Karlsruher Institut für Technologie

Aktueller Stand – Studie zur Eignungsfähigkeit und zum Entwicklungsbedarf von Gerätschaften/Werkzeugen für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II

Sitzung der Asse 2 Begleitgruppe am 07.03.2014

Technologie und Management des Rückbaus kerntechnischer Anlagen - TMRK

Arbeitspakete

- AP 1 – Recherche einsatzfähiger Maschinentechnik
- **AP 2 – Zwischenbericht Maschinentechnik**
- AP 2a – Vorversuche
- AP 3 – Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- AP 3a – Sondervorschlag Schildvortrieb mit Teilflächenabbau
- AP 4 – Zwischenbericht Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- AP 5 – Entwicklungsbedarf Maschinen und Geräte
- AP 6 – Zwischenbericht Entwicklungsbedarf Maschinen und Geräte
- AP 7 – Abschlussbericht
- AP 8 – Optional – Feldversuche Rückholung
- AP 9 – Optional – Abschlussbericht Feldversuche Rückholung

AP 2: Maschinentechnik

- Verfahrenstechnische Kette

  Identifizierung von vier grundsätzlichen Bearbeitungsschritten beim Rückholbetrieb

AP 2: Maschinentechnik

Karlsruher Institut für Technologie

Aufbau der Aktionsmatrix

Aktionsmatrix als Entscheidungsgrundlage

		Gebinde unbeschädigt			Gebinde leicht beschädigt			Gebinde mittelmäßig bis stark beschädigt			Gebindestruktur nicht mehr gegeben und Bestandteile der Gebindehülle mit Inhalt vermengt		
		liegt frei	liegt locker im Salzgrus	liegt eingeschlossen im Salzgrus	liegt frei	liegt locker im Salzgrus	liegt eingeschlossen im Salzgrus	liegt frei	liegt locker im Salzgrus	liegt eingeschlossen im Salzgrus	liegt frei	liegt locker im Salzgrus	liegt eingeschlossen im Salzgrus
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
Lösen	[A]	keine Aktion erforderlich	Freilegen der Gebinde durch Freiziehen, Freigraben bzw. Absaugen	Herauslösen der eingeschlossenen Gebinde mittels Stemmen	keine Aktion erforderlich	Freilegen der Gebinde durch Freiziehen, Freigraben bzw. Absaugen	Herauslösen der eingeschlossenen Gebinde mittels Stemmen	keine Aktion erforderlich	Freilegen der Gebinde durch Freiziehen bzw. Freigraben	Herauslösen des eingeschlossenen Gebindes mittels Fräsen oder Stemmen bzw. Abspalten von Salzgrus	keine Aktion erforderlich	Herauslösen der vermengte Bestandteile durch Freigraben, ggfls. Zerkleinerung des Haufwerks	Herauslösen der eingeschlossenen und vermengten Bestandteile mittels Fräsen, Stemmen bzw. Abspalten von Salzgrus
Greifen	[B]	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch, magnetisch, vakuum)	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch, magnetisch, vakuum)	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch, magnetisch, vakuum)	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch, magnetisch, vakuum) bzw. Aufnehmen des Gebindes mit einem Ladegerät (Schaufel, Löffel, etc.)	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch, magnetisch, vakuum) bzw. Aufnehmen des Gebindes mit einem Ladegerät (Schaufel, Löffel, etc.)	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch, magnetisch, vakuum) bzw. Aufnehmen des Gebindes mit einem Ladegerät (Schaufel, Löffel, etc.)	