

Geophysikalische Untersuchungsmethoden

Georadar / Geoelektrik

Abteilung Geotechnik, Referat Baugrunderkundung (G1)

Dipl.- Geophys. E. Kunz

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 1



BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau



Einleitung

Die Geophysik untersucht die Verteilung der physikalischen Parameter des Untergrundes durch Messungen an der Geländeoberfläche und ist ein indirektes Erkundungsverfahren.

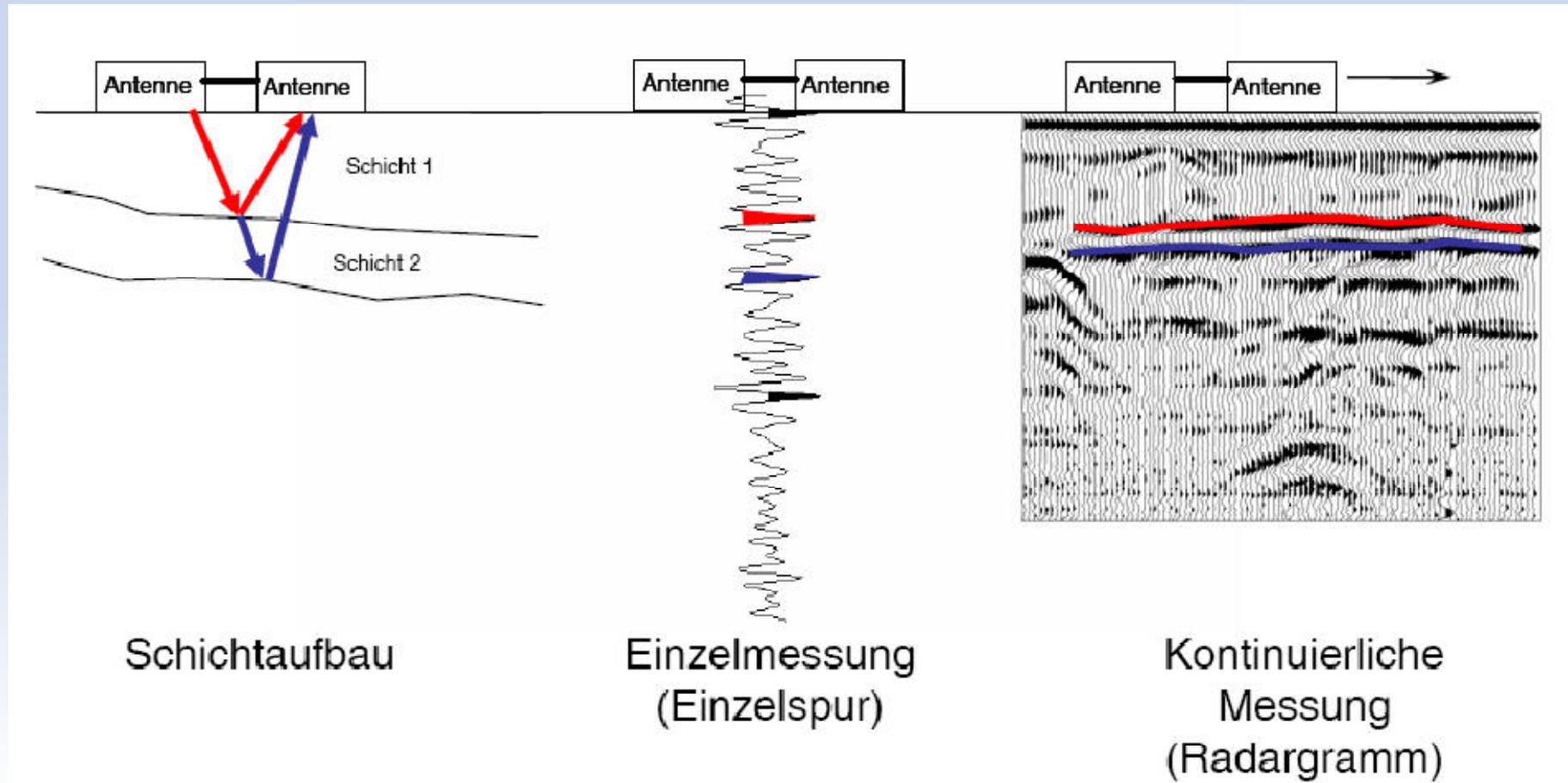
Die Methoden werden eingesetzt um Modelle des Baugrunds zu entwerfen.

Die Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz geophysikalischer Methoden ist das Vorhandensein von Kontrasten der physikalischen Parameter im Untergrund.

Vor geophysikalischen Messungen sollte in jedem Fall abgeschätzt werden, ob die zu erwartenden Kontraste der physikalischen Materialeigenschaften signifikante Messgrößen liefern.



Prinzip des Georadarverfahrens



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 3

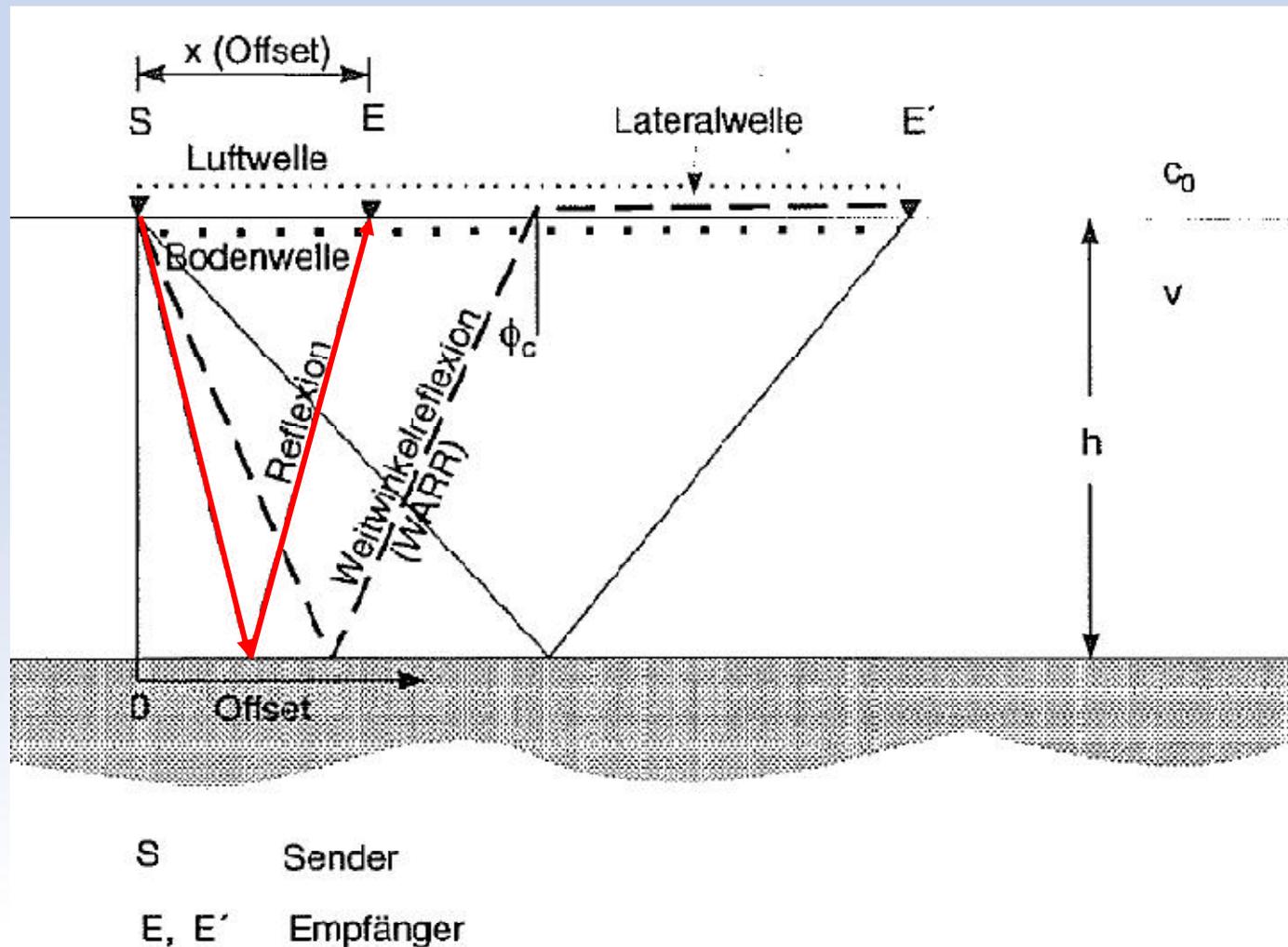
Prinzip des Georadarverfahrens

Material	ϵ_r [-]	σ [mS m ⁻¹]	v [m ns ⁻¹]	α' [dB m ⁻¹]
Luft	1	0	0,2998	0
Aqua dest.	80	0,01	0,033	0,002
Süßwasser	80	0,5	0,033	0,1
Meerwasser	80	30 000	0,01	1000
trockener Sand	3 - 5	0,01	0,15	0,01
gesättigter Sand	20 - 30	0,1 - 1	0,06	0,03 - 0,3
Schluff	5 - 30	1 - 100	0,07	1 - 100
Ton	5 - 40	2 - 1000	0,06	1 - 300
Kalkstein	4 - 8	0,5 - 2	0,12	0,4 - 1
Schiefer	5 - 15	1 - 100	0,09	1 - 100
Granit	6	0,01 - 1	0,12	0,01 - 1

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 4



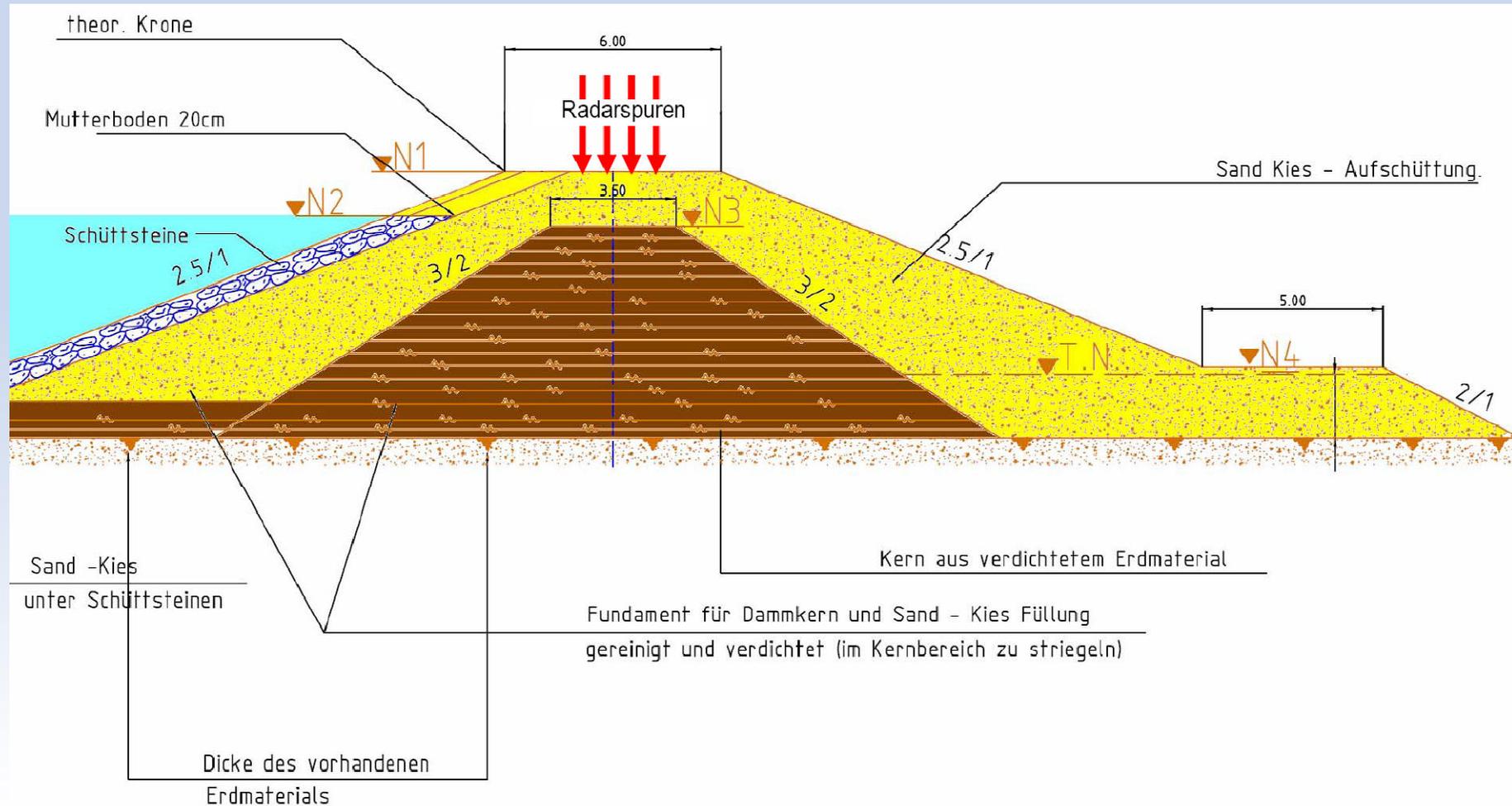
Prinzip des Georadarverfahrens



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 5

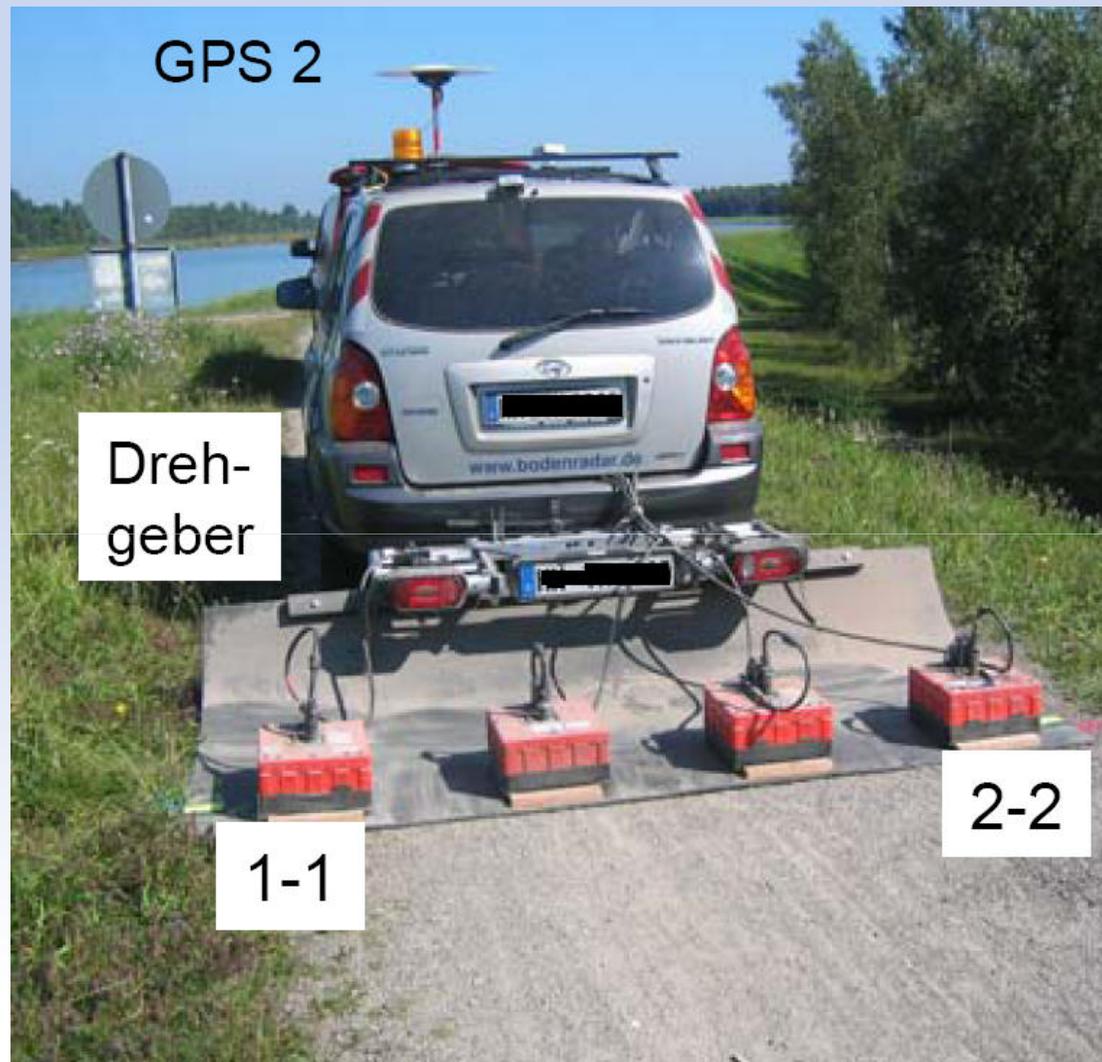


Beispiel 1 zur Georadarmessung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 6

