



# **TERRASYSTEM®**

**Verbesserung anstehender Böden  
für jede Art von Erd- und Straßenbau  
durch NANO-TECHNOLOGIE**



## Ausgangspunkt und Zielsetzung

Die Erschöpfung der Lagerstätten klassischer Baustoffe im Erd- und Straßenbau, sowie der Versuch, durch billigeres Baumaterial Kosten einzusparen, führten in den letzten Jahrzehnten zur Entwicklung und Vermarktung einer ganzen Reihe von chemischen Produkten zur Bodenstabilisierung.

Mit diesen Produkten sollten die unerwünschten Eigenschaften vor allem bei anstehenden Böden wettgemacht werden, die Ursache der Minderwertigkeit dieser Materialien sind. Im Gegensatz zu den klassischen Baustoffen, wie Kies und Bruchschotter, sind solche minderwertigen Böden unbeschränkt vorhanden, ihre Verwendbarmachung kann also auch zu wesentlichen Einsparungen bei den Baukosten führen.

**TERRA-3000®** wurde entwickelt, weil keines der vorhandenen Produkte zur chemischen Bodenstabilisierung befriedigende Ergebnisse erbrachte. Erdmaterial ändert sich ständig in seiner physikalischen und chemischen Zusammensetzung, und ein erfolgreiches System muss von solchen Veränderungen weitgehend unabhängig bei gleicher Behandlung möglichst mit gleichen Aufwandsmengen dasselbe Ergebnis liefern. Dieses Ziel wurde nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit mit **TERRA-3000®** erreicht.



Messung der Tragfähigkeit

## Beschreibung von **TERRA-3000®**

**TERRA-3000®** ist ein chemisches Produkt, das grenzflächenaktiv tätig wird und dabei den Haftwasserfilm löst, wodurch eine irreversible Agglomeration der Fein- und Feinsteile der behandelten Böden ermöglicht wird.

**TERRA-3000®** ist kein Bindemittel, vermag jedoch bodeneigene Bindekräfte freizusetzen und das Bodenverhalten so zu beeinflussen, dass eine permanente Verdichtungszunahme unter Verkehr eintritt.

Bodenmaterial, behandelt mit **TERRA-3000®** hat die folgenden Eigenschaften, verglichen mit gleichem unbehandeltem Material:

### Eigenschaften

- Bessere Verdichtbarkeit durch Änderung des Wassercharakters;
- Stark reduzierte Wasseraufnahme durch Kapillarität;
- Verringerte Wasserdurchlässigkeit;
- Stark verringertes Quell-/Schrumpfverhalten;
- Stark verringerte Wassersensibilität;
- Der Effekt der Konsolidierung/Agglomeration setzt sich im behandelten Boden fort; unter Verkehr erreicht die Dichte Werte weit über 100%;
- Das Proctor Optimum des behandelten Bodens ist niedriger, die Dichte höher. In solchen Fällen, wo diese generellen Eigenschaften nicht sichtbar werden, wird man eine entsprechende Vergrößerung der Hohlräume im Boden, ausgelöst durch die Sieblinienveränderung durch die irreversible Agglomeration feststellen.

**TERRA-3000®** wird in einer Menge von 0,05 lt /m<sup>2</sup> mit Wasser verdünnt in den Boden eingemischt. Man nimmt zur Verdünnung soviel Wasser als der Boden unter Berücksichtigung seines Wassergehaltes aufzunehmen vermag, um nach dem Einmischen möglichst nahe dem Proctor Optimum zu kommen.

Als Standardanwendung wird **TERRA-3000®** in einer Schicht von 250 – 300 mm in entsprechender Menge eingemischt.

Damit die volle Wirksamkeit von **TERRA-3000®** sichtbar und messbar wird, muss der behandelte Boden Gelegenheit haben, einmal auf wenigstens 50% des optimalen Feuchtigkeitswertes (P.O.) rückzutrocknen.

