



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht 27. Mai 2009

Entwicklung eines Vertikal-Bohrgeräts (Terra-Drill)

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Geothermie
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Kofinanzierung:

Terra AG für Tiefbautechnik
4805 Brittnau

Auftragnehmer:

Terra AG für Tiefbautechnik
Industriestrasse 1
4805 Brittnau
<http://www.terra-eu.eu>

Autor:

Dietmar Jenne, Terra AG, terra.dj@bluewin.ch

BFE-Bereichsleiter: Gunter Siddiqi

BFE-Programmleiter: Rudolf Minder

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 152'909 / 102'304

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Abschlussbericht (Stand 27. Mai 2009)

des Entwicklungsprojekts „TERRA-DRILL 4407 V zur untiefen Erdwärmegewinnung für Wohnhäuser“

In der Zeit von Dezember 2008 bis Mai 2009 wurden die folgenden Entwicklungsschritte realisiert.

1) Neuer Projektleiter Manfred Neumann

Nachdem unser bisheriger Projektleiter Emil Kostrewa kurzfristig auf Ende April 2008 gekündigt hatte, haben wir einen neuen Projektleiter eingestellt. Manfred Neumann arbeitet seit dem 01. August 2008 bei uns. Er musste sich zuerst in unserer Konstruktionsabteilung einarbeiten und war anschliessend für die abschliessende Entwicklung der Vertikal-Bohranlage TERRA-DRILL 4407 V2 verantwortlich.

2) Neue deutsche Norm: Bohrdurchmesser $\varnothing$ 150 mm

Gemäss der neuen deutschen Norm DVGW Nr. 120 (die uns immer noch nicht vorliegt), die erfahrungsgemäss europaweit Anwendung finden wird, muss der Bohrdurchmesser für Erdsonden mindestens 60 mm grösser sein als der Umkreis der Erdsonde. Die übliche Erdsonde 4x PE 32 mm mit Verpressrohr DA 25 mm hat einen Umkreis von 90 mm. Also muss der Bohrdurchmesser bei 150 mm liegen. Eine 150 mm Bohrkronen erfordert Futterrohre DA 172-174 mm. Die Einhaltung dieser Norm wird durch die Bauaufsicht immer strenger überwacht.

Dies bedeutet, dass der TERRA-DRILL 4407 V2 umkonstruiert werden musste auf Futterrohre DA 172-174 mm. Dies betraf die dreifache Klemm- und Brechvorrichtung und den Abstand zwischen Bohrachse und Bohrrampe.

3) Seilwinde und Handlingvorrichtung

Die grossen 1.5 m langen Futterrohre wiegen inzwischen 60 kg, die Bohrgestänge 89 mm etwa 24 kg. Wir haben eine Handlingvorrichtung entwickelt, die es ermöglicht, je ein Futterrohr und ein Bohrgestänge zeitgleich mit einer Seilwinde anzuheben und in die Bohrposition zu schwenken, so dass sie dort ohne Kraftaufwand montiert werden können.

In der Zeit vom 14.-18. Mai 2009 fand die erste Testbohrung mit dem TERRA-DRILL 4407 V2 (er wird unter dem bisherigen Namen „TERRA-DRILL 4407 V“ vermarktet)



in 4805 Brittnau, Schlosshubelweg 10 statt. Dort wurden noch Kleinigkeiten angepasst. Die 100 m tiefe Bohrung mit Bohrdurchmesser 150 mm und Futterrohrdurchmesser 177.8 mm hat hervorragend funktioniert. Die Erdsonde wurde verpresst und der Bohrkanal mit einer Verpresspumpe von K  chler fachmännisch gef  llt.

Von dieser Testbohrung liegen diesem Abschlussbericht Fotos bei. Ausserdem wurde ein Video aufgenommen und geschnitten, das etwa 5 Minuten lang ist. Dieses Video kann von jedermann in YouTube unter dem Namen „TERRA-DRILL 4407 V“ angesehen werden.

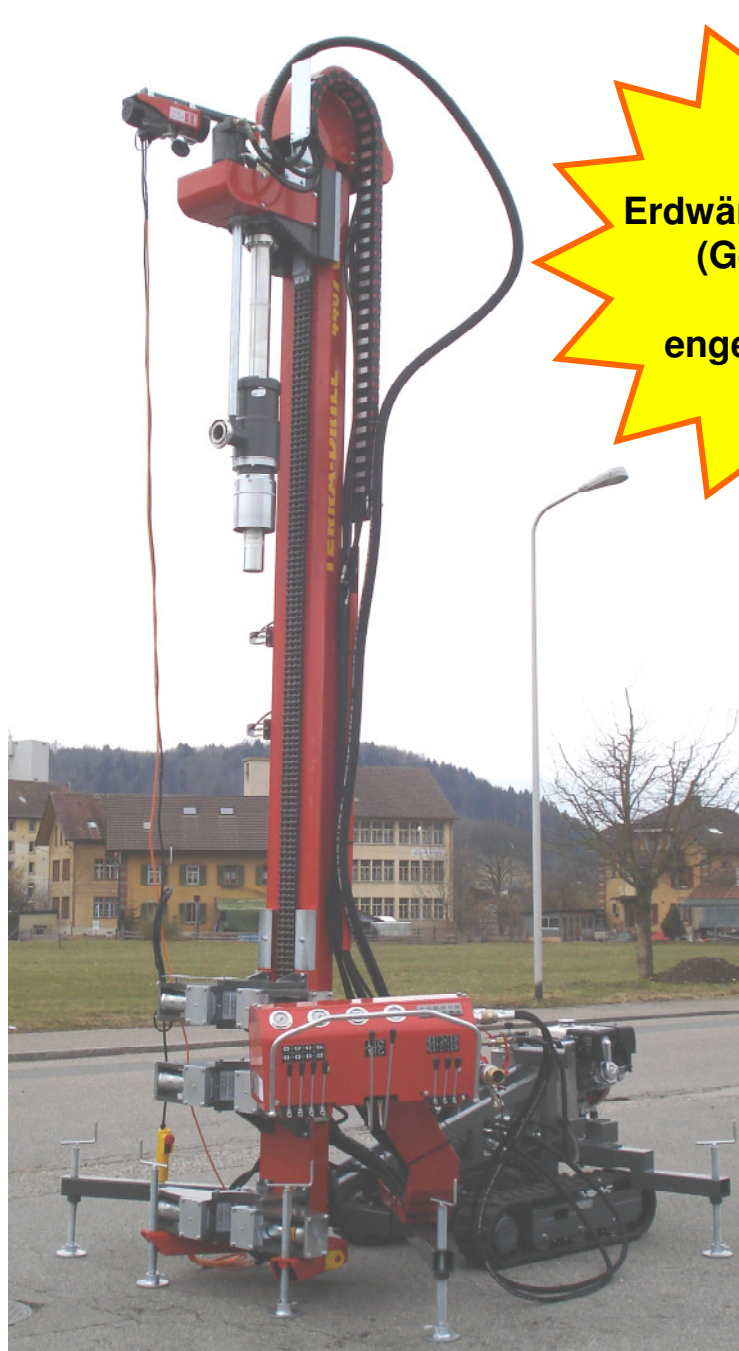
Am 27. Mai 2009 fand eine weitere 100 m tiefe Bohrung mit dem TERRA-DRILL 4407 V im Rahmen einer öffentlichen Vorführung für Schweizer Bohrspezialisten statt. Die Bohranlage stiess auf reges Interesse, zur Vorführung kamen über 10 Bohrunternehmen.