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch) bzw. Aufnehmen des Gebindes mit einem Ladegerät (Schaufel, Löffel, etc.)	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch) bzw. Aufnehmen des Gebindes mit einem Ladegerät (Schaufel, Löffel, etc.)	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem (mechanisch) bzw. Aufnehmen des Gebindes mit einem Ladegerät (Schaufel, Löffel, etc.)	Aufnehmen der Bestandteile mit einem Ladegerät (Schaufel, Löffel, etc.)	Aufnehmen der Bestandteile mit einem Ladegerät (Schaufel, Löffel, etc.)	Aufnehmen der Bestandteile mit einem Ladegerät, eventuell einschließlich Zerkleinern (Schaufel, (Brech-)Löffel, etc.)
Laden	[C]	Verladen mit geeignetem Greifsystem oder Ladegerät (z.B. mit Ladegabel)	Verladen mit geeignetem Greifsystem oder Ladegerät (z.B. mit Ladegabel)	Verladen mit geeignetem Greifsystem oder Ladegerät (z.B. mit Ladegabel)	Verladen mit geeignetem Greifsystem oder Ladegerät (z.B. mit Ladegabel bzw. mit Schaufel, Sieblöffel, etc.)	Verladen mit geeignetem Greifsystem oder Ladegerät (z.B. mit Ladegabel bzw. mit Schaufel, Sieblöffel, etc.)	Verladen mit geeignetem Greifsystem oder Ladegerät (z.B. mit Ladegabel bzw. mit Schaufel, Sieblöffel, etc.)	Verladen mit geeignetem Ladegerät (mit (Sieb-) Löffel bzw. Schaufel, etc.)	Verladen mit geeignetem Ladegerät (mit (Sieb-) Löffel bzw. Schaufel, etc.)	Verladen mit geeignetem Ladegerät (mit Löffel bzw. Schaufel oder mittels Stetigförderer, etc.)	Verladen mit geeignetem Ladegerät (mit Löffel bzw. Schaufel oder mittels Stetigförderer)	Verladen mit geeignetem Ladegerät (mit Löffel bzw. Schaufel oder mittels Stetigförderer)	Verladen mit geeignetem Ladegerät (mit Löffel bzw. Schaufel oder mittels Stetigförderer)
Transportieren	[D]	Transport mittels Transportgerät mit entsprechender Möglichkeit zur Lastaufnahme für stehend gelagerte Güter	Transport mittels Transportgerät mit entsprechender Möglichkeit zur Lastaufnahme für stehend gelagerte Güter	Transport mittels Transportgerät mit entsprechender Möglichkeit zur Lastaufnahme für stehend gelagerte Güter	Transport mittels Transportgerät mit entsprechender Möglichkeit zur Lastaufnahme für stehend gelagerte Güter	Transport mittels Transportgerät mit entsprechender Möglichkeit zur Lastaufnahme für stehend gelagerte Güter	Transport mittels Transportgerät mit entsprechender Möglichkeit zur Lastaufnahme für stehend gelagerte Güter	Transport mittels Transportgerät mit Möglichkeit zur Lastaufnahme von Schüttgütern und Gütern mit instabiler Struktur	Transport mittels Transportgerät mit Möglichkeit zur Lastaufnahme von Schüttgütern und Gütern mit instabiler Struktur	Transport mittels Transportgerät mit Möglichkeit zur Lastaufnahme von Schüttgütern und Gütern mit instabiler Struktur	Transport mittels Transportgerät mit Möglichkeit zur Lastaufnahme von Schüttgütern und Gütern mit instabiler Struktur	Transport mittels Transportgerät mit Möglichkeit zur Lastaufnahme von Schüttgütern und Gütern mit instabiler Struktur	Transport mittels Transportgerät mit Möglichkeit zur Lastaufnahme von Schüttgütern und Gütern mit instabiler Struktur

