

Rütteldruckverdichtung (RDV) - ein Verfahren zur Sanierung lockergelagerter Kippen der Lausitz



*Dr. Antje Schreyer –
Dr. Charles-Andre Uhlig –
Dr. Jens Kardel
GMB GmbH Senftenberg*

Kurzprofil GMB GmbH



- **Kippenverdichtung**
- Betriebsführungen
- Tagebawentwässerung
- Komplexprojekte & Serviceleistungen
- Vermarktung von Begleitrohstoffen
- Kies und Sand & Kiesklebfilterproduktion



Mining Services

Engineering



- Bergbau
- Bauwesen
- **Geotechnik**
- Vermessung
- Forschungsprojekte

- HKW Senftenberg
- Biomasse HKW Sellessen
- Betreiben von Heizwerken
- Wärmeversorgung
- Flutungsmaßnahmen in Altbergbaugebieten



Electricity & Heat



1 *Warum Rütteldruckverdichtung RDV ?*

2 Geotechnische Grundlagen/Kippenaufbau

3 Verfahrensbeschreibung RDV

4 Rütteldruckverdichtung bei GMB

5 Prozesssteuerung und Datenerfassung

6 Sondertechnologien

7 Forschung und Entwicklung

8 Ausblick und Zusammenfassung

Lausitzer Tagebaukippen – Standsicherheitsprobleme



Lausitzer Tagebaukippen - Rutschungen



Rutschung – Ein (allerdings provoziertes) Beispiel



Lausitzer Kippen – Massenbewegungen



Rutschung:

- Massenbewegung aus der Böschung eines Restlochs / Tagebaus

Setzungsfließen:

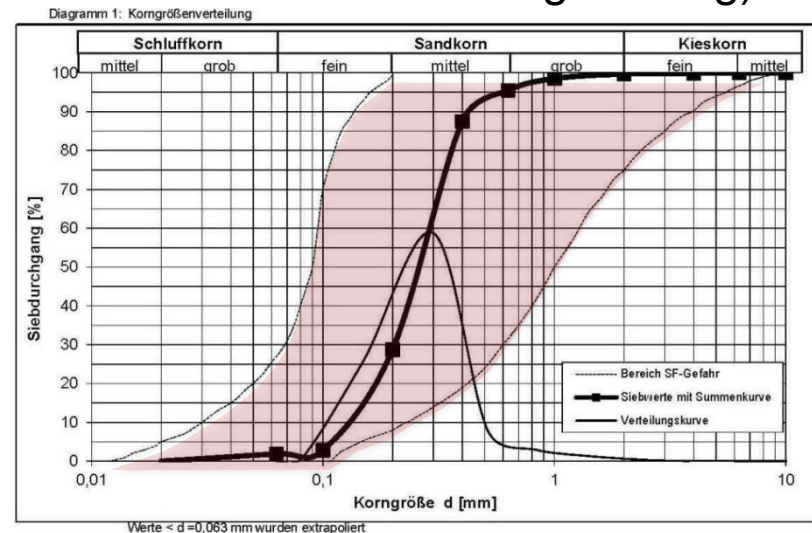
- plötzlich ablaufende Bewegung großer Lockergesteinsmassen
- Ursache : Verflüssigung lockergelagerter, wassergesättigter sandiger Kippenböden

Sackung:

- Verschiebung des Bodenkörpers der Schwerkraft folgend infolge Umlagerung im Korngerüst, Ursache ist Verlust der Bindekräfte im Korngerüst (z.B. Verlust der Kapillarkohäsion bei GW-Wiederanstieg oder durch Erschütterungseintrag)

Kippenböden der Lausitz sind besonders verflüssigungsgefährdet:

- eng gestufte Fein- und Mittelsande
- gut gerundete Körner
- Lockere Lagerung





1

Warum Rütteldruckverdichtung RDV ?

2

Geotechnische Grundlagen/Kippenaufbau

3

Rütteldruckverdichtung bei GMB

4

Verfahrensbeschreibung

5

Prozesssteuerung und Datenerfassung

6

Sondertechnologien

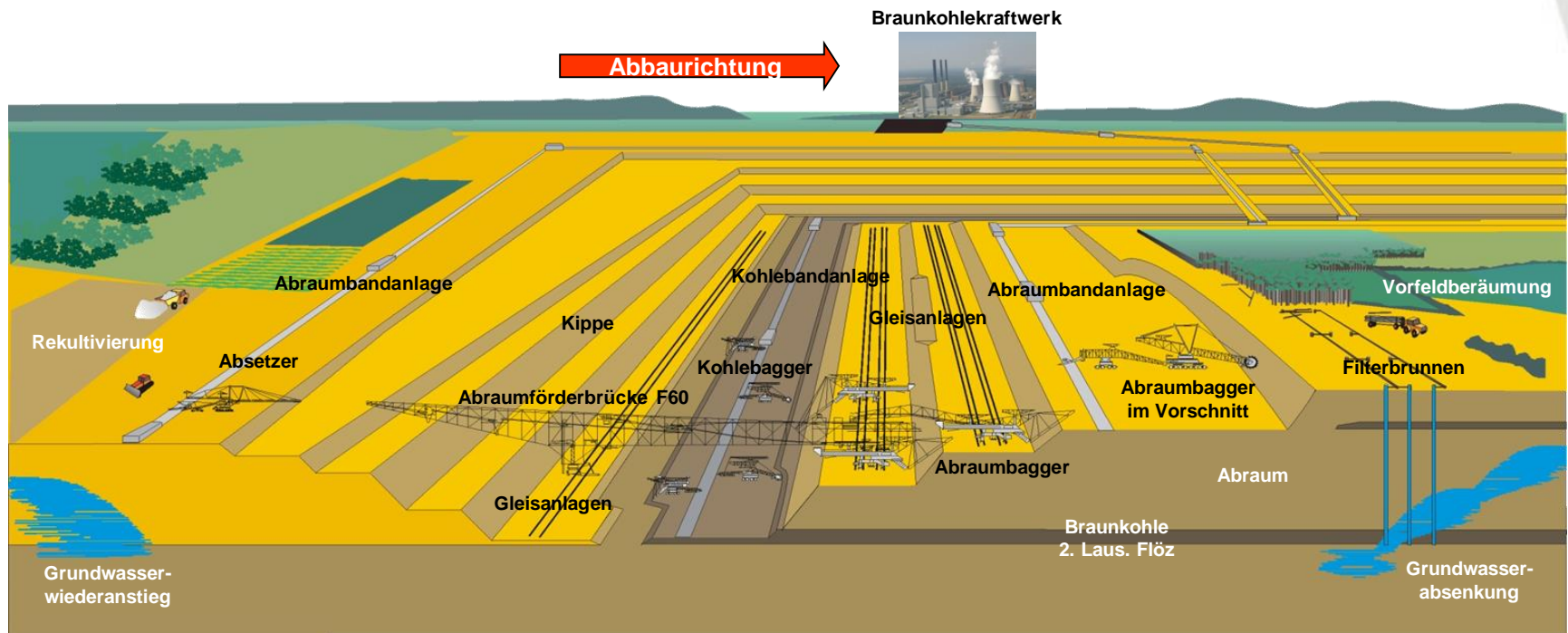
7

Forschung und Entwicklung, Ausblick, Zusammenfassung

8

Ausblick und Zusammenfassung

Aufbau einer Tagebaukippe Bsp. Förderbrückentechnologie



Spezifik von Tagebaukippen im Lausitzer Revier



Schüttung der AFB-Kippe



As-Schüttung

Kippen sind: **inhomogen**
locker gelagert (ehem. Arbeitsebenen verdichtet)

- hohe Beträge von Setzungen und Sackungen
- ungleichmäßige Setzungen und Sackungen
- viele Kippenböden neigen bei Wassersättigung und lockerer Lagerung zur Verflüssigung
- ➔ Gefahr von Setzungsfließrutschungen bzw. durch lokale Verflüssigung verursachte grundbruchartige Erscheinungen

Spezifik von Tagebaukippen



- Kippenbereiche sind als schwieriger Baugrund zu betrachten
- Viele Nachnutzungsarten erfordern aufwendige Tiefenverdichtungsmaßnahmen, z.B.
 - Restseeböschungen
 - Bauwerke (Straßen, Depots)
 - Rückverlegung von Flussläufen
 - Windkraftanlagen...



Geierswalder See
(Quelle: LMBV)



Rückverlegung Malxe (Quelle: LEAG)



Windpark Klettwitz (Quelle: LMBV)

Spezifik von Tagebaukippen



Tiefenverdichtungsverfahren:

- Erhöhung der Dichte und damit Erhöhung Steifemodul und Scherfestigkeit
- Vorwegnahme/Vergleichmäßigung/
Verringerung der Setzungen und Sackungen
- Ausschluß von Setzungsfließrutschungen
- Herstellung der erforderlichen Tragfähigkeit
- Zu verdichtende Kippenmächtigkeiten bis 70 m!





Verfahren der Vorerkundung

- (Auswertung aller vorhandenen Unterlagen)
- (Luftbildauswertung)
- Geoelektrik
- Gravimetrie
- Drucksondierungen
- Radiometrische Kombinationsdrucksondierungen
- Probenahme aus Bohrungen und Schürfen
- Laboruntersuchungen an Proben
- Komplexe Auswertung der Feld- und Laborversuche

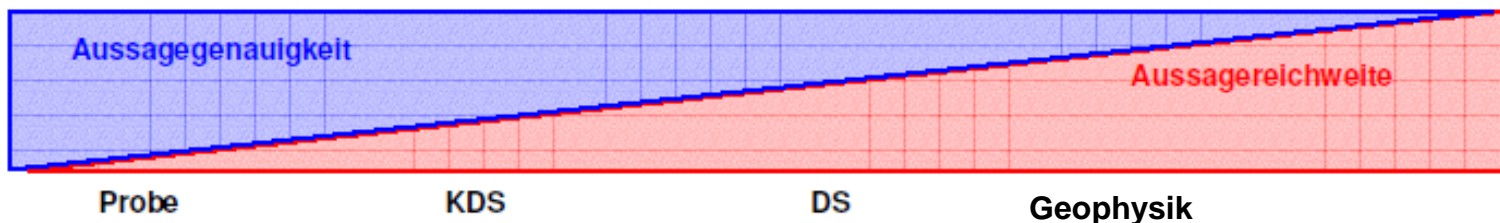
Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



- laufende Kippenerkundung (aktive Tagebaue – LEAG)
- für ggf. erforderliche Tiefenverdichtungsmaßnahmen umfangreiche, aufwendige Kippenerkundung (Stand des Wissens und der Technik)
 - Vorerkundung
 - Baubegleitende Untersuchungen
 - Untersuchungen zum Verdichtungsnachweis

Aufgrund der Inhomogenität der Kippen (Material- und Dichteverteilung) können Aussagen zu Kennwerten nur statistisch bzw. bereichsweise getroffen werden.

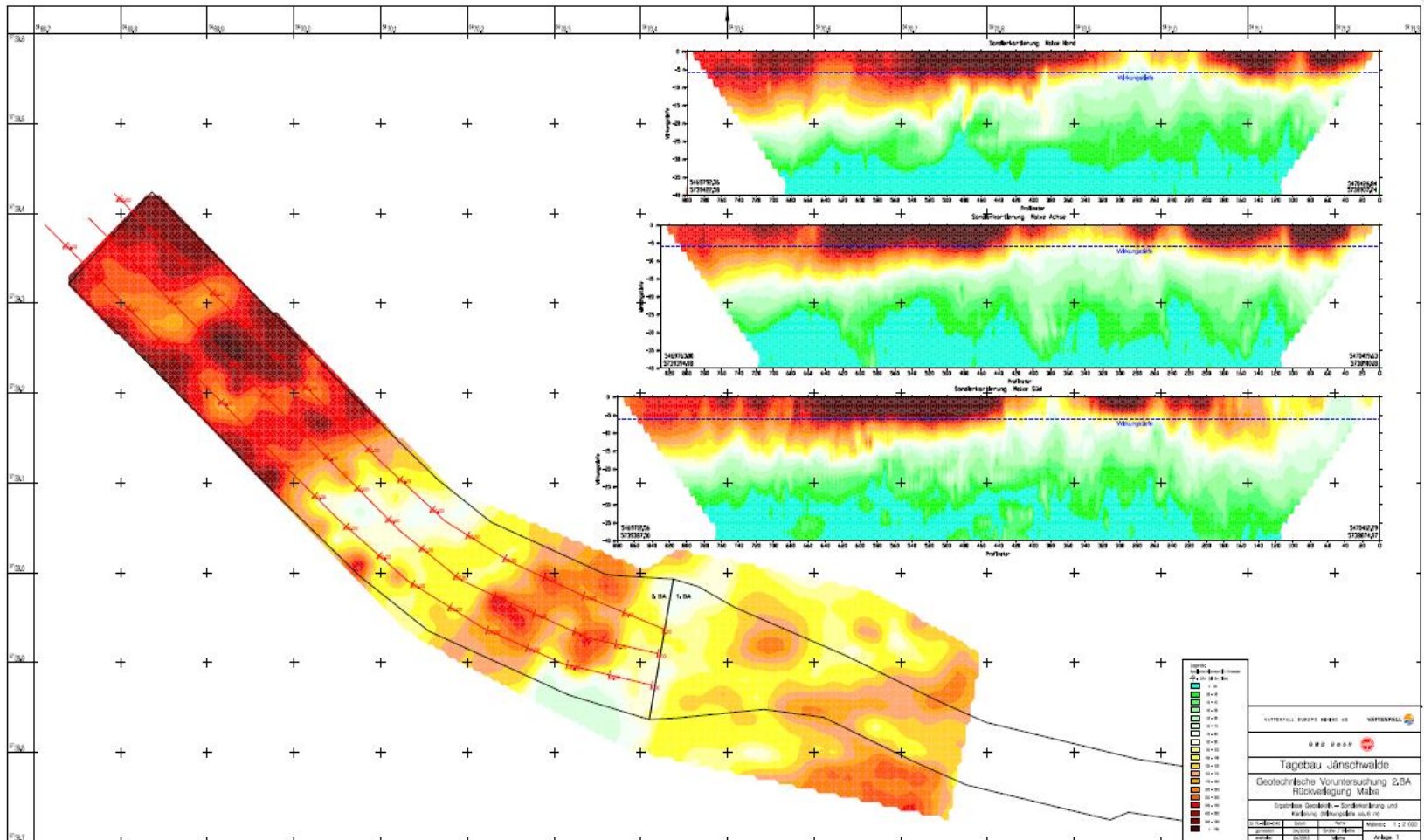
Geophysikalische Verfahren ermöglichen flächenhafte Aussagen
Sondierungen ermöglichen eine linienhafte Aussage.
Proben ermöglichen die Aussage für einen Punkt.



Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



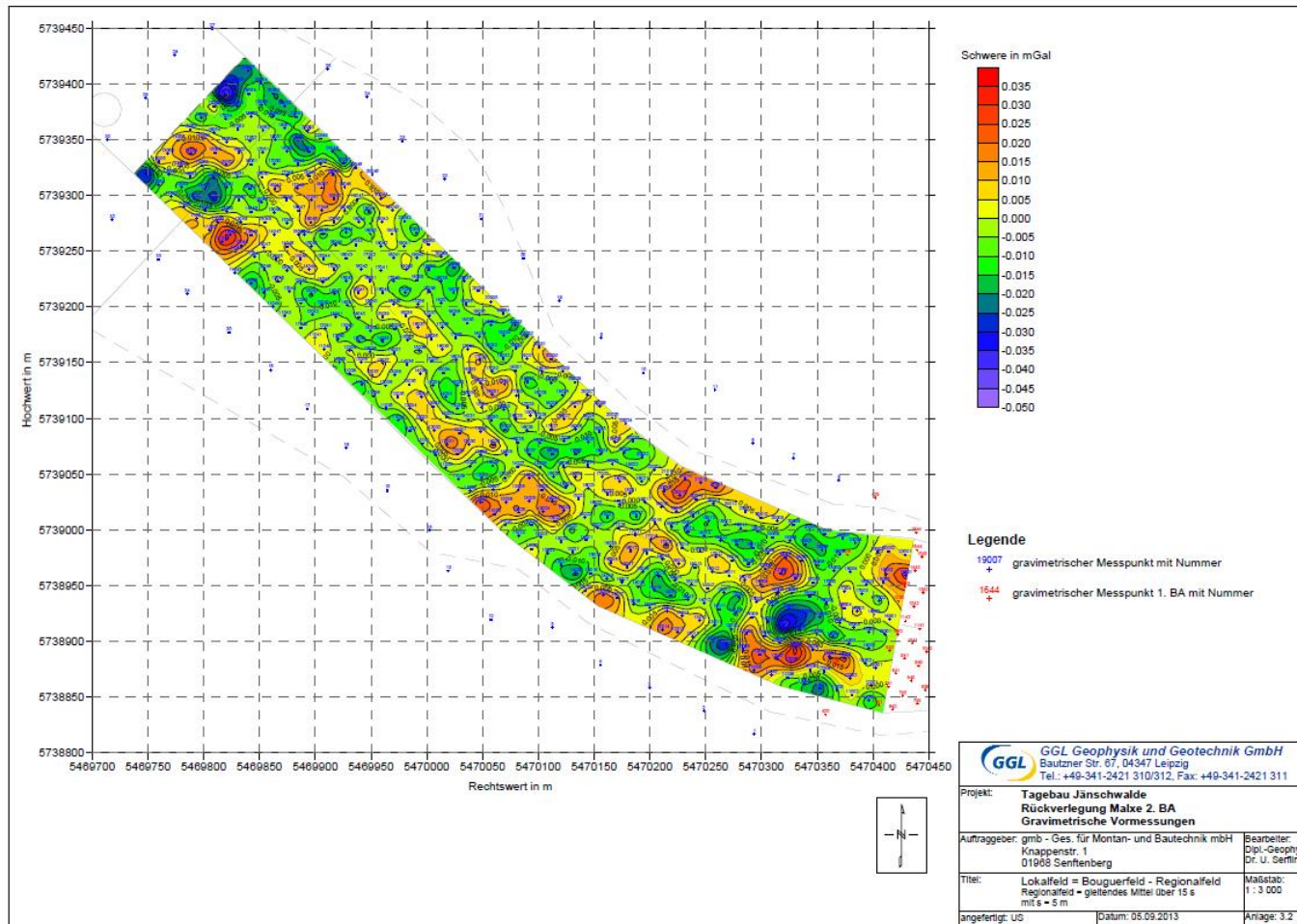
Geelektrik: (Differenzierung rollig – bindig als Grundlage zur Festlegung der Sondier- und Bohransatzpunkte)



Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



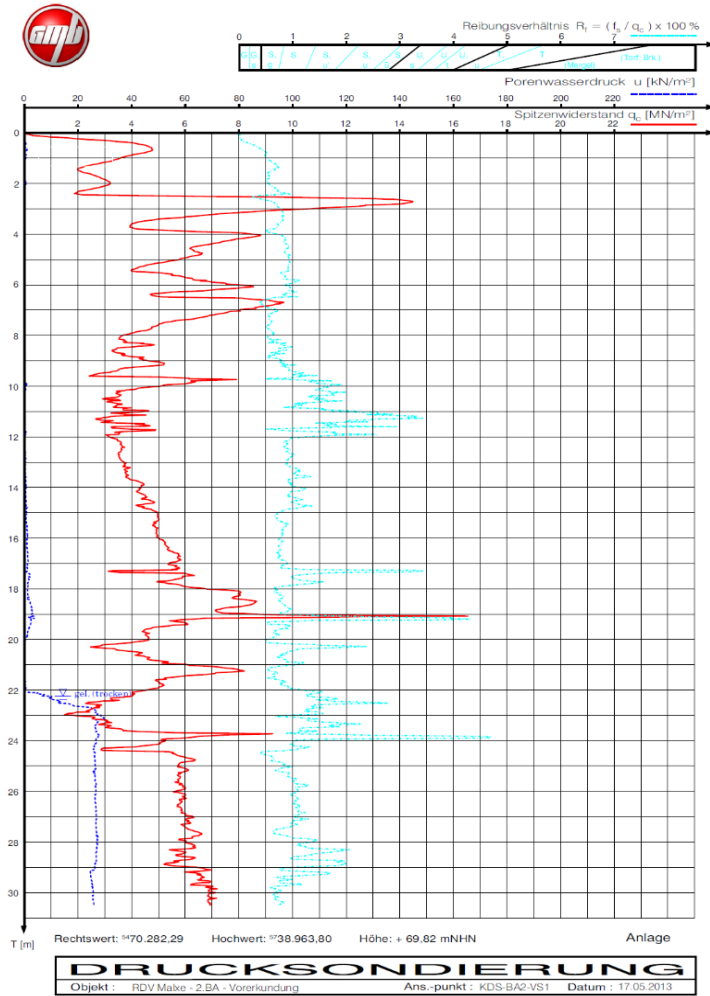
Gravimetrie: optimal: Vorher-Nachher-Messung für Verdichtungsnachweis, Festlegung von Ansatzpunkten der Nachsondierung



Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



Drucksondierungen (DS) , radiometrische Kombinationsdrucksondierungen (KDS)

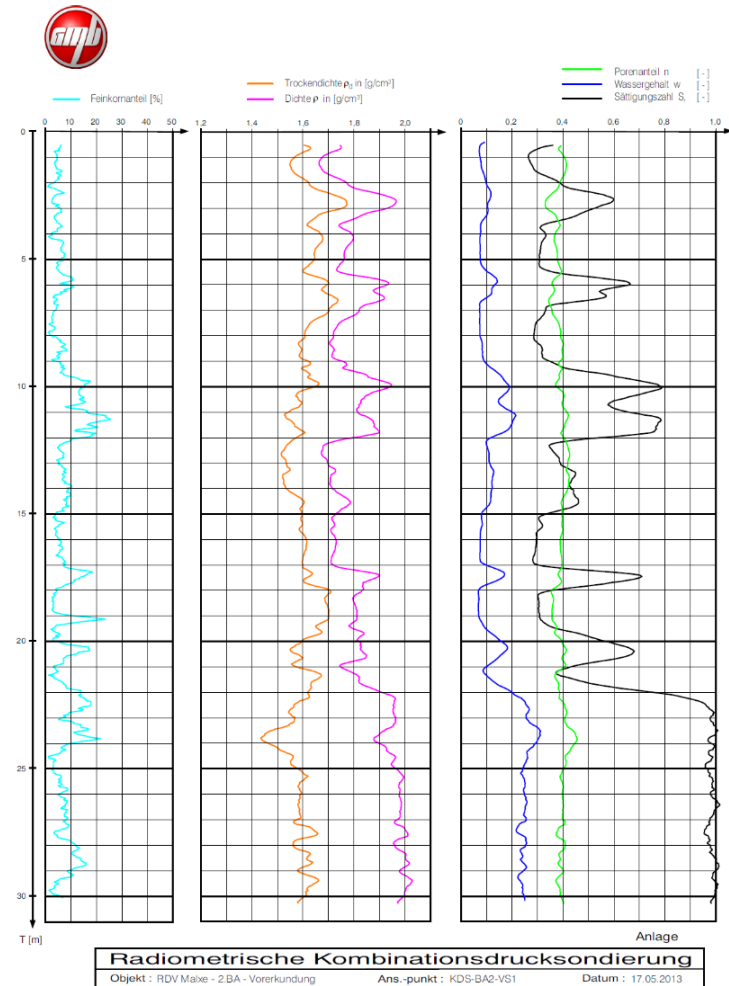


DS:

- q_c
- R_f
- PWD

KDS: +

- γ
- $\gamma\gamma$
- nn
- FKA
- ρ/ρ_d
- n
- w
- S_r



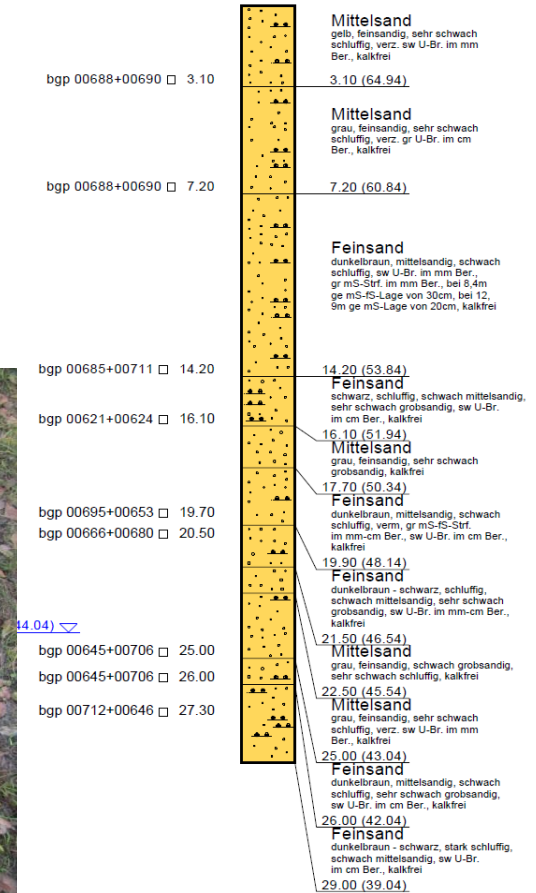
Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



Probenahme aus Linerbohrungen / Schürfen



LB2/13
68,04 m NHN



07.06.2013

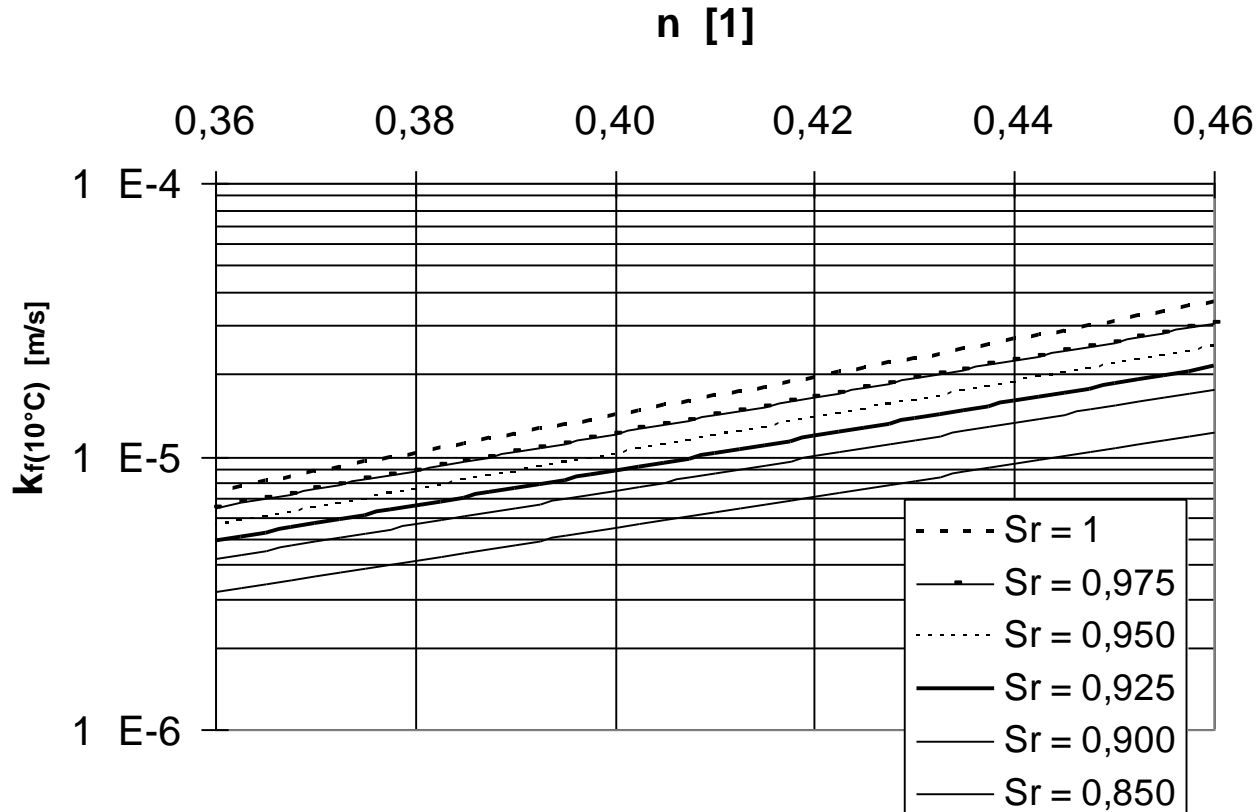
Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



Untersuchungen im Labor

Bestimmung der materialbeschreibenden Kennzahlen	Bestimmung der zustandsbeschreibenden Kennzahlen
<ul style="list-style-type: none">• Kornverteilungskurve• Kornform• Korndichte• Glühverlust, Kalkgehalt• Lockerste/dichteste Lagerung	<ul style="list-style-type: none">• Dichte/Trockendichte/Porenanteil• Wassergehalt/Sättigungszahl
Bestimmung der Berechnungskennzahlen	Bestimmung des Materialverhaltens
<ul style="list-style-type: none">• Setzung/Steifemodul• Sackung• Wasserdurchlässigkeit• Scherfestigkeit• An Einzelproben – trifft genau für den durch die Probe beschriebenen Punkt zu	<ul style="list-style-type: none">• In speziellen Versuchsreihen an strukturgestörten Proben• Setzungsverhalten• Sackungsverhalten• Wasserdurchlässigkeitsverhalten• Restfestigkeitsverhalten• Kennwerte in Abhängigkeit von Dichte, Spannung, Sättigungszahl

Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



Materialverhalten, hier: Wasserdurchlässigkeitsverhalten

Material 5/ Tgb. CB-N, FKA: 12 %

Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



Komplexe Verknüpfung der Ergebnisse von: Felduntersuchungen (KDS) und Laboruntersuchungen (Materialverhalten aus Mehrstufentriaxialversuchsreihen)



Mit patentierten Verfahren werden schichtweise statistische Kennwerte (Mittelwerte) bestimmt.

