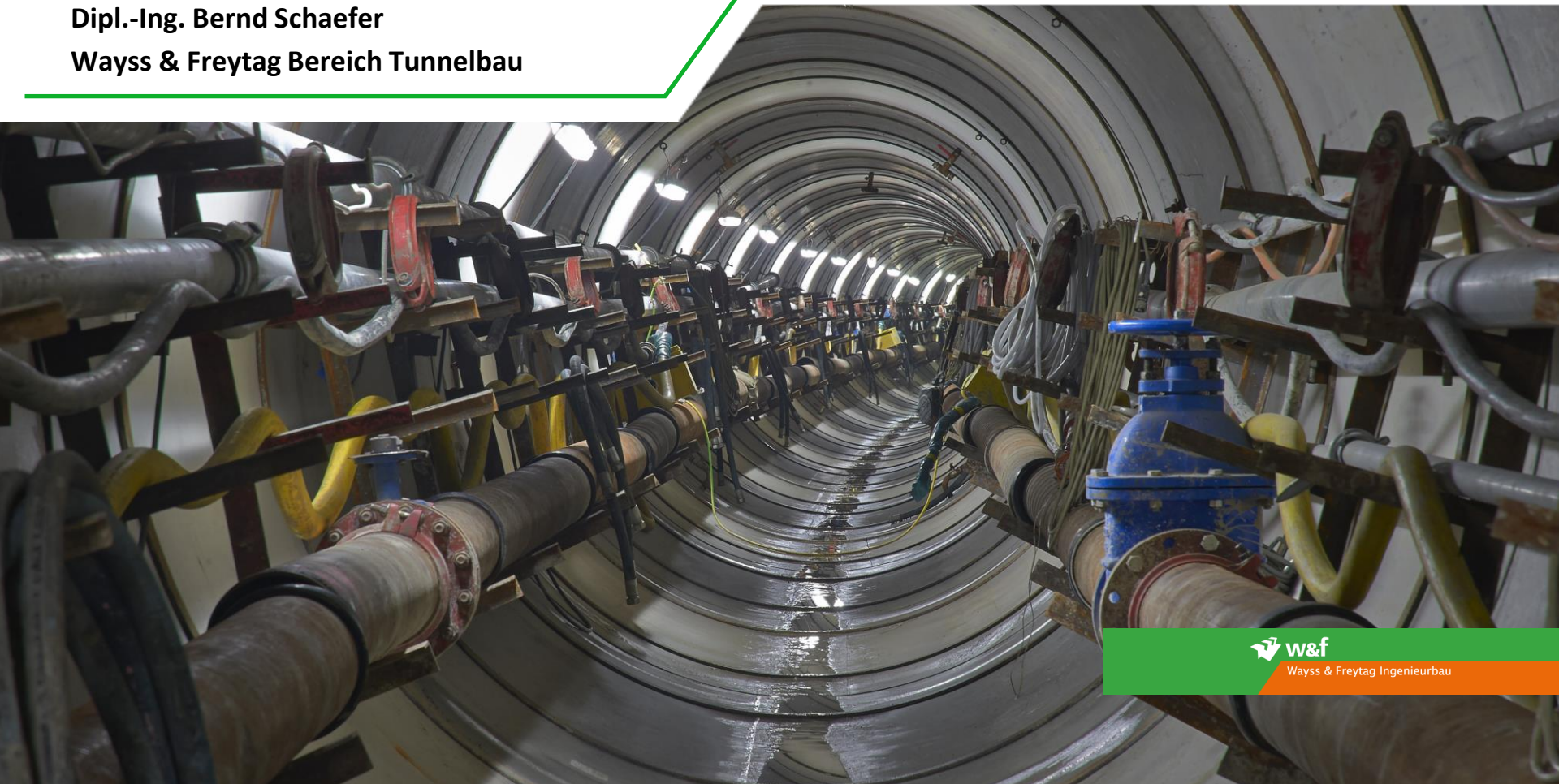


Bauvorhaben AK Emscher BA30

Lean-Construction im Rohrvortrieb

Dipl.-Ing. Bernd Schaefer

Wayss & Freytag Bereich Tunnelbau



Gliederung

A decorative blue line graphic that starts horizontally on the left, then slopes upwards to the right, and finally continues horizontally to the right edge of the slide.