# Hauptanwendungen

## 1. Straßen, Transportwege

- a. Alle Arten von Straßen
- b. Land- und forstwirtschaftliche Wege
- c. Rad- Wander- und Reitwege
- d. Park- und Stellplätze
- e. Straßensanierungen
- f. Eisenbahndämme



## 2. Erosionseinschränkung

- a. Dämme
- b. Kanäle
- c. Mülldeponien
- d. Bio-Kläranlagen



## 3. Weitere ...

- a. Stauseen und Dämme
- b. Spielplätze und Sportplätze
- c. Müllabladepplätze
- d. Lager- bzw. Siloflächen
- e. Herstellung ungebrannter Ziegel



## Vorteile und Nachteile

Die Entwicklung von **TERRA-3000®** führte zu einem System, mit dem 100% aller verarbeitungswürdigen, kohäsiven Böden massiv verbessert werden können.

Ausnahmen sind nicht kohäsive Böden sowie schwere Tonböden, die aber gleichfalls durch das Beimischen der fehlenden Fraktionen verarbeitbar gemacht werden können! Dabei werden nicht-kohäsive Sand und Schotter mit bis zu 30% tonigem Material vermischt und so gebunden, während die schwierige Verarbeitbarkeit von schwerem Tonboden durch das Beimischen von Sand und Schotter (Abmagern) erreicht wird.

Gerade die am wasserempfindlichsten Böden, tonige und sandige Schluffe, zeigen eine besonders markante Verbesserung ihrer Eigenschaften.

Man wird wo immer möglich trachten, die Siebkurve des zu behandelnden Bodens durch Zugabe fehlender Fraktionen zu verflachen und so die mechanische Festigkeit zu verbessern.

Es zeigt sich, dass das Ziel von **TERRA-3000®**, bei jedem Boden mit in etwa gleichen Aufwandsmengen eine in etwa gleich große Verbesserung zu erreichen, möglich wurde und damit eine zuverlässige Methode für eine dauerhafte Verbesserung und damit auch massive Verbilligung von Straßenbauvorhaben zur Verfügung steht.

Die Vorteile von **TERRA-3000®** können wie folgt umschrieben werden:

### Verbesserung des Erdmaterials

- Verringert die Wasserdurchlässigkeit und kapillare Wasserführung;
- Verringert den P.I. (Plastizitäts-Index);
- Verlagert das Proctor Optimum nach links zu niedrigerem OWG und
- höhere Dichte;
- Erhöht die Tragfähigkeit (Evd) massiv ( um bis zu das 5-fache);
- Verringert die Wasseraufnahme und damit entscheidend das Quell- und Schrumpfverhalten des behandelten Bodens;
- Vermindert die Erweichung durch Wasseraufnahme; nachdem der Boden einmal teilweise ausgetrocknet ist, pendelt sich der Feuchtigkeitsgehalt
- um oder unter dem P.O. ein;
- Die volle Wirkung der Behandlung wird sichtbar, nachdem der behandelte Boden unter das P.O. austrocknen konnte und verbessert sich durch Zeitablauf unter Verkehrsbelastung massiv.
- Der Verbesserungseffekt ist permanent.

## Verdichtung

- Erleichtert und verbessert die Verdichtung des Bodens;
- Keine Verkehrssperre; Verkehr kann zur Verdichtung mit herangezogen werden;
- Unter Verkehr findet eine permanente Nachverdichtung statt, die zu einer ständigen Erhöhung der Festigkeit führt.

## Bauausführung

- Der Einbau von **TERRA-3000®** ist sehr einfach;
- Die Bodenbehandlung kann auch durch Vormischen erfolgen, wobei das gemischte Erdmaterial, in Haufen gelagert, jederzeit ohne weitere Bearbeitung eingebaut werden kann, ohne dass dadurch die Wirkung verloren geht;
- Die Einbauarbeit auf der Baustelle kann jederzeit ohne nachteilige Folgen unterbrochen werden.