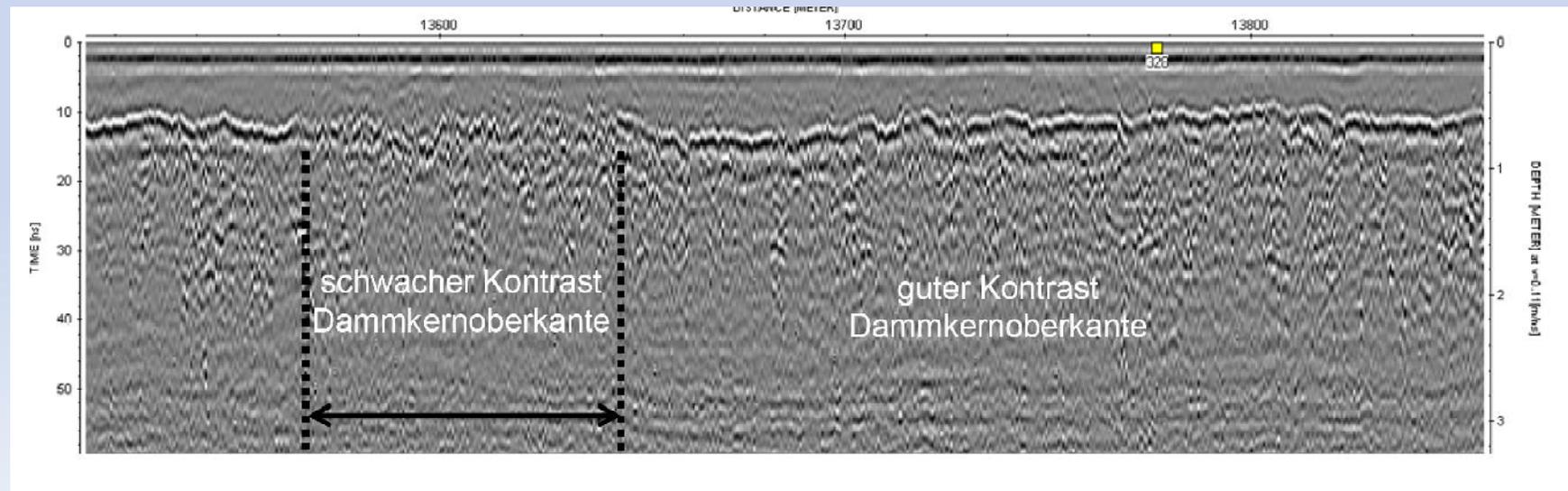
Messung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 7



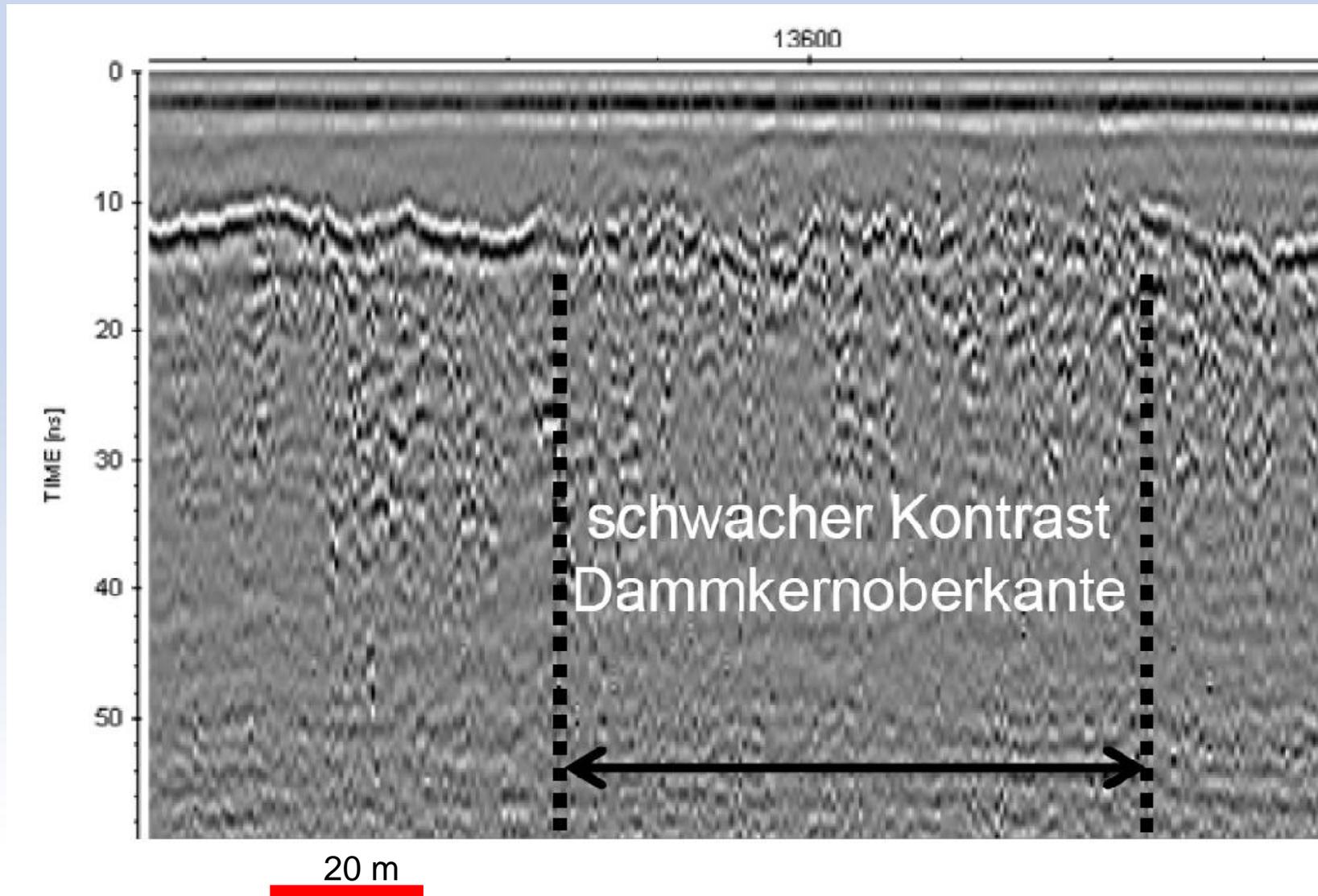
Radargramme



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 8



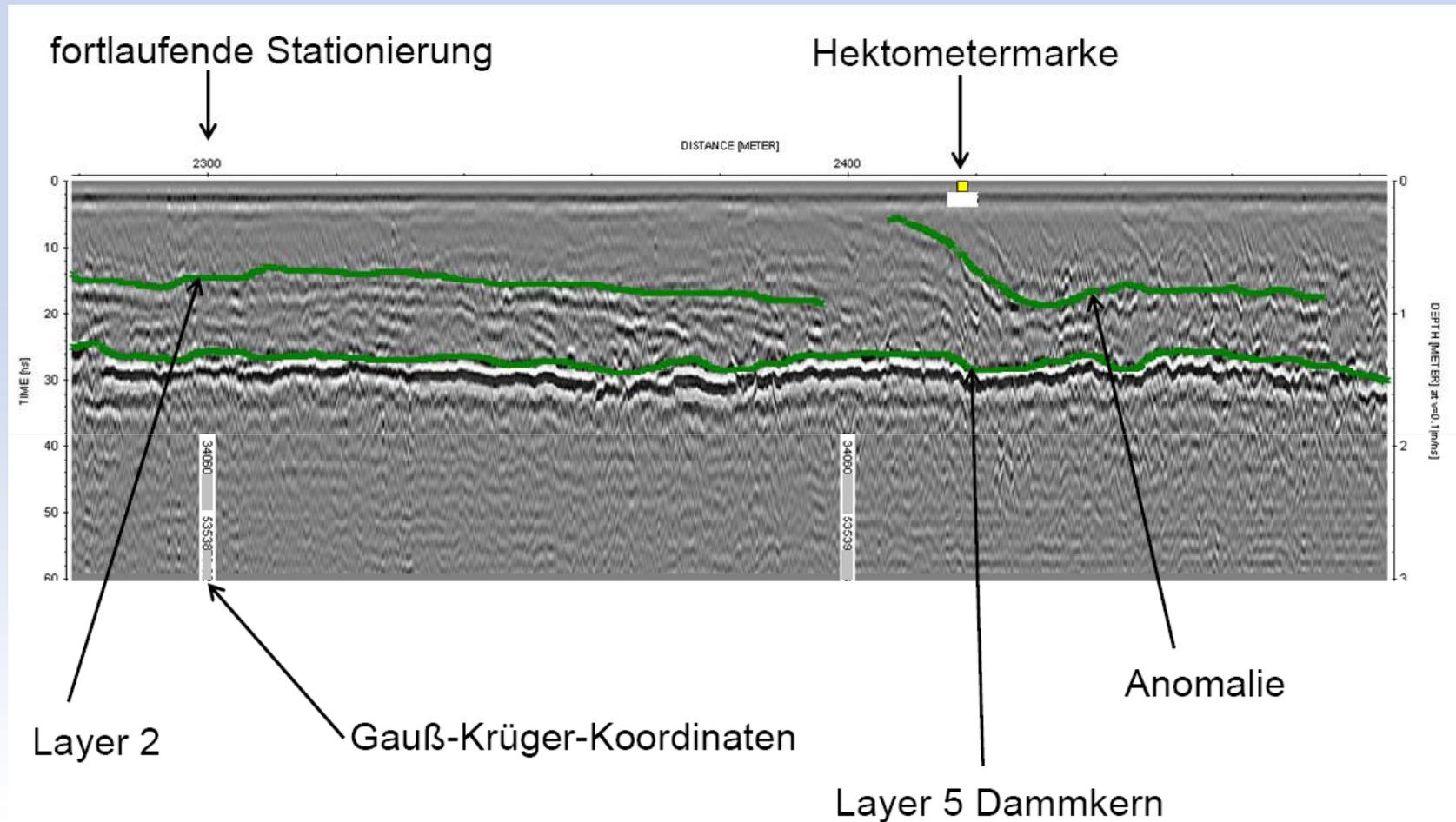
Radargramme



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 9



Radargramme

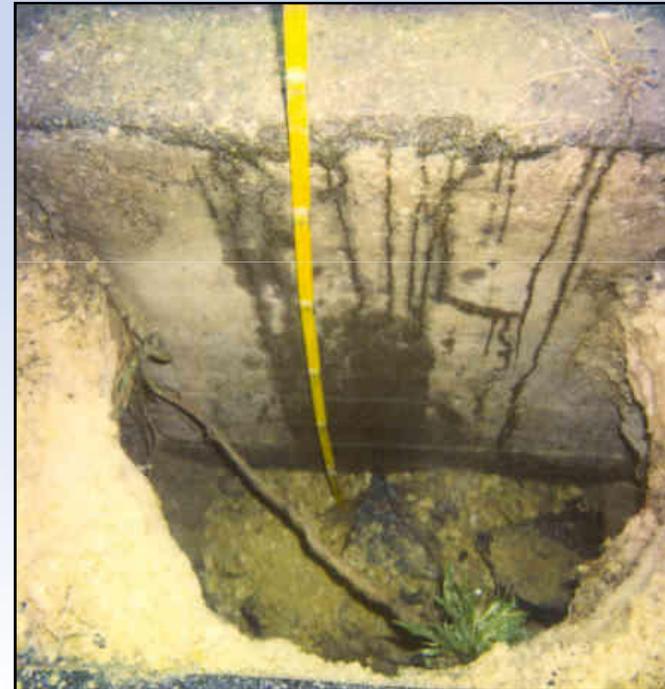


"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 10



Beispiel 2 zur Georadarmessung

Einbrüche in der Straßendecke entlang der Ufereinfassung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 11