Projektübersicht

Rohrvortriebe

Lean – Construction im Rohrvortrieb

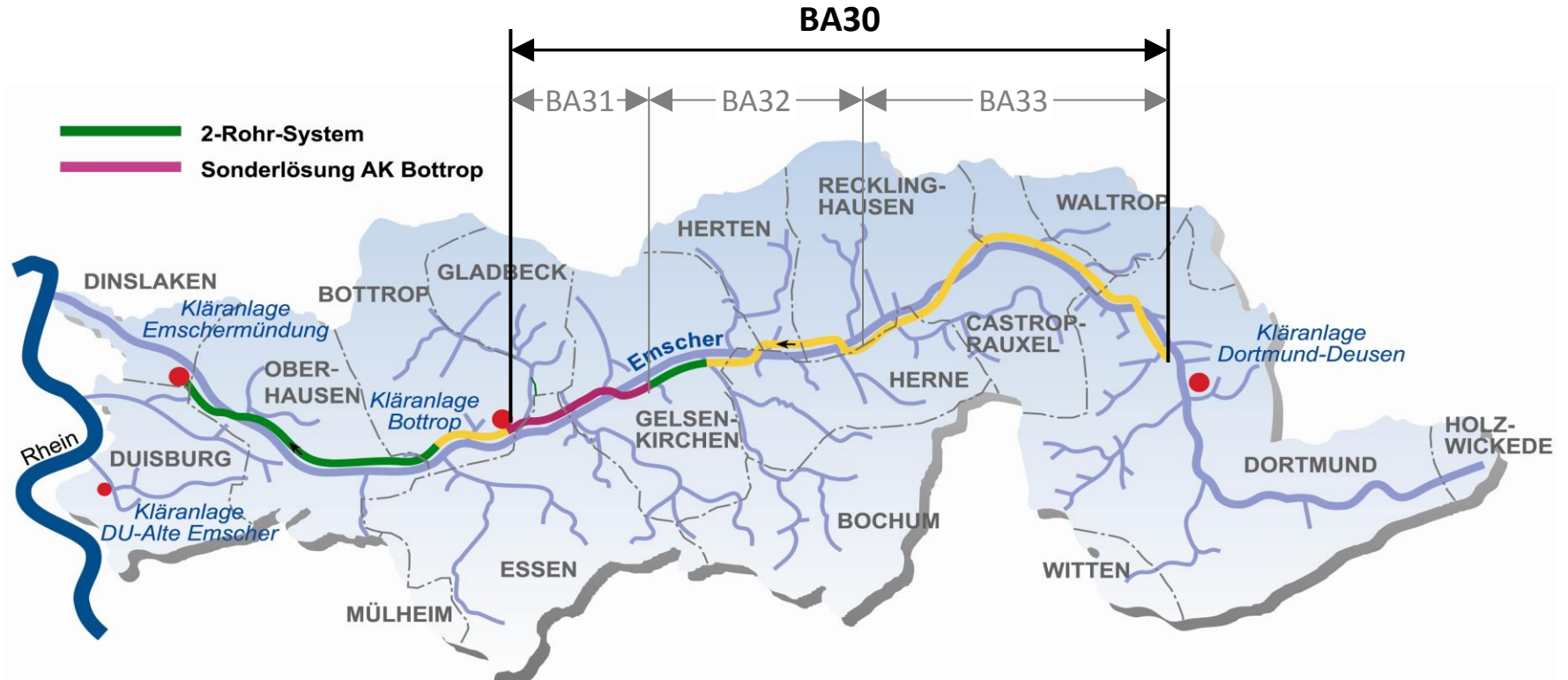
Ergebnis

Erfahrungen

Projektübersicht

AK Emscher – Bauabschnitt BA30

Übersichtslageplan

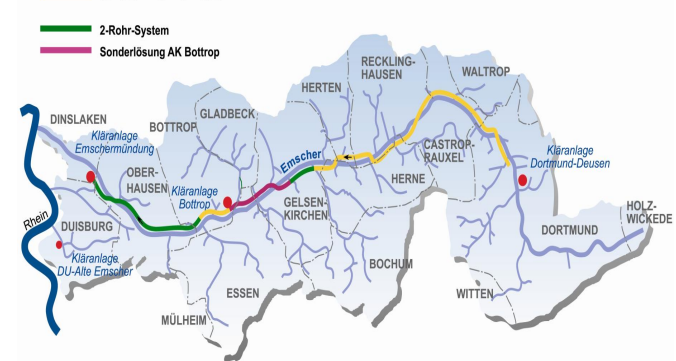


Q: Emschergenossenschaft

Projektübersicht

AK Emscher – Bauabschnitt BA30

Hauptkennzahlen



- Im BA30 zu erstellende Kanäle:
- Abwasserkanal Emscher (AKE)
 - Abwasserkanal Bottrop (AKB)
 - Stauraumkanal Castrop-Rauxel (SKU)
 - Anschlüsse zu div. Nebeneinzugsgebieten