AP 2: Maschinentechnik

Aufbau der Gerätematrix

Gerätematrix als Vorgabe für Maschineneinsatz													
		Gebinde unbeschädigt			Gebinde leicht beschädigt			Gebinde mittelmäßig bis stark beschädigt			Gebindestruktur nicht mehr gegeben und Bestandteile der Gebindehülle mit Inhalt vermengt		
		liegt frei	liegt locker im Salzgrus	liegt eingeschlossen im Salzgrus	liegt frei	liegt locker im Salzgrus	liegt eingeschlossen im Salzgrus	liegt frei	liegt locker im Salzgrus	liegt eingeschlossen im Salzgrus	liegt frei	liegt locker im Salzgrus	liegt eingeschlossen im Salzgrus
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
Lösen	[A]	kein Gerät erforderlich	Saugbagger, Bagger mit Sieblöffel bzw. mit Reißzahn oder mit Rechen	(Mini-)bagger mit Stemmmeißel	kein Gerät erforderlich	Saugbagger, Bagger mit Sieblöffel bzw. mit Reißzahn oder mit Rechen	(Mini-)bagger mit Stemmmeißel	kein Gerät erforderlich	Bagger mit Sieblöffel oder Tieflöffel bzw. Radlader mit (Sieb-)Schaufel	Teilschnitt-maschine Bagger mit Anbaufräse oder Stemmmeißel Spaltgerät	kein Gerät erforderlich	Bagger mit Brecherlöffel bzw. Sieblöffel	Teilschnitt-maschine Bagger mit Anbaufräse oder Stemmmeißel Spaltgerät
Greifen	[B]	Greifer - mechanisch - magnetisch - vakuum			Greifer - mechanisch - magnetisch - vakuum Bagger mit Sieb- bzw. Tieflöffel Radlader mit (Sieb-)Schaufel			Bagger mit Sieb- oder Tieflöffel bzw. mit Zweischalen-Tiefbaugreifer Radlader mit (Sieb-)Schaufel		Bagger mit Brecherlöffel bzw. Tieflöffel oder Zweischalen-Tiefbaugreifer, Radlader mit (Sieb-)Schaufel, Universal-Baggerladegerät			
Laden	[C]	Bagger oder Minikran mit Greifer (s.o.) Teleskopstapler Radlader mit Gabel			Bagger oder Minikran mit Greifer (s.o.) Teleskopstapler Radlader mit Gabel			Bagger mit Sieb- oder Tieflöffel bzw. mit Zweischalen-Tiefbaugreifer Radlader mit (Sieb-)Schaufel		Bagger mit Brecherlöffel bzw. Tieflöffel oder Zweischalen-Tiefbaugreifer, Radlader mit (Sieb-)Schaufel, Universal-Baggerlader			
Transportieren	[D]	Container zur Aufnahme von Einzelgebinden, Paletten, Gitterboxen, etc. auf Wechselladerfahrzeug						Container zur Aufnahmen von Einzelgebinden in geschlossenen Transportboxen o. Ä. bzw. zur Aufnahme von Schüttgütern auf Wechselladerfahrzeug					

AP 2: Maschinentechnik

- Fallkombination gemäß Gerätematrix (Lösen)

Fallkombination:	**[A3]; [A6]**
Verfahrensschritt:	**Lösen**
Gebindezustand:	**unbeschädigt, leicht beschädigt**
Einlag.-situation:	**liegt eingeschlossen im Salzgrus**
Aktion	Herauslösen der eingeschlossenen Gebinde mittels Stemmen
Geräte	
(Abbruch-) Bagger mit Stemmmeißel	
Anmerkungen: Abbruchroboter von Brokk und Unidachs von TML Beide Gerätschaften mit Elektroantrieb und fernhantierbar lieferbar	

AP 2: Maschinentechnik

- Fallkombination gemäß Gerätematrix (Greifen und Anheben)

Fallkombination: **[B1]; [B2]; [B3]** **Verfahrensschritt:** **Greifen** **Gebindezustand:** **unbeschädigt** **Einlag.-situation:** **liegt frei, locker im Salzgrus, eingeschlossen im Salzgrus**		
Aktion	Greifen des Gebindes mit einem geeigneten Greifsystem	
Geräte		
Mechanischer Greifer	Magnetischer Greifer	Vakuumgreifer
Anmerkungen: keine	Anmerkungen: keine	Anmerkungen: Entwicklung am KIT

AP 2: Maschinentechnik

- Fallkombination gemäß Gerätematrix (Transportieren)

Fallkombination:	**[D1]; [D2]; [D3]; [D4]; [D5]; [D6]**
Verfahrensschritt:	**Transport**
Gebindezustand:	**unbeschädigt, leicht beschädigt**
Einlag.-situation:	**liegt frei, locker im Salzgrus, eingeschlossen im Salzgrus**
Aktion	Transport mittels Transportgerät mit entsprechender Möglichkeit zur Lastaufnahme für stehend gelagerte Güter
Geräte	
Container bzw. Mulde auf Wechselladerfahrzeug	