Dietmar Jenne (28. Mai 2009)

Altmodische Anlagen:

- 1x Produktinfo TERRA-DRILL 4407 V
- 4x Vordruck mit jeweils 4 Fotos der Testbohrung

TERRA-DRILL 4407 V



**Erdwärmegewinnung
(Geothermie)
auch in
engen Vorgärten**

- Für Vertikalbohrungen zur Erdwärmegewinnung (Geothermie)
- Maximale Bohrtiefe: 100 - 120 m
- Das Hydraulik-Aggregat und der Baustellenkompressor können bis zu 30 m entfernt platziert werden.
- Modularer Aufbau der Bohranlage. Dadurch Einsatz in kleinsten Vorgärten möglich.
- Das geringe Gewicht des Bohrwagens (2.1 to) und das Gummiraupenfahrwerk schonen die Rasenflächen.
- Die Transportbreite von 0.95 m erlaubt selbständiges Fahren durch Gartentore.
- Hammerbohrverfahren oder Spülbohrverfahren möglich, damit in nahezu jedem Untergrund mit hoher Produktivität einsetzbar.
- Die Duplexaufnahme erlaubt zeitgleiches Abteufen der Futterrohre DA 178 mm und der Bohrgestänge DA 89 mm bei gleichzeitiger Abfuhr des Bohrschlamms.
- Die optionale Spülbohrpumpe fördert 1'080 ltr/min Bentonit- Spülflüssigkeit. Sie wird auch zur Aufbereitung verwendet.
- Die Duplexkolbenpumpe dient zur Befeuchtung der Druckluft für den Imlochhammer zur Erhöhung des Austrags.
- 3-fach Klemm- und Brechvorrichtung ermöglicht das hydraulische Klemmen und Lösen der Futterrohre und der Bohrgestänge.



Bild links:
 Das Hydraulik-Aggregat mit der Hochdruck-Wasserpumpe

Bild rechts:
 Antriebskopf und Duplexaufnahme (Patent angemeldet). Die Duplexaufnahme erlaubt das zeitgleiche Abteufen der Futterrohre und der Bohrgestänge. Das geförderte Bohrgut wird kontrolliert und sauber in einen Bohrgut-container abgeführt.



Bild links:
 Die 3-fach Klemm- und Brechvorrichtung.

Bild rechts:
 Der Imlochhammer bohrt durch nahezu jedes Erdreich. Selbstverständlich bohrt er auch durch felsigen Untergrund. Er stellt einen Bohrkana von 150 mm her.



Bild links:
 Das übersichtliche Bedienpult wird seitlich in die gewünschte Arbeitsposition geschwenkt. Alle Funktionen werden hier gesteuert.

Bild rechts:
 Der Fahrtrieb treibt auch die Spülbohrpumpe an.



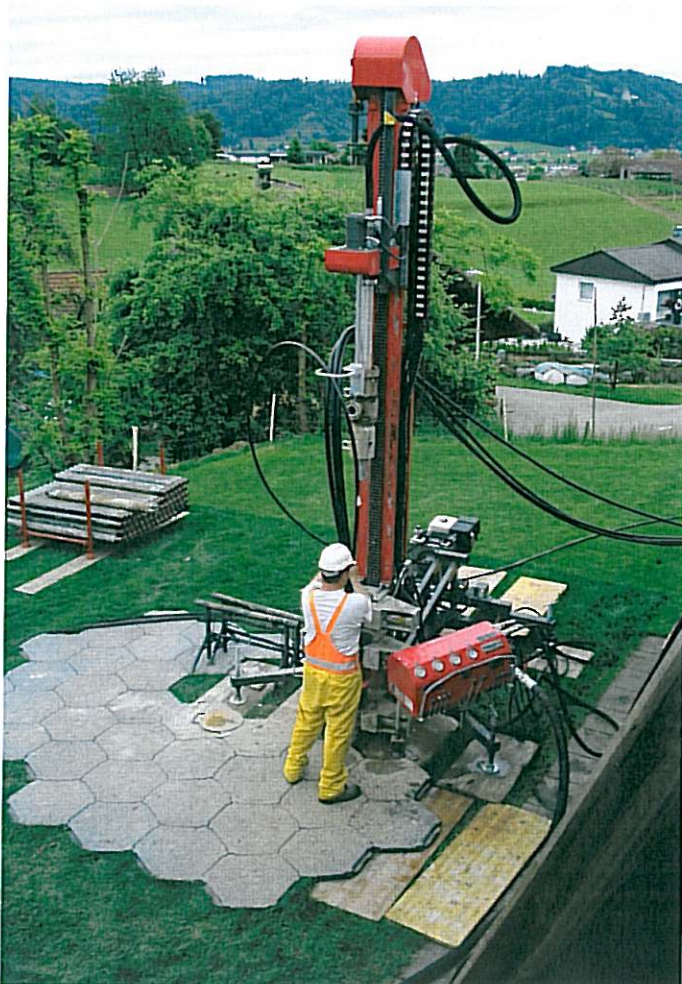
Technische Daten:				
Zugkraft	70 kN (7 to)	Bohrgestänge	Länge	1.5 m
Bohrkraft	70 kN (7 to)		Ø	89 mm
Antriebsleistung	24.8 kW (33 PS)	Futterrohre	Länge	1.5 m
			Ø	178 mm
Drehmoment	4'400 Nm	Dimensionen L x B x H		
		in Fahrstellung	5.80 m x 0.95 m x 1.90 m	
		in Bohrstellung	3.30 m x 2.60 m x 5.20 m	
Drehzahl der Bohrgestänge		Imlochhammer		
Leerlauf	40 U/min	Betriebsdruck	21 bar	
unter Last	29 U/min	Luftbedarf	19 m ³ /min	
Eilgang	60 U/min			
Max. Geschwindigkeit des Schlittens		Spülbohrpumpe (optional)		
unter Last	3.0 m/min	Fördervolumen	1'080 ltr/min @ 2.5 bar	
Eilgang	20 m/min	Max. Druck	8 bar	
Ø der Bohrung (Imlochhammer)	150 mm	Gewicht des Bohrwagens	ca. 1.8 to	
Max. Bohrtiefe	100-120 m			