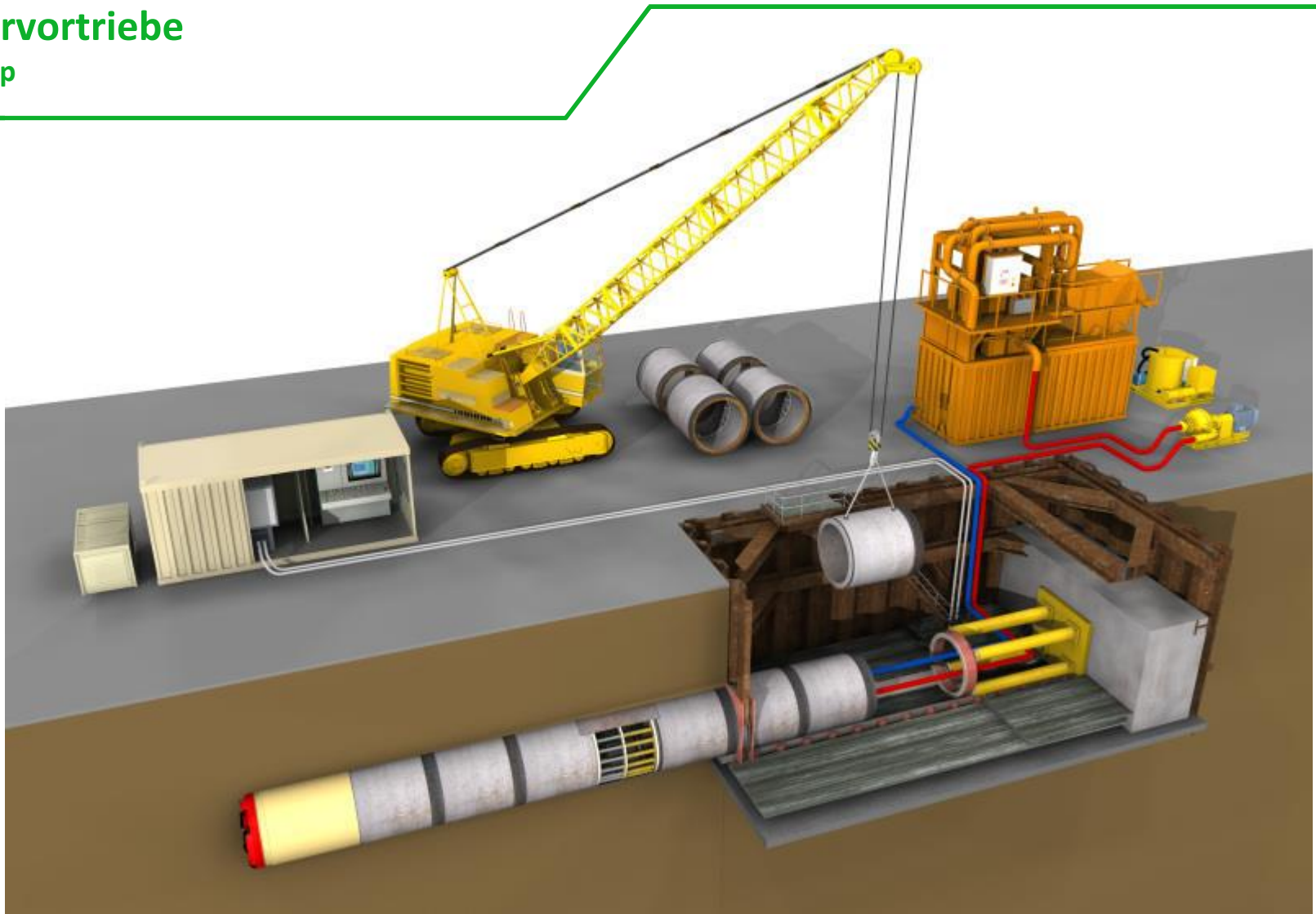
- Hauptbauleistungen:
- Erstellung von 130 Baugruben
 - Rohrvortriebsarbeiten, 117 Haltungen, ca. 47 km
 - Ausbau der Schächte

- Auftragsvolumen:
- rund 420 Mio. Euro

- Bauzeit:
- März 2012 bis Januar 2017

Rohrvortriebe

Prinzip



Q: www.tunnel-online.info

Rohrvortriebe

Vortriebsmaschinen im Projekt

W&F-eigene Maschinen

Nr.	Durchmesser	Typ	Länge	Anzahl Rohre
TBM 1	DN 2800	EPB	6.605 m	1.732
TBM 2	DN 2400	Hydro	6.025 m	1.572
TBM 3	DN 2200	Hydro	6.296 m	1.723
TBM 4	DN 1600	Hydro	7.555 m	4.583
TBM 5	DN 1600	Hydro	6.593 m	
TBM 6	DN 1800	Hydro	3.923 m	1.038
			36.997 m	10.648

Nachunternehmerleistungen

Zusätzlich bis zu 5 TBMs DN600 bis DN1600 sowie
1 Teilschnittmaschine (Druckluftbetrieb) DN2400 im Einsatz.