## Generell

- Geringer Wassergehalt bedeutet weniger Frostempfindlichkeit;
- **TERRA-3000®** macht jeden anstehenden Boden risikolos als Baustoff verwendbar;
- Die zu erwartende Wirkung kann sehr leicht an kleinen Laborproben demonstriert werden;
- Man erreicht dadurch, dass man konventionelle Baustoffe durch billige Böden ersetzen und den Aufbau mit wesentlich dünneren Verschleißschichten ausführen kann, Einsparungen während dem Bau zwischen 20 bis 30%.

## Nachteile

- Das **TERRA-3000®** arbeitet im Tragschichtenbereich und macht eine Verschleißschicht erforderlich, um mechanischen Abtrag zu vermeiden;
- Behandelte Erdstraßen ohne Verschleißschicht zu belassen wird nicht empfohlen; der mechanische Abtrag würde die behandelte Schicht langsam aber sicher abtragen und Staub verursachen, da mit hohem Feinanteilgehalt gearbeitet wird;
- Diese Feinanteile machen bei Nässe die Oberfläche glitschig .

## Empfehlung

Auf Grund der aufgeführten Vorteile und Nachteile empfiehlt sich die Verwendung von **TERRA-3000®** für folgende Zwecke:

**TERRA-3000®** ermöglicht den Einbau minderwertiger Ausgangsstoffe mit deren Aufwertung zu risikofreiem Tragschichtenmaterial. Die hohen Tragwerte ergeben eine solide Brücke für die Traglasten und erlauben eine starke Reduzierung der Verschleißschicht und damit massive Einsparungen.

**TERRA-3000®** gestattet eine Aufwertung minderen Materials in einer oder mehreren Möglichkeiten:

- Erhöhung der Tragwerte (ME, CBR, etc.)
- Reduktion des P.I.;
- Verringerte Wasserundurchlässigkeit;
- Stark verringerte kapillare Wasserführung;
- Verbesserung der Verdichtung und Verarbeitbarkeit;
- Einmal behandeltes Material kann wieder verwendet werden; die Wirkung der Additive bleibt erhalten;
- Gute Wirkung dort, wo Quellung oder Schwund Probleme darstellen;
- Das Additiv kann auch zum Vormischen von Material und dessen langzeitiger Lagerung vor dem Einbau ohne Wirkungsverlust verwendet werden;
- Straßenbankette können stabil gehalten werden, so dass nicht von dort aus die Verschleißdecke zerstört wird;
- Vorgemischtes Material kann jederzeit fertig zum Einbau dorthin geschafft werden, wo es gebraucht wird, wo vor Ort kein brauchbares Tragschichtenmaterial vorhanden ist.
- Andere sehr erfolgreiche Anwendungen sind die Bekämpfung von Bodenerosion sowie Mithilfe bei der Rekultivierung erodierter Flächen, sowie die Herstellung von Bau- und Pflastersteinen auf hydraulischen Pressen.

## Baumethoden

### Ortsmischverfahren

Oftmals ist das Ortsmischverfahren die gebotene Form, um anstehendes Bodenmaterial durch das Einmischen **TERRA-3000®** zu verbessern. Bei dieser Methode werden die Mischgeräte zum Material gebracht; Materialtransport unterbleibt zum größten Teil.

Die in Versuchen ermittelten Mengen an **TERRA-3000®** wird dabei auf den aufgelockerten Boden aufgebracht und intensiv eingemischt. Der anstehende Boden wird dabei allenfalls vor dem Einmischen von **TERRA-3000®** durch Zugabe von ergänzendem Material in seiner mechanischen Tragfähigkeit verbessert.

Das in wässriger Lösung aufzubringende **TERRA-3000®** wird mit soviel Wasser verdünnt aufgebracht, um den Boden in seinem Feuchtigkeitsgehalt möglichst nahe dem zur richtigen Verdichtung nötigen P.O. zu bringen.

### Zentralmischverfahren

Der Umstand, dass **TERRA-3000®** keine Abbindzeit kennt, macht es möglich, Bodenmaterial in Anlagen vorzumischen, das Mischgut zeitlich unbegrenzt auf Lager zu nehmen und jederzeit ohne Wirkungsverlust auf der Baustelle einbauen zu können. Damit eröffnet sich vor allem der Kies- und Schottererzeugenden Industrie die Möglichkeit, ihre Abraummaterialien wie etwa Kieswaschschlamm oder Überlauf in Kombination mit Schmutzkies zu richtigem, stets gleichmäßig aufgebautem Mineralbeton zu verarbeiten und ein Qualitätsprodukt zu erzeugen, das stets dieselben Eigenschaften aufweist.