Technische Änderungen vorbehalten





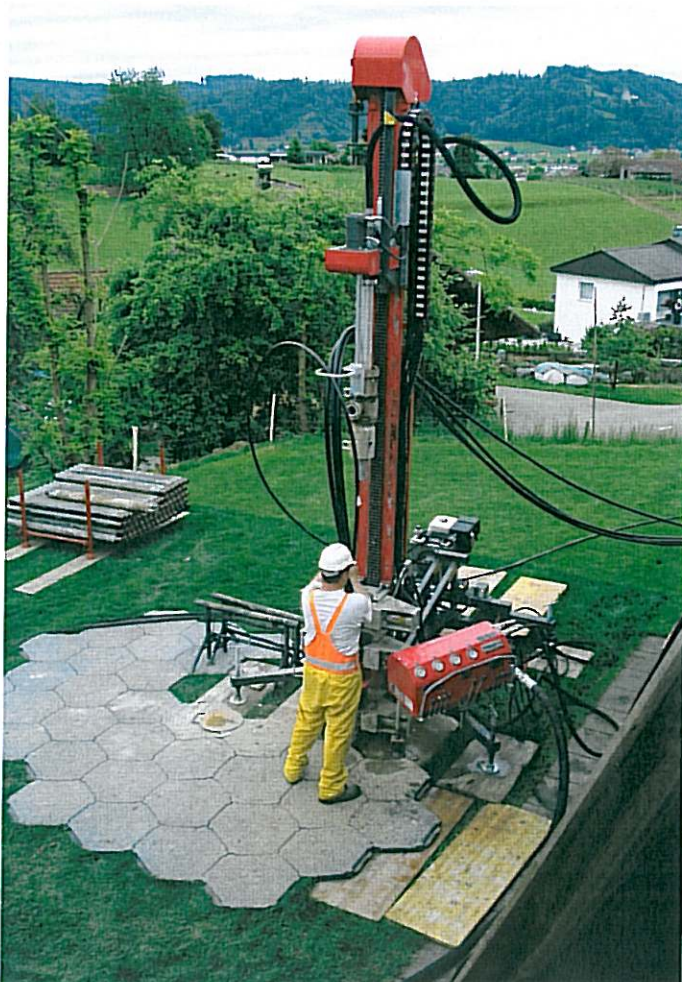












Zwischenbericht (Stand 20. November 2008)

des Entwicklungsprojekts „TERRA-DRILL 4407 V zur untiefen Erdwärmegewinnung für Wohnhäuser“

In der Zeit von Januar bis November 2008 wurden die folgenden Entwicklungsschritte realisiert.

Am 29. Januar 2008 fand eine Besprechung mit der Geschäftsführung und der Bohrmannschaft des Betreibers des ersten TERRA-DRILL 4407 V in Brittnau statt, um Kritik zu äussern und Verbesserungsvorschläge zu machen. Diese Gesprächsnotiz liegt bei („2008-01-29 Verbesserungsvorschläge für TERRA-DRILL 4407 V“).

Anschliessend fanden zwei weitere Gespräche mit dem Betreiber der ersten Bohranlage statt, in denen die Änderungswünsche für die zweite Bohranlage konkretisiert werden konnten (siehe „2008-03-15 Änderungswünsche zweite Anlage“). Die beiden obigen Dokumente müssen zum Verständnis dieses Zwischenberichts nicht detailliert gelesen werden.

Der Projektleiter Emil Kostrewa hat die folgenden Änderungen für den TERRA-DRILL 4407 V2 dreidimensional konstruiert und realisiert.

A) Verbesserung der Bohrlafette

A1) 950 mm Breite des Raupenfahrwerk

Das Raupenfahrwerk wurde auf 950 mm verbreitert.

A2) HONDA-Fahrtrieb, Spülbohren

Der Bohrwagen erhielt einen eigenen HONDA-Fahrtrieb. Dieser HONDA-Fahrtrieb ist so konstruiert, dass er während des Bohrens abgekoppelt werden kann. Er kann dann als direkter Antrieb für eine Spülbohrpumpe mit einer Spülmenge von 185 ltr/min bei einem Spüldruck von 25 bar verwendet werden.

A3) Duplexaufnahme für zeitgleiches Abteufen von Futterrohren und Imlochhammer

Diese Duplexaufnahme wurde entwickelt und am 11. Januar 2008 beim Europäischen Patentamt eingereicht. Innerhalb der Prioritätsfrist von einem Jahr wird diese Patentanmeldung auch in der Schweiz und anderen Ländern eingereicht. Die Duplexaufnahme erlaubt zeitgleiches Abteufen von Futterrohren und Imlochhammer. Sie wird damit eine enorme Zeit bei jeder Bohrung einsparen. Sie wurde für Futterrohre DA 152 mm entwickelt.

A4) Futterrohre DA 152 mm

Der erste TERRA-DRILL arbeitet mit Futterrohren DA 133 mm und einem Bohrkronendurchmesser von 110 mm. Dieser Bohrdurchmesser ist zum Ablassen der Erdsonde etwas zu klein. Deshalb ist der TERRA-DRILL 4407 V2 umkonstruiert für Futterrohre DA 152 mm und einem Bohrkronendurchmesser von 130 mm. Dazu mussten die drei Klemmvorrichtungen umkonstruiert werden. Ausserdem musste die Höhe des Antriebsschlittens vergrössert werden, da die Bohrachse weiter entfernt ist von der Bohrrampe.

A5) Spielfreie Stellfüsse

Die vier Stellfüsse werden neu nahezu spielfrei eingesteckt. Die Abstützteller werden vergrössert.

A6) Untere Antriebskette nach oben versetzt

Die untere Antriebskette wurde nach oben versetzt um etwa 0.5 m. Damit läuft sie nicht mehr im Bohrschlamm, die Kette kann nicht mehr verdecken.

A7) Oberste Losbrechvorrichtung tiefer angeordnet

Die oberste Losbrechvorrichtung konnte deutlich tiefer angeordnet werden. Damit müssen die Gestänge bei deren Montage nicht mehr so hoch angehoben werden.

A8) Bohrrampe nach oben verlängert

Die Bohrrampe wurde nach oben deutlich verlängert, zum einen wegen der Duplexaufnahme, zum anderen zur einfacheren Gestängemontage.

