

# Sanierung von Sickerwasserleitungen - Fortentwicklung des Tandemschachtverfahrens

Thomas Buhler, Stephan Eickhoff

ECOSOIL Süd GmbH, Ulm

## Abstract

Die Sanierung von Sickerwassererfassungssystemen stellt viele Deponiebetreiber vor zunehmend große Herausforderungen. Obwohl zum jeweiligen Zeitpunkt nach den anerkannten Regeln der Technik errichtet, halten die früher verwendeten Steinzeug-, Beton-, PVC-, aber auch PEHD-Rohre den unterschiedlichen Belastungen oftmals nicht stand. Entscheidend für den Erfolg der Sanierung – auch unter Kostengesichtspunkten – ist die zuverlässige Erkundung und Beurteilung der Schäden durch ein erfahrenes Ingenieurbüro. Es zahlt sich aus, darüber hinaus frühzeitig den Rat erfahrener Ausführer einzuholen. Hierfür bieten sich partnerschaftliche Vertragsmodelle an.

Die wichtigsten Sanierungsverfahren sind Partliner, Epoxidharz-getränkte Liner, Inliner und das Berstlining. Beim Berstlining, der zur Zeit am häufigsten angewandten Sanierungsmethode, wird unterschieden zwischen statischem und dynamischem Verfahren. Beide Verfahren kommen auch als kombiniertes statisch-dynamisches System zum Einsatz.

Ausgangspunkt jeder Sanierung sind Baugruben, die als Schächte in den Müllkörper abgeteuft werden. ECOSOIL hat 1992 zusammen mit der Preussag das sogenannte Tandemschachtverfahren entwickelt, welches in den Folgejahren mehrfach erfolgreich angewandt wurde. Hohe Baustelleneinrichtungskosten führten dazu, das Tandemschachtverfahren weiterzuentwickeln. Anstelle eines Stahlrohrverbaus wird ein Spritzbetonschacht erstellt. Dieses Verfahren wurde konsequent weiterentwickelt und von ECOSOIL mittlerweile erfolgreich zum Patent angemeldet. Die Bauzeiten für die Baugruben konnten mit der „modifizierten Spritzbetontechnik“ um den Faktor 4 gegenüber der herkömmlichen Spritzbetontechnik reduziert werden.

## Keywords

Deponie, Erkundung, Sanierung, Sickerwasserleitungen, Baugrube, Tandemschacht, Spritzbetonschacht, Berstlining, Inliner

Landfill, exploration, restoration, leachate pipes, (building) pit, tandem shaft, shotcrete shaft, berstlining, inliner

## 1 Einführung

Auf vielen Deponiestandorten in Deutschland, und vermutlich nicht nur auf Deutschland begrenzt, haben wir die zum Teil akute Problematik defekter Sickerwassererfassungssysteme. Aufgrund der anstehenden Schließungen einer Vielzahl der Standorte werden die Deponiebetreiber nunmehr intensiv mit dem Thema konfrontiert.



**Abbildung 1** Arbeiten am Zugangsschacht auf der Deponie „Am Lemberg“

Insbesondere die früher meist verwendeten Steinzeugrohre, aber auch Betonrohre, PVC-Rohre und sogar PEHD-Rohre haben den verschiedensten Belastungen nicht Stand gehalten. Und dies obwohl die Deponiesickerwassererfassungssysteme meist nach den zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen allgemeinen Regeln der Technik bzw. nach dem Stand der Deponietechnik erstellt wurden.

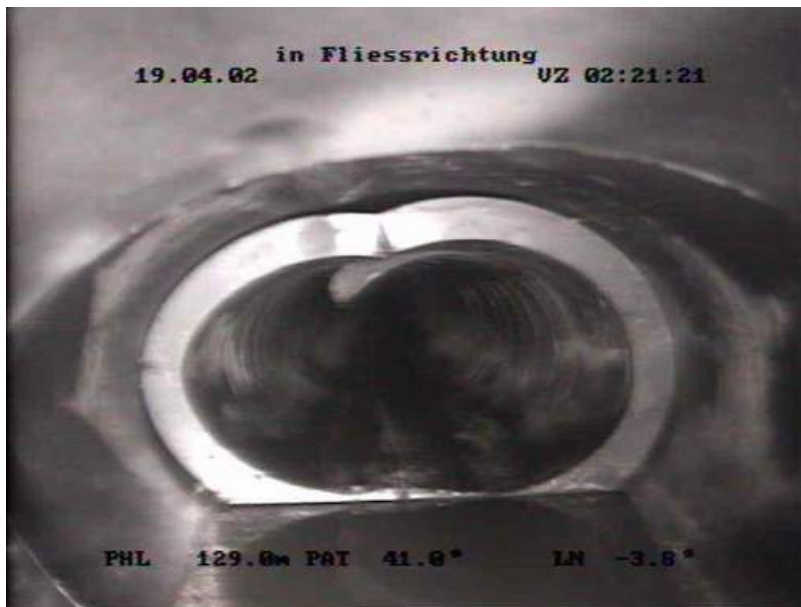
Für die betroffenen Deponiebetreiber ergeben sich nunmehr folgende Fragestellungen:

- Wie defekt sind meine Leitungen tatsächlich?
- Wie gravierend ist das Ausmaß der Schäden in Bezug auf das Gesamtsystem?

Oftmals handelt es sich lediglich um einzelne Beeinträchtigungen der Leitungen, ggf. um Verringerungen des Rohrquerschnittes oder um einzelne Brüche, die zwar die Befahrbarkeit und damit die Kontrollierbarkeit der Leitungen verhindern, aber nicht zwin-

gend zu einer gravierenden Beeinträchtigung der eigentlichen Aufgabe des Leitungssystems, nämlich der gesicherten Abfuhr des anfallenden Sickerwassers, führen.

In diesem Fall ist aus unserer Sicht eine Sanierung nicht unbedingt erforderlich.



**Abbildung 2** Verringerter Rohrquerschnitt und Scheitelriss einer PEHD-Leitung

Oftmals sind die Schäden an den Leitungen aber bereits so gravierend, dass die Abfuhr des Sickerwassers beeinträchtigt und ein Sickerwasseraufstau entstanden ist.



**Abbildung 3** Beeinträchtigtger Sickerwasserabfluss infolge Rohreinbruch

In letzterem Fall ist eine Sanierung natürlich dringend angeraten, auch um ggf. entstehende Folgeschäden wie z.B. Verunreinigungen des Grundwassers oder Beeinträchtigungen der Standsicherheit des Deponiekörpers zu verhindern.

Die Feststellung der Schäden am Leitungssystem und vor allem die gesicherte Beurteilung der Konsequenzen aus den Einzelschäden, eben die kompetente Beurteilung des tatsächlichen Zustands des Deponiesickerwasserfassungssystems, erfordert den erfahrenen Ingenieur. Wir können hier nur jedem Deponiebetreiber dringend anraten das beratende Ingenieurbüro sehr sorgfältig auszuwählen und hierbei insbesondere auf eine tiefgehende Erfahrung des Ingenieurbüros bzw. des Sachbearbeiters zu achten.

Trotzdem wird auch der erfahrene Ingenieur nicht mit hundertprozentiger Sicherheit das genaue Schadensbild und den tatsächlich erforderlichen Sanierungsumfang beurteilen können. Wir befinden uns, wie gesagt, tief unterhalb der Mülloberkante und das Leitungssystem ist meist nicht mehr vollständig mit der Kamera zu befahren.

Darum empfehlen wir hier zusätzlich zum Ingenieurbüro auch den Rat erfahrener Ausführer einzuholen und diese frühzeitig in Planung und Ausschreibung einzubinden. Wir denken, dass hier partnerschaftliche Vertragsmodelle gefragt sind. Denn vieles des tatsächlichen Zustandes sieht man erst, wenn man unten ist, und hier gilt es dann schnell aber vor allem auch kompetent zu entscheiden.

## **2 Sanierungsverfahren**

Im Folgenden möchten wir Ihnen einen kurzen Überblick über die zur Zeit gebräuchlichen Sanierungsverfahren geben.

### **2.1 Partliner**

Für kleinere Schadensfälle, z. B. für die Überbrückung von Rissen ohne Verformung des Medienrohres, werden gerne Partliner eingesetzt. Vorteile dieses Verfahrens sind die kurze Bauzeit und u.a. auch infolge dieser kurzen Bauzeit eine scheinbar kostengünstige Sanierung.