Die Wirkung von **TERRA-3000®** tritt unmittelbar mit dem Einmischen in das Erdmaterial ein und ist irreversibel. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, einmal gemischtes Material immer wieder verwenden zu können.

Vorgemischtes Material wird speziell dort einzusetzen sein, wo sehr hohe Ansprüche an die Gleichmäßigkeit des Materials und seine Eigenschaften zu stellen sind, wie etwa für obere Tragschichten, Deckschichten oder aber auch dort, wo aus Platzgründen das Ortsmischverfahren unzweckmäßig wäre, wie etwa auf Banketten oder beim Bau von Straßen untertags in Bergwerken.



## Erforderliche Geräte

Mit modernen Geräten und Maschinen ist es möglich am Tag 1 – 1,5 km Strasse zu bauen und auch verkehrsmäßig zu nutzen.



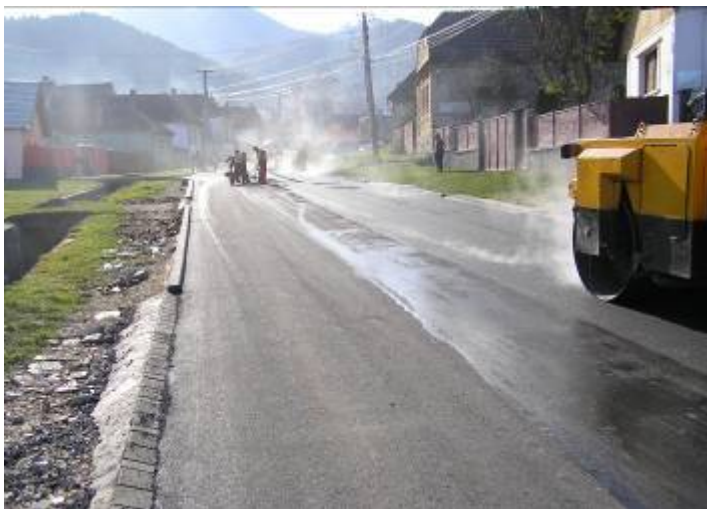
Mit einer Spezialmischfräse sprühen und mischen wir **TERRA-3000®** in einem Arbeitsgang in den Boden.



Mit dem Grader planieren wir die Oberfläche, bevor die Walze den behandelten Boden verdichtet.



Mit einer Stampffußwalze, bzw. Gummiradwalze, wird die Straße soweit verdichtet, dass sie für die endgültige Oberfläche bereit ist.



Schlussendlich schützen wir unsere Arbeit mit einer Verschleißschicht

## Anwendung von TERRA-3000®

**TERRA-3000®** wird in wässriger Lösung verwendet, wobei **TERRA-3000®** mit soviel Wasser verdünnt wird, wie der Boden bereit ist, zur Erreichung des Proctor Optimums (optimale Feuchtigkeit) aufzunehmen.

Die **TERRA-3000®** – Lösung wird im Tank der Spezialfräse hergestellt, indem man die von der zu behandelnden Fläche abhängige Menge an **TERRA-3000®** in der richtigen Menge Wasser verteilt.

Sollte während dem Einbringen von **TERRA-3000®** –Lösung der Boden etwa durch starken Wind und Sonneneinstrahlung zu stark ausgetrocknet sein, kann jederzeit mit zusätzlicher Wasseraufbringung die richtige Feuchtigkeit reguliert werden. Sollte Schlechtwetter (Gewitter) eintreten, kann die Bodenbearbeitung jederzeit unterbrochen und später fortgesetzt werden. Ist zum Zeitpunkt der Unterbruchs die Erdschicht aufgelockert, so muss sie, um eine Übernässung zu vermeiden, sofort mit allen verfügbaren Verdichtungsgeräten durch Walzen verschlossen werden.

