

## EMPFEHLUNG RECOMMANDATION EMPFEHLUNG RECOMMANDATION EMPFEHLUNG Nachhaltiges Bauen Construction durable Nachhaltiges Bauen Construction durable Nachhaltiges Bauen Construction durable Nachhaltiges

### Bodenschutz auf der Baustelle *Protection du sol sur les chantiers*

# 2000/4

#### Wussten Sie schon...

...dass ein einmal verdichteter Boden nur mit sehr grossem Aufwand wieder einigermaßen saniert werden kann?

#### Lebensgrundlage Boden

Der Boden bildet unsere Lebensgrundlage und ist Lebensraum für eine unermessliche Fülle von Bodenorganismen. Durch einen nachhaltigen Umgang mit dem kostbaren Gut beim Bauen tragen wir dazu bei, die vielfältigen Bodenfunktionen zu erhalten.

#### Bodenaufbau

Der **Oberboden** A-Horizont genannt, ist reich an organischem Material und dadurch meist dunkel gefärbt. Der **Unterboden** oder B-Horizont aus verwittertem Ausgangsmaterial zeichnet sich durch eine geringere biologische Aktivität und auch durch hellere Farbtöne aus. Das unbelebte **mineralische Ausgangsmaterial**, auch C-Horizont genannt, besteht aus Fels oder aus tonigen, sandigen oder kiesigen Ablagerungen.

#### Pflanzendecke

Eine geschlossene Pflanzendecke schützt den Boden vor Verschlammung und Erosion, indem sie mit ihren Blättern die Wucht der Regentropfen wie ein Schutzschild bremst.

- Pflanzen verdunsten bei warmer Witterung bis zu 5 Liter Wasser pro m<sup>2</sup> und Tag
- Pflanzenwurzeln wirken als stabilisierende Armierung, machen den Boden tragfähig und fördern seine Restrukturierung.
- Eine geschlossenen Pflanzendecke verhindert zudem die Auswaschung von Nährstoffen und die Belastung der Gewässer.



#### Saviez-vous que...

... que l'assainissement d'un sol une fois tassé est très coûteux et qu'il ne peut jamais restituer la qualité originale du sol?

#### Le sol, base de la vie

Le sol représente notre base de la vie. De là, il forme l'espace vital d'une multitude de microorganismes. En traitant sur vos chantiers avec précaution ce bien précieux, nous pouvons contribuer au maintien de ses multiples fonctions vitales.

#### Structure du sol

La **couche supérieure**, ou horizon A, est pleine de vie et riche en matières organiques qui lui donnent une couleur plus ou moins foncée. Le **sous-sol**, ou horizon B, est essentiellement constitué de produits de désagrégation; il est moins fourni en organismes vivants, et généralement plus clair. Les **matériaux minéraux**, appelés horizon C, sont constitués d'argile, de sable, de gravier ou de cailloux.

#### Couvert végétal

- Une couverture végétale dense protège le sol de l'encroûtement et de l'érosion, grâce à l'interception de la pluie par le feuillage.
- Par temps chaud, les plantes évaporent 5 l d'eau par m<sup>2</sup> et par jour.
  - Les racines des plantes arment le sol, le rendent plus porteur et le restrestructure.
  - Un couvert végétal intacte prévient le ruissellement des éléments fertilisants et la pollution des eaux.

## Befahrbarkeit

Auf trockenem Boden sinkt selbst ein vollbeladener Dumper kaum ein, weil sich der Boden in diesem Zustand nicht mehr verformen lässt (1). Beim Befahren von feuchtem Boden wird dieser plastisch verformt. Die Struktur wird zerstört, der Porenraum verdichtet (2).

## Verdichtung

Gesunder Ober- oder Unterboden besteht zu über fünfzig Prozent aus Porenraum, durch welcher das Regenwasser ungehindert versickert und Pflanzenwurzeln bis in grosse Tiefen vordringen. In verdichtetem Boden fehlen diese Hohlräume; die Bodenstruktur ist zerstört, das Bodenmaterial verknetet und verdichtet.