Nach unseren Erfahrungen stellt dieses Verfahren jedoch keine Sanierung auf Dauer dar. Immer wieder treten Probleme mit der Haltbarkeit der verschiedenen Hülsen auf. Oft kommt es vor, dass die Hülsen sich lösen, beim Reinigen der Leitungen verschoben und teilweise mit herausgespült werden.

### **2.2 Epoxidharz-getränkte Liner**

Das Einziehen eines epoxidharz-getränkten Liners über die ganze Rohrlänge ist ein durchaus geeignetes Verfahren bei intakten Rohren mit kleinen Undichtigkeiten. Dieses Verfahren ist aber per se nicht geeignet für Drainageleitungen. Auch bei Rohrbrüchen oder verformten Rohren, die über kurz oder lang zusammenzubrechen drohen, ist dieses Verfahren nicht geeignet.

Das gilt auch bei Verkrustungen an den Innenseiten der zu sanierenden Leitungen. Der Schlauch kann sich an den verkrusteten Stellen nicht an das Rohr anlegen und mit der Zeit ist es sehr wahrscheinlich, dass durch das Spülen an diesen Stellen Schäden auftreten werden.

### 2.3 Inliner

Eine Sanierung durch Einziehen eines Inliners stellt eine weitere Sanierungsmöglichkeit dar. Eine neue Leitung wird über die gesamte Haltungslänge eingezogen. Die Leitung ist statisch wirksam. Voraussetzung für die Anwendbarkeit ist jedoch ein durchgängiges Altmedienrohr.

Durch dieses Verfahren wird die Haltung auf Dauer saniert. Es müssen aber enorme Querschnittsveränderungen in Kauf genommen werden. Zudem ist die Gebrauchsfähigkeit nach der Sanierung bei Drainageleitungen kritisch zu betrachten.

### 2.4 Berstlining

Die zur Zeit am häufigsten angewendete Sanierungsmethode ist das sogenannte Berstlining-Verfahren.



**Abbildung 4** Einbringen einer Berstlining-Rakete in den Startschacht

Beim Berstlining wird das alte Medienrohr vom Berstkörper vollständig zerstört und gleichzeitig ein neues Rohr, bei der Sanierung von Deponiesickerwasserleitungen i.d.R. ein PEHD-Rohr, eingezogen. Das eingezogene Rohr kann den gleichen, unter Umständen sogar einen größeren Durchmesser als die verdrängte Altleitung haben. Die Hal-tungen sind anschließend auf Dauer saniert und bleiben in vollem Umfang spül- und kamerabefahrbar.

In den Anfängen des Berstlining auf Deponien wurde ausschließlich dynamisch gebors-ten. Die Berstramme wird durch einen Kompressor schlagend angetrieben und zer-schlägt und verdrängt dabei das Altrohr.

Als weitere Möglichkeit wird seit ca. 5 Jahren auch ein statisches Berstlining eingesetzt. Hierbei wird der Berstkopf über ein spezielles Gestänge mit einer Hydraulikanlage ge-zogen. Der Berstkopf verdrängt die Altleitung nach außen.

Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile. Daher lag es förmlich auf der Hand die Ver-fahren zu kombinieren. Die Zugkraft der Hydraulikanlage und die Dynamik der Ramme werden hierbei gebündelt und können je nach vorgefundener Situation gezielt einge-setzt werden. Dieses Verfahren ist gegenwärtig noch nicht zur Gänze ausgereift. Zu-dem ist es zunächst zumindest vordergründig teurer als jedes Verfahren für sich. Ein Vorteil ergibt sich somit erst durch tatsächlich erreichte längere Berststrecken.

Insbesondere beim statischen Bersten können auch Kurzrohre verwendet werden. Da-durch können die Baugruben unter Umständen kleiner gewählt werden. Es kann aber nicht die gleiche Kraft wie beim Langrohr aufgebracht werden und die erreichbaren Sa-nierungslängen werden kürzer.

Die Sanierungslängen, die beim Bersten erreicht werden, sind von sehr vielen Faktoren abhängig. Die wichtigste Frage ist:

- woraus besteht das Altrohr?

Wesentlichen Einfluss hat aber auch, wie und in welchem Umfeld das zu sanierende Rohr im Müllkörper liegt.

