität von Rekultivierungen zu erhalten. Andererseits sollte überprüft werden, ob sich die Anstrengungen der Kiesbranche in den letzten Jahren heute auszahlen. So hat etwa der Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB) im Jahr 2001 eine eigene Rekultivierungsrichtlinie herausgegeben. Weiter wird bei den meisten Kiesgruben eine bodenkundliche Baubegleitung beigezogen und die Unternehmen schulen ihre Mitarbeitenden in bodenschonenden Rekultivierungstechniken.

## Bodenkundliche Bodenaufnahme

An den Untersuchungsstandorten wurden mittels Spatenproben sowie Handsondierungen mit dem Pürck-

## Kleine Bodenkunde

Der Boden ist der oberste, belebte Teil der Erdkruste. Nach unten wird der Boden von festem oder lockerem Gestein begrenzt, nach oben meist durch eine Vegetationsdecke. In der Bodenkunde wird der Boden in verschiedene Horizonte eingeteilt. **Bodenhorizonte** sind Bereiche, die einheitlich ähnliche Merkmale und Eigenschaften besitzen und sich von darüberliegenden oder darunterliegenden Bereichen unterscheiden. Als **Oberboden** (oder «Humus») wird der stark durchwurzelte Bodenhorizont der obersten 20 bis 30 Zentimeter bezeichnet. Der Oberboden ist reich an organischer Substanz und deshalb dunkel gefärbt. Als **Unterboden** wird die darunterliegende, verwitterte Bodenschicht bezeichnet. Der Anteil an organischer Substanz ist verglichen mit dem Oberboden geringer. Der Unterboden ist jedoch für die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen und Wasser bedeutend. In der Schweiz ist der Unterboden in der Regel bräunlich bis rötlich gefärbt.

hauerbohrer die wichtigsten Bodenmerkmale erhoben:

- Mächtigkeit von Ober- und Unterboden
- Anzeichen von Bodenverdichtungen und -vernässungen
- Skelettanteil (Anteil Steine > zwei Millimeter)
- Form des Bodengefüges
- Bodenart (Körnung der Feinerde)

Bei der Spatenprobe wird ein Spaten mit einem scharfen, flachen Blatt ganz senkrecht in den Boden gedrückt. Bereits aus dem Widerstand beim Eindrücken heraus lassen sich

erste Rückschlüsse auf den Boden-zustand gewinnen. Das abgestochene Material gibt Auskunft über das Bodengefüge. Der Pürckhauerbohrer wird mit einem Hammer in den Boden geschlagen, mithilfe des Griffes im Boden gedreht und unter ständigem Drehen langsam wieder herausgezogen. Das in der Bohrnut enthaltene Bohrgut gibt die Horizontabfolge des Bodens wieder.

Neben den Feldaufnahmen befragte man die Landwirte, welche die beprobten Flächen bewirtschaften, nach ihrer Beurteilung der Bodenqualität. Schliesslich erfolgte ein Vergleich mit dem Ausgangszustand, das heisst mit dem natürlich gewachsenen Boden am Standort. Dazu wurden vorhandene Bodenaufnahmen ausgewertet, welche vor dem Kiesabbau durchgeführt wurden. Falls keine Aufnahmen vorlagen, wurde eine Referenzfläche in unmittelbarer Nähe der Rekultivierung untersucht.

Um die Bodenqualität ausdrücken und anschaulich darstellen zu können, wurde das Mass der sogenannten Bodenpunktzahl gewählt. Die Qualität der Rekultivierung ergibt sich aus dem Vergleich zwischen der Bodenpunktzahl der Rekultivierung und derjenigen der Referenzfläche.

### **Mängel vorwiegend beim Umgang mit Unterboden**

Das Positive vorweg: Alle untersuchten Rekultivierungen weisen einen fachgerechten Schichtaufbau mit Ober- und Unterboden auf. Die Resultate lassen vermuten, dass weitgehend fachgerecht gearbeitet wird. Dennoch können nicht alle rekultivierten Böden als einwandfrei bezeichnet werden.