## Zusammenfassung

Der Einbau von **TERRA-3000®** ist relativ einfach und mit üblichen Straßenbaugeräten und einigen Spezialmaschinen möglich.

Beim Einbau ist darauf zu achten, dass **TERRA-3000®** gründlich eingemischt wird und dabei die Feuchtigkeit leicht über dem Proctor Optimum gehalten wird und ganz wichtig

gut verdichten,

d.h. optimales Verdichtungsgerät für statische Verdichtung (Gummi- bzw. Stampffusswalze mit genügend Gewicht > 20 Tonnen) ohne Vibration muss vorhanden sein.

Die erforderliche Einsatzmenge von **TERRA-3000®** pro m<sup>2</sup> und die jeweilige Einmischtiefe wird auf Grund der Ergebnisse vorheriger Laboruntersuchungen ermittelt und ergeben im Felde zuverlässig vergleichbar gute Ergebnisse. Man weiß vorher exakt was man an Wirkung und als Ergebnis zu erwarten hat.

## Wasserlagerungstest - Kapillaritätstest

Hierfür wurden 2 Probekörper – einmal mit **TERRA-3000®** behandelt, einmal unbehandelt – mit gleichem Druck gepresst und danach gemeinsam ins Wasser gestellt.

Sehen Sie selbst !!!



Nach 1 Stunde



Nach 3 Stunden



Nach 6 Stunden



Nach 72 Stunden



## Umweltverträglichkeit

Schon während der Entwicklung von **TERRA-3000®** wurde allergrößte Sorgfalt darauf verwendet, dass die zum Einsatz gelangenden Chemikalien umweltverträglich sind und keine Verschmutzung von Wasser und Luft eintreten kann.

## Feuersicherheit

### **TERRA-3000®**

Das Produkt wird als Dispersion im Wasser verkauft, ist nicht feuergefährlich und setzt keine giftigen Dämpfe frei. Es kann deshalb mit der üblichen Sorgfalt als technische Chemikalie überall gelagert werden.

## Schutz der Gesundheit

**TERRA-3000®** besteht aus technischen Chemikalien; die hierfür übliche Sorgfalt bei der Handhabung ist nötig. Wenn die Produkte sachgemäß verwendet werden, verursachen sie keine Gefährdung der Gesundheit.

Vermeiden sie Hautkontakt, Sprühnebel und das Schlucken von Arbeitslösungen sowie Kontakt mit Schleimhäuten und Augen.

Falls es dennoch zu solchen Kontakten kommt, behandeln sie diese wie folgt:

### **Hautkontakt:**

Waschen sie die verunreinigten Hautstellen gründlich mit Seife. Bei stärkerem Hautkontakt neutralisieren sie die Chemikalien mit einer 3% Lösung von Essigsäure in Wasser, bevor sie mit Seife gründlich nach waschen. Bei stärkerer Hautirritation suchen sie einen Arzt auf.

### **Augenkontakt:**

Spülen sie die Augen schnellstmöglich mit Wasser ca. 15 – 20 min. aus. Suchen Sie zur Sicherheit einen Augenarzt auf.

Falls sie Material verschlucken, trinken sie viel Milch oder Wasser und suchen Sie einen Arzt auf.



# MAPAG

Staatlich akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle

**Baustoffuntersuchungen  
und Umweltanalytik**

Firma  
**TERRA SYSTEM**  
Bodenstabilisierung Betriebsges.m.b.H.  
zH Herr Richard Pachler  
Untergroßau 178  
8261 Sinabelkirchen

Materialprüfung G.m.b.H.  
2052 Gumpoldskirchen, Industriestraße 7  
Baustoffuntersuchungen Tel.: 0 22 52 / 62797  
bau@mapag.at Fax DW 33  
Umweltanalytik Tel.: 0 22 52 / 63563  
umwelt@mapag.at Fax DW 46

Bankverbindung: ERSTE Bank - Kto.-Nr. 551-46111 (BLZ 20111)  
IBAN: AT25201110005146111 - BIC: GIBAA1WW  
US Wiener Neustadt P41-41076 g - SVCS 0306692 - ATU 10149026  
**Gumpoldskirchen, 1.8.2008**  
Labor Nr.: **2951.2/2008 MS**

## PRÜFBERICHT

### Untersuchung einer Produktprobe „TERRA-3000“

Am 28.7.2008 wurde der MAPAG die o.a. Probe übermittelt.