## Bodendruck (3)

Je schwerer eine Maschine ist, um so tiefer schädigt sie den Boden. Erst wenn die Flächenpressung (Bodendruck) unter 0,3 bar gesenkt werden kann, ist in normal empfindlichen Böden eine schädliche Verdichtung vermeidbar

## Bodenfeuchte (4)

Auf allen grösseren Baustellen ist heute das Tensiometer zur Messung der Bodenfeuchtigkeit im Einsatz. Je höher die Saugspannung im Boden, um so besser ist seine Befahrbarkeit. Die Saugspannung wird in Centibar (Cb) gemessen.

Für die beiden in Abb. 5/6 dargestellten Schürfkübelraupen ergeben sich bei normal empfindlichen Böden folgende zulässige Saugspannung:

SR 85	30 t	27 Cb (5)
SR 2000	39 t	44 Cb (6)

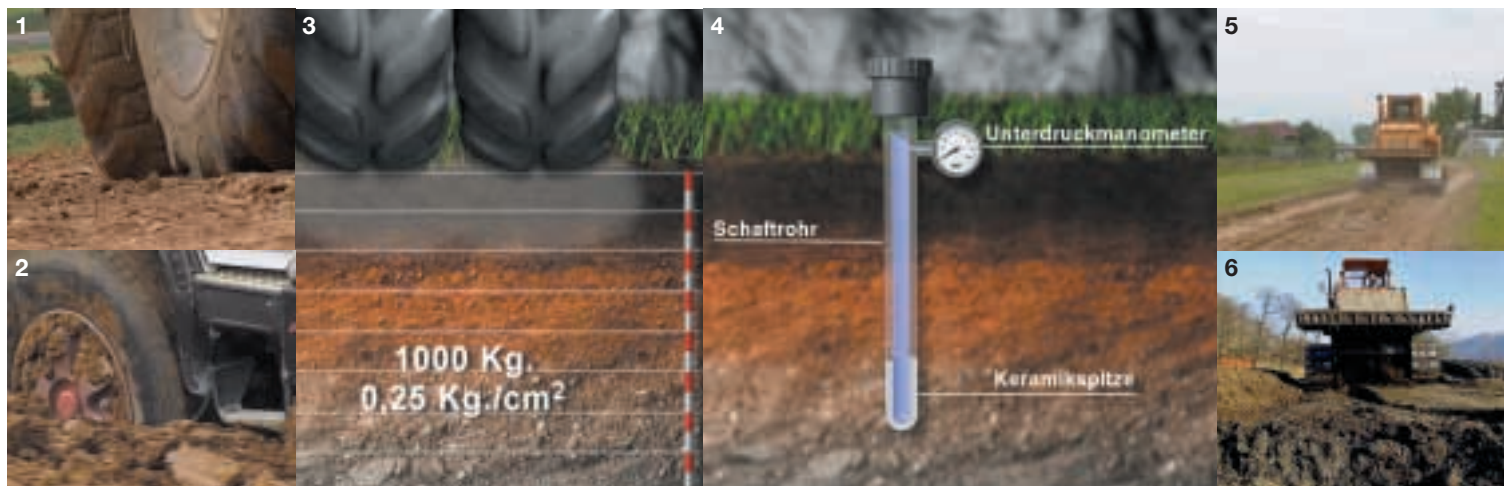
Wird die zulässige Saugspannung nicht eingehalten, so können schwere Maschinen Schadverdichtungen verursachen.

## Maschinenauswahl (5,6)

Es sollen die leichtesten Maschinen eingesetzt werden, denn es ist in erster Linie das hohe Gewicht, welches Schadverdichtungen verursacht. Die Gewichtsverteilung über beide Raupen oder Breitbereifung ist erfahrungsgemäss bei Maschinen mit über 30 Tonnen Gesamtgewicht sehr schwierig

## Abhumusieren

Die Fläche des Eingriffes klein halten, also nie unnötig abhumusieren! Es ist kaum zu vermeiden, dass bei Bauarbeiten unnötig herumgefahren wird. Mit dem Belassen der Oberbodenschicht und der darauf wachsenden Pflanzendecke ist er aber immerhin geschützt.