Erkundung der Tagebaukippen (für Tiefenverdichtungsmaßnahmen)



Bsp. KDS-BA2-VS4 (Vorsondierung), Restscherfestigkeit
AFB-Kippe

Material	35			124			212			301			Anteil [1]
	t_R	t_R bei +/- σ_{n0}	MW t_R (+/- σ_{n0})	t_R	t_R bei +/- σ_{n0}	MW t_R (+/- σ_{n0})	t_R	t_R bei +/- σ_{n0}	MW t_R (+/- σ_{n0})	t_R	t_R bei +/- σ_{n0}	MW t_R (+/- σ_{n0})	
JWA12	0,0	0,0 0,0	0,0	0,0	0,0 0,0	0,0	0,1	0,0 0,6	0,2	4,6	3,8 6,1	4,8	0,05
JWA7	0,0	0,0 1,7	0,6	1,0	0,1 10,5	3,9	3,7	1,2 20,9	8,6	8,4	3,6 35,0	15,6	0,36
MPS	0,0	0,0 0,0	0,0	0,0	0,0 0,0	0,0	0,0	0,0 0,2	0,1	0,1	0,0 0,5	0,2	0,08
JWA8	0,0	0,0 0,1	0,0	0,0	0,0 0,6	0,2	0,4	0,0 5,0	1,8	4,2	0,8 12,5	5,9	0,05
JWA5	1,2	0,0 19,2	6,8	8,6	1,1 42,7	17,5	18,7	4,0 54,0	25,6	30,3	15,0 68,4	37,9	0,11
MPU	11,4	1,5 22,6	11,8	22,6	9,9 50,6	27,7	35,0	20,8 63,6	39,8	49,0	34,0 78,0	53,7	0,13
JWA3													0,00
gewichteter Mittelwert	2,0		3,1	5,3		8,7	10,1		14,1	16,7		21,9	0,78

Einheit aller

t_R : [kPa]

GWS bei

S_{r0}

20

kPa σ'_1

0,999

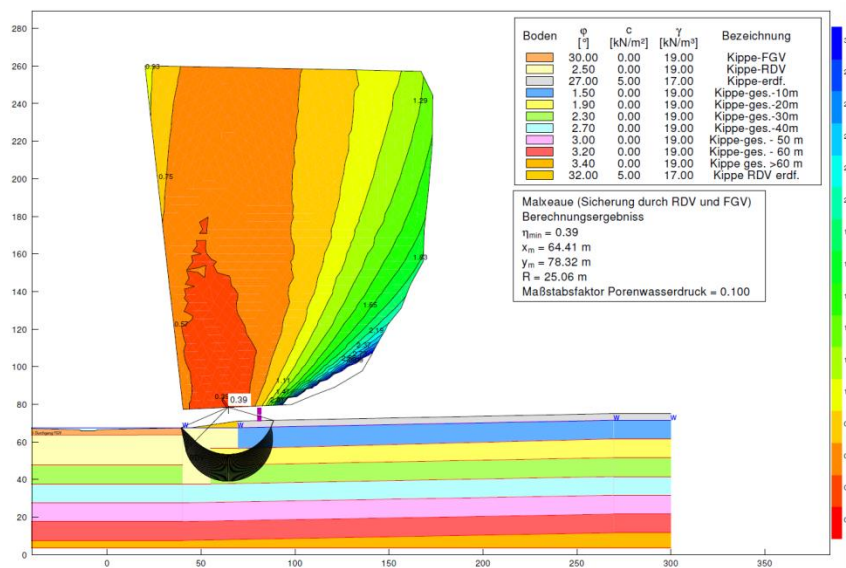
[1]

Ausgleich für t_R	
$\alpha_{R(mod)} [^\circ]$	3,9
$\tan \alpha_{R(mod)} [1]$	0,069
$b_{R(mod)} [kPa]$	0,0
$\varphi_{R(mod)} [^\circ]$	4,0
$c_{R(mod)} [kPa]$	0,0
$r^2 [1]$	0,973
Fehler [kPa]	1,0

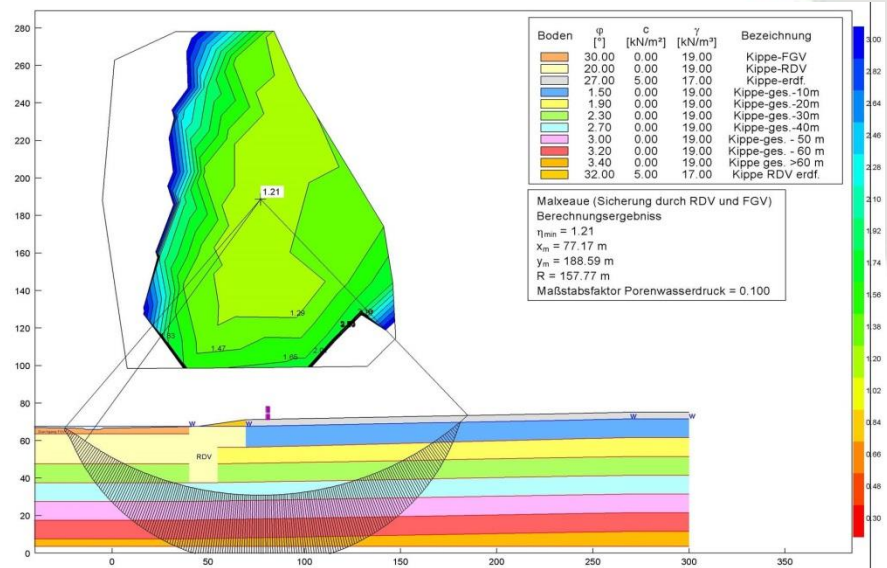
Ausgleich für t_R MW	
$\alpha_{R(mod)} [^\circ]$	5,3
$\tan \alpha_{R(mod)} [1]$	0,093
$b_{R(mod)} [kPa]$	0,2
$\varphi_{R(mod)} [^\circ]$	5,3
$c_{R(mod)} [kPa]$	0,3
$r^2 [1]$	0,992
Fehler [kPa]	0,9

**bewertbare
Anteile**

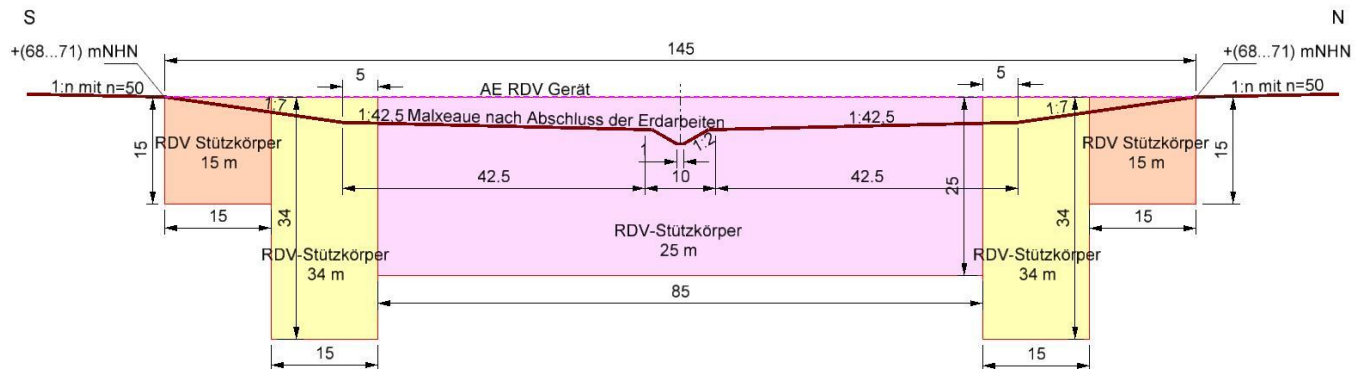
Bemessung und Vorgabe von Stützkörpern



ohne Verdichtung $S_i = 0,39$



mit Verdichtung $S_i = 1,21$



Anforderungen des Geotechnikers an die Tiefenverdichtung



Vorgaben des Geotechnikers für den herzustellenden Stützkörper:

- Geometrie: Breite und Teufe
- Zielparameter der Verdichtung: Vorgabe Dichte/Trockendichte

Die wirklich interessierenden Größen sind:

- Scherfestigkeit (unter undrained Bedingungen)
- und/oder Steifemodul
→ werden mit zunehmender Dichte größer

- Technologische Vorgaben (Rüttelraster, Verweildauer, Hubhöhe, Wasserzugabe, Pilgerschrittverfahren)
- Rüttlerparameter (Variable Schlagkraft, Amplitude)
 - Können durch den Geotechniker nicht berechnet werden
 - Vorgabe aufgrund von Erfahrungswerten
 - Bei großen Projekten/neuen Objekten Optimierung durch Testfelder