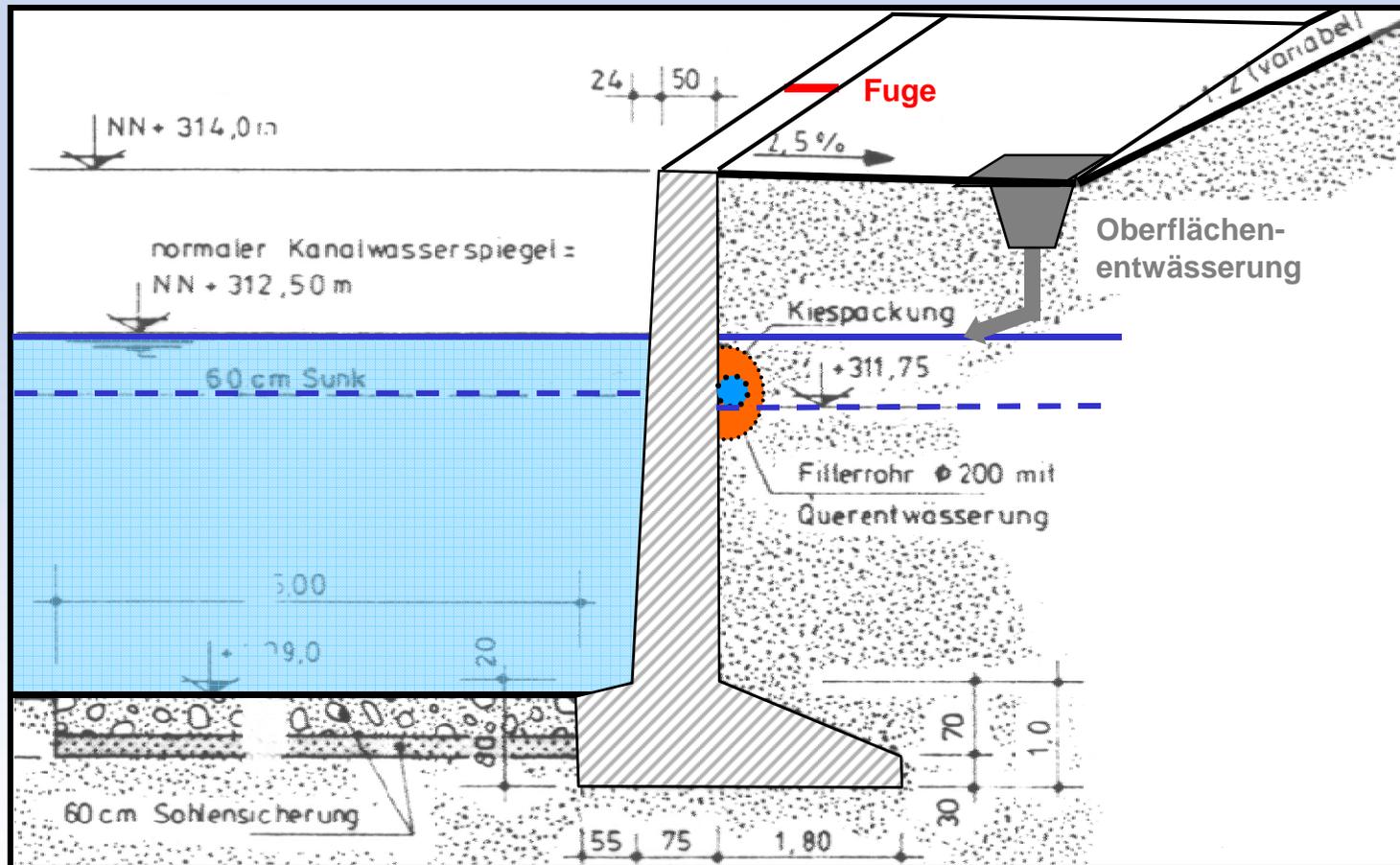


BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau

BAW



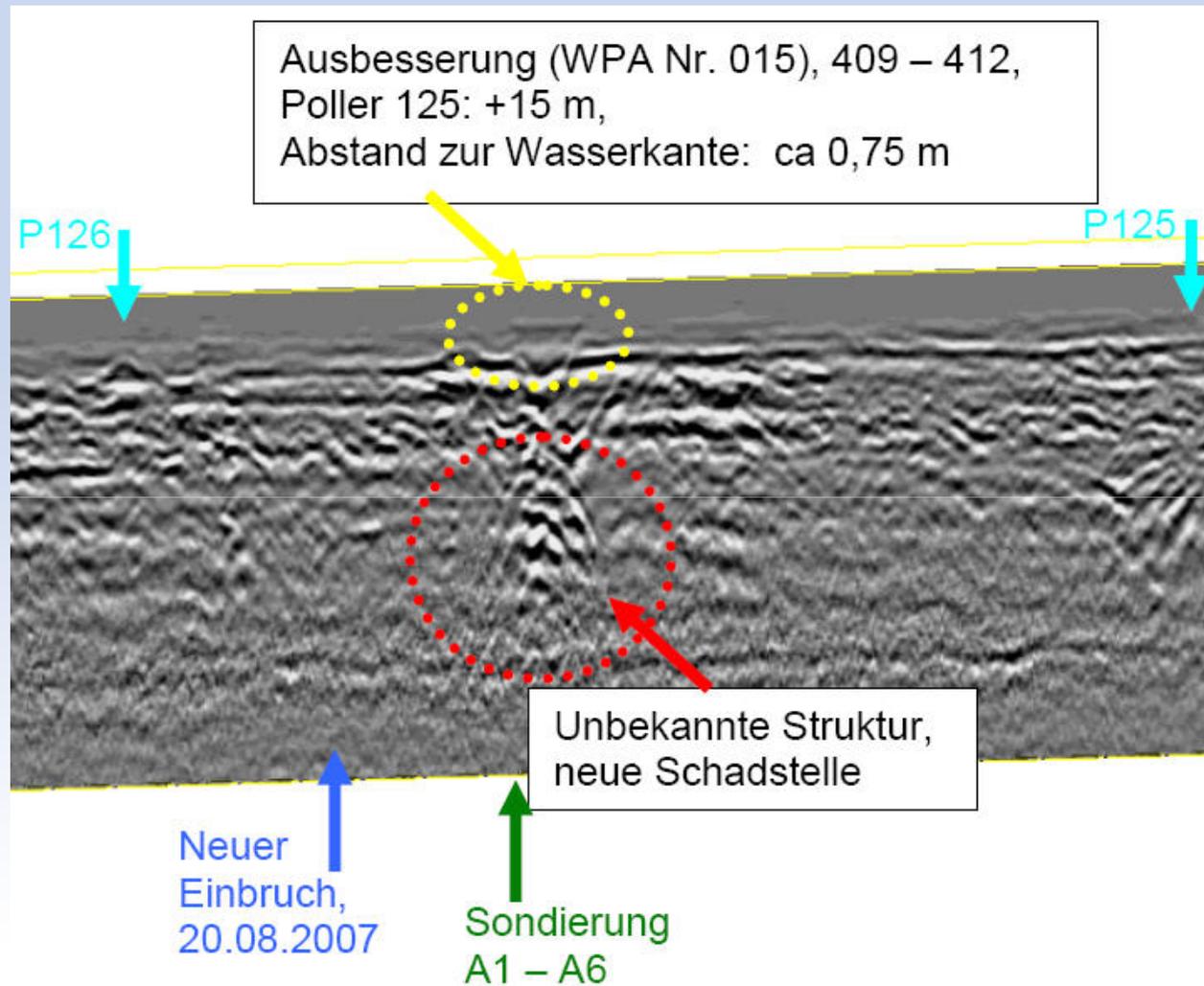
Ursachen



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 12

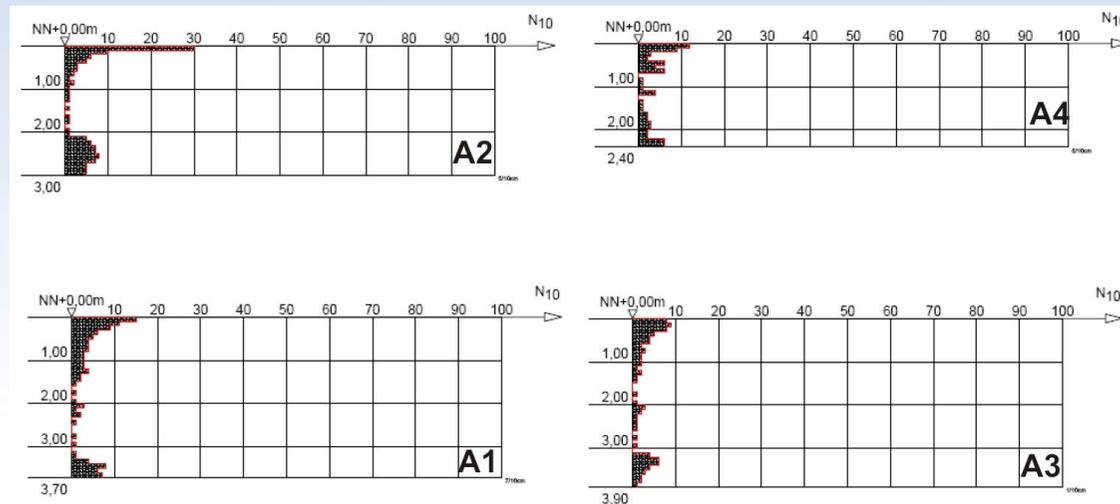
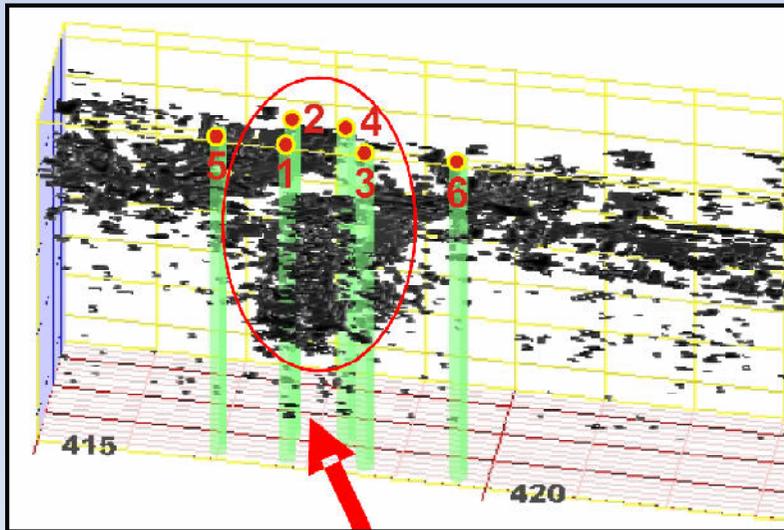


Georadarmessung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 13

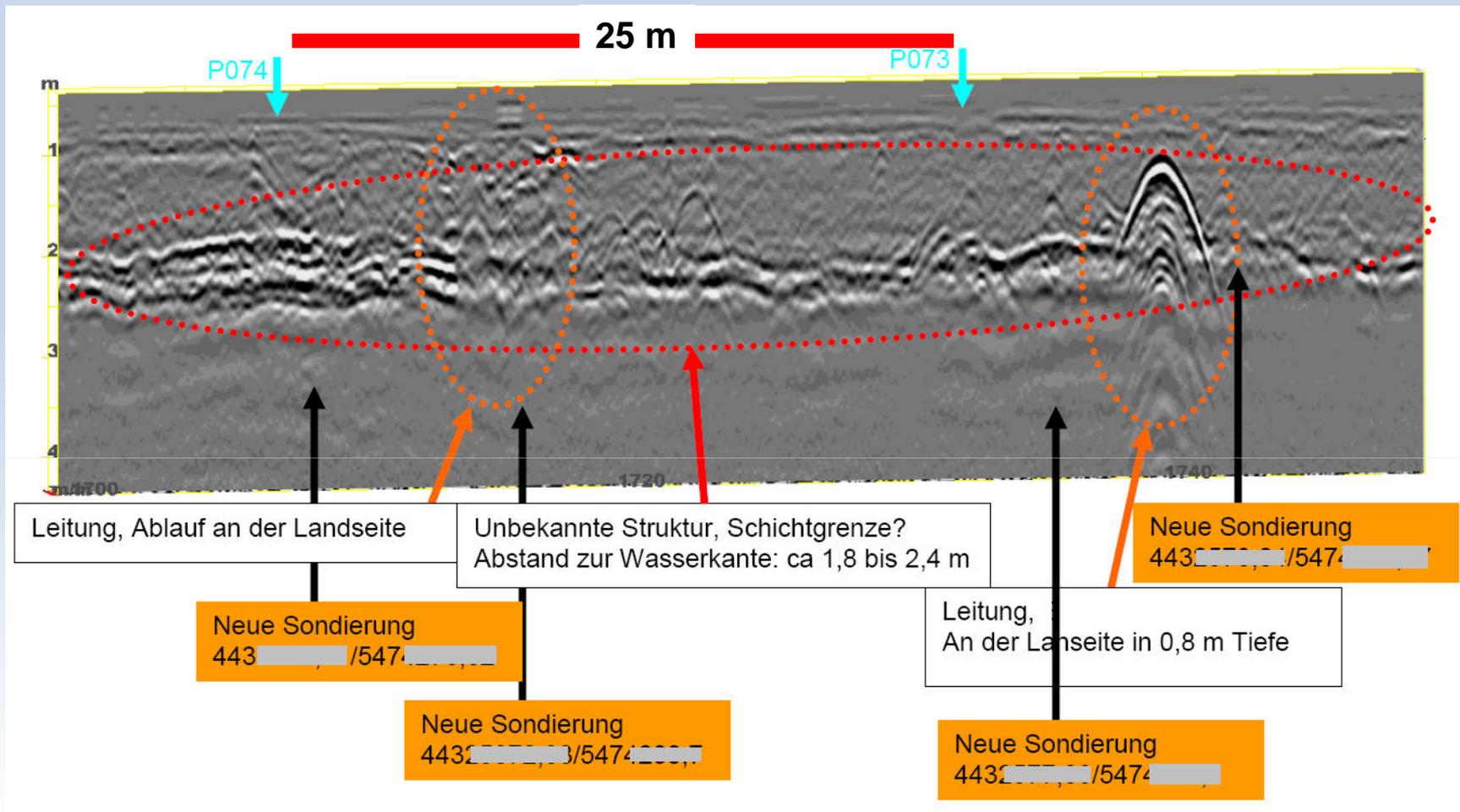
Georadarmessung / -auswertung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 14



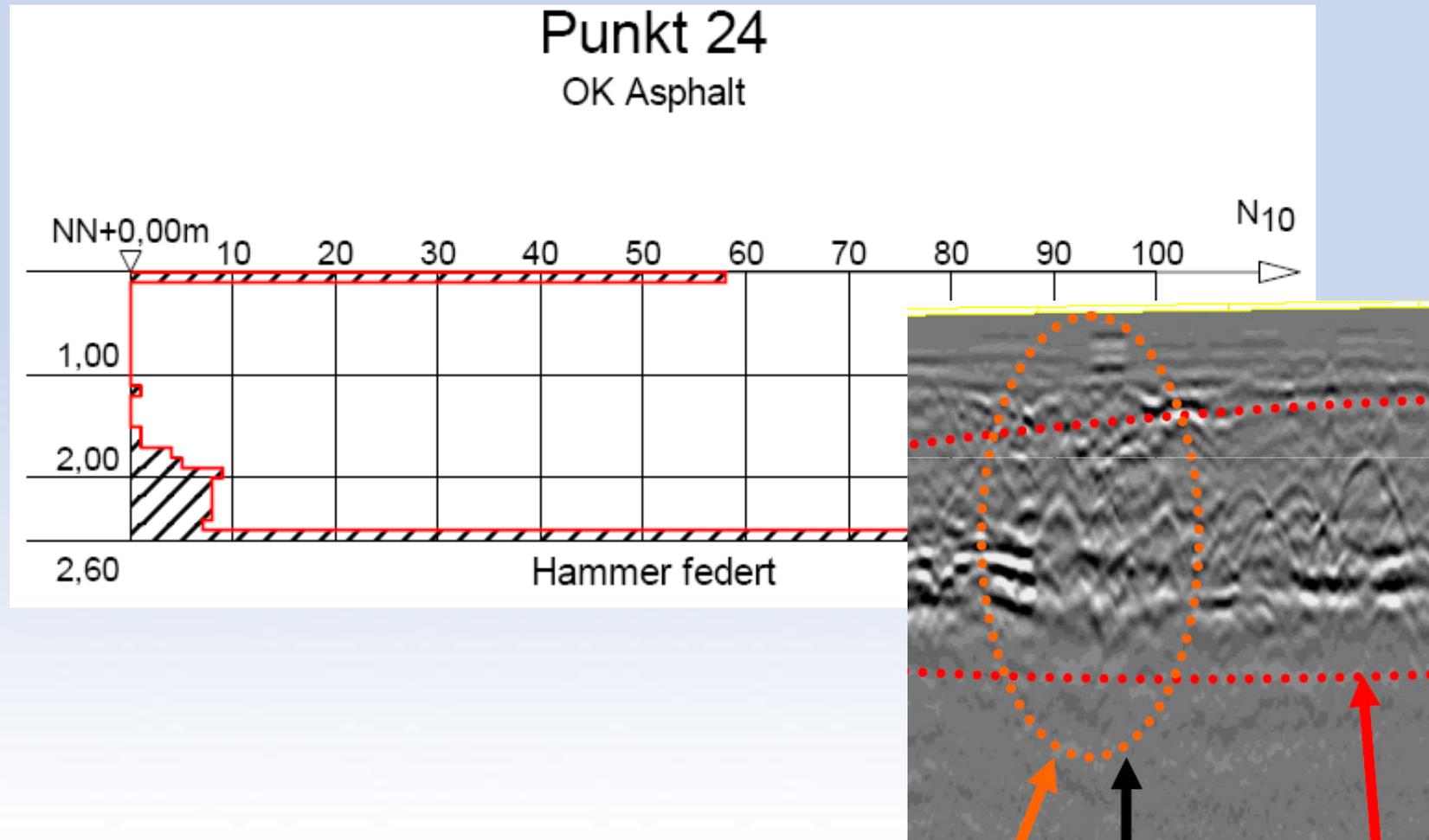
Georadarmessung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 15



Georadarmessung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 16

Prinzip der Gleichstromgeoelektrik

Messung:

- Technisch erzeugte Stromquellen
- Punktquellen
- Simultane Strom- und Spannungsmessung

Ergebnis:

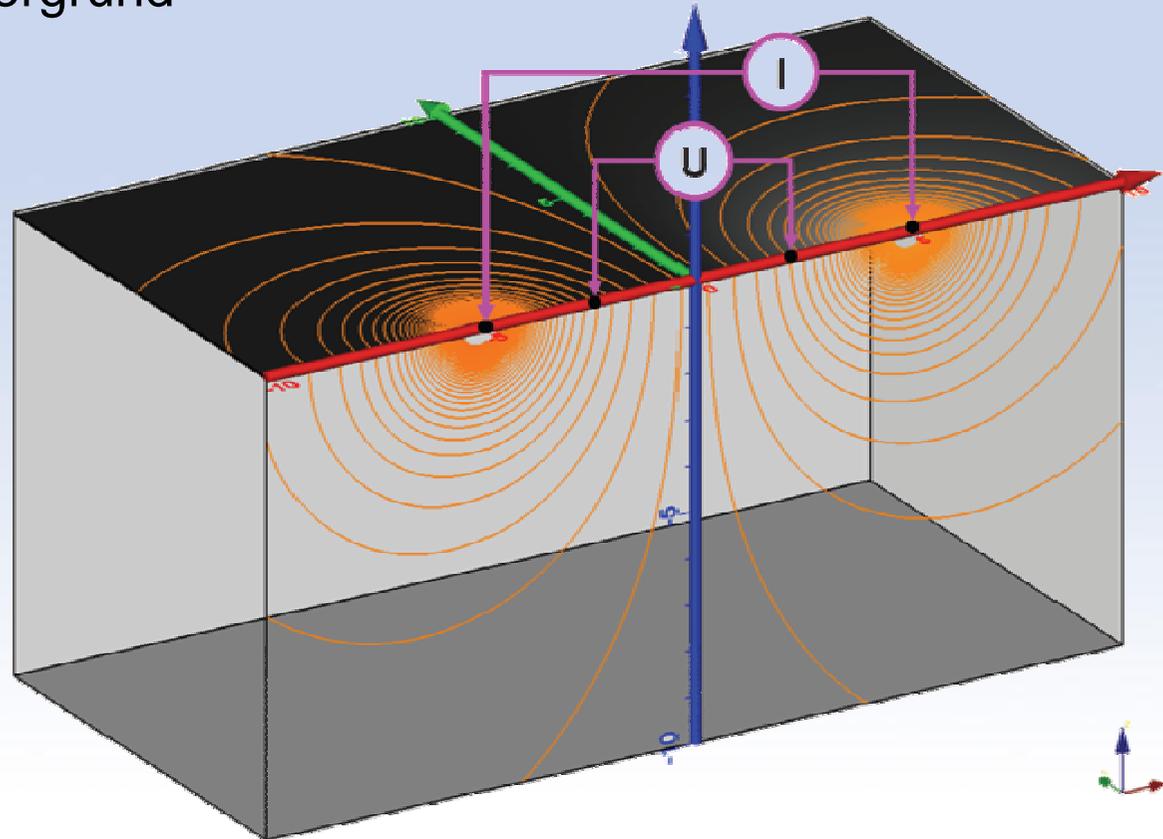
- Scheinbarer spezifischer Widerstand

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 17



Grundlagen der Gleichstromgeoelektrik

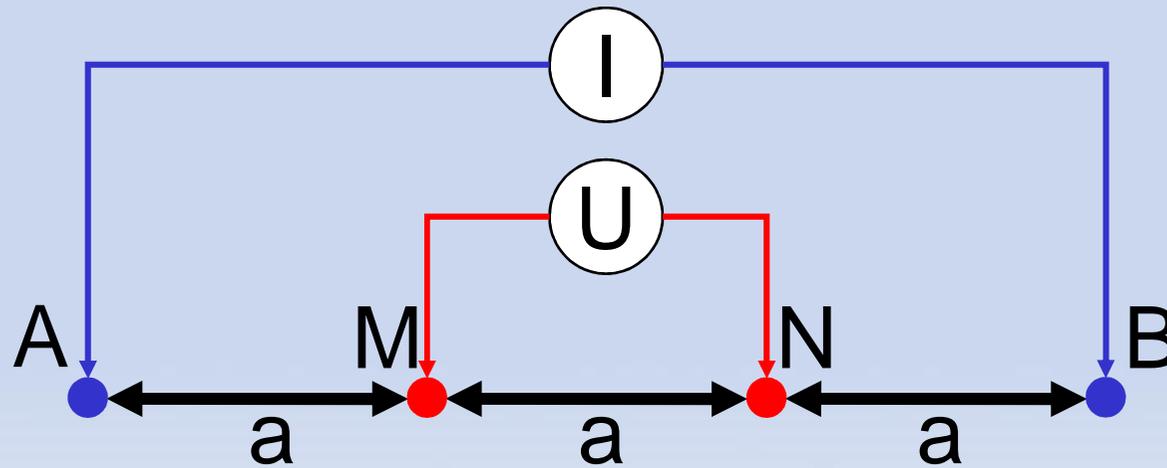
- Potentialtheorie für die Ausbreitung der Stromlinien im Untergrund



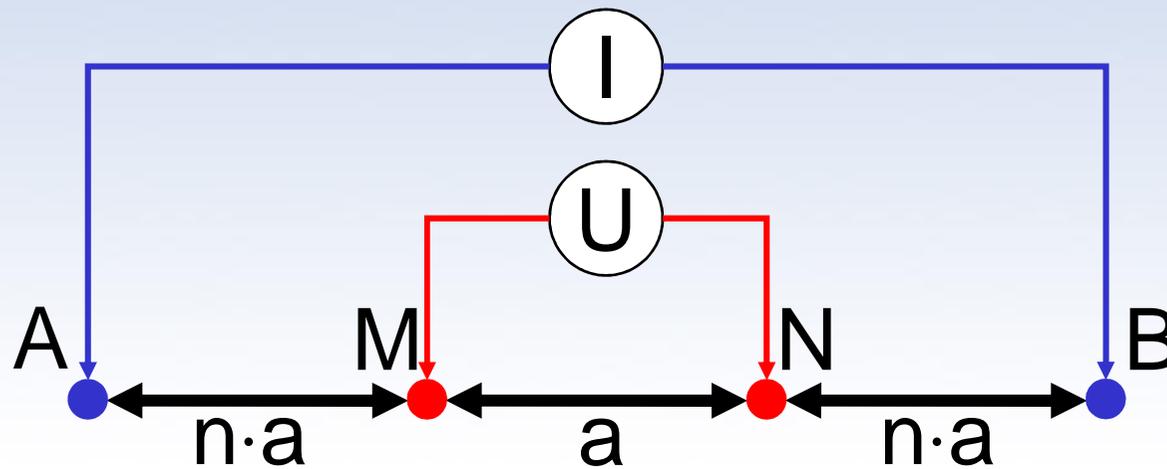
"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 18



Grundlagen der Gleichstromgeoelektrik



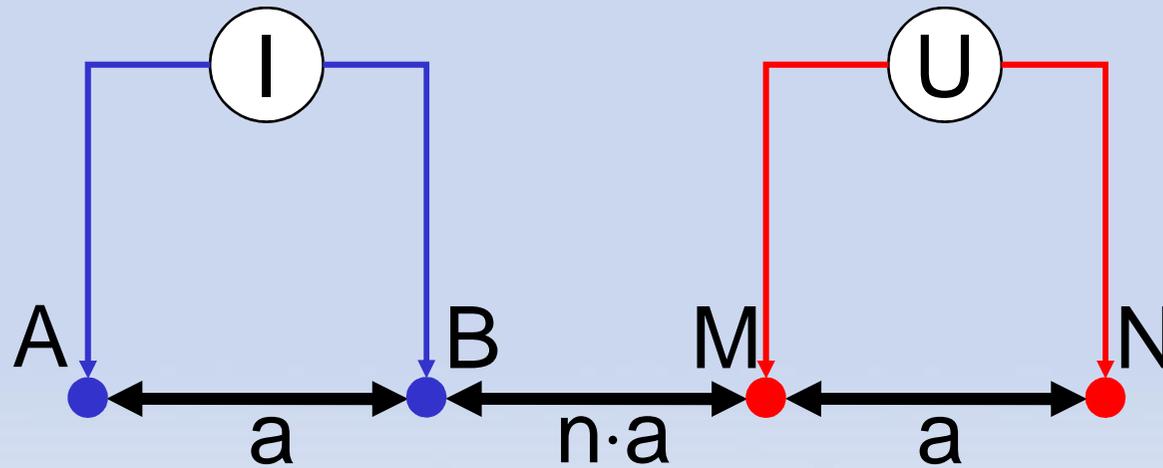
Wenner-Anordnung



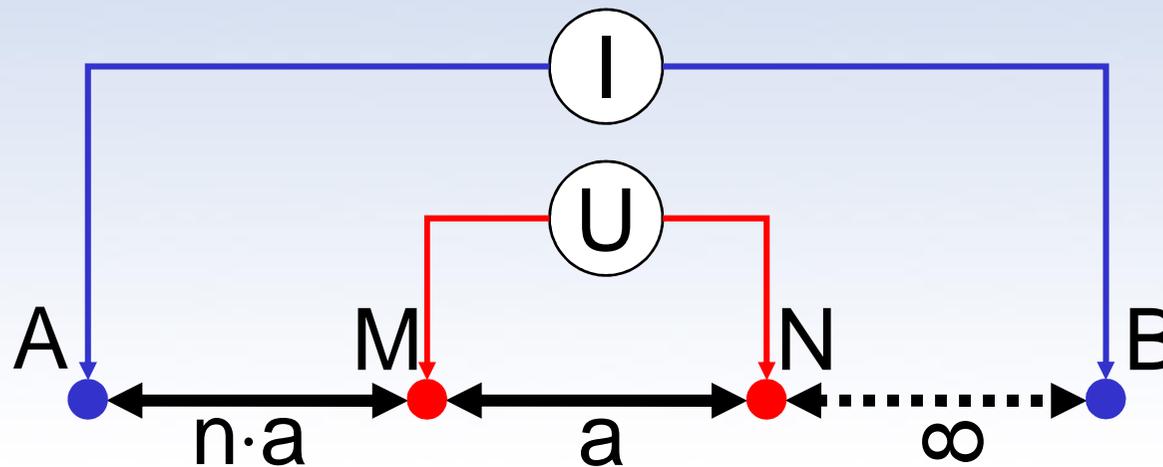
Schlumberger-Anordnung

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 19

Grundlagen der Gleichstromgeoelektrik



Dipol-Dipol-Anordnung



Pol-Dipol-Anordnung

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 20

Grundlagen der Gleichstromgeoelektrik

Abhängigkeit der spezifischen Widerstände von:

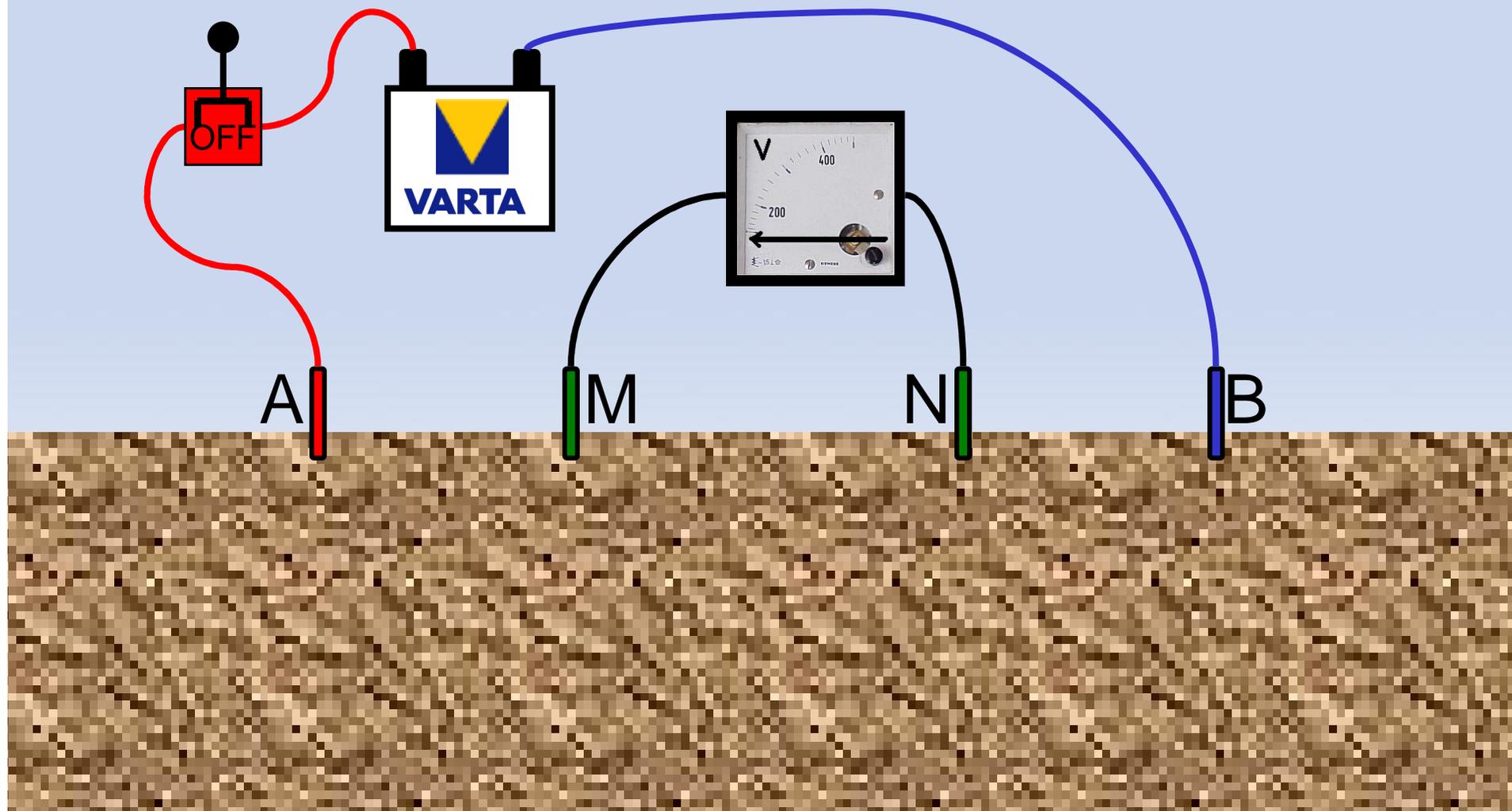
- Wassersättigung
- Chemismus des Porenfluids
- Anteil toniger Bestandteile
- Elektronischer (metallische) Leitfähigkeit

Material	Minimum	Maximum in $\Omega\cdot\text{m}$
Kies	50 (wassergesättigt)	$>10^4$ (trocken)
Sand	50 (wassergesättigt)	$>10^4$ (trocken)
Schluff	20	50
Geschiebemergel	30	70
Lößlehm	30	100
Lehm (als Ziegel)	500	5000
Ton (erdfeucht)	3	30
Ton (trocken)		> 1000
Torf, Humus, Schlick	15	25
Faulschlamm	10	40
Moorböden	10	150
Braunkohle	10	150
Erdöl	10^9	10^{12}
Haus- u. Industriemüll	< 1	>1000 (Plaste)
Sandstein	<50 (klüftig, feucht)	$>10^5$ (kompakt)
Kalkstein	100 (klüftig, feucht)	$>10^5$ (kompakt)
Tonschiefer	50 (klüftig, feucht)	$>10^5$ (kompakt)
Magmatite, Metamorphite	150 (verwittert, feucht)	$>10^6$ (kompakt)
Schwarzschiefer	< 1	50
Steinsalz	30 (feucht)	$>10^6$ (trocken)
Destilliertes Wasser		$>10^3$
Schneefirn		$>10^5$
Natürliche Wässer	10	300
Meerwasser (35 ‰ NaCl)	0.25	
Salzlaugen	<0.1	