- Wie wurde es ursprünglich verlegt?
- Wie wurde diese Lage durch den Deponiebetrieb beeinträchtigt?
- Gab es Setzungen, Sackungen oder Verschiebungen der Rohrleitung durch Bewe-gungen des Deponiekörpers?
- Ist eine ausreichende Kiesrigole um das Rohr vorhanden?
- Was wurde direkt über der Leitungszone abgelagert?

- Wie hoch ist die Lagerungsdichte über der Leitungszone?
- Welche Mächtigkeit hat die Müllüberdeckung?
- Welche Möglichkeiten bieten sich hinsichtlich Start-, Ziel- und Zwischengruben?

Damit kommen wir zum wichtigsten aber auch kompliziertesten Thema bei der Sanierung von Deponiesickerwassererfassungssystemen.

### 3 Baugruben im Müllkörper

Die Baugruben sind der Ausgangspunkt jeder Sanierung. Ihre Ausführung kann sich entscheidend auf Erfolg oder Misserfolg der Sanierungsmaßnahme auswirken.



**Abbildung 5** Herstellen von Schächten im Sondermüllbereich

Ein Müllkörper verhält sich nicht wie andere Bodenarten. Somit können bei der Erstellung von Baugruben in normalen Böden gewonnene Erfahrungen auch nicht unmittelbar auf im Müllkörper abzuteufende Gruben übertragen werden. Das Rammen von Spund-

wänden oder das Setzen eines Berliner Verbaus stellen sich im Müll, das zeigt die Erfahrung, als absolut unwirtschaftlich heraus.

Offene Baugruben mit größeren Tiefen sind häufig aus Platzmangel nicht möglich. Zudem stellen die Emissionen in die Luft aufgrund des großflächig offenliegenden Mülls ein Problem dar. Bei den großen Massen, die bewegt werden müssen, ist auch die Wirtschaftlichkeit schnell nicht mehr gegeben.

### 3.1 Tandemschachtverfahren

Von ECOSOIL, damals noch unter Hochtief Flagge, wurde 1992 gemeinsam mit der Preussag das sogenannte Tandemschachtverfahren entwickelt.

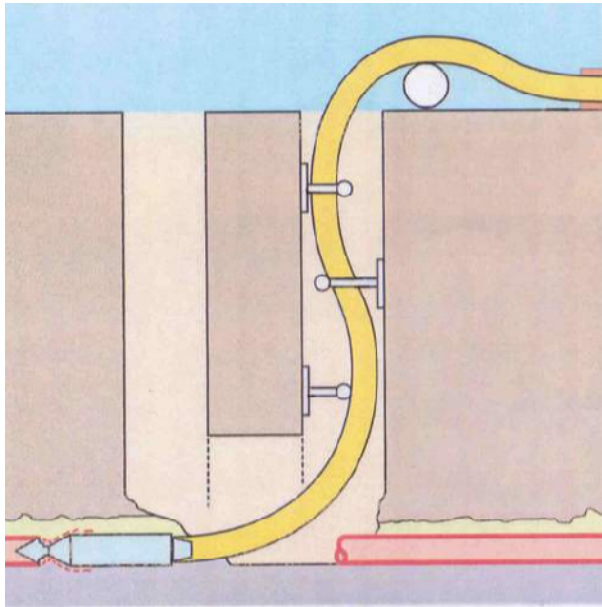


**Abbildung 6** Tandemschacht mit Stahlrohrverbau von oben

Beim Tandemschachtverfahren werden nebeneinander zwei Großlochbohrungen mit einem Stahlrohrverbau abgeteuft. Die beiden Röhren werden auf der Deponiebasis durch einen Tunnel - bergmännisch aufgefahren oder vorgepresst - miteinander verbunden.

Zwei Bohrungen sind notwendig um ausreichend Platz für das Berstlining zu haben. Entscheidend ist hier insbesondere aber auch der zulässige Biegeradius des einzuziehenden Rohres. Mit dem Tandemschacht war es nun erstmalig möglich in schneller Folge Baugruben im Müllkörper als Start und Zielgruben relativ kostengünstig abzuteufen.





**Abbildung 7** Systemschnitt Tandemschacht

Mit dem Tandemschachtverfahren wurden bis zum Jahr 2000 ohne Unterbrechungen teilweise mehrere Baumaßnahmen gleichzeitig ausgeführt. Vom ersten Tag an war hierbei der Mitautor Stephan Eickhoff als Bauleiter involviert. Baumaßnahmen wie die Deponien Karlsbad-Ittersbach, Sinsheim, Bochingen, Neu-Wulmstorf, Arnshausen, Pfuhl, Kahlenberg u.v.a. wurden erfolgreich durchgeführt. Hierbei wurde ein großer Erfahrungsschatz gesammelt und Verfahren und Arbeitsmethoden ständig verbessert.