1 Warum Rütteldruckverdichtung RDV ?

2 Geotechnische Grundlagen/Kippenaufbau

3 ***Verfahrensbeschreibung RDV***

4 Rütteldruckverdichtung bei GMB

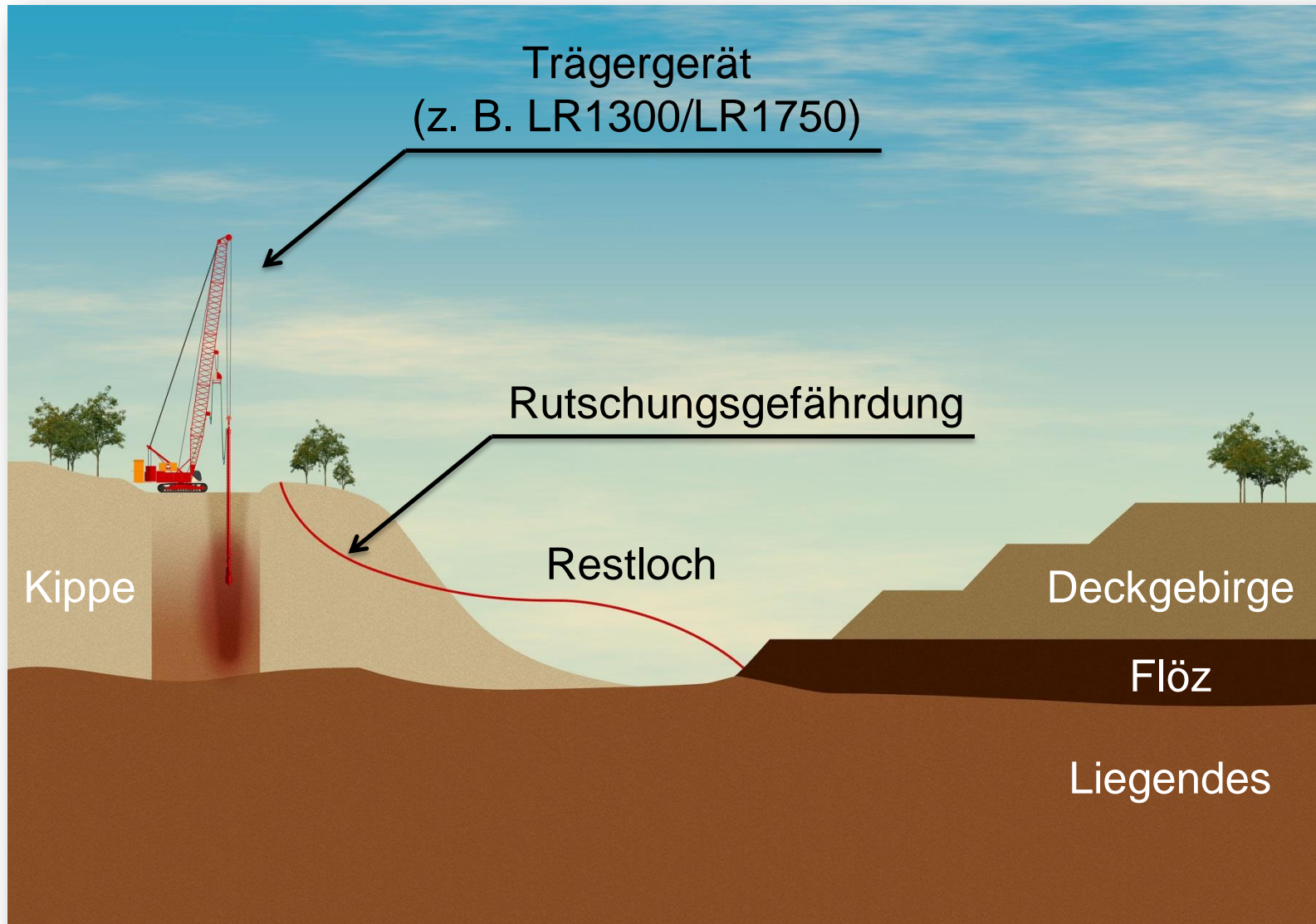
5 Prozesssteuerung und Datenerfassung

6 Sondertechnologien

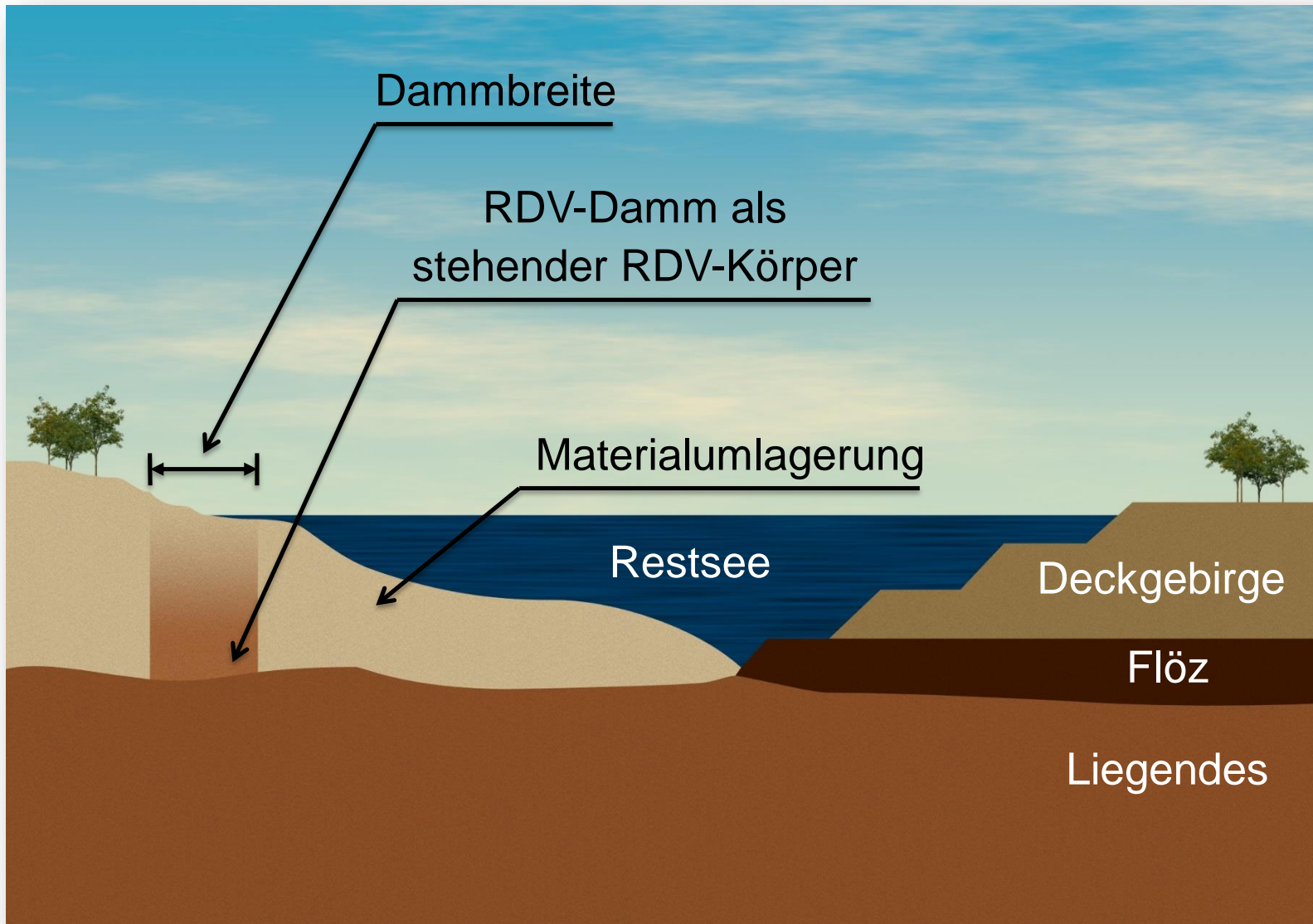
7 Forschung und Entwicklung

8 Ausblick und Zusammenfassung

Lösung Herstellung „versteckter Dämme“ (1/3)



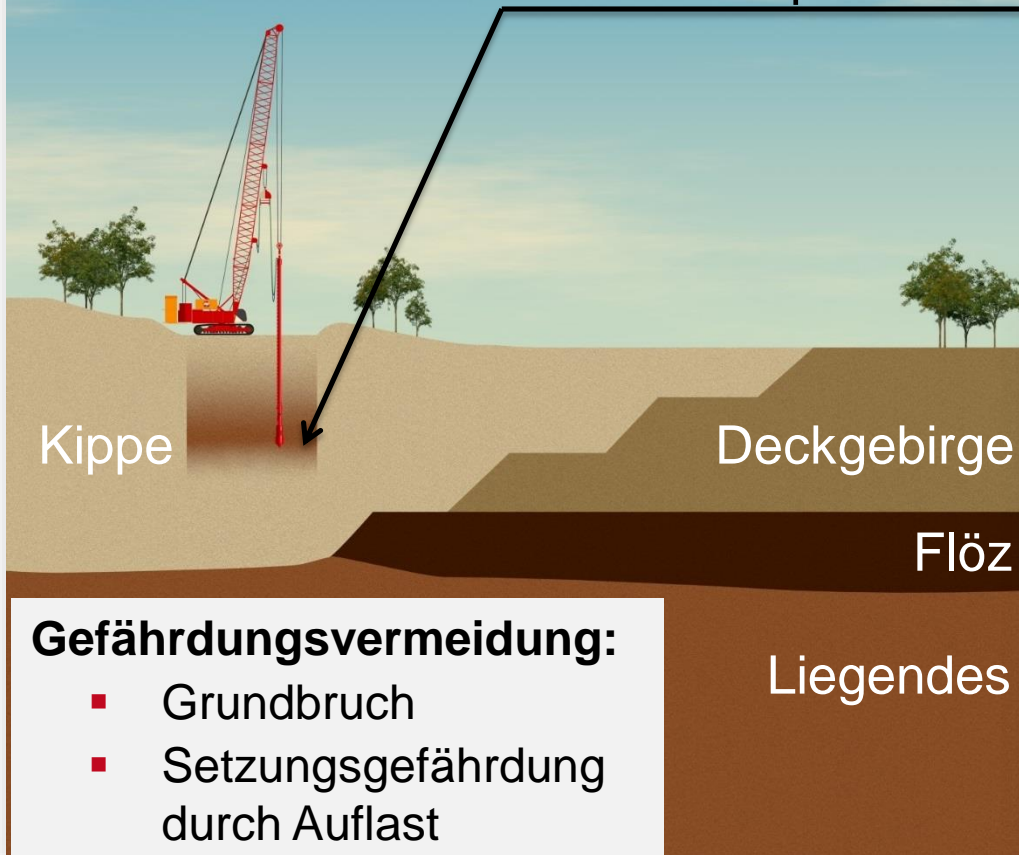
Lösung Herstellung „versteckter Dämme“ (2/3) ... zur Sicherung der Uferbereiche späterer Tagebaurestseen



Lösung Herstellung „versteckter Dämme“ (3/3) ... zur Errichtung von Bauwerken und Infrastrukturobjekten



RDV-Damm als
schwebender RDV-
Körper



Beispiel: Gebäude



Beispiel: Deponie



Gefährdungsvermeidung:

- Grundbruch
- Setzungsgefährdung durch Auflast

Liegendes

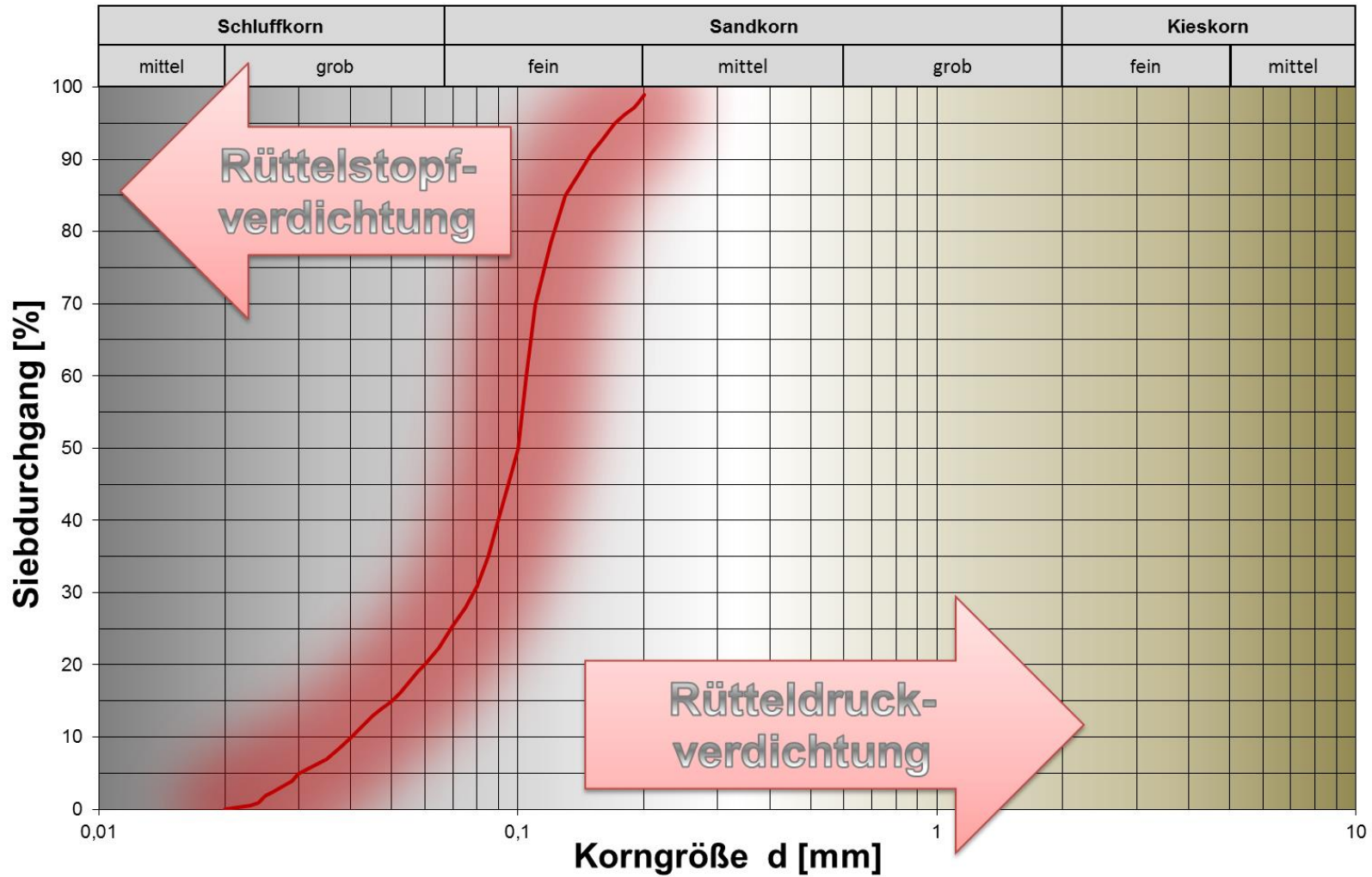
Was ist RDV – Interaktion Rüttler / Boden



- **Rütteldruckverdichtung** = „Baugrundverbesserung durch Verdichtung“
 - dynamisches Verdichtungsverfahren für nichtbindige bzw. schwach bindige, locker gelagerte Böden
 - durch die Vibration des Tiefenrüttlers wird die Reibung zwischen den Bodenkörnern kurzzeitig aufgehoben
 - Porenräume vermindern sich infolge der Schwerkraft nahezu bis zur dichtesten Lagerung
 - f (Bodenbeschaffenheit, Verdichtungsaufwand) = Volumenverminderung
- Eingesetztes Werkzeug = Tiefenrüttler
- Reduktion der Scherfestigkeit in der engeren Umgebung (0,3 m - 0,5 m abseits der Rüttleraußenfläche) → **Verflüssigung des Bodens**
- Wirkradius und Verdichtungserfolg ist abhängig von der aufgewandten dynamischen Arbeit und dem Aufbau der Kippe (Wassersättigung!)
- f (Leistung der Anregung, Verweildauer, Frequenz, Amplitude)
- Medienzugabe (Luft, Wasser) als Prozesshilfe über Düsen (Spitze, Seite)

- **Abgrenzung zu Rüttelstopfverdichtung** - „Baugrundverbesserung durch Einbau von stützend wirkenden Säulen aus „Überkorn“ oder Mörtel

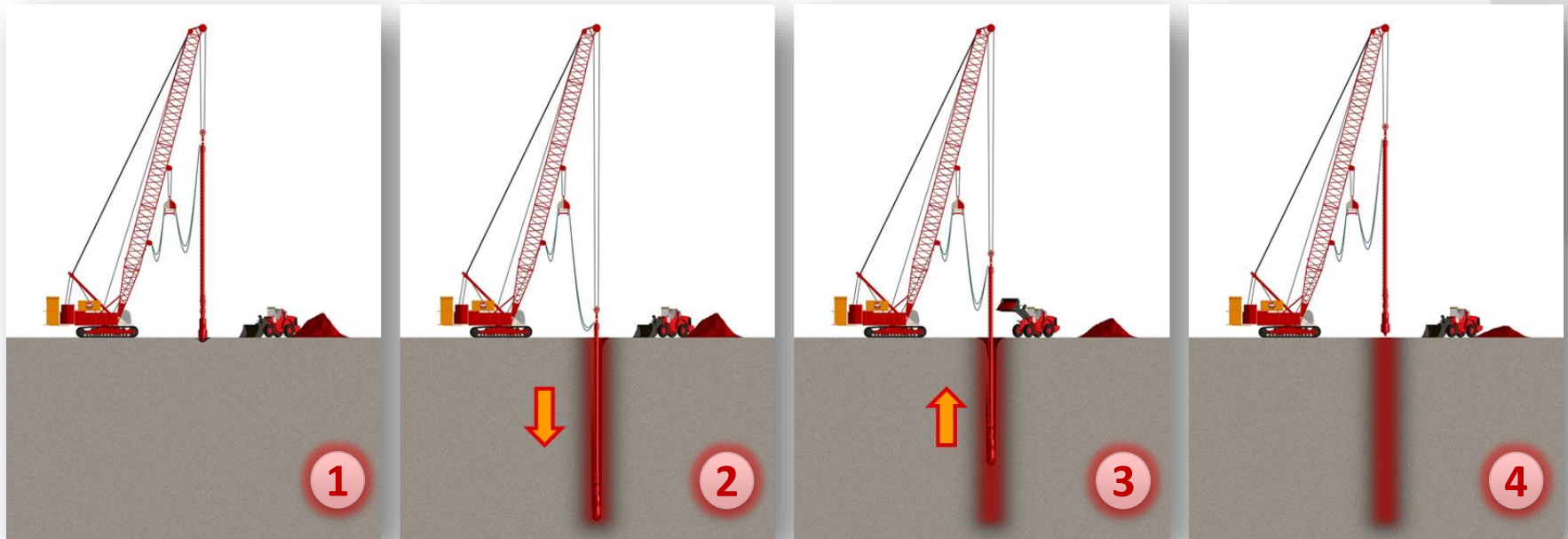
Einsatzbereiche Rütteldruck- / Rüttelstopfverdichtung