Der Vergleich der Bodenpunktzahlen zeigt, dass in sechs von elf Fällen die rekultivierten Böden ungefähr gleich fruchtbar oder sogar fruchtbarer sind als ihre Referenzflächen, während in fünf Fällen die Bodenqualität sank.

Mängel entstanden meist aus folgenden zwei Gründen: Einerseits war der Unterboden stellenweise verdichtet, was lokal zu Staunässe führte. Dadurch wird die Bewirtschaftung zum Teil erheblich erschwert und die angebauten Kulturen wiesen unregelmässige Bestände auf. Diese Staunässe tritt oft erst nach einigen Jahren als Folge von Setzungen auf und lässt sich nachträglich mit Drainagen meist nur oberflächlich beheben. Andererseits wurde in einigen wenigen Fällen der Unterboden in ungenügender Schichthöhe aufgetragen oder der Unterboden wurde mit unverwertetem mineralischem Ausgangsmaterial vermischt.

Anhand der Resultate wird ersichtlich, dass ein Boden mit einer hohen Bodenpunktzahl nur sehr schwierig wieder in seiner ursprünglichen Qualität herzustellen ist. Umgekehrt konnten bei einzelnen Standorten Böden aufgewertet werden, welche im Ausgangszustand wenig mächtig waren oder einen hohen Steingehalt aufwiesen. Voraussetzung dazu war allerdings, dass hochwertiges Bodenmaterial von einem externen Standort zugeführt wurde.

### **Fortschritte sind sichtbar**

Die Ergebnisse bestätigen die Vermutung, dass sich die Qualität von Rekultivierungen in den letzten Jahren im Allgemeinen verbesserte. Es wird durchaus anerkannt, dass sich die Anstrengungen der Kiesbranche im Bereich Bodenschutz auszuzahlen beginnen. Dennoch waren teilweise unbefriedigende Resultate festzustellen. Es zeigt sich einmal mehr, dass nur mit grosser Sorgfalt bei allen Arbeitsschritten ein guter Rekultivierungserfolg zu erzielen ist. Dies betrifft die gesamte Arbeitskette vom Bodenabtrag über die Zwischenlagerung und die eigentlichen Rekultivierungsarbeiten bis zu einer angepassten Folgebewirtschaftung durch den Landwirt.



Foto: AfU

Die Spatenprobe erlaubt einen Einblick in die obersten Bodenschichten.

Dieser Artikel entstand in Zusammenarbeit mit Adalbert Pazeller, Ingenieurbüro für Agrarökologie, Richterswil. Herr Pazeller führte auch sämtliche Untersuchungen durch, welche diesem Artikel zugrunde liegen.

**Fachgerechte Rekultivierungstechnik**

Wer einen neuen Boden so anlegen möchte, dass die standorttypische Bodenfruchtbarkeit wiederhergestellt wird, sieht sich vor verschiedene Herausforderungen gestellt. Nur mit grosser Sorgfalt bei sämtlichen Arbeitsschritten lässt sich ein guter Rekultivierungserfolg erzielen. Entscheidend sind neben anderen folgende Massnahmen:

**Bodenumlagerungen**

Zunächst gilt es, geeignetes Bodenmaterial auszuwählen. Meist wird der Ober- und Unterboden vor dem Kiesabbau in Depots zwischengelagert. Oder man verwendet direkt Material, welches gleichzeitig auf einer anderen Fläche anfällt, beispielsweise auf der nächsten Abbauetappe (Direktumlagerung).

**Arbeiten nur bei trockenen Verhältnissen**

Das Bodenmaterial muss bei den Umlagerungen genügend abgetrocknet sein, damit es nicht zu Verdichtungsschäden kommt.

**Auswahl von geeigneten Baumaschinen**

Ebenfalls um Verdichtungen zu vermeiden, darf der Boden – vor allem der Unterboden – nicht mit zu schweren Maschinen befahren werden. Entscheidend ist dabei die sogenannte Flächenpressung, das heisst die Kraft, die pro Flächeneinheit auf den Boden wirkt. Wenn das Bodenmaterial beim Abtrag oder beim Auftrag befahren werden muss, kommen daher nur Raupenfahrzeuge (zum Beispiel Raupenbagger oder -traxe) infrage.