Anmerkungen: Wechselladerfahrzeug mit abnehmbarem Container

Arbeitspakete

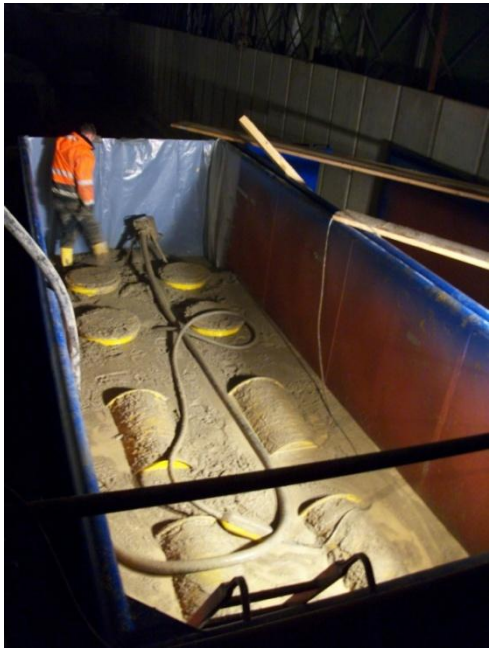
- AP 1 – Maschinentechnik
- AP 2 – Zwischenbericht Maschinentechnik
- **AP 2a – Vorversuche**
- AP 3 – Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- AP 3a – Sondervorschlag Schildvortrieb mit Teilflächenabbau
- AP 4 – Zwischenbericht Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- AP 5 – Entwicklungsbedarf Maschinen und Geräte
- AP 6 – Zwischenbericht Entwicklungsbedarf Maschinen und Geräte
- AP 7 – Abschlussbericht
- AP 8 – Optional – Feldversuche Rückholung
- AP 9 – Optional – Abschlussbericht Feldversuche Rückholung

AP 2a: Vorversuche

- Studie möglicher Standardgeräte und Werkzeuge aus AP 1
- Grundsätzliche Eignungsfähigkeit ausgewählter Werkzeuge im Praxistest
- Ziele von AP 2a:
  - Ermittlung der notwendigen Lösekräfte
  - Ermittlung der Löseleistung
  - Ermittlung der Fragmentgröße
  - Ermittlung der Staubbildung

AP 2a: Vorversuche

- Versuchsaufbau



AP 2a: Vorversuche

- Ausgehärteter Steinsalzbeton

	7 Tage	14 Tage	28 Tage
Druckfestigkeit: [MPa]	10,5	13,6	18,8

AP 2a: Vorversuche

- Löseversuche mit Hydraulikhammer

AP 2a: Vorversuche

- Löseversuche mit Hydraulikfräse

Arbeitspakete

- AP1 – Maschinentechnik
- AP2 – Zwischenbericht Maschinentechnik
- AP2a – Vorversuche
- **AP3 – Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken**
- AP3a – Sondervorschlag Schildvortrieb mit Teilflächenabbau
- AP4 – Zwischenbericht Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- AP5 – Entwicklungsbedarf Maschinen und Geräte
- AP6 – Zwischenbericht Entwicklungsbedarf Maschinen und Geräte
- AP7 – Abschlussbericht
- AP8 – Optional – Feldversuche Rückholung
- AP9 – Optional – Abschlussbericht Feldversuche Rückholung

AP 3: Prüfung der Eignungsfähigkeit

- Bewertungskriterien in Beurteilungsfelder zusammengefasst

Beurteilungsfeld

	Bewertungskriterium
Strahlenschutz	• Staubemission • Dekontaminierbarkeit • Fernhantierbarkeit, etc.
Antrieb	• Schadstoffemission • Frischwetterbedarf
Betrieb	• Arbeitsleistung • Standzeit • Wartungsaufwand • Krafteinwirkung auf Gebirge/Gebinde • Definierte Arbeitsweise • Automatisierbarkeit, etc.
Mobilität	• 3D-Wirkungsbereich • Beweglichkeit des Auslegers • Manövrierfläche, etc.
Flexibilität	• Wechselaufnahme • Verfahrensflexibilität
Störfallrisiko	• Widerstandfähigkeit • Korrosionsanfälligkeit • Staubempfindlichkeit, etc.