Movieclip RDV –Prinzip aus „ Auf dem Weg zum Cottbusser Ostsee“



Funktionsweise Rütteldruckverdichtung



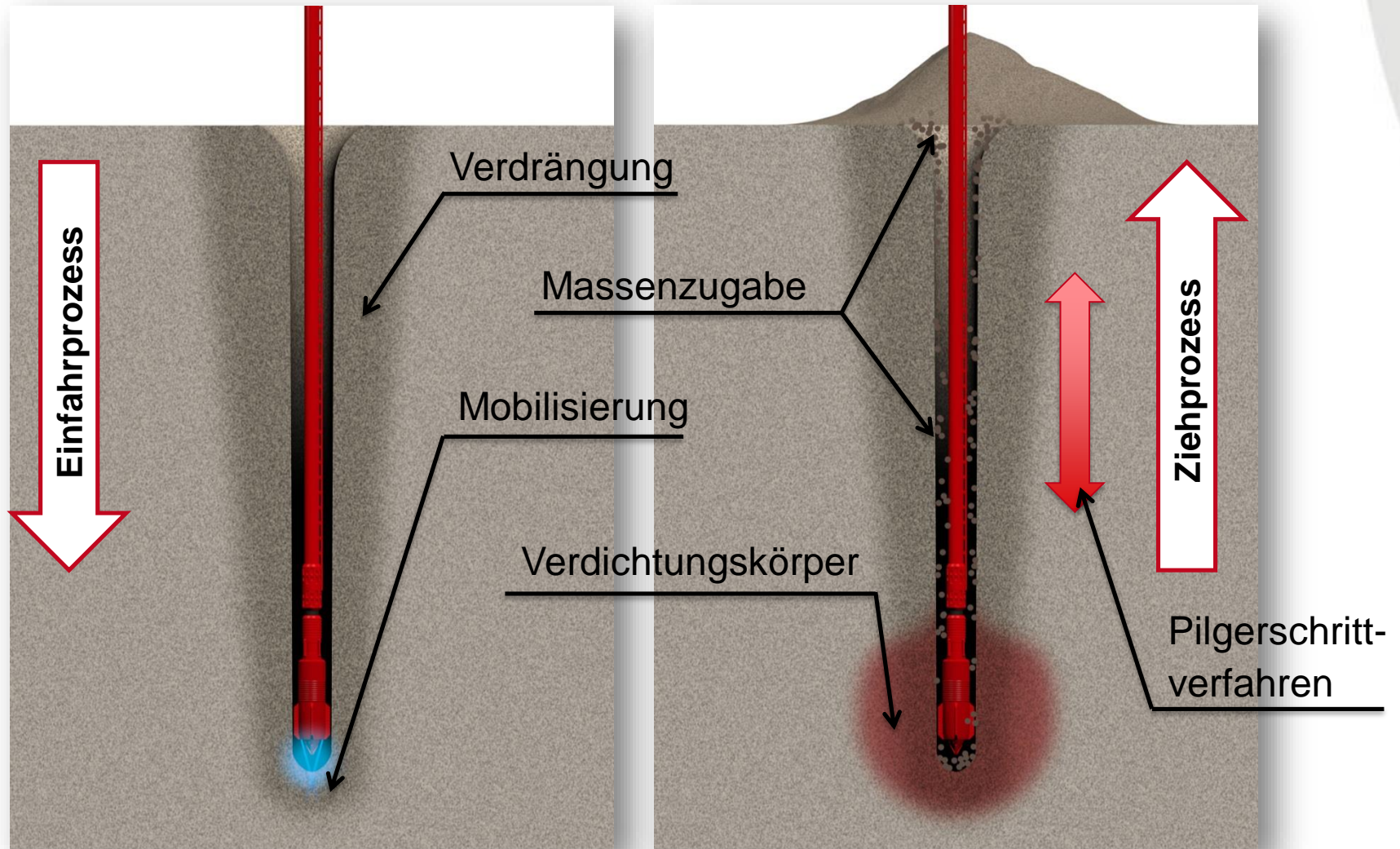
- 1 Beginn Verdichtungsprozess – Grundlagen: Betriebsbereitschaft Technik, Massenbereitstellung
- 2 Einfahren der Lanzengarnitur – Schwerkraft, Einsatz von Druckluft und Wasser
- 3 Ziehen der Lanzengarnitur – Zugabe von Füllboden, Anwendung verschiedener Technologien (z.B. Stopfen, Pilgern)
- 4 Ende Verdichtungsprozess – verdichtete Säule qualitäts- und ortsgetreu nach Vorgabe hergestellt

Was ist RDV – Interaktion Rüttler / Boden

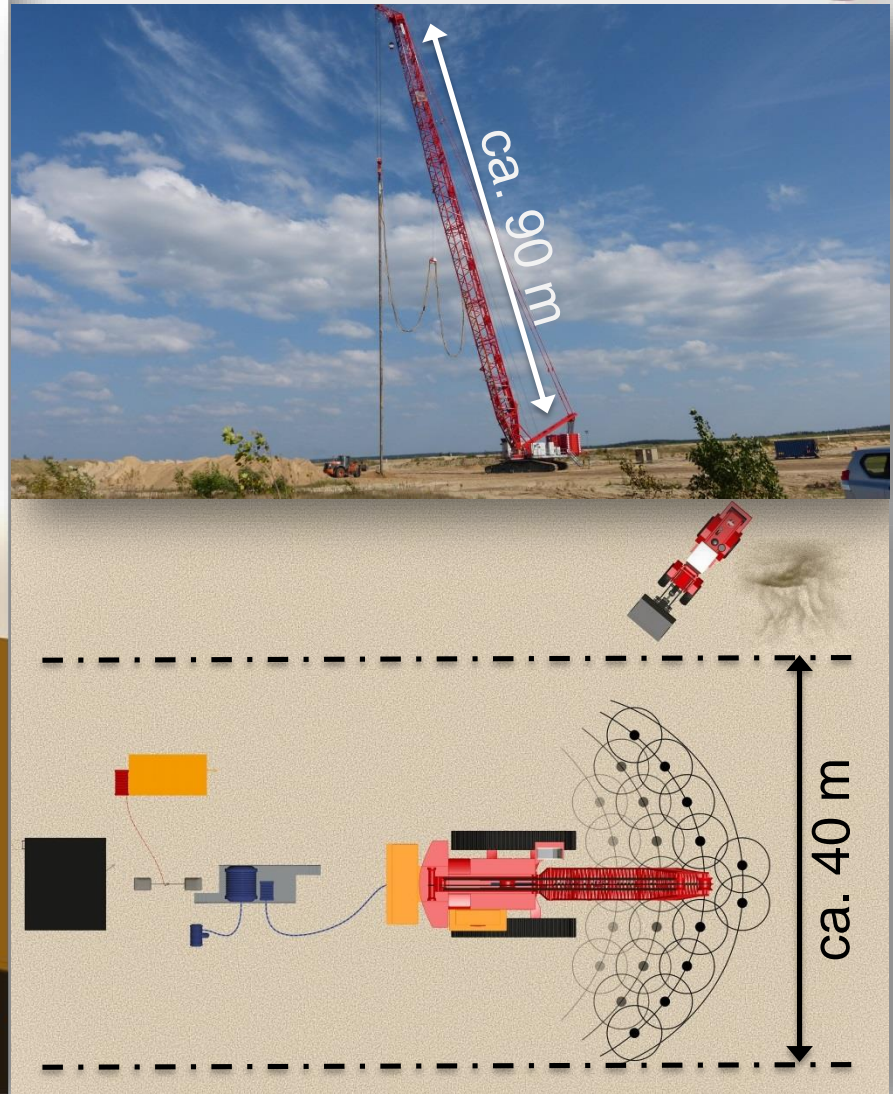


Verdichtung durch Verdrängung

Verdichtung durch Anregung



Prinzip der Dammherstellung mittels RDV



2 Wechselwirkung Kippenboden – RDV-Prozess



Einflussgrößen auf das Verdichtungsergebnis (nach NENDZA)



2 Faktoren bei der Verdichtung



Technisch – technologische Parameter

- Geräte, Ausrüstung
- Rastermaß
- Vertriebsrichtung
- Teufe
- Art der Verdichtung (RDVIS, Pilgerschritt usw.)
- Zugabematerial (Kornverteilung, Menge)
- Restlasteinstellung Trägergerät

Subjektive Faktoren

- Fertigkeit des Anlagenfahrers /AF)
- Qualifizierung
- Organisation der Baustelle
- Technologie / Umsetzung

Bodenmechanische Eigenschaften Kippe

- Art der Kippe
- Kornverteilung
- Art der Schüttung
- Kippenwasserstand
- Lagerungsdichte
- Hindernisse

Tiefenrüttler / Lanze

- Gewicht
- Geometrie
- Steifigkeit
- Spülmedien
- Frequenz
- Masse

Physikalische Eigenschaften Boden

- Kornrundung
- Kornoberfläche
- Kornverteilung
- Hindernisse
- Härte der Körner
- Abrasivität



1 Warum Rütteldruckverdichtung RDV ?

2 Geotechnische Grundlagen/Kippenaufbau

3 Verfahrensbeschreibung RDV

4 ***Rütteldruckverdichtung bei GMB***

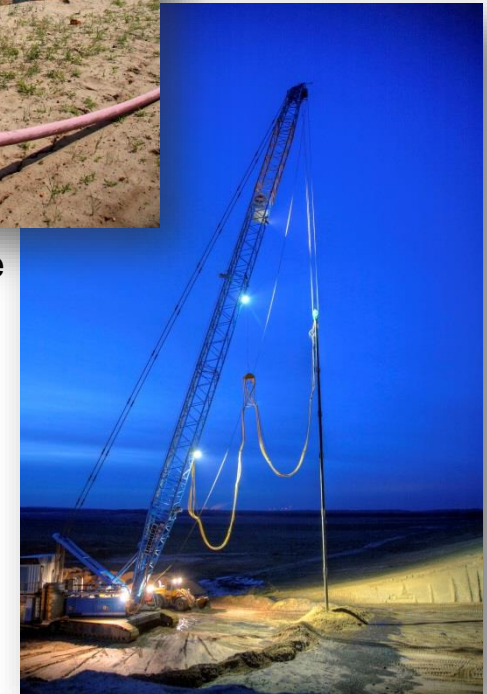
5 Prozesssteuerung und Datenerfassung

6 Sondertechnologien

7 Forschung und Entwicklung

8 Ausblick und Zusammenfassung

RDV in der Lausitz – Einsatz im Sanierungsbergbau



- 1992 – 1994 erste Maßnahmen / Tests in Spreetal und Koschen (erste Rüttlerbergung in Spreetal)
- 1999 – „erster Weltrekord“ mit ca. 60 m am Restloch Lohsa II
- 1999 – erstmaliger Einsatz der RDV vom Wasser aus in der Lausitz
→ Senftenberger See
- 2002 – „zweiter Weltrekord“ Rüttelteufen von 68 m Südrandschlauch Tagebau Jänschwalde
- Sanierungsbergbau in der Lausitz ist insgesamt größtes Einsatzgebiet
- der RDV weltweit sowohl hinsichtlich Volumina als auch Teufe
- bisher > 1.100 Mill. m³ verdichtet, davon ca. 30 Mill. m³ bei Vattenfall