## Fahrpisten (7)

Temporäre Kiespisten können in der Regel auf den trockenen Wiesenbestand geschüttet werden. Zwar beginnt das Gras bei längerer Bedeckung zu faulen, es bildet aber eine gute Trennschicht für den Rückbau. Mobile Pisten können je nach Beanspruchung aus Holz (sogenannte Baggermatrasen), aus armierten Betonplatten oder aus leichten Verbundplatten angelegt werden. Mit dem Verlegen einer mobilen Piste auf dem Grasbestand wird der Boden optimal geschützt. Grasnarbe mit dem Wurzelwerk und Oberboden dienen als Schutz- und Tragschicht und vermindern die Druckübertragung in die Tiefe.

## Zwischenlagerung

Ausgehobener Ober- oder Unterboden müssen bis zur Wiederherstellung des Geländes getrennt und korrekt gelagert werden. Die Schütthöhen sind begrenzt, der Flächenbedarf muss bereits in der Projektphase sauber ermittelt werden. Die Schüttung erfolgt nur bei trockenem Boden und die Depots dürfen beim Schütten nicht befahren werden. Durch Begrünung wird das Bodenmaterial geschützt und biologisch aktiv gehalten.

## Wiederherstellung (8)

Direkter Bodenaufbau im Streifenverfahren mit dem Bagger hat den Vorteil, dass nur die Fläche im Aktionsbereich der Maschinen freigelegt wird. Die unberührte Fläche ist geschützt und trocknet rascher ab.

Frisch geschütteter Boden wird sofort begrünt.

## Schadensbehebung (9)

Der Abbruchlockerer kann verdichtete Flächen zwar beschränkt sanieren, doch seine Leistung sinkt mit zunehmend verdichtetem Boden und sein Einsatz kann pro Hektare leicht Fr. 5'000.- kosten. Für die nachfolgende Stabilisierung des überlockerten Bodens ist eine mehrjährige sorgfältige Folgebewirtschaftung (Stabilisierungsphase) notwendig. Herkömmliche Tieflockerungen nach dem Aufbruchprinzip (Grubber, Chisel, Wippscharlockerer, Petzenkircher-Pflug, Aufreisser) bringen bei den in der Tiefe normalerweise feuchten Böden nicht die gewünschte Wirkung. Sie können sogar schaden.



## Viabilité

Un sol bien ressuyé est portant. Même un dumper lourdement chargé peut circuler sans s'enfoncer. Le sol résiste grâce à l'élasticité de sa structure (1).

Si l'on roule sur un sol détrempe, on détruit la structure et on réduit la porosité. Le sol devient compact (2)

## Compaction

Un sol sain (couche supérieure et sous-sol) est constitué pour moitié de pores dans lesquels l'eau et l'air peuvent circuler. L'eau s'infiltré aisément et les racines ont la possibilité de se développer en profondeur.

Un sol compacté n'a plus une bonne porosité. Il perd sa structure, et les agrégats prennent une consistance pâteuse et compacte.

## Pression du sol (3)

Plus une machine est lourde, plus elle risque d'abîmer le sol. Un sol normalement sensible ne subit plus de compaction persistante lorsque la pression des machines sur le sol est inférieure à 0,3 bar.

## Etat d'humidité du sol (4)

Sur les chantiers importants, on utilise généralement des **tensiomètres** pour déterminer l'état d'humidité du sol. Plus la force de succion est élevée, plus la résistance à la pression l'est également. La force de succion est mesurée en centibars (cb).