AP 3: Prüfung der Eignungsfähigkeit

- Einlagerungsrandbedingungen / Fallkombinationen

Einlagerungsrandbedingung	Ausprägung
Gebindeart	• Rollreifengebinde 200 l • Rollreifengebinde 400 l • VBA • Sondergebinde
Gebindezustand	• Unbeschädigt • Leicht beschädigt • Mittelmäßig bis stark beschädigt • Struktur zerstört
Einlagerungssituation	• Liegt frei • Liegt locker eingebunden im Versatzmaterial • Liegt fest eingeschlossen im Versatzmaterial
Verbund	• Nicht verkeilt • Verkeilt • Nicht verwachsen • Verwachsen
Lagerung	• Liegend • Stehend • Ungeordnet

- Insgesamt sind 768 theoretische Fallkombinationen möglich
- Davon wurden 63 relevante Fallkombinationen identifiziert

AP 3: Prüfung der Eignungsfähigkeit

- Beispiel „Technischer Vergleich“
  - Geräteauswahl: Hitachi 85 USB LC mit Hydraulikfräse

Hersteller	**Hitachi**
Bezeichnung	**ZAXIS 85 USB LC**
Antrieb	**Diesel**
Motorleistung [kW]	**39,4**
Höhe [mm]	**2.690**
Breite [mm]	**2.320**
Länge [mm]	**7.090**
Gewicht [kg]	**8.080**
Max. Traglast [kg]	**4.250**
Steigfähigkeit [%]	**ca. 70**
Freiheitsgrade Ausleger	**4**
Fernbedienbarkeit	**nein**
Wechselaufnahme	**Ja**
Position Geräteliste	**34a**