Auch bei den eigentlich Handelnden, dem gewerblichen Personal, hat sich im Laufe der Jahre ein bedeutender Erfahrungsschatz angesammelt. Zudem hat ECOSOIL seine Mannschaft gezielt mit gelernten Bergleuten verstärkt. So haben wir heute Zugriff auf einen Stamm von sehr gut geschultem und hoch motiviertem Personal. Arbeitsmethodik und vor allem Arbeitsschutzmaßnahmen sind zum alltäglichen Handwerkszeug unserer Mitarbeiter geworden. Trotzdem oder gerade deshalb sind jedem einzelnen die Gefahren seiner Tätigkeiten bewusst und werden durch konsequente Anwendung aller Schutzmaßnahmen weitestgehend ausgeschlossen.

Wir sind der Ansicht, dass sich gerade auch hier die Spreu vom Weizen trennt, und würden es sehr begrüßen, wenn potentielle Auftraggeber zukünftig wesentlich stärker auf die Arbeitssicherheitsmaßnahmen achten würden. Dies sollte bereits im Vorfeld einer Baumaßnahme z.B. durch Selektierung der geeigneten Bieter geschehen.

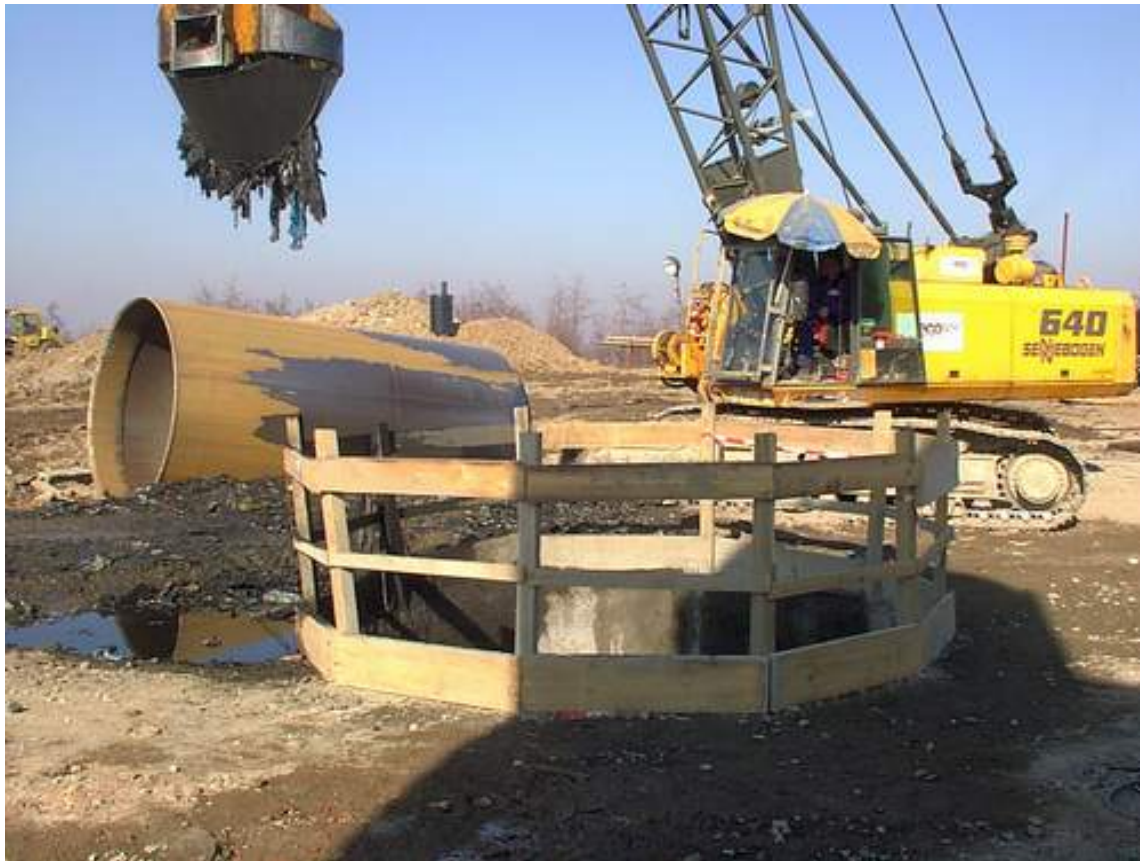
Sehr hohe Baustelleneinrichtungskosten und eine notwendige Vorhaltung von sehr vielen Metern Stahlrohrverbau, vor allem infolge der großteils langen Standzeiten der Verbaurohre im Müll, treiben beim Tandemschachtverfahren mit Stahlrohrverbau die Kosten jedoch stark nach oben.