Les deux dumpers présentés aux figures 5/6 exigent une force de succion minimum de:

SR85	30 t	27 Cb (5)
SR2000	39 t	44 Cb (6)

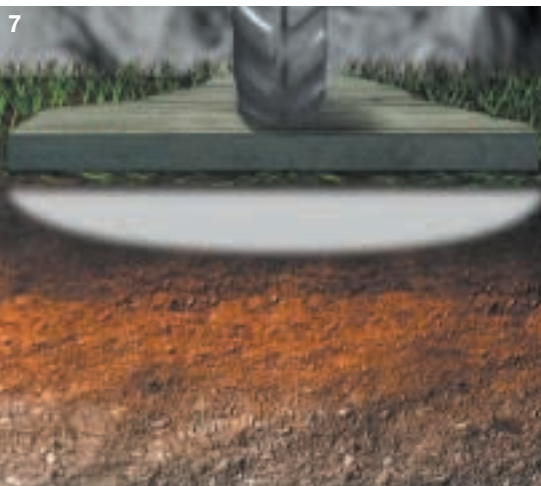
Le non-respect de ces normes peut entraîner des compactations persistantes qui s'aggravent avec l'augmentation du poids des machines.

## Choix des machines (5,6)

Il faut toujours utiliser les machines les plus légères, car le poids total est le principal facteur de compaction. Des pneus plus larges ou des chenilles répartissent mieux la pression, mais en dessus de 30 tonnes l'expérience pratique montre que la répartition n'est quasi pas possible.

## Décapages

Limiter le plus possible la surface des emprises, ne pas décapier inutilement! Sur les chantiers, il est quasi impossible d'éviter les déplacements superflus. En laissant en place le gazon et la couche supérieure, on protège le sol.



## Pistes (7)

Généralement il vaut mieux épandre le gravier d'une piste de transport directement sur le pré ressuyé. L'herbe pourrira, mais ce tapis organique formera une couche intermédiaire qui facilitera ensuite la reprise du gravier. Pour répartir la pression, on peut aussi mettre en place des pistes mobiles en rondins, en plaques de béton armé ou en panneaux légers. Le mieux est de les placer directement sur l'herbe: le gazon, les racines et l'horizon supérieur forment une couche portante qui protège les parties profondes du sol.

## Entreposage

Il convient d'entreposer correctement et séparément la couche supérieure du sol et le sous-sol jusqu'à la remise en état du terrain. Les tas ne doivent

pas être trop hauts, la planification doit prévoir assez de place pour un entreposage convenable des divers matériaux terreux. Ceux-ci doivent être bien ressuyés avant leur mise en tas et il faut absolument éviter de rouler dessus. On ensemcera immédiatement les tas pour les protéger et maintenir une bonne activité biologique.

## Reconstitution (8)

Les reconstitutions de sol par tranches et par étapes sont la technique la plus adaptée pour éviter les dégâts dus aux intempéries. On ne découvre que la surface à portée de la pelle mécanique. Le sol situé au-delà reste protégé par sa couverture végétale, et l'on ne roule pas sur les surfaces déjà terrassées. Le sol reconstitué est immédiatement engazonné.

## Réparation des dégâts (9)

La bêcheuse permet certes d'ameublir profondément des sols compactés. Mais quand le sol est fortement tassé, cette opération d'assainissement coûte facilement fr. 5'000.- à l'hectare. Pour stabiliser le sol ainsi ameubli, il faut ensuite pratiquer une exploitation adaptée durant des années.

Le sous-solage par éclatement obtenu avec des chisels, cultivateurs et autres instruments similaires ne crée pas l'effet désiré lorsque les sols sont humides en profondeur, il cause même des dégâts supplémentaires.

## Empfehlungen KBOB / IPB für ProjektleiterInnen und Planende

Bei Planung, Ausschreibung und Ausführung sind für Erdarbeiten folgende Punkte zu beachten:

- Fläche des Eingriffs klein halten.
- Wetterrisiko mit angepassten Arbeitstranchen mindern.
- Bodendepots trocken schütten, nicht befahren, begrünen.
- Bodenverdichtung vermeiden.
- Erhalten einer geschlossenen Pflanzendecke.
- Nur trockenen Boden befahren.
- Die leichtere Maschine einsetzen.
- Befahrbarkeit des Bodens prüfen.
- Boden nicht nass abtragen.