A9) Hydraulische Bohrrampenverstellungen verstärkt

Das hydraulische Anheben der Bohrrampe wurde verstärkt. Beim V2 lässt sich die Bohrrampe immer hydraulisch aufstellen, auch wenn der Antriebsschlitten in eine ungünstige Position steht.

Die obige Änderungen sind in den angehängten dreidimensionalen Computerzeichnungen dokumentiert.

B) Zubehör

B1) Bohrgestänge ohne Schlüsselweiten

Die neuen Bohrgestänge haben keine Schlüsselweiten mehr. Damit verschleissen die Dichtungen im Auswurf der Duplexaufnahme viel weniger. Ausserdem lässt sich so der gehärtete Kupplungsteil des Bohrgestänges deutlich verkürzen. Dadurch kann der Abstand der Klemmvorrichtungen verringert werden (die auf dem gehärteten Kupplungen nicht klemmen würden).

B2) Futterrohre DA 152 mm

Der TERRA-DRILL 4407 V2 wurde für Futterrohre DA 152 mm geändert.

C) Weitere Schritte, Zeitverzögerung

Weitere Schritte

Der Abschluss der Entwicklungsarbeiten für den TERRA-DRILL 4407 V2 wird sich ausserplanmässig verzögern aus den folgenden zwei Gründen:

C1) Projektleiter Emil Kostrewa hat gekündigt

Unser Projektleiter Emil Kostrewa hat kurzfristig auf Ende April gekündigt. Er ist von ABB Baden abgeworben worden. Da wir in unserer Entwicklungsabteilung seit Monaten mit mehreren Entwicklungsprojekten vollbeschäftigt sind, konnten wir nicht kurzfristig einen anderen unserer Entwickler an dieses Projekt setzen. Wir haben zwei weitere Konstrukteure eingestellt. Der erste hat Anfang Juli 2008 angefangen, der zweite wird Anfang August 2008 anfangen. Wir werden einige Zeit zur Einarbeitung dieser beiden Mitarbeiter benötigen. Ausserdem wird es Zeit erfordern, sie mit dem Projekt TERRA-DRILL 4407 V2 vertraut zu machen.

C2) Neue deutsche Norm: Bohrdurchmesser $\varnothing$ 150 mm

Gemäss der neuen deutschen Norm DVGW Nr. 120 (die uns noch nicht vorliegt), die erfahrungsgemäss europaweit Anwendung finden wird, muss der Bohrdurchmesser für Erdsonden mindestens 60 mm grösser sein als der Umkreis der Erdsonde. Die übliche Erdsonde 4x PE 32 mm mit Verpressrohr DA 25 mm hat einen Umkreis von 90mm. Also muss der Bohrdurchmesser bei 150 mm liegen. Eine 150 mm Bohrkronen erfordert Futterrohre DA 172-174 mm. Die Einhaltung dieser Norm wird in den letzten Wochen durch die Bauaufsicht streng überwacht.

Dies bedeutet, dass der TERRA-DRILL 4407 V2 kurzfristig umkonstruiert werden muss auf Futterrohre DA 72-74 mm.

C1 und C2 führen zu einer unplanmässigen Verspätung dieses Entwicklungsprojekts. Wir sehen momentan den folgenden Zeitplan:

Umkonstruktion der Klemmvorrichtung	
und des Antriebsschlittens auf	
Futterrohre DA 172-174 mm	bis 30.08.2008
Kran + Haltevorrichtung	bis 31.10.2008
Bedienpult	bis 31.10.2008

I:\T01\Entwicklungsprojekte\TERRA-DRILL 4407 V\Fördermittel\2008-11-20 Zwischenbericht Stand 20.11.2008.doc

4/5

ML-21.11.2008



Umkonstruktion des KUBOTA-Aggregats
4407 V2
Fertigungszeichnungen
Produktion von ein oder zwei Bohranlagen
TERRA-DRILL 4407 V2
Praxiseinsatz TERRA-DRILL 4407 V2

bis 14.11.2008

bis 31.01.2009

bis April 2009

Mai 2009

Als Anlage finden Sie die folgenden 3D-Modelle des TERRA-DRILL 4407 V2.

TERRA-DRILL 4407 V2, in Bohrposition
TERRA-DRILL 4407 V2 in Fahrstellung
Massbild in Arbeitsstellung
Massbild in Fahrstellung
Duplexaufnahme
Bedienpult und Fahrtrieb
Futterrohr- und Gestängewechsel

Dietmar Jenne (20. November 2008)

- 1x Verbesserungsvorschläge vom 29.01.2008
- 1x Änderungswünsche für zweite Bohranlage vom 15.03.2008
- 1x TD 4407 V2 in Bohrposition
- 1x TD 4407 V2 in Fahrstellung
- 1x Massbild in Arbeitsstellung
- 1x Massbild in Fahrstellung
- 1x Duplexaufnahme
- 1x Bedienpult und Fahrtrieb
- 3x Futterrohr- und Gestängewechsel

TERRA-DRILL 4407 V, Verbesserungsvorschläge

Meeting mit dem Betreiber am 29. Januar 2008

Am 29. Januar 2008 trafen sich die Herrn Zimmer, Huwig, Mikolajek der Bohrfirma mit den Herrn Jenne und Kostrewa der TERRA AG, um Erfahrungen mit der ersten Bohranlage TERRA-DRILL 4407 V, die jetzt seit etwa zwei Monate im Einsatz war, zu besprechen. Dabei wurden die folgenden Verbesserungsvorschläge gemacht.

1) Lagerung des Antriebsschlitten

Der Antriebschlitten sollte mit Kunststoffleisten oder Rollen gelagert werden.

2) Untere Kettenlagerung

Die Kette, die den Antriebschlitten auf und ab bewegt, ist oben und unten mit einem Kettenrad gelagert. Die untere Lagerung der Kette sollte ca. 50 cm höher liegen, damit kein Dreck hinein kommt, da der Druck die Kette manchmal blockiert.

3) Drehzahlbegrenzung

Die Drehzahlbegrenzung sollte wegfallen.

4) Gestängedrehzahl

Die Gestängedrehzahl zum Bohren ist gut. Allerdings sollte die Gestängedrehzahl zum Gestängewechsel deutlich schneller gehen. Dabei ist keine Kraft erforderlich. Es wird ein „Eilgang“ gewünscht.

5) Bedienpult

Das Bedienpult muss deutlich schmaler werden. Die Maximalbreite des Bohrwagens in Fahrposition darf mit angeschlossenen Hydraulikleitungen nicht über 98 cm liegen, damit wir durch 1 m breite Türen und Toren fahren können.

6) Abstützung

- a) Der Einschub der Stütztstreben sollte spielfrei sein. Dies geht mit Bolzen oder Sicherungsschrauben oder mit Einstellschrauben.
- b) Die vier Teller der Abstützung sollten mit vier Erdnägeln verankert werden können.