Gerätekomplex zur Rüttelverdichtung – Konfiguration



1. Trägergerät

Type: z.B. Liebherr LR 1300 / LR 1750

2. Rüttlergarnitur

Rollenkopf, Lanze, Rüttler V48

3. Druckluftversorgung

Container mit elektrischer Kompressorenanlage

4. Wasserversorgung mobil

Container mit Kessel und elektrischer Pumpenanlage

5. Medienmischeinrichtung

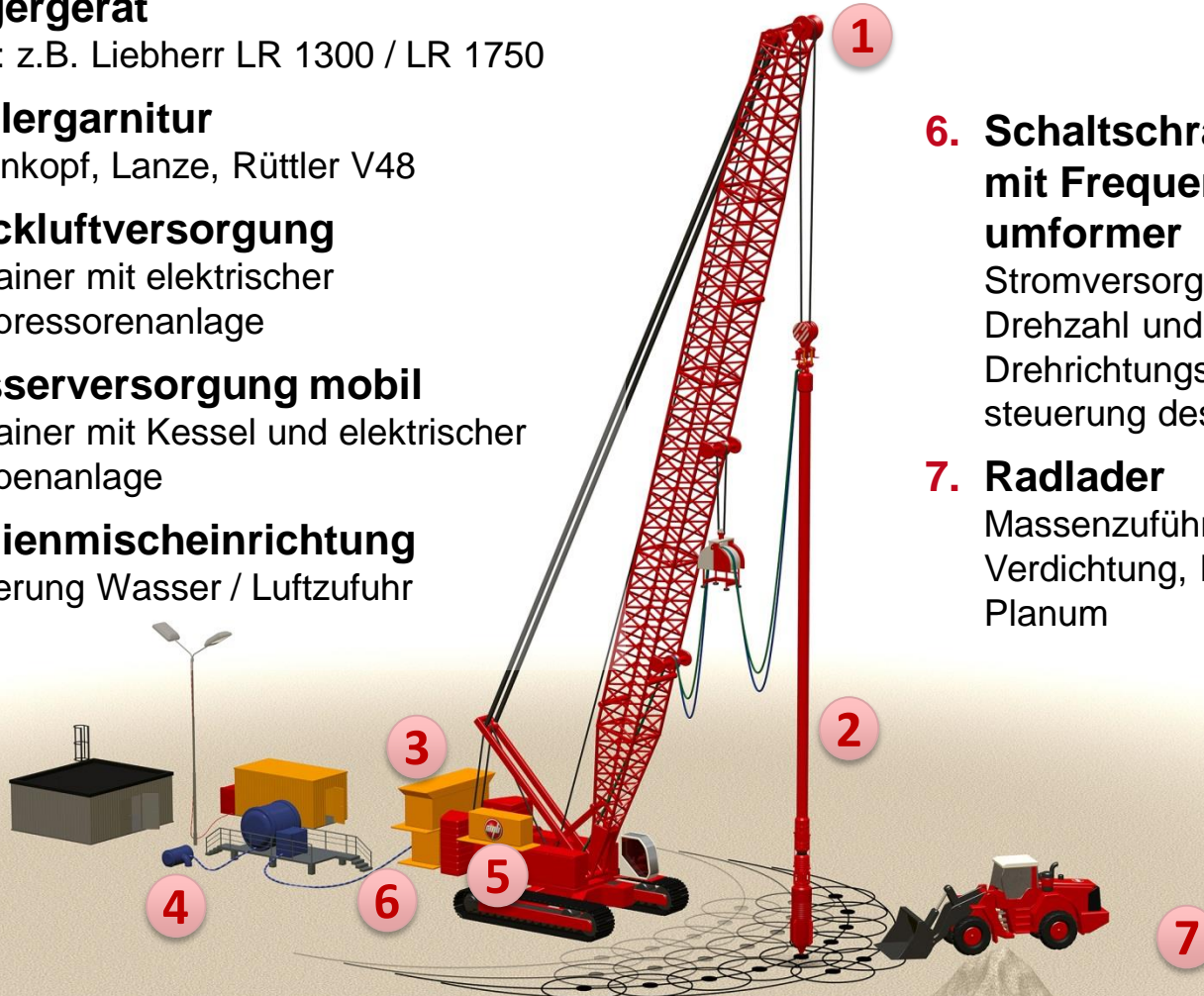
Steuerung Wasser / Luftzufuhr

6. Schaltschrank Rüttler mit Frequenzumformer

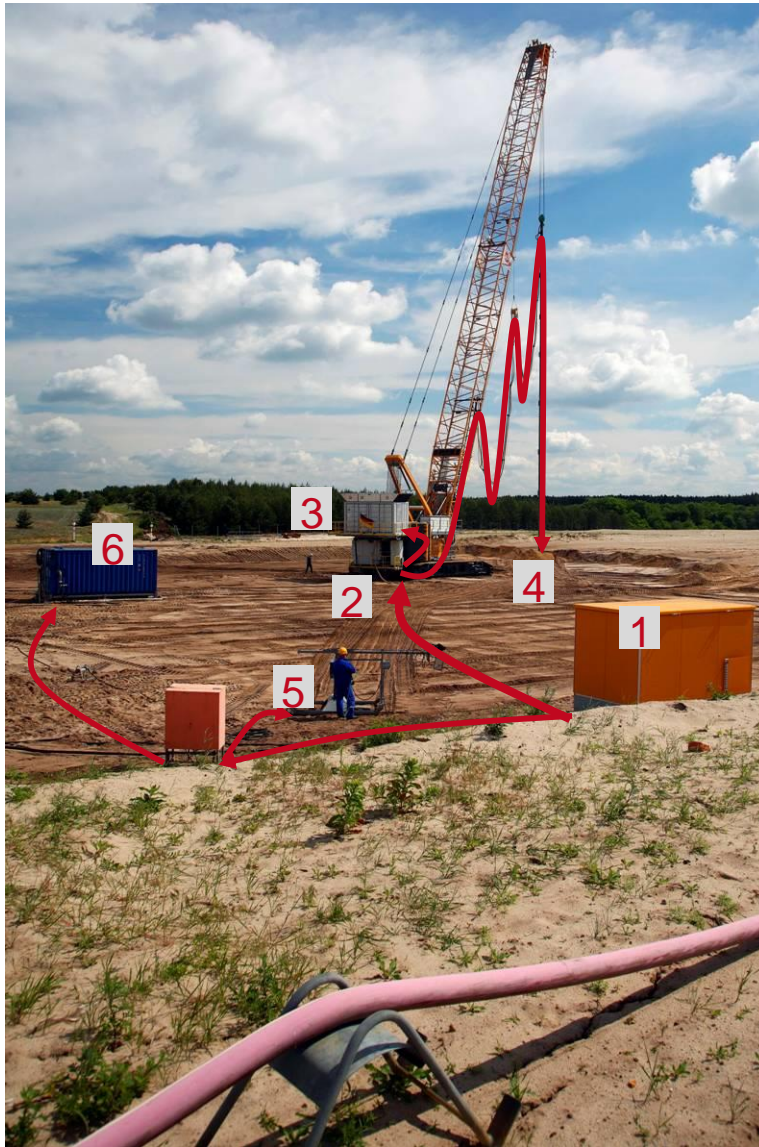
Stromversorgung, Drehzahl und Drehrichtungssteuerung des Rüttlers

7. Radlader

Massenzuführung zur Verdichtung, Herstellung Planum



Übersicht Stromversorgung



1. Kompakt-Trafostation
30kV / 0,4 kV
2. Schaltschrank mit
Frequenzumrichter
3. Druckluftversorgung
4. Rüttler V 48
5. Baustellenbeleuchtung
6. Wasserversorgung

- hohe Zuverlässigkeit
- geringere Emission
- Lärmpegel unter 50 dB

Spezifische Erfahrungen GMB Trägergeräte

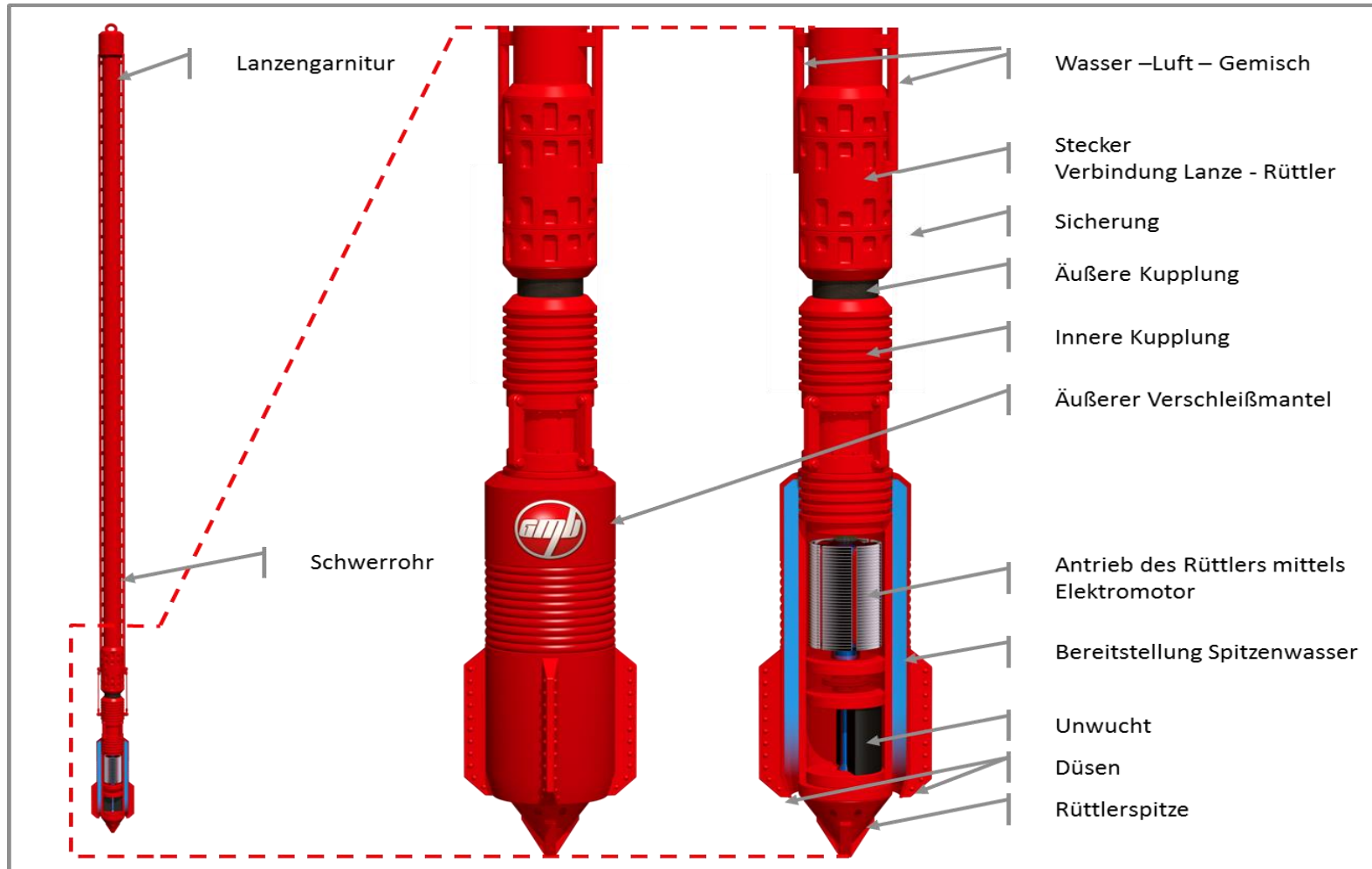


Klasse / Typ Einsatzkriterien/ technische Parameter	Liebherr HS 895	Liebherr LR 1300	Liebherr LR 1550	Liebherr LR 1750 SL
Winden	2 Winden 350 kN	2 Winden 150 kN	2 Winden 180 kN	3 Winden 160 kN
Ausleger	optimiert für dynamische Belastung	optimiert für statische Belastung	optimiert für statische Belastung	optimiert für statische Belastung
installierte Leistung	Motor 670 kW	Motor 450 kW	Motor 300 kW	Motor 400 kW
Unterwagen	Fahrwerkplatten 1,5 m (25 to)	Fahrwerkplatten 1,5 m (22,2 to)	Fahrwerkplatten 1,5 m (42,4 to)	Fahrwerkplatten 2 m (55 to)
Schwenkgeschwindigkeit	0 - 3,6 U/min	0 - 1,8 U/min	0 - 1,2 U/min	0 - 1,5 U/min
Gesamtgewicht	229,2 t (Ausleger 60,8m)	280,3 t (Ausleger 62,0m)	511 t (Ausleger 84 m)	657 t (Ausleger 84 m)
Seildurchmesser	Ø 24 mm	Ø 28 mm	Ø 28 mm	Ø 28 mm
Vorland ¹⁾	25 m - 35 m	25 m - 35 m	25 m - 35 m	25 m - 35 m
Zugkraft ²⁾	31 t - 19 t	53 t - 33 t	68 t - 54 t	113 t - 73 t
Anwendungsgebiete	Kran	Kran	Kran	Kran
	Dragline / Greifer / etc.	-----	-----	-----
	Dyniv	-----	-----	-----
RDV / RSV Projekte	einfach	einfach	einfach	einfach
RDV / RSV Projekte	-----	mittel	mittel	mittel
RDV / RSV Projekte	-----	-----	-----	komplex

- 1) Verdichtungsprojekte:
 einfach - Vorland \leq 25 m, Tiefe \leq 35 m
 mittel - Vorland \leq 25 m, Tiefe \leq 50 m
 komplex - Vorland $>$ 25 m, Tiefe $>$ 50 m
- 2) Gesamtgewicht Rüttler und Lanze (65 m) = 34 t

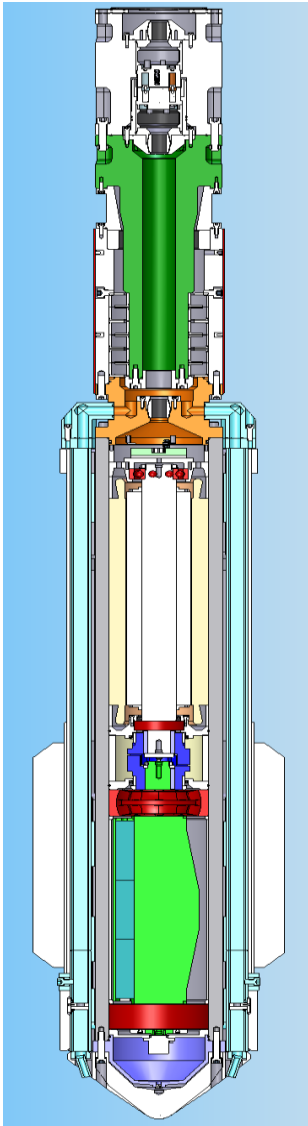


Aufbau GMB Rüttler-/ Lanze



- Einsatz von Rüttler / Lanzen - Kombinationen mit einem Durchmesser von 300 mm und 400 mm

Aufbau und Parameter eines Rüttlers V 48



Benennung	Einheit	Wert
Länge	mm	5000 mit Steckerteil
Durchmesser	mm	470 ohne Schwerter
Gewicht RDV V48	kg	4325 mit Steckerteil
Gewicht Exzenter	kg	240 inkl. 3 Schwerstäbe
Aufsatzrohr	mm	406
Spannung	V	400
Stromstärke (Leerlauf)	A	120
Stromstärke (Last)	A	max. 380 bei 212 KW
Leistung (Last)	kW	212
Drehzahl*	rpm	750 - 1800
Frequenzbereich*	Hz	25-60
Amplitude +/-	mm	17
Schlagkraft	kN	500 bei 60 Hz
max. Temperatur Motor	°C	140
Leistungsfaktor des Motors		0,86
Wirkungsgrad des Motors	%	93,1

*Die angegebenen Werte sind ideale Werte ohne angenommenen Schlupf des Motors

Qualitätsmanagement & Arbeitssicherheit



- Erfolgreiche Zertifizierung nach OHSAS 18001 und ISO 14001 / 9001
 - SGD
 - Regelungen
 - Betriebsanweisungen
 - Ablaufpläne
 - Sicherheitspläne

- durch Unternehmenssicherheit und BG geprüft sehr hohes Arbeitssicherheitsniveau
 - IMO – Informations- und Meldeordnung
 - Gefährdungsanalysen
 - Sicherheitsdokument Baustelle
 - Geotechnische Verhaltensanforderungen und geotechnische Meldeordnung
 - Regelmäßige ASI - Schulungen



DIN EN ISO 50001
REG.-NR. ENMS 042001



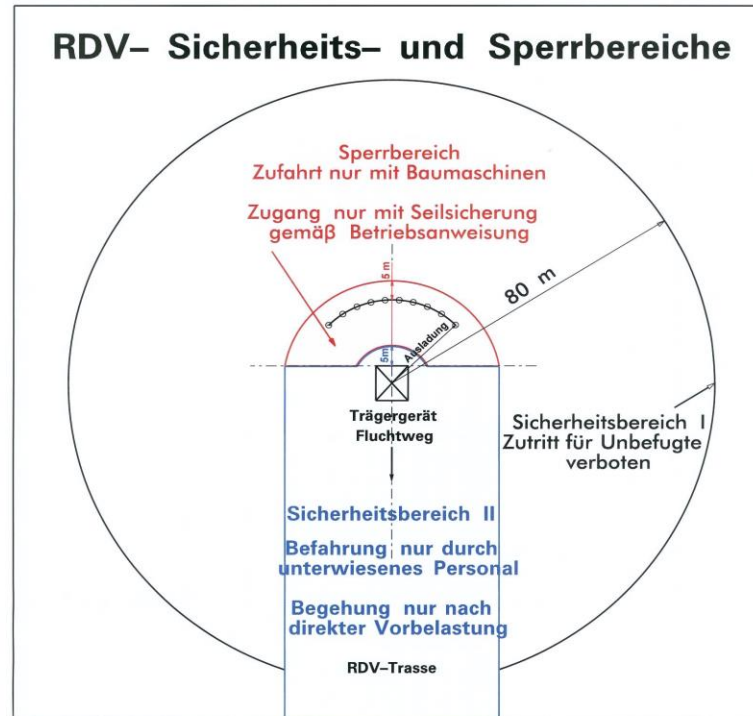
Zertifiziertes
Management-System
DIN EN ISO 9001 + 14001
Reg.-Nr.: Q/U1 0412001



Sicherheit auf der RDV- Baustelle – Sperrzonen



VATTENFALL



Sicherheitsbereiche-RDV_VEM.dgn 28.06.2013 14:03:20

bestätigt:
i.v.
01.02.2013



SICHERHEITSKONZEPT

„Sicherungs- und Rettungstechnologie zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit beim Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) im Bereich der Rütteldruckverdichtung (RDV)“

Betriebsanweisung Sichern bei RDV



Nummer: RDV 010-13 Betriebsanweisung Betrieb: GMB GmbH
 Bearbeitungsstand: 05/13 Organisation Knappenstraße 1
 Bearbeiter: Hr. Sandro Schur Seite 1/2 01968 Senftenberg

Arbeitsplatz/Tätigkeitsbereich: **Rütteldruckverdichtungsanlagen GMB GmbH**

1. ANWENDUNGSBEREICH

Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz
 Tagebaubereiche der VE Mining AG,
 Rütteldruckverdichtungsanlagen (RDV-Anlagen),
 Arbeiten im Sperrbereich

2. GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Durch das nachträgliche „Aufgehen“ von Rüttellochern besteht die Gefahr des Absturzes bzw. die Gefahr des Versinkens/Verschüttens.

3. SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

- Arbeiten im Sperrbereich sind mit angelegter PSAGa und nur bei Reparatur, Wartung, Kontrollen bzw. Havarieprphylaxe durchzuführen.
- Die Auswahl der PSAGa erfolgt auf Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung und wird als Sicherungs- und Rückhaltesystem benutzt. Es darf nur das bereitgestellte System verwendet werden.
- Die AN müssen regelmäßig auf der Grundlage des Sicherungskonzeptes PSAGa/RDV und der BGR/GUV-R 198 unterwiesen werden.
- Die PSAGa ist nur zur Sicherung von Personen zu verwenden und vor der Benutzung auf ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen.
- Die Benutzerinformationen des Herstellers (CE-Kennzeichnungen, Baumusterprüfung) sind zu beachten.
- Es muss gewährleistet sein, dass der Sturzfaktor >0,5 beträgt und es zu keiner Schlaßfseilbildung kommt.
- Im Sicherungs- und Rückhaltesystem sind nur die im Sicherheitskonzept PSAGa/RDV aufgeführten Ausrüstungen und Sicherungselemente zu verwenden.
- Es sind Schutzhelme nach EN 397 und Auffanggurte nach EN 361 anzuwenden.
- Das Sicherungseil (Statikseil nach EN 1891) wird bei Nichtbenutzung durch ein Hilfsseil am Ausleger ersetzt.
- Verbindungselemente und Knoten sind lt. Sicherheitskonzept PSAGa/RDV zu verwenden.
- Anschlagpunkte sind möglichst senkrecht über dem Benutzer anzubringen oder es wird mit einer Umlenkrolle gearbeitet. Der Anschlagpunkt muss eine Mindesttragkraft von 7,5 kN besitzen.
- Arbeiten im Sperrbereich mit angelegter PSAGa sind ohne Sicherungspersonen nicht zulässig.

4. VERHALTEN BEI STÖRUNGEN

- Liegen Beschädigungen vor bzw. ist die Funktionsweise beeinträchtigt oder wurde die PSAGa durch einen Fall beansprucht, ist das Sicherungssystem der Benutzung zu entziehen.
- Der Sperrbereich ist zu verlassen.
- Die Sicherungsperson muss ohne seinen Standort zu verlassen Hilfe herbeirufen können.

5. ERSTE HILFE

- Sofortige Alarmierung Notruf 112 und dem Stichwort „Absturz“ unter:

Tgb. Jämschwalde	Notruf: 035601	Handy: 035601 - 56 112 / Netzzintern: 112
	Betriebsüberwachung: 035601 5 6222	
Tgb. Cottbus-Nord	Notruf: Handy: 035601 - 56 112 / Netzzintern: 112	
	Betriebsüberwachung: 035601 5 6222	
- Erste Hilfe nach dem Hängen im Auffanggurt.
- Nach der Rettung aus der Hängelage – Person niemals hinlegen (sitzende bzw. hockende Stellung).
- Verwendung von Entlastungshilfen.
- Zuständigen Vorgesetzten informieren: Meister: Hr. Kupsch, C. Tel.: 0173 6936457
Abteilungsleiter: Hr. Dr. Kardel, J. Tel.: 0172 3670694

Nummer: RDV 010-13 Betriebsanweisung Betrieb: GMB GmbH
 Bearbeitungsstand: 05/13 Organisation Knappenstraße 1
 Bearbeiter: Hr. Sandro Schur Seite 2/2 01968 Senftenberg

Arbeitsplatz/Tätigkeitsbereich: **Rütteldruckverdichtungsanlagen GMB GmbH**

6. INSTANDHALTUNG, ENTSORGUNG

- Die PSAGa dürfen keinen Einflüssen ausgesetzt werden, die ihren sicheren Zustand beeinträchtigen könnten (Säuren, Laugen, Öle, Putzmittel, Funkenflug)
- Die PSAGa dürfen nur geschützt vor UV-Strahlung in den vorgeschriebenen Transportbehältern gelagert werden.
- Die komplette PSAGa des Sicherungs- und Rückhaltesystems sind jährlich durch einen Sachkundigen zu prüfen.
- Die Benutzung der PSAGa ist zu dokumentieren (Datum, Ort, Zeit, Person)

7. FOLGEN DER NICHTBEACHTUNG

GESUNDHEITLICHE FOLGEN: Verletzungen (Quetschungen, Brüche, Schock, Tod)

ARBEITSRECHTLICHE FOLGEN: Einleitung rechtlicher Schritte.

Datum: 14.05.2013
 Nächster
 Überprüfungstermin: 14.05.2015

Unterschrift:
 Verantwortl.

Durchführung von Antihavarietrainings





Grundlagen sind

- BBergG, ABergV
- betriebliche Regelungen
- SGD incl. Baustellenordnung
- Gefährdungsanalysen

→ ausgewählte Schwerpunkte zur Organisation der Arbeitssicherheit auf RDV-Baustellen :

- PSA tragen
- Vorarbeiter hat Weisungsrecht auch gegenüber Baustellen-Fremden
- aktenkundige Belehrung
- grundsätzliche Anmeldung vor Betreten des Baustellenbereichs
- regelmäßige Schulung und Unterweisung der Mitarbeiter (quartalsweise, projektbezogen, Sicherheitsgespräche
- Definition von Sperrbereichen
- regelmäßige Kontrolle Arbeitsbereich
- Durchführung von Anti-Havarie-Trainings



1 Warum Rütteldruckverdichtung RDV ?

2 Geotechnische Grundlagen/Kippenaufbau

3 Verfahrensbeschreibung RDV

4 Rütteldruckverdichtung bei GMB

5 ***Prozesssteuerung und Datenerfassung***

6 Sondertechnologien

7 Forschung und Entwicklung

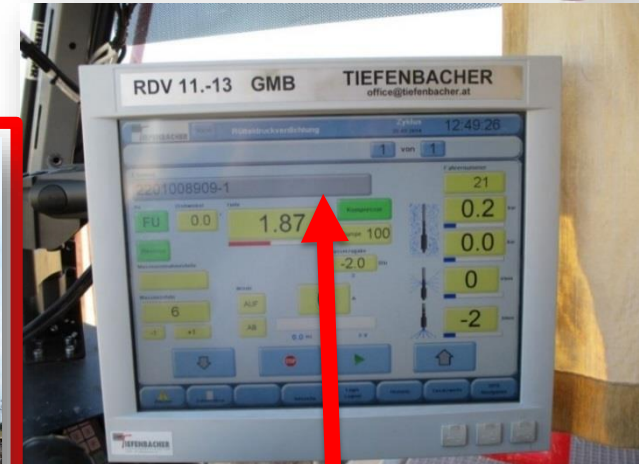
8 Ausblick und Zusammenfassung

Prozesssteuerung und -datenerfassung PDE



Daten-input „Soll“

- Punkt-Nr.
- GPS-Koordinaten x-y
- Verdichtungsart
- maximale Senktiefe
- Höhendaten
- Verweilzeit Tiefenstufe bei Ziehvorgang
- Hubhöhe abschnittsweise bei Ziehvorgang
- Medienzugabe



Prozesssteuerung erfolgt teilautomatisch vom Fahrerstand aus

Daten-output „Ist“

- Punkt-Nr.
- GPS-Koordinaten x-y ist
- Erreichte Senktiefe
- Höhendaten Ist
- Medienzugabe kumuliert
- Dauer kumuliert
- Verweilzeiten ist

sekundengenau werden aufgezeichnet:

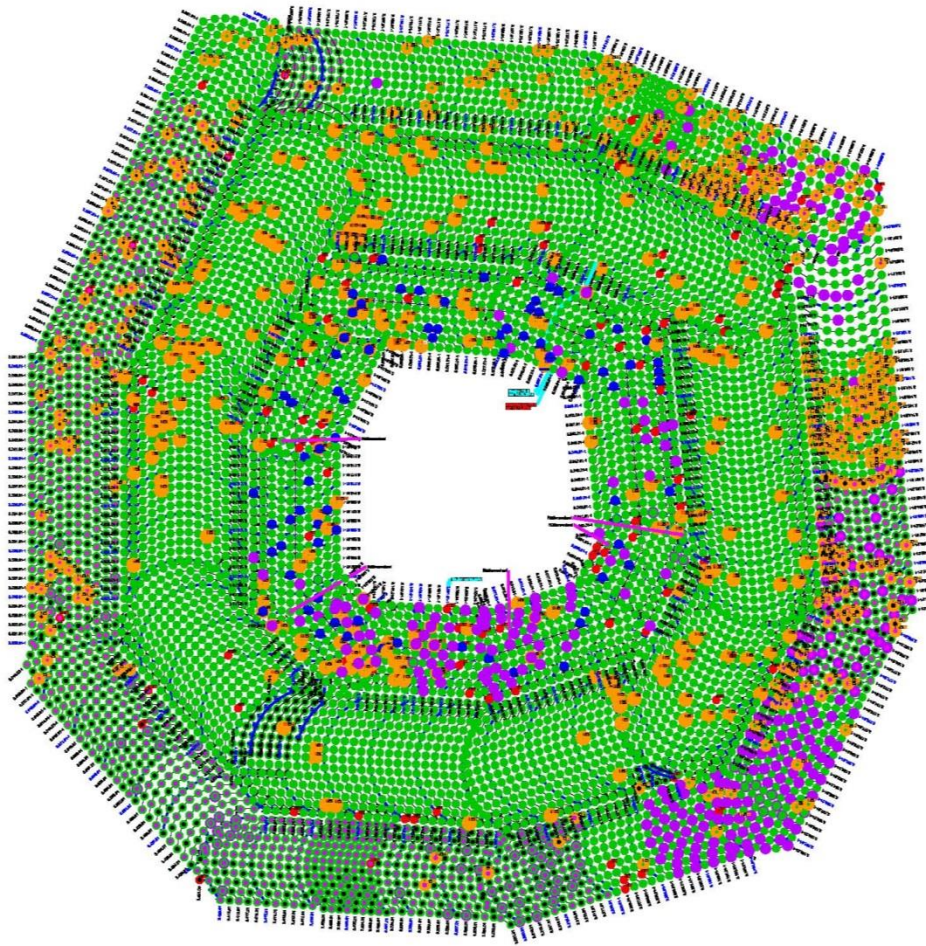
- Tiefe
- Strom
- Spannung
- Frequenz
- Wassermenge Spitze/Seite
- Restlast Kranhaken





- IT- Lösung für die integrierte Datenverwaltung von Bodenverdichtungsmaßnahmen
- Programmierung und Vertrieb GICON
Grossmann Ingenieur Consult GmbH
- für
 - Rütteldruckverdichtung (RDV),
 - Rütteldruckverdichtung mit Intervallstopfen (RDVIS)
 - Rütteldruckverdichtung mit Pilgerschritt (RDVPS)
 - und Fallgewichtsverdichtung (FGV)
- Möglich ist die
 - Erfassung von Plandaten
 - Erfassung der Istdaten
 - Erfassung der Vor- und Nacherkundungsdaten
 - Auswertung, Soll-/ Ist- Vergleich,
 - Dokumentation, Speicherung

Auswertung der Prozessdaten (Beispiel)



grafische Auswertung:
Beispiel „Kleine Insel“ im Tagebau Cottbus – Nord
(Das erste Bauteil der späteren „Cottbusser Ostsee“ ist komplett verdichtet.)

- Herstellung 2013 - 2014
- 6877 Rüttelpunkte
- ca. 260 Tlfm
- ca. 3 Mill. m³ Boden

Die verschiedenen Farben zeigen Abweichungen bei der Herstellung der Rüttellöcher vom Soll (grün) an.