Es zeigte sich zunehmend, dass gerade für kleine oder mittlere Sanierungsvorhaben – und das sind die häufigsten Anwendungsfälle – die Herstellkosten mit den erzielbaren Erlösen nicht mehr gedeckt werden konnten.

Während die aus der Preussag hervorgegangene PST weiter auf das Tandemschachtverfahren setzte, entschloss sich die ECOSOIL, das Verfahren mit Spritzbetonschächten zu kombinieren und hierbei insbesondere die mit dem Abteufen verbundene Verfahrenstechnik konsequent zu verbessern.

### 3.2 Spritzbetonverfahren

Mit der Technik des Spritzbetonverbaus können wir inzwischen wieder auf eine mehr als 3-jährige Ausführungserfahrung vor allem bei der gerade abgeschlossenen Sanierung des Sickerwassersammelsystems der Deponie „Am Lemberg“ (Landkreis Ludwigsburg) zurückblicken.



**Abbildung 8** Abteufen von Spritzbetonschächten auf der Deponie Am Lemberg

Die „modifizierte Spritzbetontechnik“ sieht vor, dass die Schächte nach Herstellung eines Kragens mit entsprechender Sicherung des Kopfbereiches bis auf die Sohle unverbaut abgeteuft werden. Danach wird von einer speziell angefertigten Arbeitsbühne aus in einem Zug von oben nach unten eine 15-20 cm starke Stahlfaserspritzbetonschale

erstellt. Nach Erstellung der Schale kann das Personal in den Schacht einfahren und die erforderlichen Arbeiten an der Sohle ausführen.

Die Schächte haben im „Rohzustand“ einen Außendurchmesser von 3000mm. Nach dem einziehen der Spritzbetonschale verbleiben ca. 2700mm Innendurchmesser.



**Abbildung 9** Abteufen von Spritzbetonschächten auf der Deponie Am Lemberg

Unter Einbeziehung der Tiefbauberufsgenossenschaft wurde das Verfahren gezielt weiterentwickelt und zum Patent angemeldet. Zwischenzeitlich ist der ECOSOIL SÜD das Patent erteilt worden.

Mit dem Verfahren können bis zu 38m tiefe Baugruben im Müll in weniger als 10 Arbeitstagen – und damit mindestens vielmal schneller als mit dem ursprünglichen Spritzbetonverfahren – hergestellt werden.



**Abbildung 10** Blick in einen Spritzbetonschacht

In den letzten beiden Jahren hat ECOSOIL SÜD als technischer Federführer gemeinsam mit der Hermann Stumpp Umwelttechnik das Sickerwassererfassungssystem der Deponie „Am Lemberg“ mit diesem Verfahren saniert. Der Auftragswert dieser Maßnahme betrug ca. 3,7 Mio. Euro. Diese Maßnahme wird im folgenden von Herrn Tschackert vorgestellt.

### **Anschrift der Verfasser**

Dipl.-Ing. Thomas Buhler  
ECOSOIL Süd GmbH  
Gutenbergstr. 28  
D-89073 Ulm  
Telefon +49 731 97982-0  
Email: [thomas.buhler@ecosoil.de](mailto:thomas.buhler@ecosoil.de)  
Website: [www.ecosoil.de](http://www.ecosoil.de)

Stephan Eickhoff  
ECOSOIL Süd GmbH  
Gutenbergstr. 28  
D-89073 Ulm  
Telefon +49 731 97982-0  
Email: [stephan.eickhoff@ecosoil.de](mailto:stephan.eickhoff@ecosoil.de)  
Website: [www.ecosoil.de](http://www.ecosoil.de)