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 21

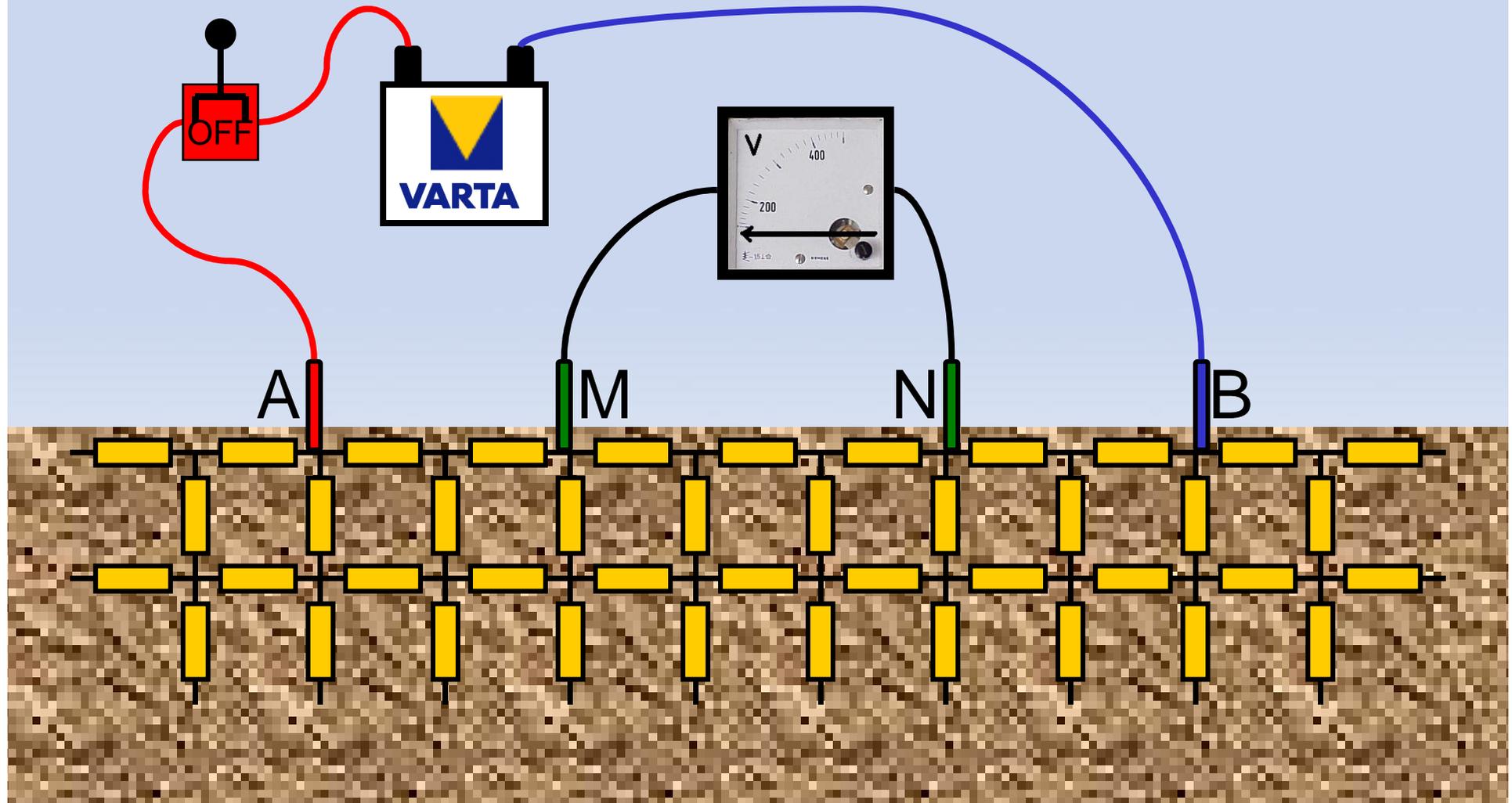


Prinzip aller Verfahren



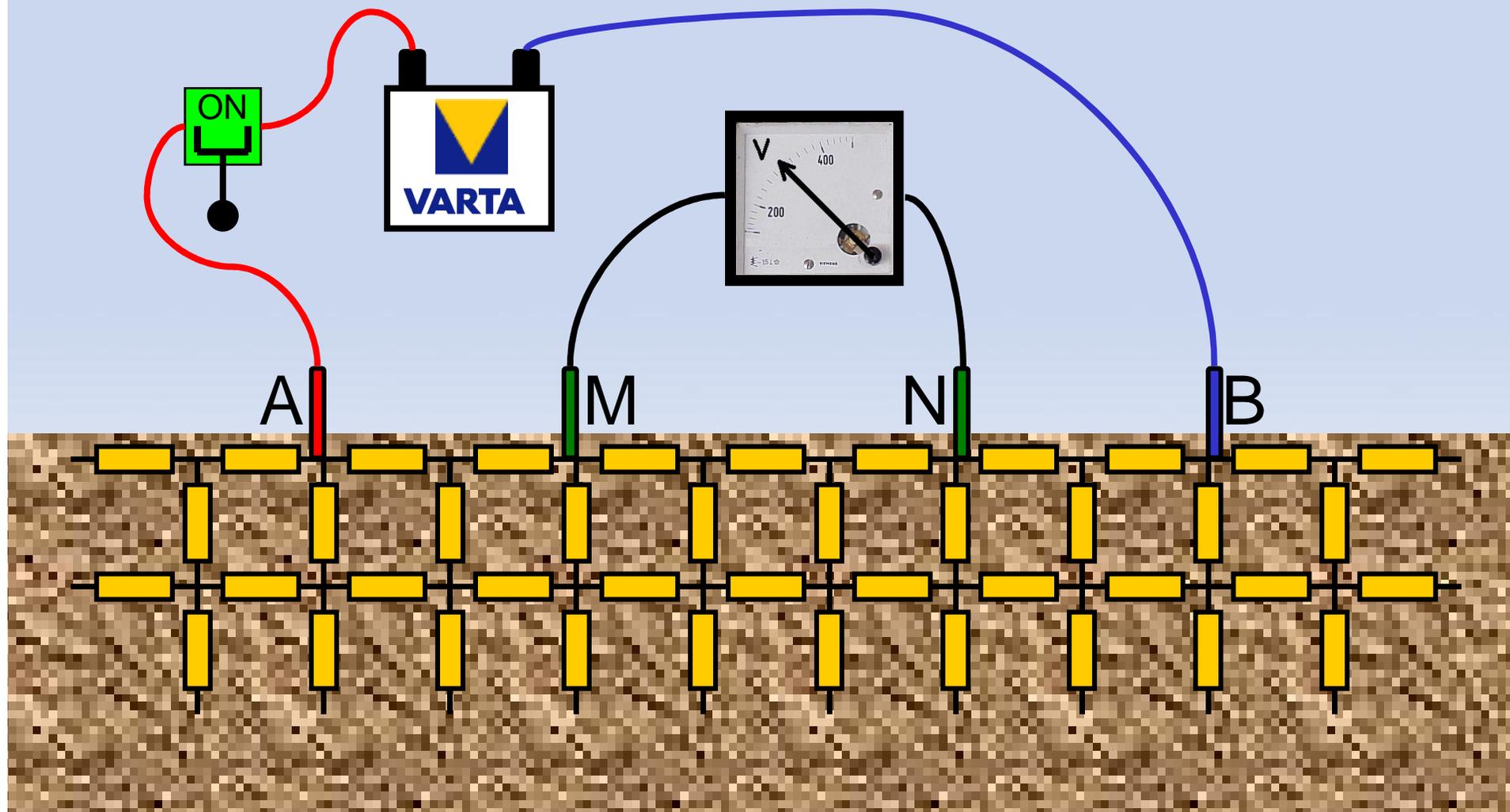
"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 22

Prinzip aller Verfahren



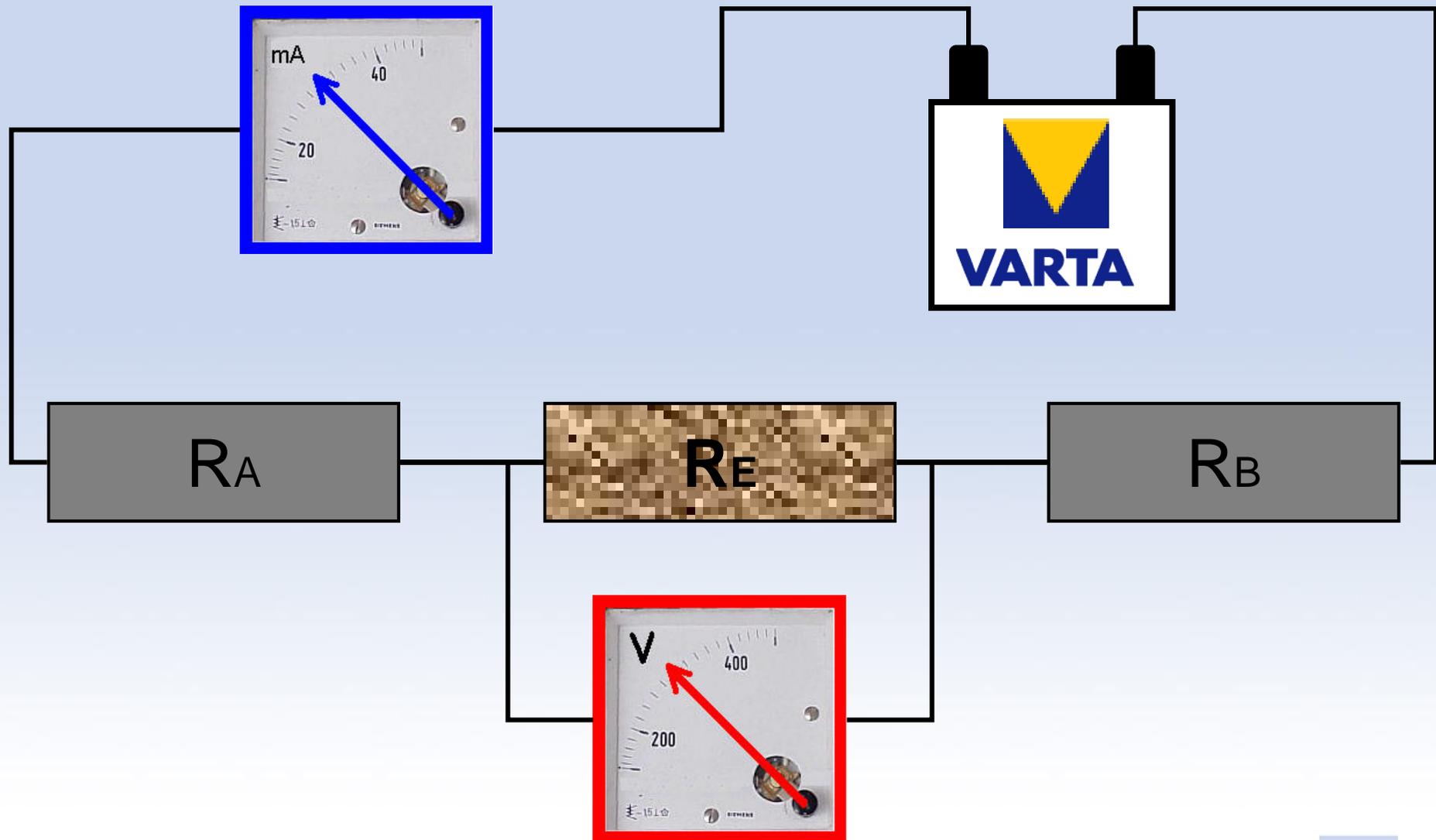
"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 23

Prinzip aller Verfahren



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 24

Ersatzschaltbild



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 25

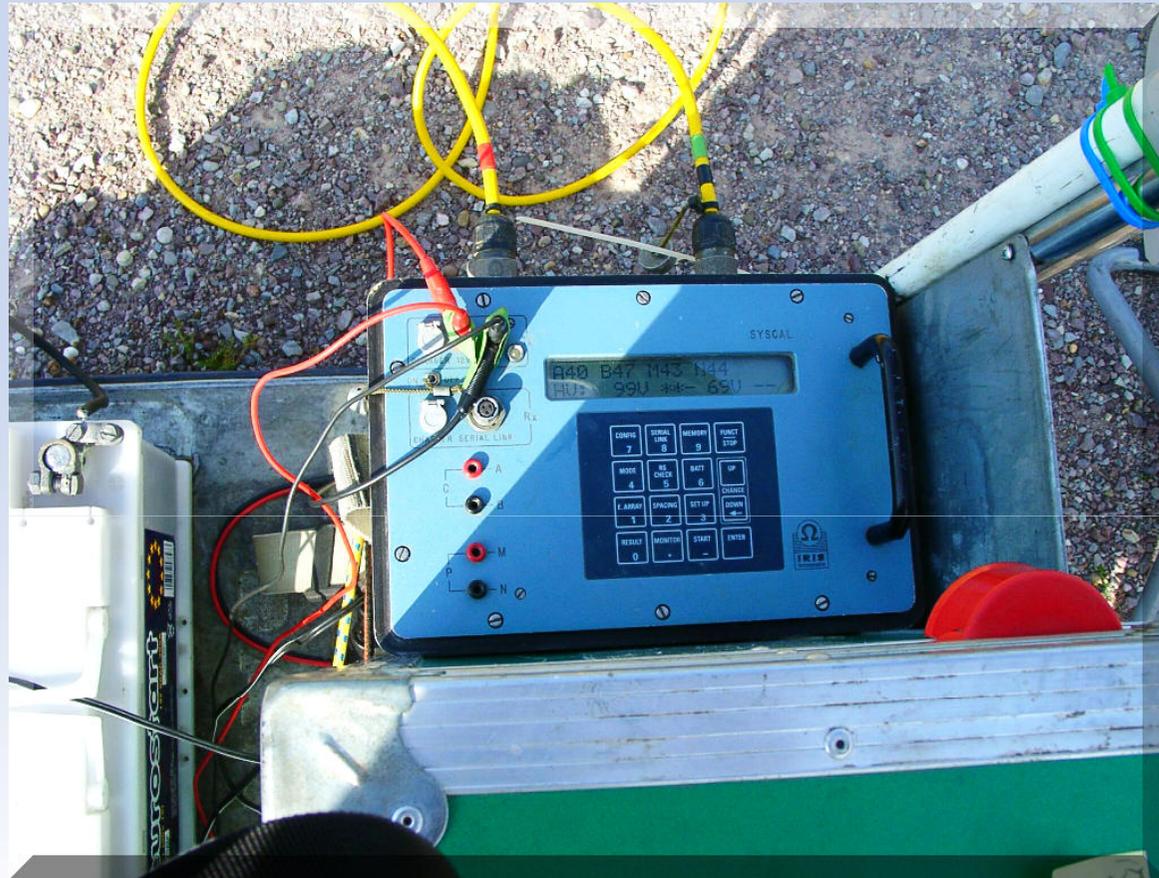
Feldmessung

Messequipment:

Multi-Elektroden-Systeme
Mehrkanalsysteme für 2D
und 3D Tomographie

Software:

2D und 3D Auswerte-
und Simulationssoftware



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 26

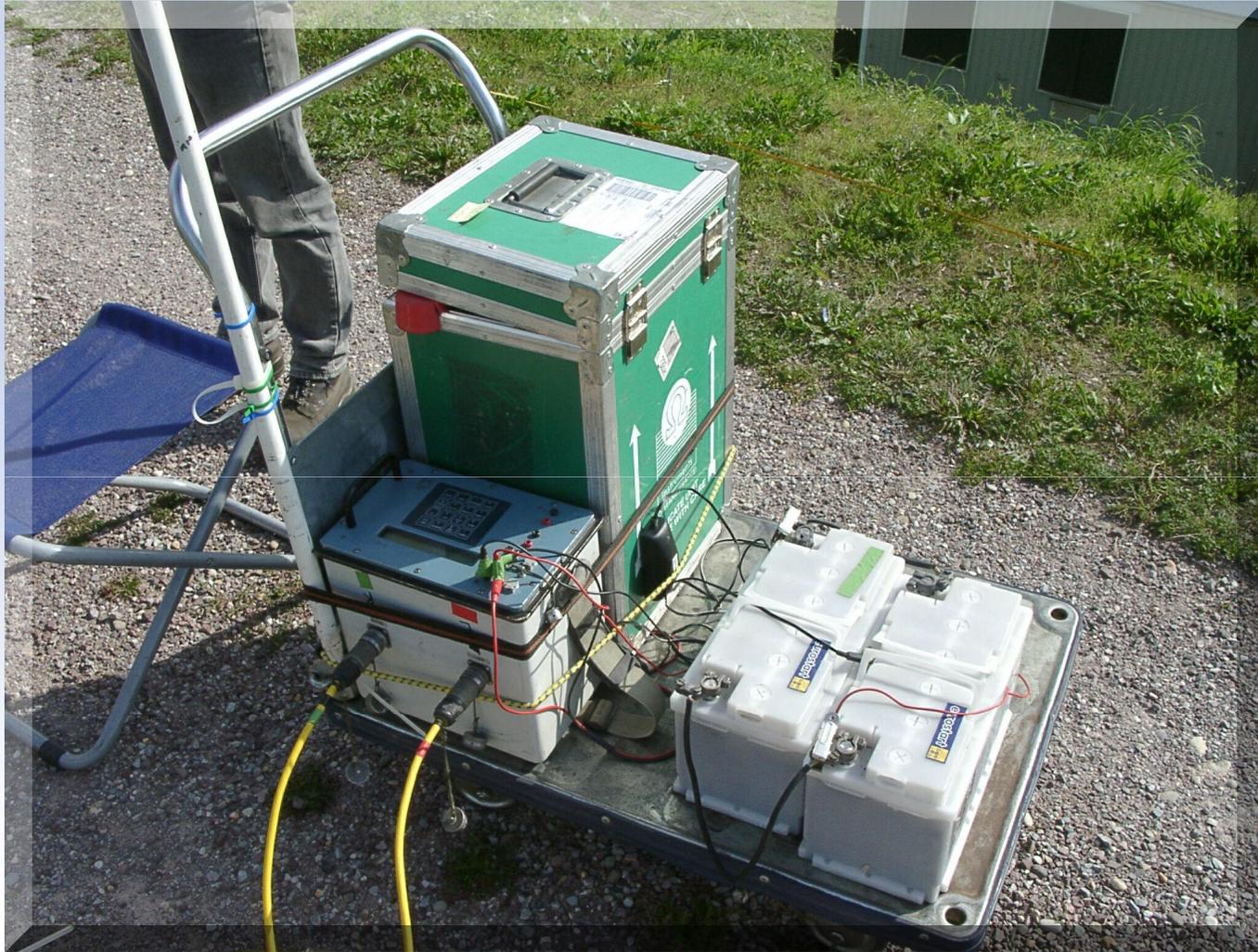


BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau

BAW



Feldmessung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 27



BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau

BAW



Feldmessung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 28

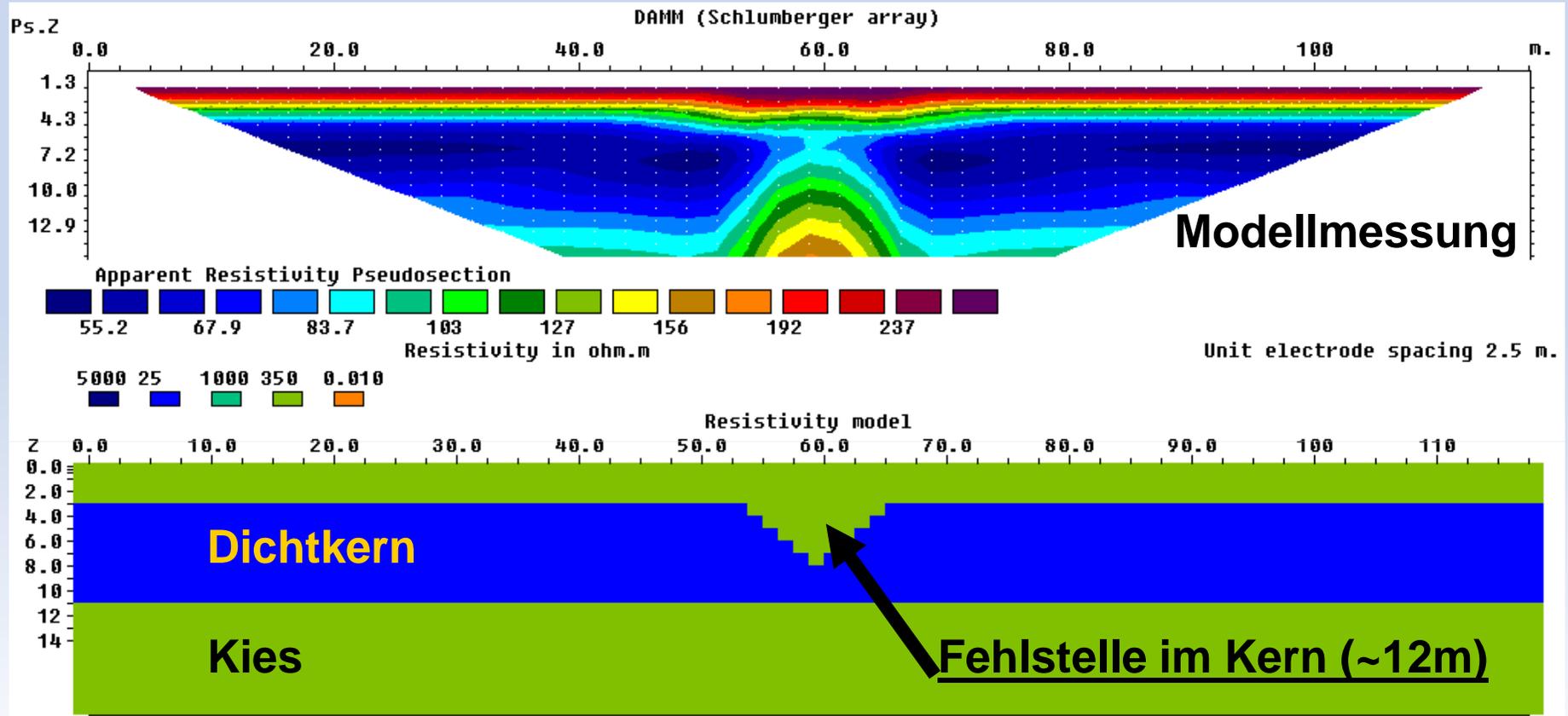


BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau

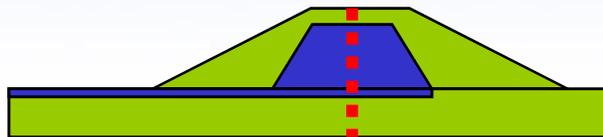
BAW



Modellrechnung



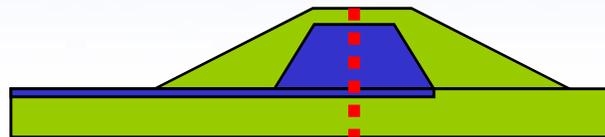
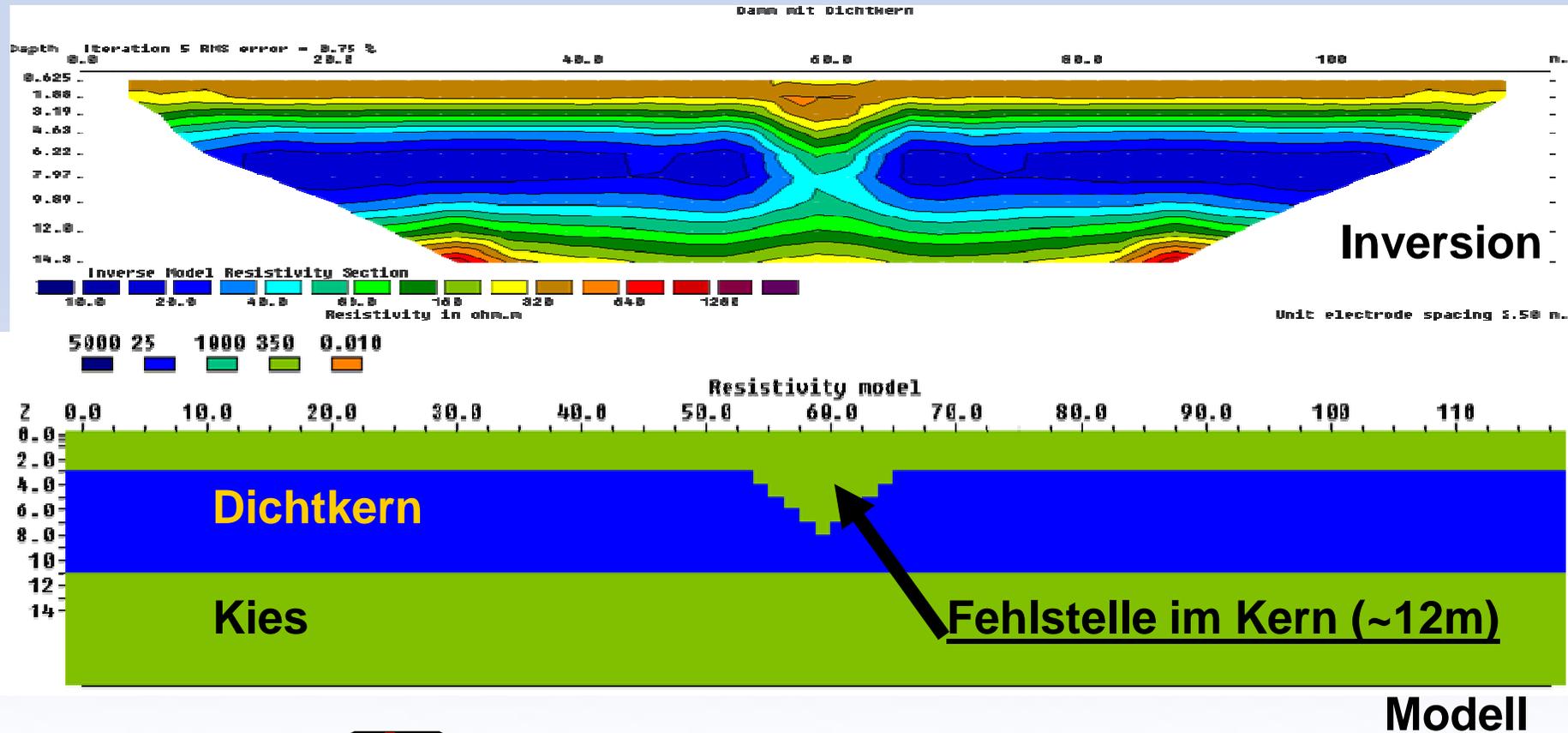
Modell



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 29



Modellrechnung



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 30

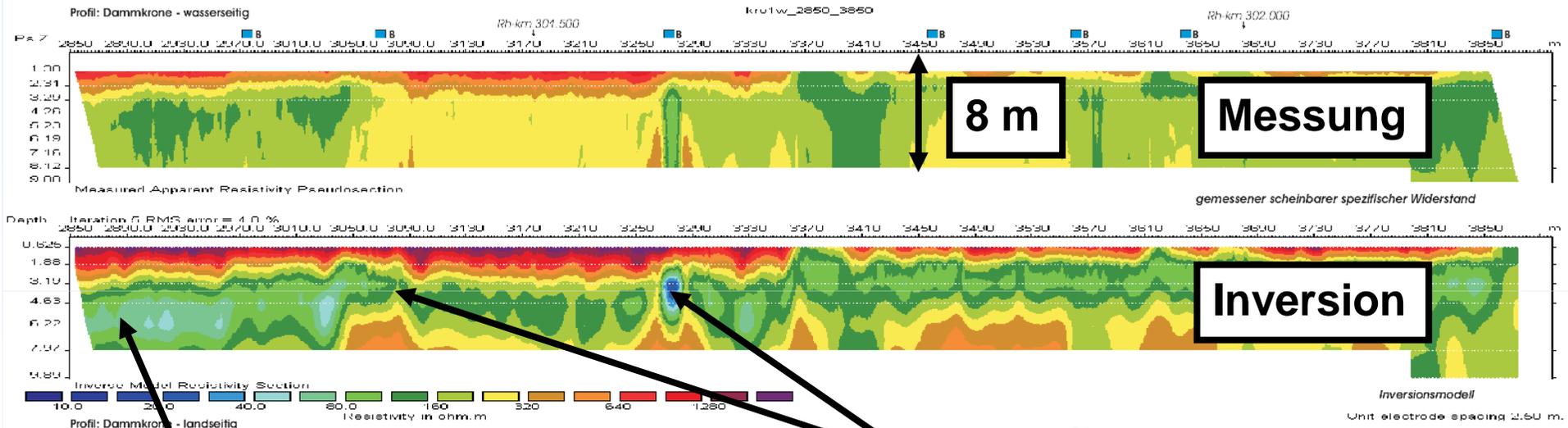


Ergebnisse der Feldmessungen

1000 m

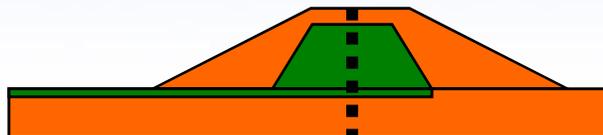
Anlage M04
 Geophysikalische Vorerkundung der Rheinseitendämme Stauhaltung Gamsheim
 Messungen vom 30.08.-23.09.04
 Horizontaler Maßstab 1:1000 / Vertikaler Maßstab 1:100

- Dichtwände:
-  Spundwand Larsen 25 Sonderprofil
 -  Soilcrete-Säulen Bentonit
 -  Torpedorufelwand
 -  Spundwand - Doppelbohlen
-  B - Bunker
 -  SB - Seitengrabenbrücke
 -  T - Treppe
 -  G - Grundwassermessstelle
 -  D - Düker (Treibstoff)



Dichtkern

Anomalie

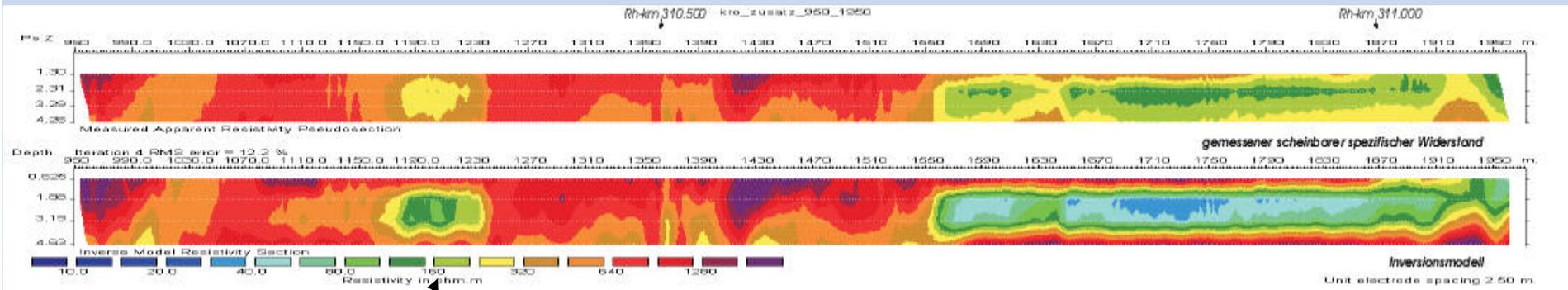


"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 31

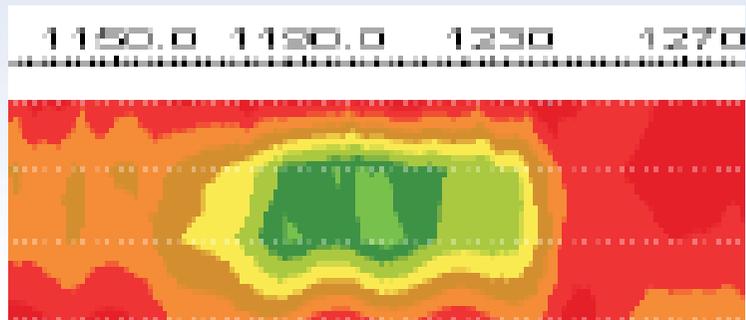


Ergebnisse der Feldmessungen

Beginn des alten Tulla-Dammes konnte genau bestimmt werden.



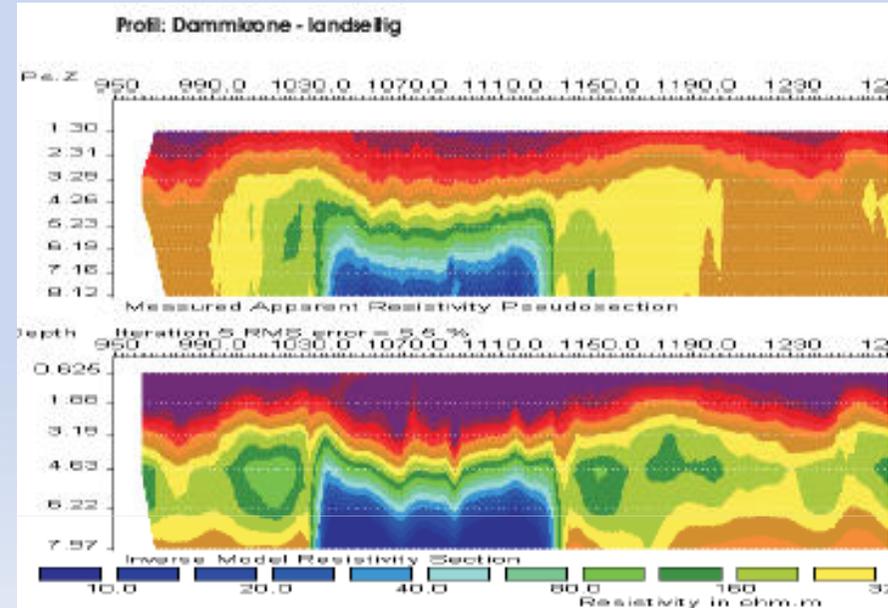
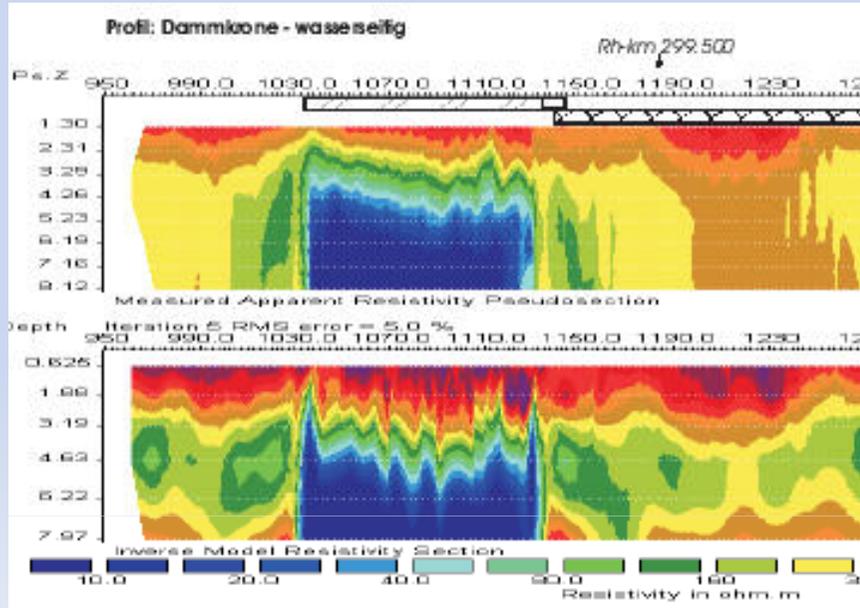
ehemalige
Kieswerkseinfahrt