7) Schlauchkanal

Der Schlauchkanal zum Bedienpult ist nach oben offen. Dadurch sammelt sich darin Dreck. Ist es möglich, das U-Profil umzudrehen, so dass es nach unten offen ist?
Alternative: Abdeckung von oben

8) Bedienpult

Das Bedienpult sollte ganz nach vorne klappbar sein, also voll in Fahrtrichtung. Ziel muss sein, mit angehängten Schläuchen durch 1.0 m breite Türen durchzukommen.

9) Schlüsselweite der Bohrgestänge

Die Bohrgestänge sollten keine Schlüsselweite mehr haben, da diese die Dichtungen des Auslaufkopfs zerstören.

10) Antriebschlitten

Die Wellenmutter (21) löst sich regelmässig. Fällt dann alles nach unten? Hier müssen wir dringend eine sicherere Lösung finden, möglichst auch für die erste Anlage.

11) Spülbohren

Je nach Untergrund ist das Spülbohren mit Bentonit dem Druckluftbohren mit einem Imlochhammer deutlich überlegen. Im Raum Köln ist der Untergrund beispielsweise auf den ersten 100 Metern sandig. Hier kann nur spülgebohrt werden.

Das Spülbohren erfordert 200-300 l/min Bentonit bei 25-30 bar.

- a) Wir sollten überschlagen, was ein eigenes Antriebs-Aggregat „Spülbohren“ kosten würde.
- b) Wir sollten prüfen, ob ein entsprechendes Modul anmietbar ist.

12) Rollenmeissel zum Spülbohren

Wir sollen Verfügbarkeit und Preis einer Rollenmeissels zum Spülbohren prüfen.

Dietmar Jenne (29.Januar 2008)

TERRA-DRILL 4407 V **Änderungswünsche für zweite Bohranlage**

Mehrere Gespräche mit dem Betreiber der ersten Bohranlage TERRA-DRILL 4407 V haben die folgenden Änderungswünsche ergeben, die bei der zweiten Bohranlage berücksichtigt werden sollen.

A) Bohranlage

- A1) Zusätzlicher Eilgang für doppelte Ölmenge (bei 1/3 Drehmoment) zur schnelleren Demontage der Bohrgestänge. Wird realisiert durch einen zusätzlichen Hydraulikkreislauf mit zusätzlicher Hydraulikpumpe im Antriebsaggregat, der über einen Elektroschalter am Bedienpult zugeschaltet werden kann.
- A2) Das Raupenfahrwerk wird 950 mm breit statt 800 mm
- A3) Das Bedienpult wird so schmal, dass inklusiv Kupplungen die Breite von 950 mm nicht überschritten wird.
- A4) Der Bohrwagen erhält einen eigenen HONDA-Fahrertrieb.
- A5) Es sollen Futterrohre DA 152 mm verwendet werden können, damit die Erdsonden bis zu 100 m Tiefe schnell abgeteuft werden können. Die Futterrohre haben DA 152.4 mm, am Schaftrohr 8 mm, an der Kupplung 10 mm Wandstärke. Die Baulänge ist 1.5 m. Sie wiegen 44 kg.
- A6) Die Bohranlage erhält einen kleinen Kran (Elektroseilwinde) mit einem Magneten für das Futterrohr und einer Gabel für die Gestänge, der gleichzeitig ein Futterrohr und ein innen liegendes Bohrgestänge anheben und in die Bohrachse heben kann. Die Fernsteuerung des Krans darf nicht im Bedienpult sein, damit der Bohrhelfer den Kran selbständig bedienen kann.
- A7) Mit Duplexaufnahme für zeitgleiches Abteufen von Futterrohren und Imlochhammer.
- A8) Das Aggregat benötigt eine manuelle Gasverstellung, die auch Zwischenstellungen erlaubt („Halbgas“). Dies spart Sprit. Prüfen, ob eine elektrische Verstellung vom Bohrwagen aus kostengünstig möglich ist.
- A9) Eine zusätzliche Sondenführung mit drei Rollen ø 20 mm, die an den Antriebschlitten eingehängt werden kann, soll den Sondeneinbau erleichtern.
- A10) Verdrehsicherung der Bohranlage: Die vier Abstützteller vergrößern, mit je einer Bohrung versehen und vier Erdnägel mitliefern. Gleichzeitig soll für diese vier Erdnägel ein Transportplatz an Bohrwagen vorgesehen werden.

- A11) Die vier Stellfüsse müssen nahezu spielfrei eingesteckt werden können. Zurzeit haben sie 3 bis 5 mm Spiel, so dass die ganz Bohranlage wackelt.
- A12) Die (oberste) Losbrechvorrichtung sollte tiefer angeordnet sein, damit die Gestänge nicht zu hoch angehoben werden müssen. Dabei reicht ein Abstand von ca. 5 cm zur mittleren Klemmvorrichtungen. Bitte prüfen, warum der Abstand bei der ersten Bohranlage so gross gewählt wurde.
- A13) Die Bohranlage sollte um mindest 0.3 m nach oben verlängert werden, damit die Gestänge vernünftig montiert werden können. Dies betrifft nur die heutige Situation. Zusätzlich wird die Bohranlage nochmals mindestens um 0.5 m länger wegen der Duplexaufnahme.
- A14) Wunsch: Beim Vorschub sollte eine Kraft eingestellt werden können, die auf den Imlochhammer wirkt. Diese Kraft ist die Summe aus dem Gestängegewicht und dem Anpress- oder Gegendruck.
- A15) Der Vorschubhebel sollte in jeder beliebigen Arbeitstellung von alleine stehen bleiben.
- A16) Wunsch: Spülbohren sollte möglich sein. 185 ltr/min ist die unterste Spülmenge. Der Spüldruck sollte bei 15-20 bar liegen. Prüfen, ob der Fahrtrieb auch die FMC-Spülpumpe antreiben kann.
- A17) Die vier Abstützspindeln sollten im Durchmesser grösser sein (stabiler).
- A18) Problem: Das unterste Ritzel und die Antriebskette verdrecken. Dann geht die Kette nicht mehr ins Ritzel.
Lösung: Entweder das Ritzel durch ein Umlenkrad ersetzen oder die untere Umlenkung einen Meter höher positionieren.
- A19) Der Antriebsschlitten sollte zur Seite weggeklappt werden können, damit der Bediener mit der Winde in der Bohrachse arbeiten kann. Zum Beispiel zum Ablassen von Filterrohren oder zum Pegelsetzen.
Lösung: Der Antriebsschlitten ist links und rechts mit Bolzen an der Grundplatte gesichert. Wird ein Bolzen herausgezogen, kann der Antriebsschlitten seitlich weggeklappt werden.
- A20) Die Führungsscheibe (Teil 12 vom Ersatzteilkatalog Kapitel 2.2) beziehungsweise deren Schrauben brechen bei der oberen Klemmvorrichtung ab. Die Schrauben müssen grösser gewählt werden.
- A21) Der erste Bohrwagen stellt die Bohrrampe nur mit Handunterstützung auf. Beim V2 soll das von alleine hydraulisch gehen.
- A22) Die FMC-Pumpe sollte auch vom Aggregat aus ein- und ausgeschaltet werden können.