#### Untersuchungsergebnisse

Die Probe wurde auftragsgemäß untersucht.  
Die Analysemethoden und Untersuchungsergebnisse sind in der Beilage 1  
zusammengestellt.

#### Beurteilung

Auf Grund der empfohlenen Aufwandsmenge von ca. 0,8-1 Liter TERRA-3000 pro m<sup>2</sup>  
Erdmaterial (entsprechend einer Verdünnung von ca. 1:2000) sind negative Auswirkungen  
auf das Eluatverhalten bezüglich der untersuchten Parameter nicht zu erwarten.

Verteiler:  
2 x Terra Systems

2951.2 / 2008  
Dieser Bericht umfasst 1 Seite und 1 Beilage.

Dr. Martin Gregor  
Prüfstellenleiter



Das Prüfergebnis bezieht sich ausschließlich auf die untersuchte Probe.  
Falsch- und Fehlbearbeitung sind für alle Teile dieser Prüfberichte zu vermeiden.  
Zusammenhang der LMS/MS wird nicht geprüft.



Akkreditierung des Kernensystems für Wasserbau und Wasserbau-Geotechnik  
BSI/4/02/2/1/0228-01/2007 am 27. Mai 2007 und durch das Österreichische  
Institut für Normung (ON) bestätigt (ON: ZLN-01/2007 vom 11. Juli 2008)

Beilage / zu 2951.2/2008

Parameter	Methode	Dim.	Messwert
pH-Wert	DIN 38404, Teil 5	---	4,7
Leitfähigkeit	ÖN EN 27888	mS/m	292
Antimon	ÖN EN ISO 11885	mg/l	< 0,01
Arsen	ÖN EN ISO 11885	mg/l	< 0,01
Blei	ÖN EN ISO 11885	mg/l	< 0,01
Cadmium	ÖN EN ISO 11885	mg/l	0,0011
Chrom gesamt	ÖN EN ISO 11885	mg/l	< 0,01
Cobalt	ÖN EN ISO 11885	mg/l	< 0,01
Kupfer	ÖN EN ISO 11885	mg/l	0,04
Molybdän	ÖN EN ISO 11885	mg/l	< 0,01
Nickel	ÖN EN ISO 11885	mg/l	0,02
Quecksilber	ÖN EN 1483	mg/l	< 0,0002
Selen	ÖN EN ISO 11885	mg/l	0,04
Zink	ÖN EN ISO 11885	mg/l	0,08
Zinn	ÖN EN ISO 11885	mg/l	< 0,01
Ammonium (als N)	DIN 38406, Teil 5	mg/l	17,0
Chlorid	ÖN EN ISO 10304	mg/l	472
Fluorid	ÖN EN ISO 10304	mg/l	< 2
Nitrat (als N)	ÖN EN ISO 10304	mg/l	1,9
Nitrit (als N)	ÖN EN 26777	mg/l	3,4
Sulfat	ÖN EN ISO 10304	mg/l	16,8
TOC (als C)	ÖN EN 1484	mg/l	103
Phenole	DIN 38409, Teil 16	mg/l	< 0,1
Kohlenwasserstoffe	ÖNORM EN ISO 9377-2	mg/l	39





# TERRASYSTEM®

## NANO - TECHNOLOGIE

TERRA-SYSTEM  
Bodenstabilisierung Betriebsges.m.b.H.  
Untergroßau 178  
A-8261 Sinabelkirchen  
TEL: + 43 3118 5110 – Fax –DW4

email: [terra.system@aon.at](mailto:terra.system@aon.at)  
http: [www.terra-3000.com](http://www.terra-3000.com)