Ende der Steinschüttung
und Beginn des alten Tulla-
Dammes



Ergebnisse der Feldmessungen



Eine bekannte Spundwand wurde lokalisiert

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 33



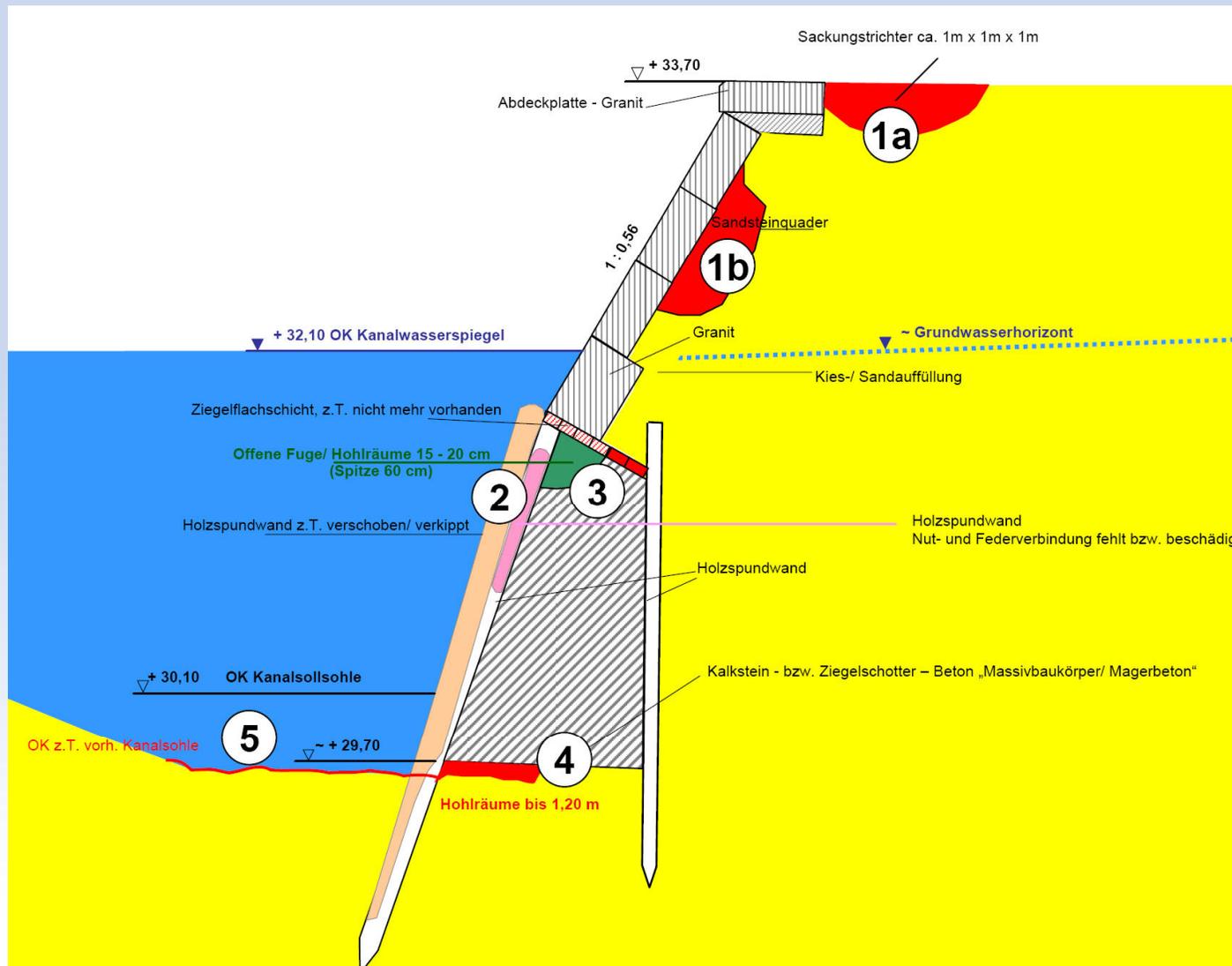
Beurteilung der Verfahren

„Georadar“

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 34



Prinzipielles Schadensbild am Landwehrkanal

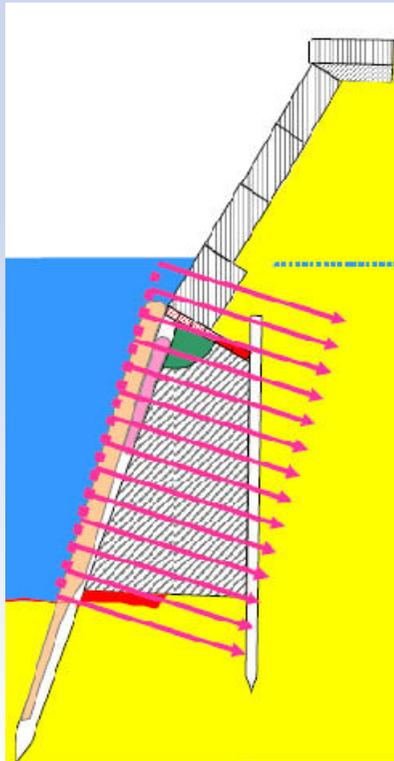


"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 35



Einsatz des Georadars am LWK

Einsatz des Georadars unterhalb des Kanalwasserspiegels



Untersuchungsziele:

- Hohlräume in Folge der Ablösung der Holzspundwand vom Kalkstein- bzw. Ziegelschotter – Beton-Körper (2)
- Hohlräume im Kalkstein- bzw. Ziegelschotter – Beton-Körper (3)
- Hohlräume im Gründungsbereich des Kalkstein- bzw. Ziegelschotter – Beton-Körpers (4)

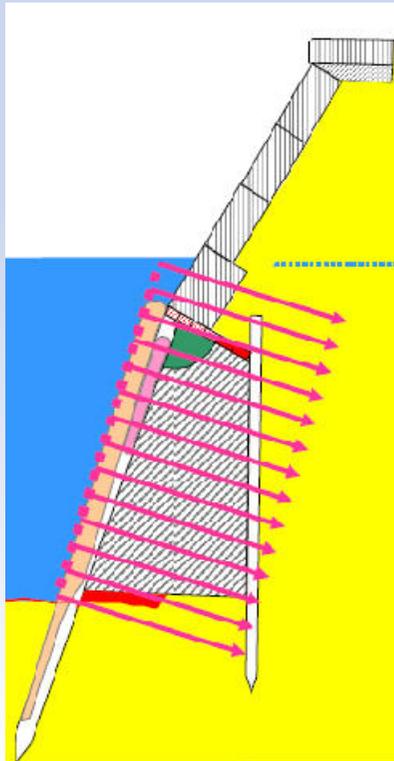
"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 36



Einsatz des Georadars am LWK

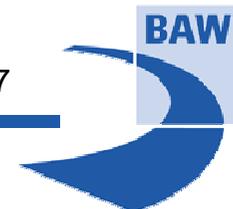
Einsatz des Georadars unterhalb des Kanalwasserspiegels

Beurteilung:



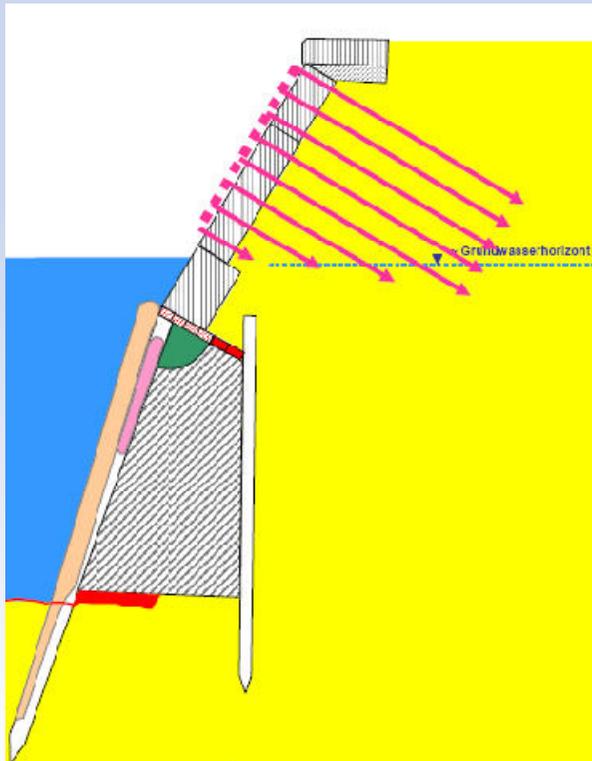
- Im Falle von Hohlräumen hinter der Holzspundwand, in Folge der Ablösung der Holzspundwand vom Beton-Körper, wird eine Erkundung von dahinter liegenden Schadensbereichen unmöglich.
- Für die beschriebenen Untersuchungsziele stehen keine marktreifen Arraysysteme zur Verfügung. Die derzeit einsetzbaren Einzelantennensysteme für den Unterwasserbereich sind modifizierte (gedichtete) Einzelantennen die sonst an Land eingesetzt werden.

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 37



Einsatz des Georadars am LWK

Landseitiger Einsatz des Georadars (Messrichtung 1)



Untersuchungsziel:

- Hohlräumbildung direkt hinter der Uferverkleidung (Sandsteinquader) (1b)

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 38



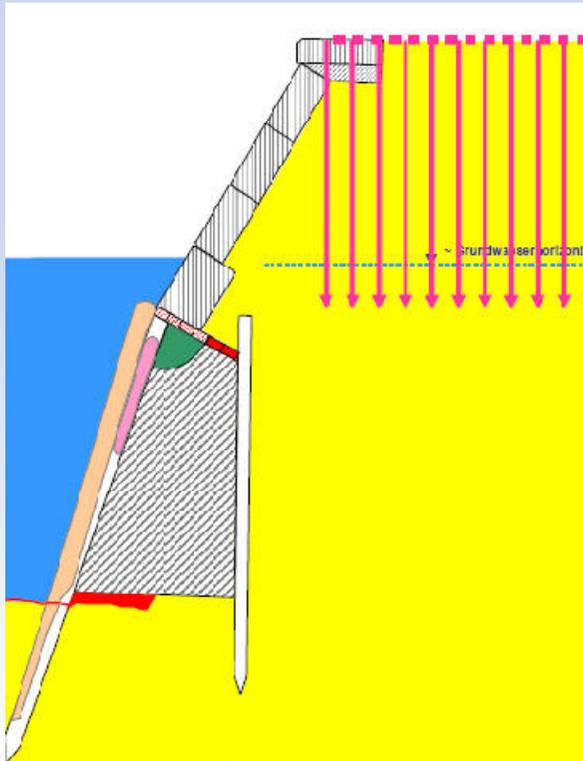
BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau

BAW



Einsatz des Georadars am LWK

Landseitiger Einsatz des Georadars (Messrichtung 2)



Untersuchungsziel:

- Hohlräumbildung im Bereich der Uferböschung (potentielle Erdfälle) (1a)

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 39



BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau

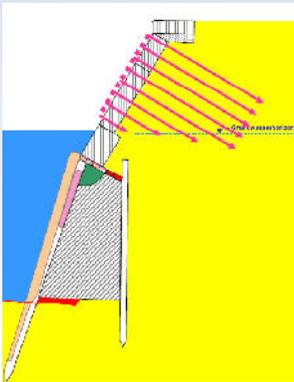
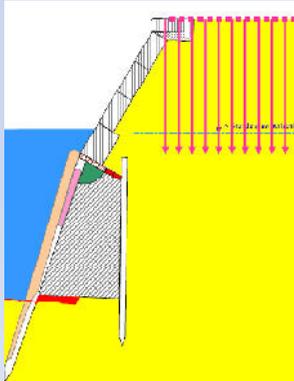
BAW



Einsatz des Georadars am LWK

Landseitiger Einsatz des Georadars (Messrichtung 1+2)

Beurteilung:



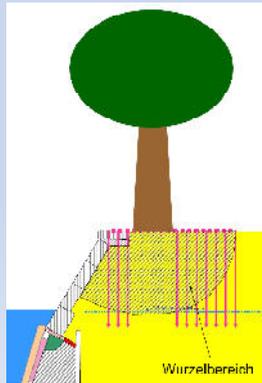
- Halten und Führen des Antennenarrays entlang der Uferwand (Konstruktion)
- Führen des Antennenarrays entlang des Uferstreifens (Topografie, Bewuchs, statische Belastung)
- Lagevermessung der Radarspuren Überprüfung der Messergebnisse (Hohlraumverifizierung durch Sondierungen, Schürfe, Bohrungen)
- Beurteilung der durch das Verfahren geometrisch nicht erfassten Bereiche (Uferstreifen - Uferwand)

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 40



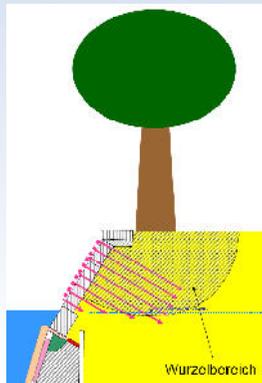
Einsatz des Georadars am LWK

Landseitiger Einsatz des Georadars (Messrichtung 1+2)



Beurteilung:

- In Streckenabschnitte in denen am Uferbereich Baumbestand besteht eignet sich das Georadar-Verfahren nicht zur Hohlräumerkundung.
- Durch die Vielzahl von Reflexionen (Wurzeln) entsteht ein nicht interpretierbares Radargramm. Eine Hohlräumortung im Wurzelbereich der Bäume wird aus diesem Grund ausgeschlossen.



"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 41



Einsatz des Georadars am LWK

- Die Untersuchung von Streckenbereichen die in den geotechnischen Standsicherheitsberechnungen unter realistischen Randbedingungen nicht die nach den geltenden Vorschriften geforderten Sicherheiten haben, wird erwartet, dass durch die Ergebnisse der Georadar-Erkundung keine Verbesserung der Situation erreicht wird. Im Extremfall werden Erkenntnisse erhalten, die zu einer Verschärfung der Situation führen.
- Bei der Untersuchung von Streckenbereichen, die in den geotechnischen Standsicherheitsberechnungen unter realistischen Randbedingungen die nach den geltenden Vorschriften geforderten Sicherheiten haben, kann durch die Ergebnisse der Georadar-Erkundung eine neue Beurteilung (neue Standsicherheitsberechnung mit geänderten Randbedingungen) mit noch offenem Ergebnis erforderlich sein.

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 42



Einsatz des Georadars am LWK

- Streckenabschnitte mit starkem niederem Bewuchs (Sträucher, Büsche, etc) eignen sich nicht für Arraymessungen. Das Antennensystem muss eben auf dem Untergrund aufliegen.
- Streckenabschnitte mit dichtem Baumbestand eignen sich nicht für Messungen. Der Einsatz von Einzelantennen in kleinem Umfang (wenn dadurch die geforderten Aussagen abgedeckt werden können) ist denkbar, wird aber wegen des Aufwandes nicht empfohlen. Des weiteren ist hier auch Wurzelproblematik zu nennen.
- Streckenabschnitte die auf Grund von Kampfmitteln keine Hohlraumverifizierung durch Sondierungen oder Schürfe zulassen oder bei denen dadurch ein erheblicher Mehraufwand entstehen würde eignen sich nicht für Verfahrenstests.

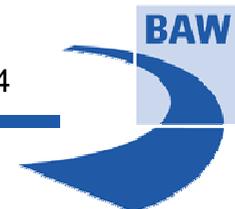
"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 43



Einsatz des Georadars am LWK

- Die äußeren Randbedingungen am Landwehrkanal gestalten sowohl die Messaufgabe (starker Bewuchs, Topografie) als auch die notwendig Verifizierung der Ergebnisse äußerst schwierig.
- Sondierungen oder Schürfe sind auf Grund der Kampfmittel nur unter großem Aufwand möglich.
- Der harte Nachweis, dass mit dem indirekten Erkundungsverfahren „Georadar“ das Untersuchungsziel (Hohlraumortung) erfolgreich unter den gegebenen Randbedingungen (inhomogener Bodenaufbau, Trümmerschutt, Metallkörper, etc.) erreicht werden kann, ist jedoch für den Einsatz des Verfahrens notwendig.