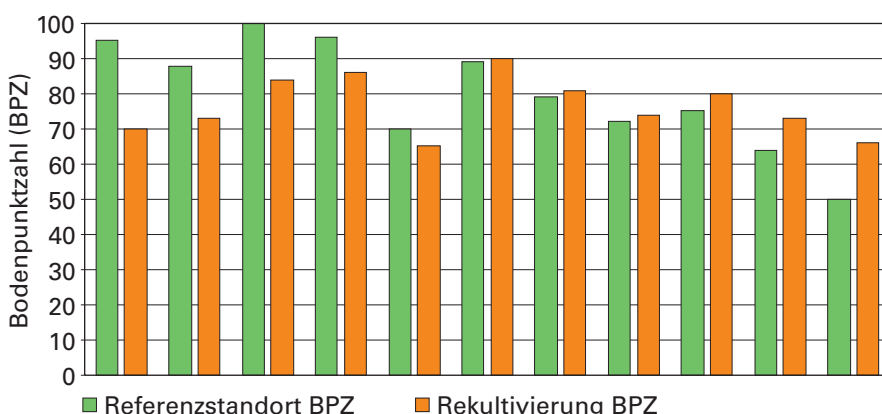
**Entwässerung**

Durch Grubenauffüllungen kann deutlich weniger Wasser versickern als durch die Kiesschicht, welche vor dem Abbau vorhanden war. Um spätere Staunässe im Boden zu vermeiden, muss vorgängig die Entwässerung der Flächen geplant werden. Die Rekultivierungsflächen sind so zu gestalten, dass sie eine Neigung von mindestens zwei bis vier Prozent aufweisen. Zudem sollte das Auffüllmaterial kurz vor dem Auftrag des Unterbodens aufgerissen werden, damit das anfallende Wasser besser einsickern kann. Weiter empfiehlt es sich, vor dem Bodenauftrag künstliche Entwässerungshilfen einzubauen, beispielsweise Sickerstränge.

**Folgebewirtschaftung**

Neben der Rekultivierungstechnik ist auch eine angepasste Bewirtschaftung durch den Landwirt entscheidend. Frisch angelegte Böden sind empfindlich auf Verdichtungsschäden. Es braucht einige Jahre, bis sich wieder eine stabile Bodenstruktur entwickelt. Daher dürfen solche Flächen während drei Jahren nur als Wiesland genutzt werden. Erst dann ist wieder eine ackerbauliche Nutzung oder eine Beweidung möglich.

**Bodenpunktzahlen der Rekultivierungen und der dazugehörigen Referenzstandorte**



Die Grafik zeigt, dass ein Boden mit einer hohen Bodenpunktzahl nur sehr schwierig wieder in seiner ursprünglichen Qualität herzustellen ist. Umgekehrt konnten bei einzelnen Standorten durch die Rekultivierung Böden aufgewertet werden.

Quelle: A. Pazeller

**Bodenpunktzahl**

Besonders in der Landwirtschaft ist die Bodenpunktzahl ein etabliertes Mass für die Bewertung eines Bodens. Der Wert wird aufgrund von festgelegten Kriterien anhand der Bodenaufnahme bestimmt. Berücksichtigt werden die wesentlichen Bodeneigenschaften, namentlich die durchwurzelbare Profiltiefe, Einfluss von Grund- und Stauwasser, der Skelettanteil (Anteil Steine > zwei Millimeter) und der Säuregrad. Weiter fliessen die Hangneigung und die Klimazone des Standortes in die Bewertung mit ein. Bei Gebieten mit über 80 Bodenpunkten (von maximal 100) handelt es sich um sehr gute Fruchtfolgeböden. Sie erlauben vielfältige Anbaumöglichkeiten.



Foto: AfU

*Bodenauftrag mit einem Raupenbagger: Seine grosse Auflagefläche belastet den Boden nicht unnötig. Dennoch sind trockene Bodenverhältnisse eine Voraussetzung für das Befahren des Bodens.*



Foto: AfU

*Vor dem Auftrag des Unterbodens wird ein Sickerstrang verlegt. Dieser ermöglicht später das Abfliessen des anfallenden Wassers.*