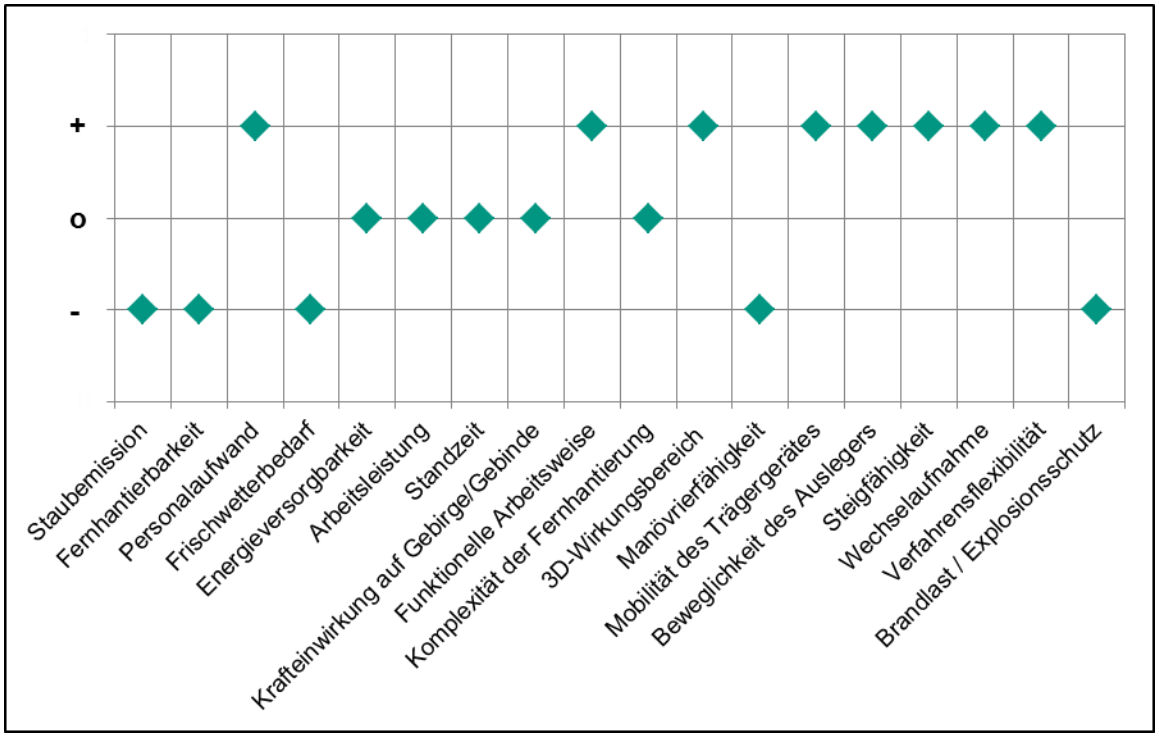
AP 3: Prüfung der Eignungsfähigkeit

- Beispiel „Technischer Vergleich“
  - Geräteauswahl: Hitachi 85 USB LC mit Hydraulikfräse

Hersteller	**Simex s.r.l**
Bezeichnung	**TF 400**
Antrieb	**hydraulisch**
Motorleistung [kW]	**37**
Breite [mm]	**625**
Durchmesser Trommel [mm]	**450**
Gewicht [kg]	**483**
Max. Umfangskraft [kN]	**20,3**
Ölmenge [l/min]	**65 - 120**
Hydraulikdruck [bar]	**35 - 200**
Gewicht Trägergerät [t]	**6 - 12**
Position Geräteliste	**156**

AP 3: Prüfung der Eignungsfähigkeit

- Beispiel „Technischer Vergleich“ (in Bearbeitung)
  - Geräteauswahl: Hitachi 85 USB LC mit Hydraulikfräse



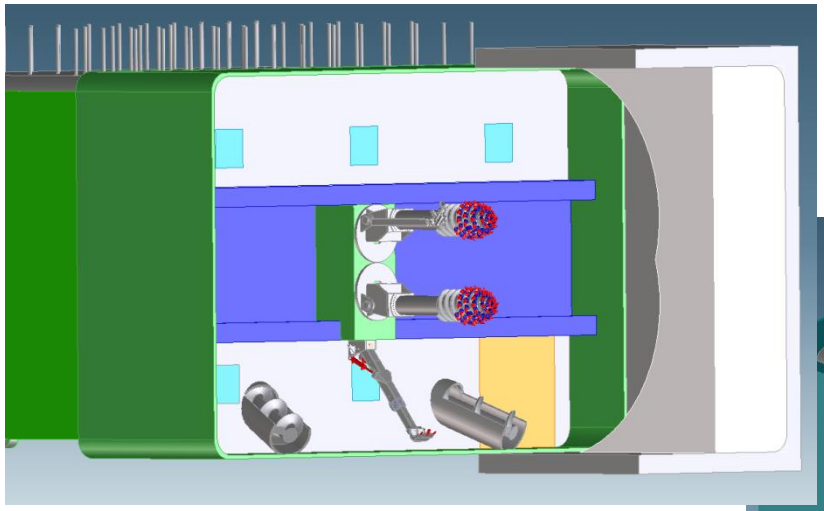
  - Besondere Produktmerkmale werden textlich hervorgehoben