## Recommandations KBOB / IPB pour chefs de projet et concepteurs

Lors de l'étude, de la soumission et de l'exécution des travaux de terrassement, les points suivants sont à observer:

- *Limiter la surface des emprises.*
- *Organiser le chantier en fonction des risques météorologiques.*
- *Matériaux terreux: les entreposer ressuyés, ne pas rouler dessus, ensemercer les tas.*
- *Prévenir les compactages.*
- *Maintenir une bonne couverture végétale pour prévenir l'érosion.*
- *Rouler sur des sol bien ressuyés.*
- *Utiliser la machine la plus légère.*
- *Contrôler l'état du sol avant une intervention.*
- *Ne pas manipuler les sols gorgés d'eau.*

## Weitere Informationen, Verfasser\*:

KBOB	Fachgruppe Nachhaltiges Bauen	
	ASTRA Alain Cuche*	031/322 94 45
	BAV Rolf Schmid	031/322 57 35
	BBL Reinhard Friedli* Leitung	031/322 82 08
	BBL PM Jean Pierre Rosat*	031/322 81 94
	BBL HT Ernst Ursenbacher	031/322 82 33
	BFE Martin Stettler	031/322 55 53
	BUWAL Christoph Rentsch	031/322 93 64
	ETH-Rat Michael Quetting	01/632 70 84
	SBB Fredi Vögeli	0512/20 27 59
	VBS BAB Renato Petruzzi	031/324 78 29
	VBS GST Urs Büschlen	031/323 76 09

IPB	UBS Walter Allenspach	01/236 44 31
BUWAL	Sektion Boden und allgemeine Biologie Jean-Pierre Clément*	031/322 68 67

Kantonale Strassenbauämter und Umweltfachstellen

## Publikationen

- BUWAL Video «Bodenschutz auf der Baustelle» und Leporello 1999  
Handbuch «Bodenschutz beim Bauen» 1996  
Dokumentationsdienst BUWAL, 3003 Bern
- Schweiz. Normen «Erdbau, Boden» SN 640 581a  
SB 640 582 und SN 640 583, VSS 8008 Zürich
- pusch Bodenchutz in der Gemeinde: 9 Aktionsfelder,  
2000, Praktischer Umweltschutz Schweiz, Postfach 211, 8024 Zürich

**Herausgeber:** KBOB/IPB c/o Bundesamt für Bauten und Logistik, Holzikofenweg 36, 3003 Bern  
Internet: <http://www.admin.ch/bbl> (ab Juni)

## Plus d'informations, auteurs\*:

KBOB	Groupe Construction durable	
	CFF Fredi Vögeli	0512/20 27 59
	DDPS OFMAC Renato Petruzzi	031/324 78 29
	DDPS EMG Urs Büschlen	031/323 76 09
	EPF Michael Quetting	01/632 70 84
	OFCL Reinhard Friedli* présidence	
		031/322 82 08
	OFCL PM Jean Pierre Rosat*	031/322 81 94
	OFCL HT Ernst Ursenbacher	031/322 82 33
	OFE Martin Stettler	031/322 55 53
	OFEFP Christoph Rentsch	031/322 93 64
	OFROU Alain Cuche*	031/322 94 45
	OFT Rolf Schmid	031/342 57 35

IPB	UBS Walter Allenspach	01/236 44 31
OFEFP	Section sol et biologie générale Jean-Pierre Clément*	031/322 68 67

Services cantonaux des routes et de l'environnement

## Publications

- OFEFP Video «Construire en préservant les sols» et dépliant 1999  
Manuel «Génie civil et protections des eaux»  
Service de documentation OFEFP, 3003 Berne
- Normes suisses «Terrassement, sol» SN 640 581a  
SB 640 582 und SN 640 583, VSS 8008 Zurich
- pusch Protection du sol dans la commune: 9 champs d'action, 2000, case postale 211, 8024 Zurich

**Editeur:** KBOB/IPB Office fédéral des constructions et de la logistique, Holzikofenweg 36, 3003 Berne  
Internet: <http://www.admin.ch/bbl> (à partir de juin)