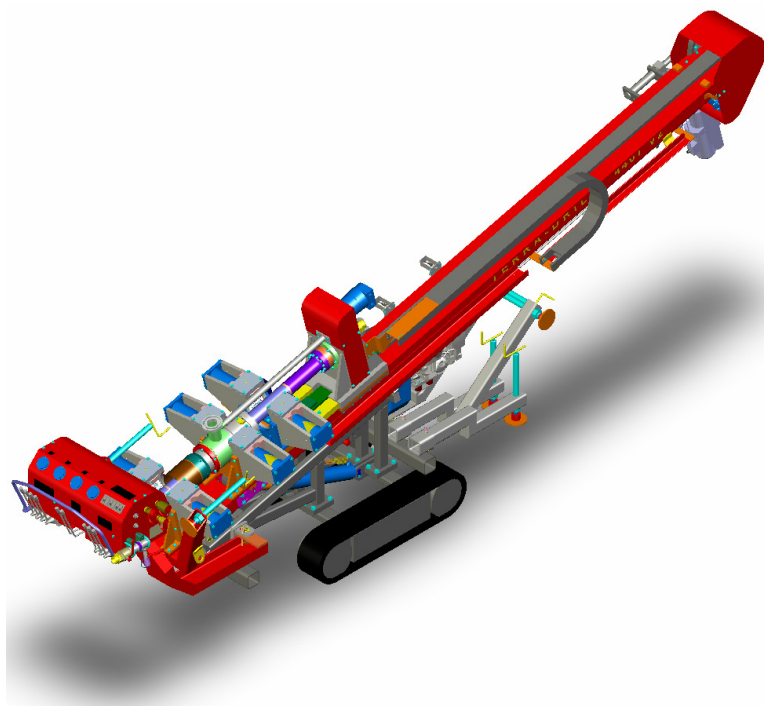
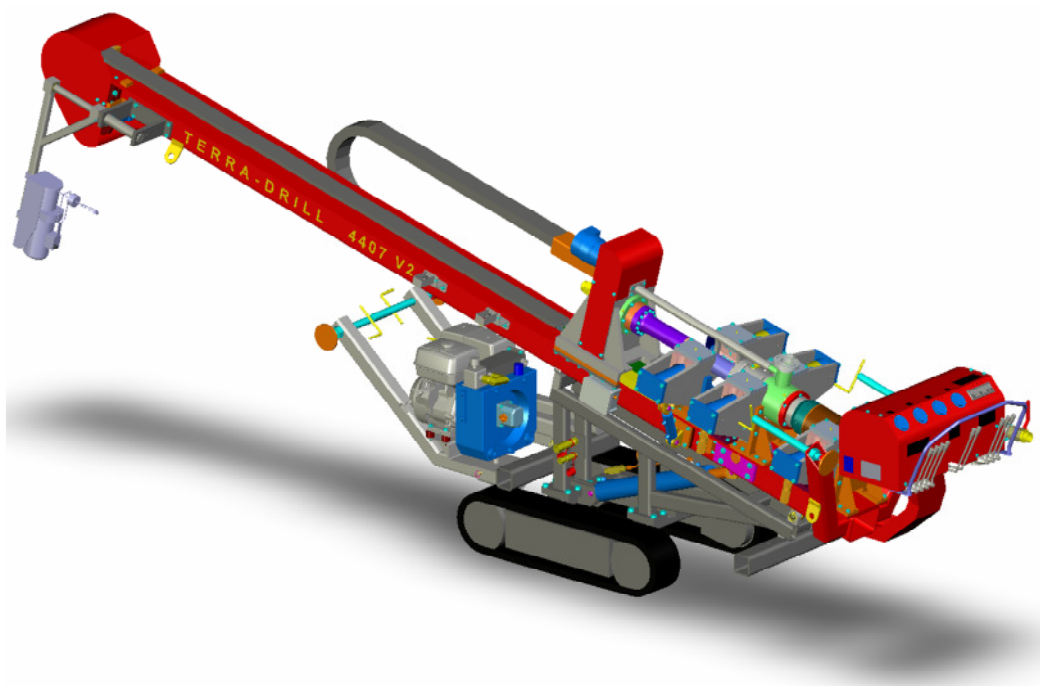
B) Zubehör

- B1) Wir sollen die Armaturen definieren und anbieten, die erforderlich sind, um die Erdsonde abzurücken. Dabei müssen wir jeweils Dreiwegehähne vorsehen, um den Druck ablassen zu können.