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 44

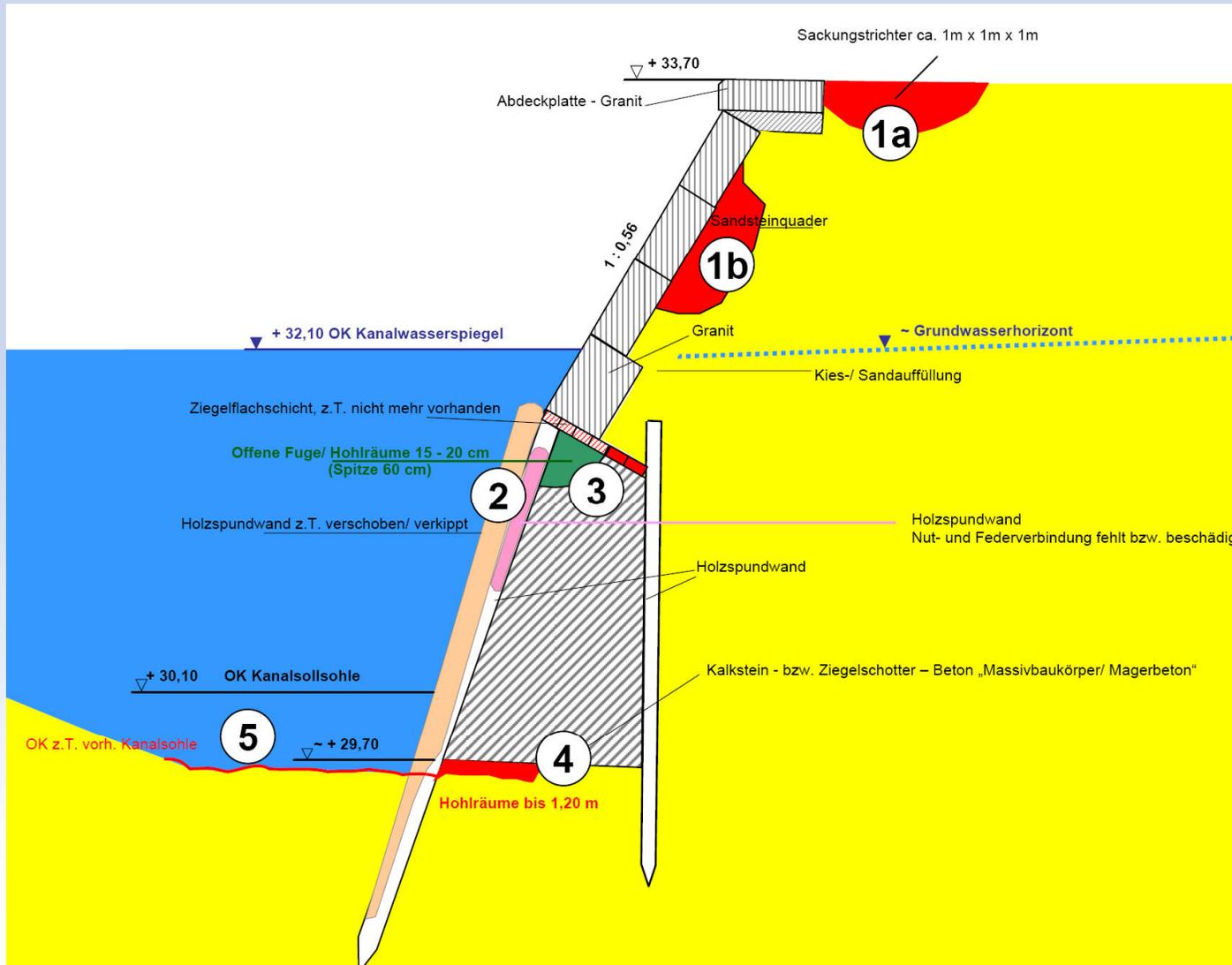


Beurteilung der Verfahren „Goelektrik“

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 45



Prinzipielles Schadensbild am Landwehrkanal

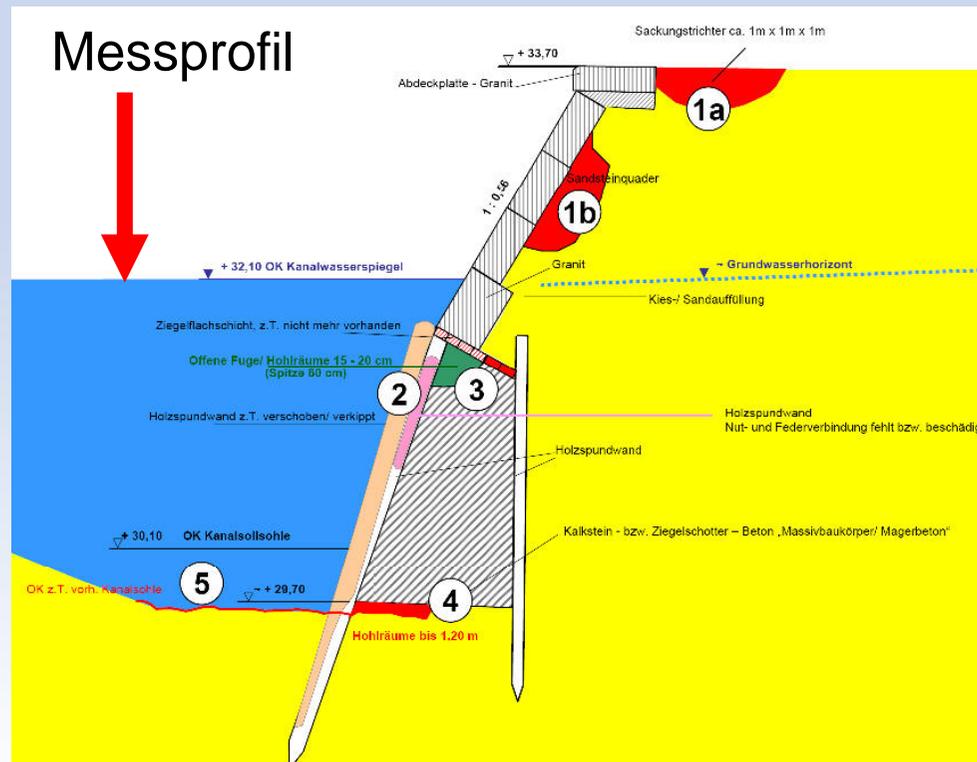


"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 46



Einsatz der Geoelektrik am LWK

Einsatz der Geoelektrik im Kanalbereich (auf dem Wasser)



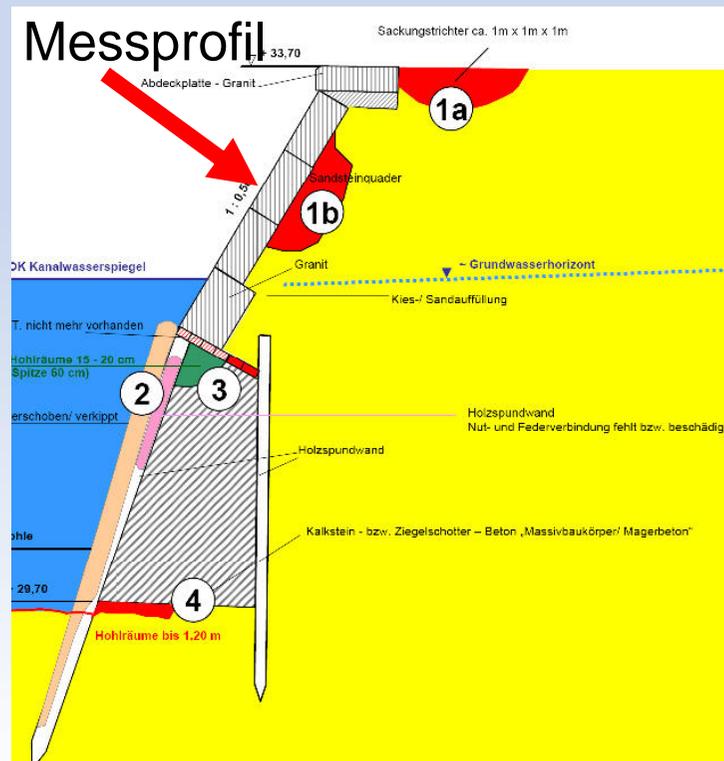
Keine Untersuchungsziele für die Fragestellungen am LWK

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 47



Einsatz der Geoelektrik am LWK

Landseitiger Einsatz der Geoelektrik (Messrichtung 1)



Untersuchungsziel:

- Hohlräumbildung direkt hinter der Uferverkleidung (Sandsteinquader) (1b)

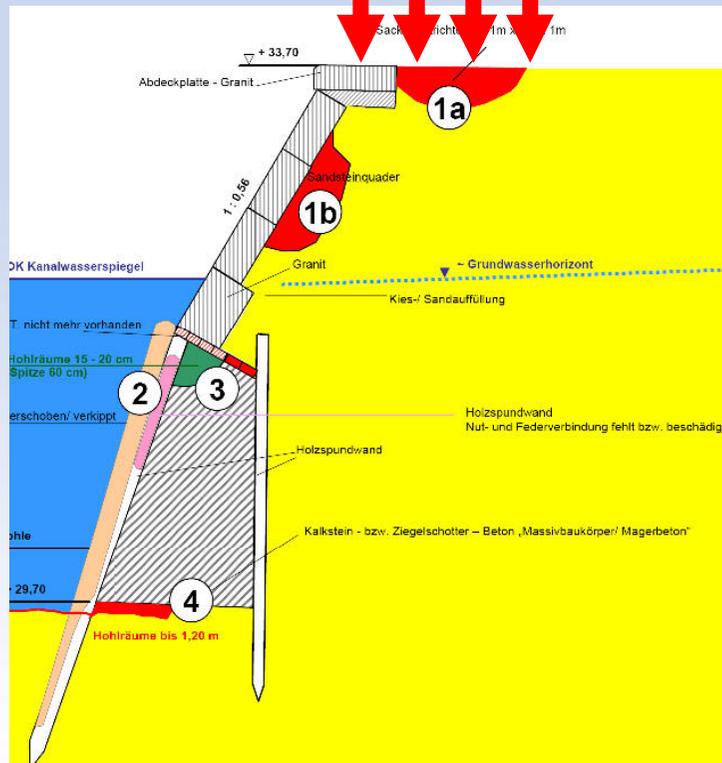
"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 48



Einsatz der Geoelektrik am LWK

Landseitiger Einsatz der Geoelektrik (Messrichtung 2)

Messprofile



Untersuchungsziel:

- Hohlräumbildung im Bereich der Uferböschung (potentielle Erdfälle) (1a, 1b)

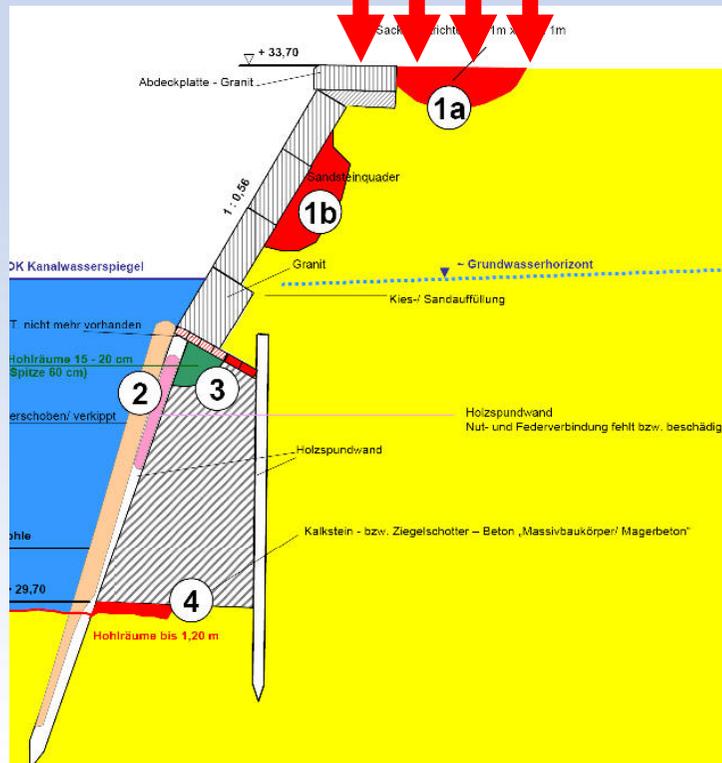
"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 50



Einsatz der Geoelektrik am LWK

Landseitiger Einsatz der Geoelektrik (Messrichtung 2)

Messprofile



Beurteilung:

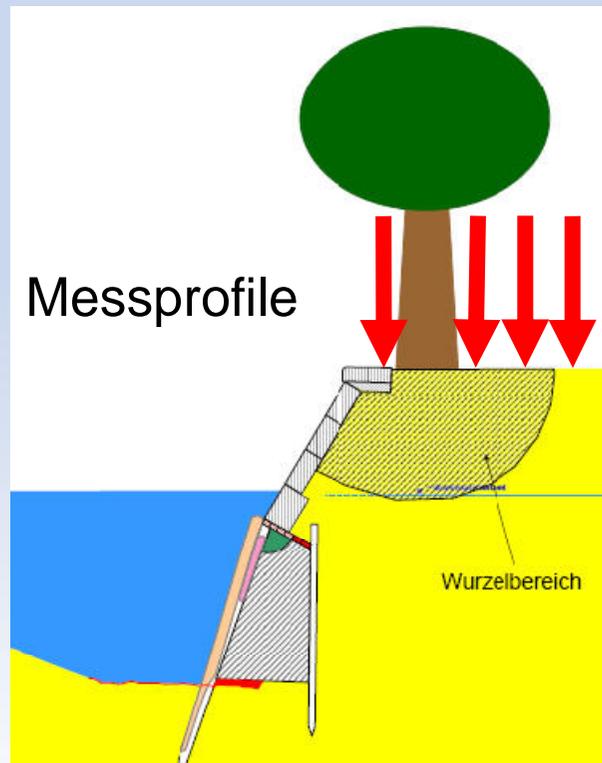
- Messung direkt im Uferbereich durch die Kanalböschung beeinflusst.
- Verzerrte Lage von gemessenen Anomalien (Problem der Überprüfbarkeit)
- 3D Anomalien durch die räumlichen Gegebenheiten

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 51



Einsatz der Geoelektrik am LWK

Landseitiger Einsatz der Geoelektrik (Messrichtung 2)



Beurteilung:

- In Streckenabschnitte in denen am Uferbereich Baumbestand besteht, eignet sich das Verfahren nicht zur Hohlräumerkundung.
- Durch die Wurzeln entsteht eine Vielzahl von Widerstandsanomalien. Eine Hohlräumortung im Wurzelbereich der Bäume wird aus diesem Grund ausgeschlossen.

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 52



Einsatz der Geoelektrik am LWK

- Die Untersuchung von Streckenbereichen die in den geotechnischen Standsicherheitsberechnungen unter realistischen Randbedingungen nicht die nach den geltenden Vorschriften geforderten Sicherheiten haben, wird erwartet, dass durch die Ergebnisse der Geoelektrik-Erkundung keine Verbesserung der Situation erreicht wird. Im Extremfall werden Erkenntnisse erhalten, die zu einer Verschärfung der Situation führen.
- Bei der Untersuchung von Streckenbereichen, die in den geotechnischen Standsicherheitsberechnungen unter realistischen Randbedingungen die nach den geltenden Vorschriften geforderten Sicherheiten haben, kann durch die Ergebnisse der Geoelektrik-Erkundung eine neue Beurteilung (neue Standsicherheitsberechnung mit geänderten Randbedingungen) mit noch offenem Ergebnis erforderlich sein.

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 53



Einsatz der Geoelektrik am LWK

- Für die Anwendung des Verfahrens ist die Kampfmittelfreiheit im Bereich der Einschlagtiefe des Sonden ($\sim 0,25$ m + Sicherheit) zu garantieren
- In Streckenabschnitten mit stark wechselnden Leitfähigkeiten an der Oberfläche (dichter Baumbestand mit weit reichenden Wurzeln) werden die Grenzen des Verfahrens erreicht. Die Messdaten für tiefer liegende Bereiche sind schwer interpretierbar. Die Rückrechnung (Inversion) führt in der Regel zu Lösungen mit großen Fehlertoleranzen.
- Streckenabschnitte die auf Grund von Kampfmitteln keine Hohlraumverifizierung durch Sondierungen oder Schürfe zulassen oder bei denen dadurch ein erheblicher Mehraufwand entstehen würde eignen sich nicht für Verfahrenstests.

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 54



Einsatz der Geoelektrik am LWK

- Die äußeren Randbedingungen am Landwehrkanal gestalten sowohl die Messaufgabe (starker Bewuchs, Topografie) als auch die notwendig Verifizierung der Ergebnisse äußerst schwierig.
- Sondierungen oder Schürfe sind auf Grund der Kampfmittel nur unter großem Aufwand möglich.
- Der harte Nachweis, dass mit dem indirekten Erkundungsverfahren „Geoelektrik“ das Untersuchungsziel (Hohlraumortung) erfolgreich unter den gegebenen Randbedingungen (Topographie, inhomogener Bodenaufbau, Trümmerschutt, Metallkörper, etc.) erreicht werden kann, ist jedoch für den Einsatz des Verfahrens notwendig.

"Zukunft Landwehrkanal" - Arbeitskreis "Umgang mit kurzfristige Maßnahmen,, 29.05.2008, Bild-Nr. 55