1 Warum Rütteldruckverdichtung RDV ?

2 Geotechnische Grundlagen/Kippenaufbau

3 Verfahrensbeschreibung RDV

4 Rütteldruckverdichtung bei GMB

5 Prozesssteuerung und Datenerfassung

6 ***Sondertechnologien***

7 Forschung und Entwicklung

8 Ausblick und Zusammenfassung



Sondertechnologien bei der RDV sind erforderlich:

- zur Nachverdichtung der oberflächennahen Kippenbereiche (von GOK bis ca. -5 m)
 - ➔ Einsatz von mittelschweren und schweren Glattmantelvibrationswalzen
 - ➔ Einsatz von Walzenzügen als Polygonwalze
 - ➔ Anwendung des LANDPAC-Verfahren (high - energy impact compaction HEIC)
 - ➔ Anwendung der Fallgewichtsverdichtung (FGV)
 - ➔ Einsatz des Impulsdruckverfahrens (TERRAMIX)
 - ➔ durch hydraulische Oberflächensicherung („Flutung“)

- zur Bergung von „festgegangenen Lanzen“ z.B. auf Grund Rüttlerausfall oder geotechnischer – bodenmechanischer Prozesse in der Tiefe infolge des RDV-Vorgangs
 - ➔ Perforationsbohrungen
 - ➔ Einsatz von hydraulischen Auspresseinrichtungen

Sondertechnologie Beispiel 1

Perforationsbohrungen – Einsatz vor Ort



Sondertechnologie Beispiel 2

Klemmschelle zur effektiven Bergung „fester Lanzen“



Für eine rasche und effektive Bergung einer „festgegangenen Lanze“ wurde eine Schelle entwickelt, die als lastverteilendes Widerlager auf der Lanze festgeklemmt wird.



Im Testversuch konnte über die Klemmwirkung eine Pressenkraft von **6.386 kN (652 t)** aufgebracht werden !!

Die Kompetenz zur Bergung von Lanzen bietet die GMB GmbH als Dienstleistung an.



1 Warum Rütteldruckverdichtung RDV ?

2 Geotechnische Grundlagen/Kippenaufbau

3 Verfahrensbeschreibung RDV

4 Rütteldruckverdichtung bei GMB

5 Prozesssteuerung und Datenerfassung

6 Sondertechnologien

7 ***Forschung und Entwicklung***

8 Ausblick und Zusammenfassung

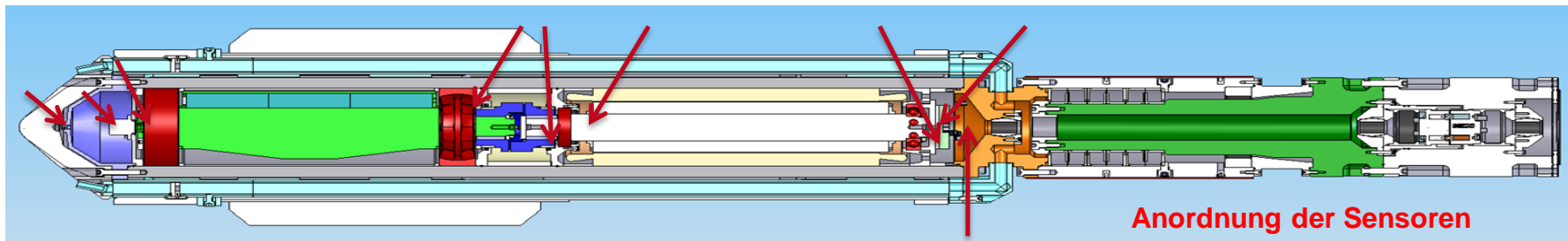
F / E – Vorhaben „RDV 2.0“



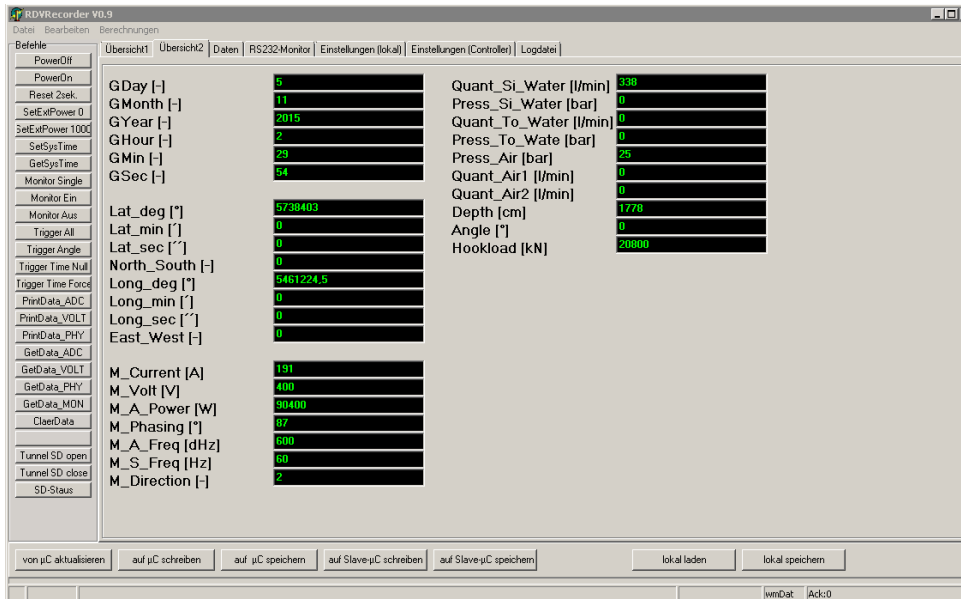
- Thema:** Optimierung RDV
- Ziel:** Optimierung des Energieeintrages in den Boden durch permanente Online-Datenerfassung im Rüttler und damit verbundener permanenter Steuerung des Rüttelprozesses und der Verdichtungstechnologie („intelligenter Rüttler“)
- gegenwärtig:** Einsatz eines sensorbestückten Messrüttlers im planmäßigen Verdichtungsprozess zur Datenerfassung und nachfolgender Auswertung
- Partner:** TU Dresden, Lehrstuhl für Baumaschinen
- TU Innsbruck, Arbeitsbereich Geotechnik / Tunnelbau
- Anspruch:** Mikroelektronik und Sensorik kombiniert mit den Bedingungen bei Betrieb des Rüttlers (EMVs, Schock, Schlag, Vibration, Temperatur, Dreck, Beschleunigung usw.)



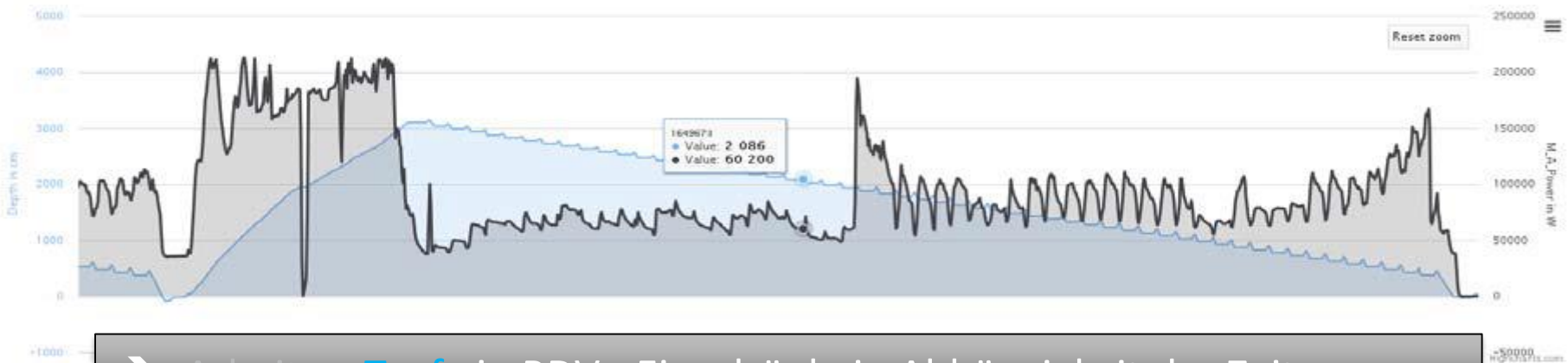
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



Messrüttler – Darstellung erster Ergebnisse



- RDV - Recorder zeichnet rüttlerspezifische Daten permanent online auf
- begleitende und nachfolgende Datenauswertung

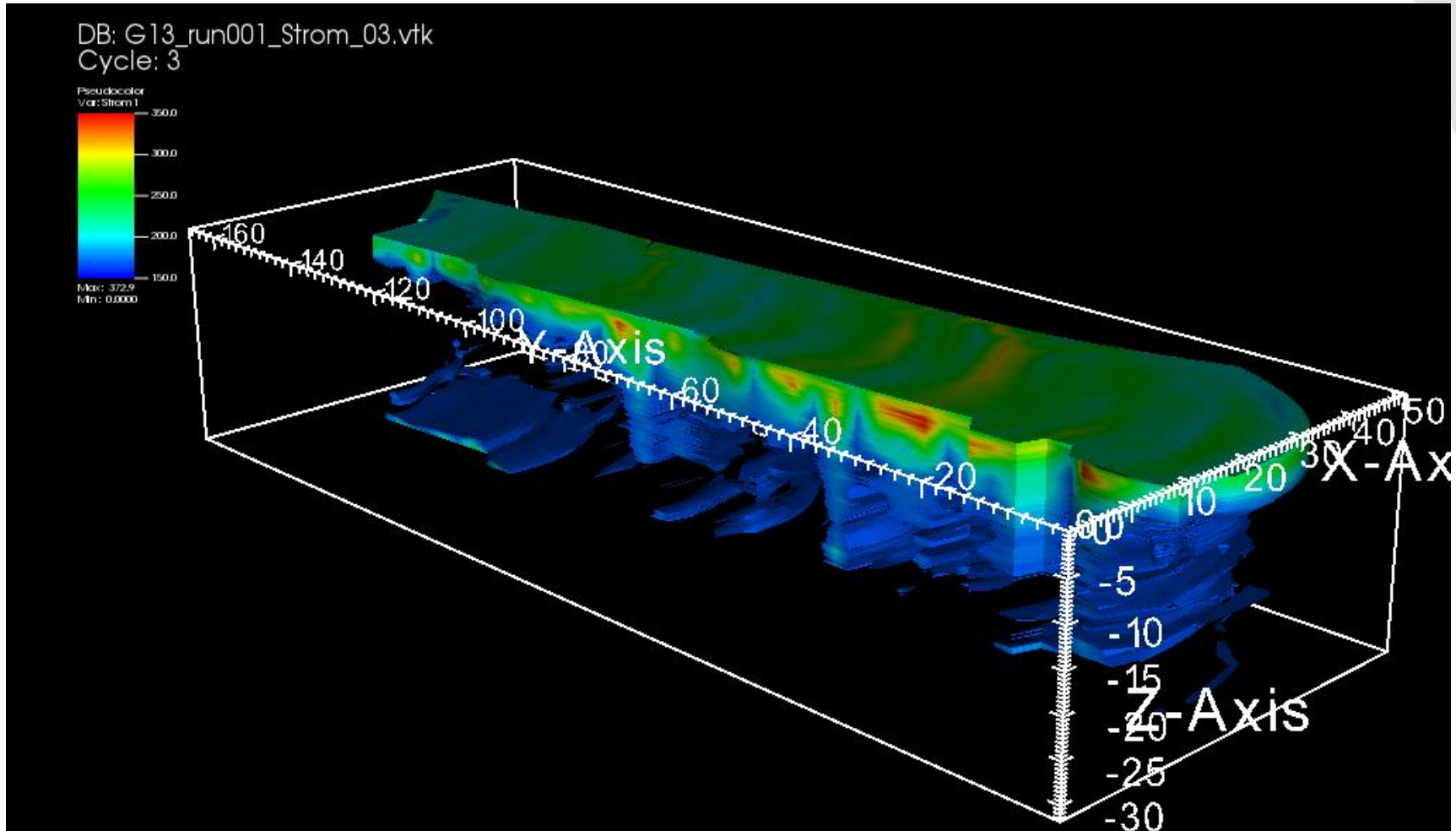


➔ Arbeit zu **Teufe** in RDV - Einzelsäule in Abhängigkeit der Zeit

Ergebnisse Messrüttler – 3D-Plot



Arbeitsstand – Tomografie Rüttlerstrom





1 Warum Rütteldruckverdichtung RDV ?

2 Geotechnische Grundlagen/Kippenaufbau

3 Verfahrensbeschreibung RDV

4 Rütteldruckverdichtung bei GMB

5 Prozesssteuerung und Datenerfassung

6 Sondertechnologien

7 Forschung und Entwicklung

8 Ausblick und Zusammenfassung



- Die RDV ist eine leistungsstarkes und essentielles Verfahren zur Kippenverdichtung und damit zur Herstellung einer sicheren Bergbaufolgelandschaft.
- **Die weitere Entwicklung wird größere Teufen (bis ca. 100 m) ermöglichen.**
- Die technische Entwicklung wird zu Rüttlern mit der Möglichkeit bodenabhängig anpassungsfähiger Fahrweisen führen, die eine permanente Interaktion Boden / Bodeneigenschaften / Rüttelprozess ermöglichen.
- Ein weitere Prozessüberwachung durch zusätzliche Parameter (z.B. Neigung, Richtung, Lagekontrolle, Amplitude usw.) wird möglich sein.
- **Eine weitere Automatisierung ist vorstellbar.**

Global betrachtet:

Mit der RDV steht ein leistungsfähiges Verfahren zur Verfügung, mit dem geogen oder anthropogen entstandene locker gelagerte Bodenkörper wirtschaftlich verdichtet werden können.

Lokal betrachtet:

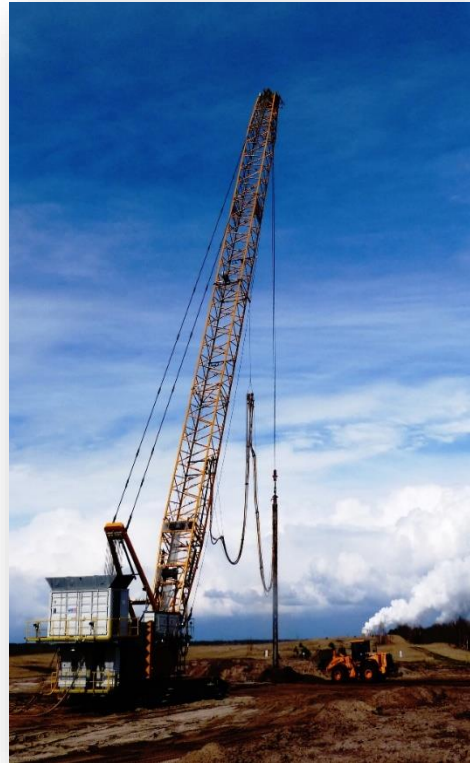
Herstellung einer sicheren Bergbaufolgelandschaft



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit – Glück Auf!



TGB Jänschwalde, Depot 3. BA
LR 1750
Rüttelteufe bis 65 m



TGB Cottbus – Nord, Ostufer
LR 1300
Rüttelteufe bis 55 m



TGB Cottbus –Nord, Große Insel
LR 1300
Rüttelteufe bis 55 m