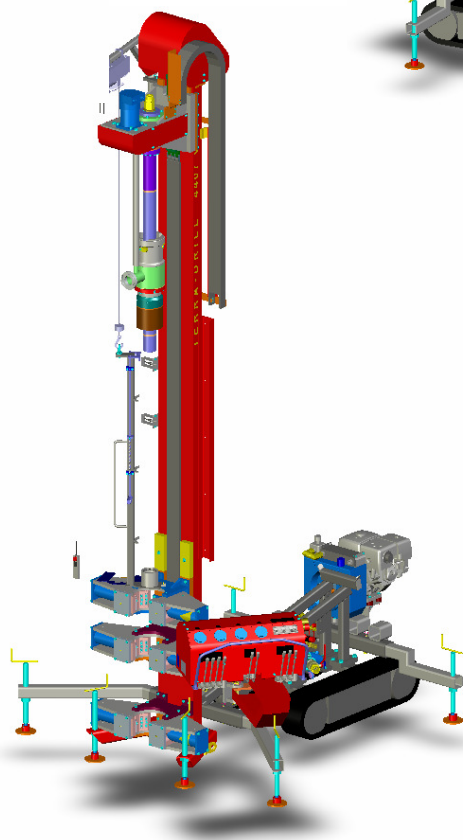
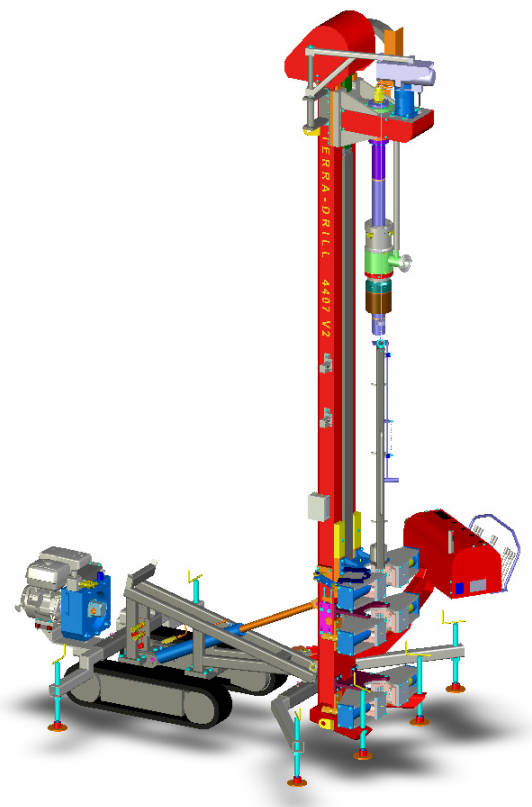
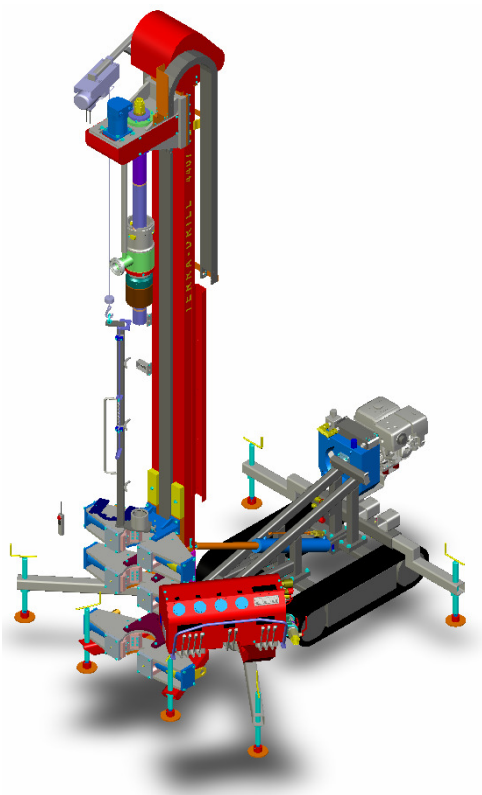
Dietmar Jenne (15. März 2008, aktualisiert am 30. Mai 2008)

Verteiler: Karosan, Herr Zimmer + Herr Huwig (per E-Mail). Bitte eine Kopie an Herrn Norbert Fritz weiterleiten. Wir bitten um schnelle Stellungnahme
Martin Siegrist
Emil Kostrewa
DJ (Ablage Entwicklungsprojekt)