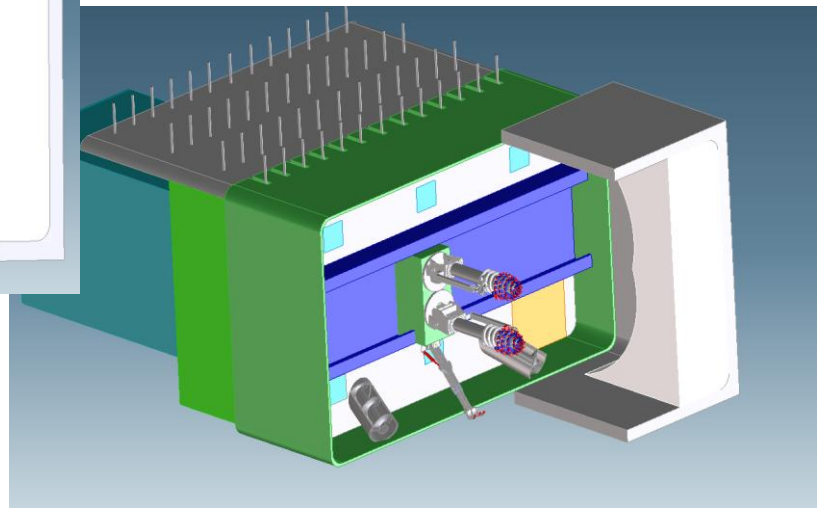
Arbeitspakete der Studie

- AP 1 – Maschinentechnik
- AP 2 – Zwischenbericht Maschinentechnik
- AP 2a – Vorversuche
- AP 3 – Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- **AP 3a – Sondervorschlag Schildvortrieb mit Teilflächenabbau**
- AP 4 – Zwischenbericht Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- AP 5 – Entwicklungsbedarf Maschinentechnik
- AP 6 – Zwischenbericht Entwicklungsbedarf Maschinentechnik
- AP 7 – Abschlussbericht
- AP 8 – Optional – Feldversuche Rückholung
- AP 9 – Optional – Abschlussbericht Feldversuche Rückholung

AP 3a: Schildvortrieb mit Teilflächenabbau

- Ausführungsbeispiel eines offenen Bühnenschildes
  (Quelle: Herrenknecht AG)





Arbeitspakete der Studie

- AP 1 – Maschinentechnik
- AP 2 – Zwischenbericht Maschinentechnik
- AP 2a – Vorversuche
- AP 3 – Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- AP 3a – Sondervorschlag Schildvortrieb mit Teilflächenabbau
- AP 4 – Zwischenbericht Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken
- **AP 5 – Entwicklungsbedarf Maschinentechnik**
- AP 6 – Zwischenbericht Entwicklungsbedarf Maschinentechnik
- AP 7 – Abschlussbericht
- AP 8 – Optional – Feldversuche Rückholung
- AP 9 – Optional – Abschlussbericht Feldversuche Rückholung

AP5: Entwicklungsbedarf Maschinentechnik

Ablauf:

1. Ergebnisse aus AP 3 und AP4 (Bewertungsmatrix und Zwischenbericht)
   - Grundlage für AP 5
   - Gibt es für jedes Glied der verfahrens. Kette ein mögliches Standardgerät?
   - Definition eines Ist - Zustandes

2. Beschreibung eines „Optimalen Gerätes“ für jedes Glied der verfahrenstechnischen Kette
   - Definition eines Soll - Zustandes

3. Ableitung der Entwicklungsbedarfe durch Vergleich „Standardgeräte“ mit „Optimalen Geräten“
   - Vergleich der Soll - Zuständen mit den Ist - Zuständen

Ausblick und folgende Arbeiten in der Studie

- AP 8: „ Feldversuche Rückholung“ (optionales Arbeitspaket)
  - Aufbauend auf AP 2a und AP 5 können spezielle Fragen und Verfahrenstechniken in Feldversuchen großmaßstäblich getestet werden.
  - Mögliche Fragen sind z.B.:
    - Lösen und Freilegen von Gebinden im festen Verbund mit Versatzmaterial
    - Lösen und Freilegen von VBA-Gebinden im Verbund mit Versatzmaterial
    - Entwicklung von Methoden zum Lösen von verkeilten Gebinden
    - Werkzeugverhalten beim Antreffen von Bitumenschichten
    - Werkzeugverhalten bei der Bearbeitung von Sorelbeton
    - Aufbau einer geschlossenen Kammer zur Erprobung der Fernhantierung, der Staubentwicklung und Absaugung, der Dekontaminierbarkeit der Systeme und der Übergabe der gelösten Gebinde.

Stand der Arbeiten

- **AP 1 – Maschinentechnik**
- **AP 2 – Zwischenbericht Maschinentechnik**
- **AP 2a – Vorversuche**
- **AP 3 – Prüfung Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken**
- **AP 3a – Sondervorschlag Schildvortrieb mit Teilflächenabbau**
- **AP 4 – Zwischenb. Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken**
- **AP 5 – Entwicklungsbedarf Maschinentechnik**
- AP 6 – Zwischenbericht Entwicklungsbedarf Maschinentechnik
- AP 7 – Abschlussbericht
- AP 8 – Optional – Feldversuche Rückholung
- AP 9 – Optional – Abschlussbericht Feldversuche Rückholung