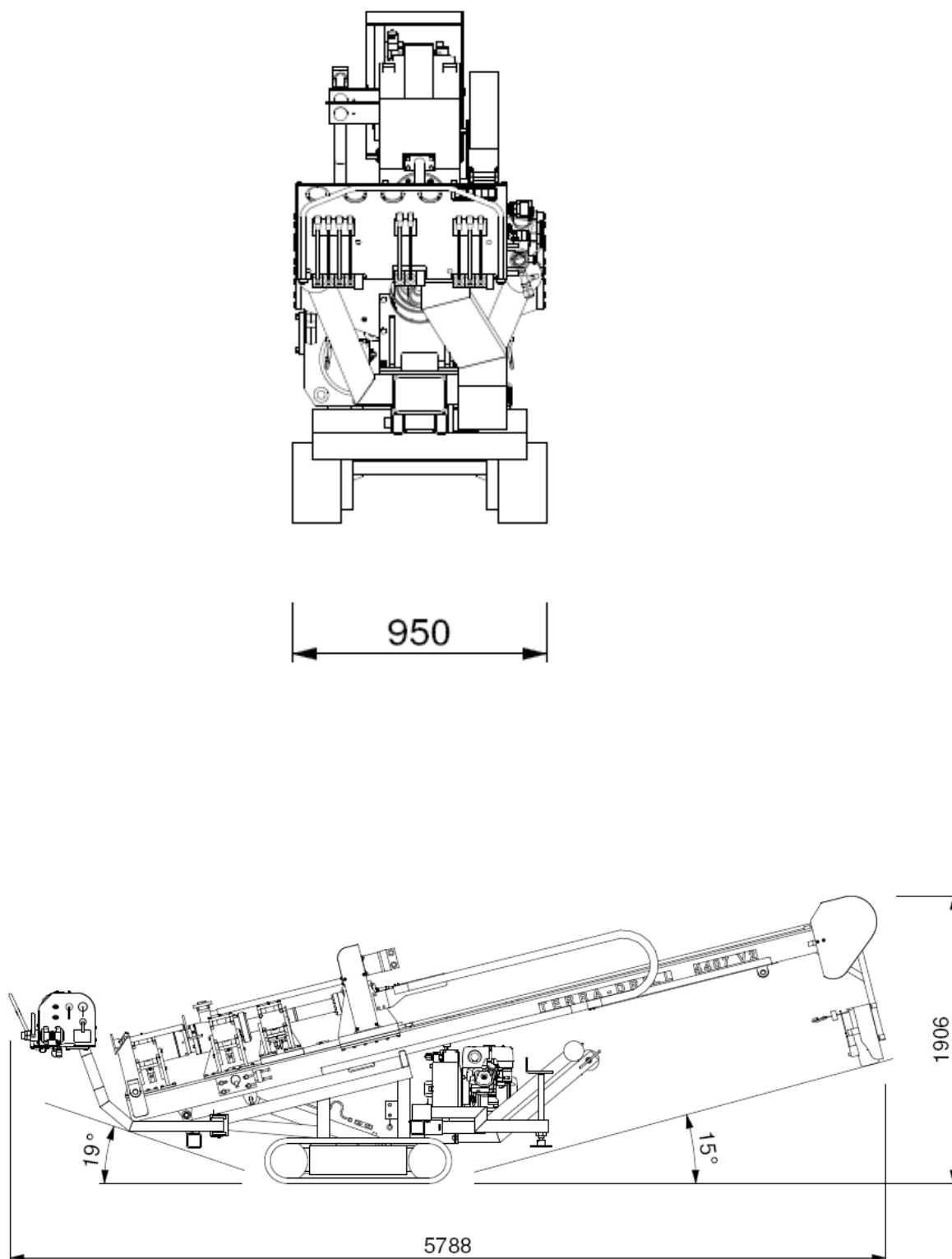
TERRA-DRILL 4407 V2 in Fahrstellung



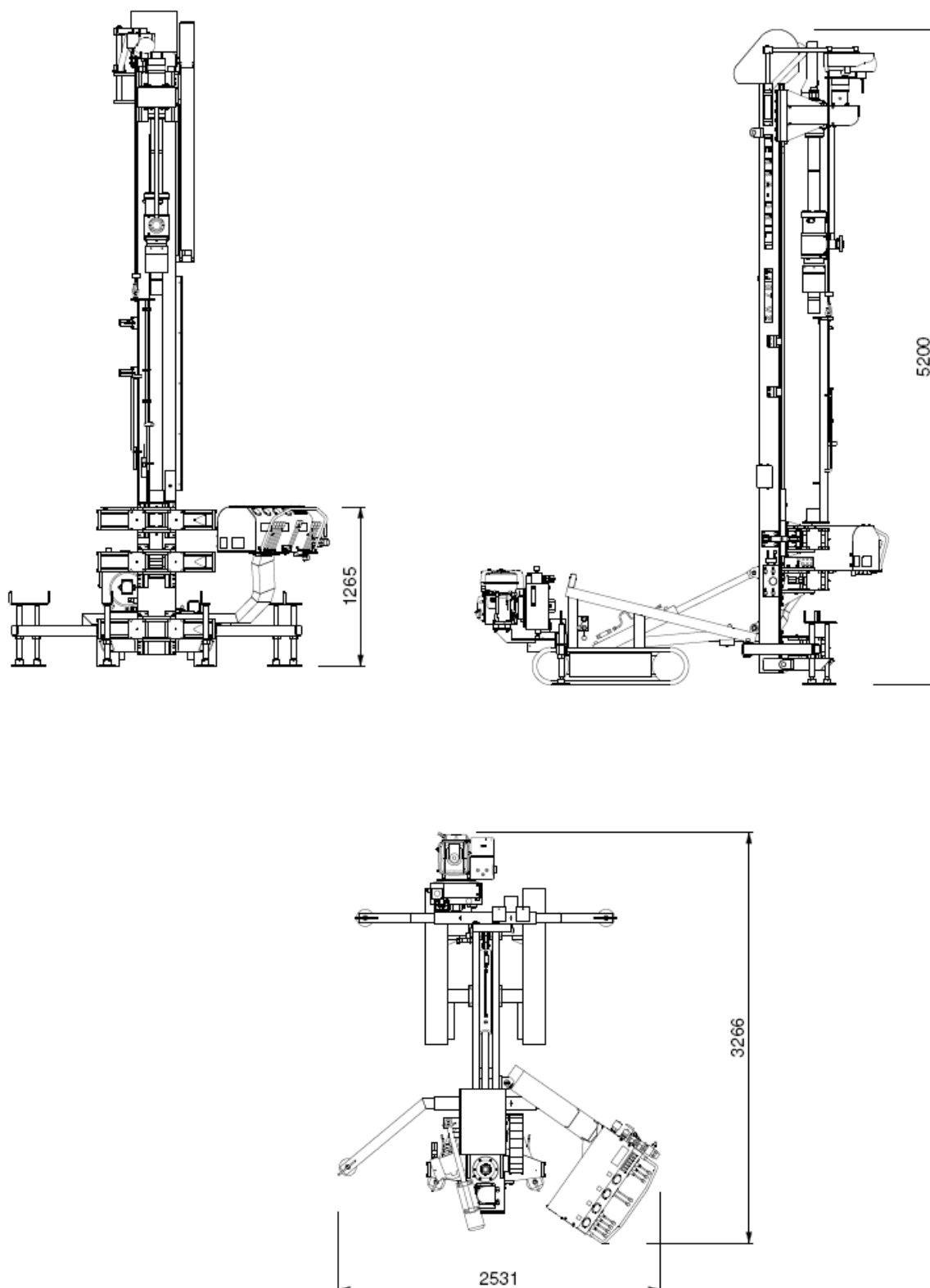
TERRA-DRILL 4407 V2 in Bohrposition



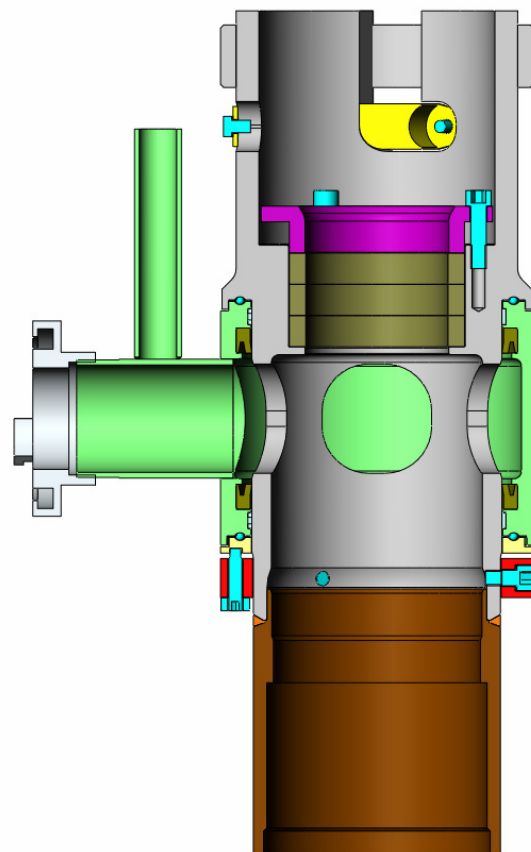
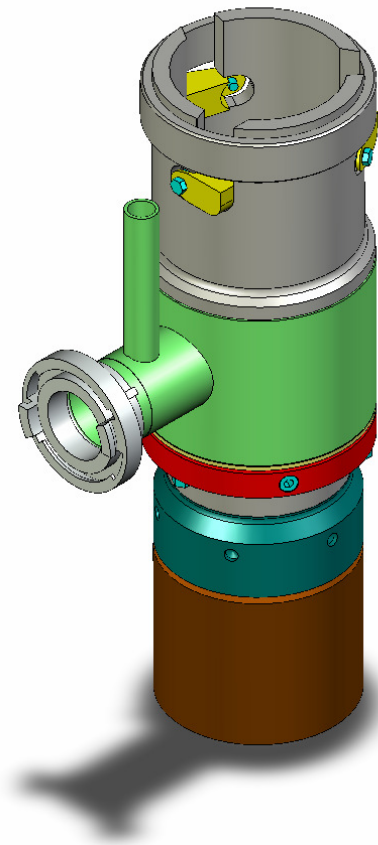
TERRA-DRILL 4407 V2
Massbild in Fahrstellung



TERRA-DRILL 4407 V2
Massbild in Arbeitsstellung



TERRA-DRILL 4407 V2 Duplexaufnahme



TERRA-DRILL 4407 V2 Bedienpult und Fahrtrieb