Rohrvortriebe

Rohrwerk Gelsenkirchen

Monatsproduktion ca. 520 Rohre DN 1600 bis DN2800



Rohrvortriebe

Rohreinbau

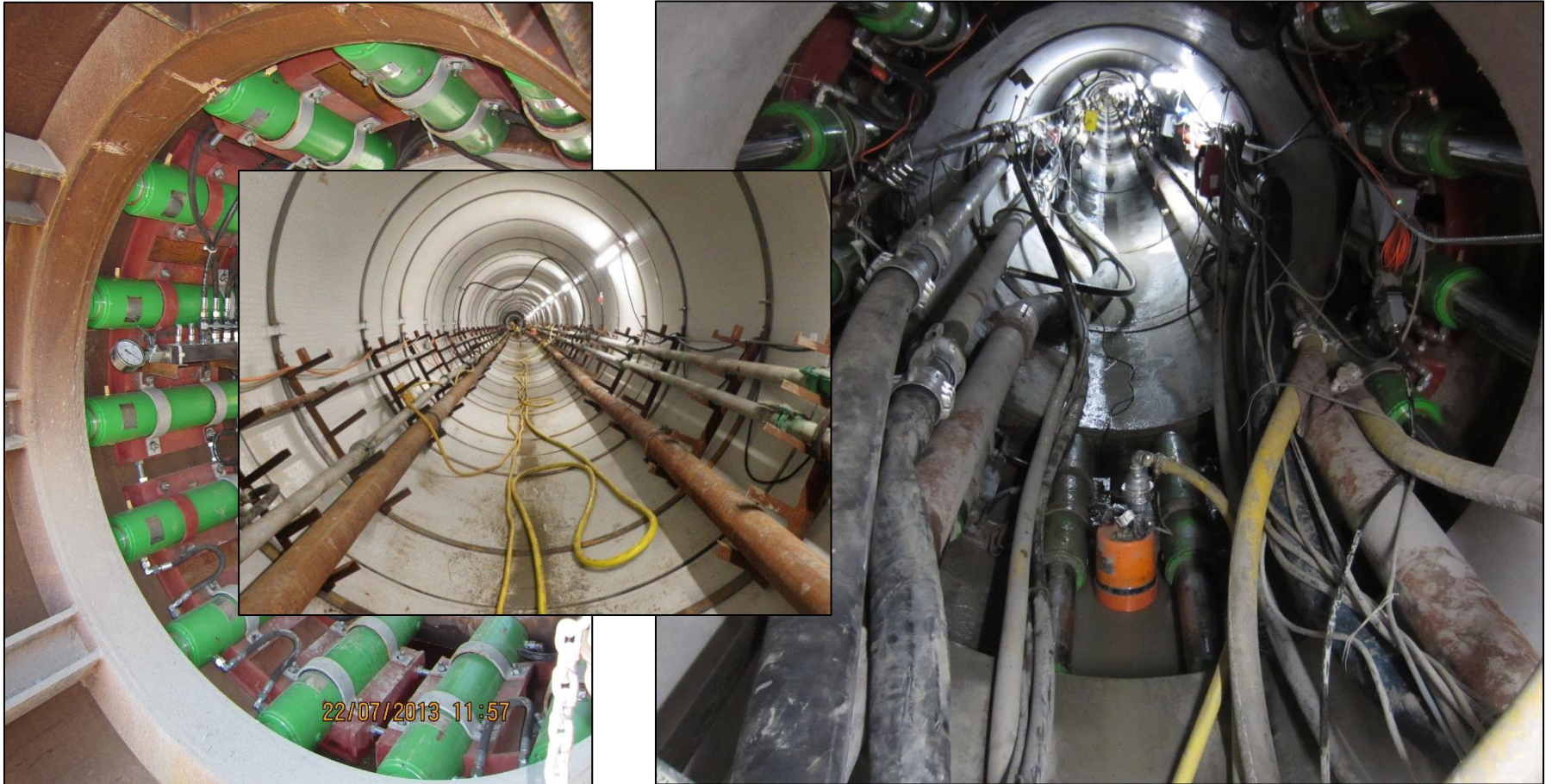
Situation beim Rohrwechsel



Rohrvortriebe

Leitungen und Zwischenpresstationen

Kabel und Leitungen im Rohrvortrieb



Drei Möglichkeiten zur Verkürzung der Rohrwechselzeit analysiert – Blaupause mit TBM 3 Team entwickelt

Parallelisierung von Prozessschritten

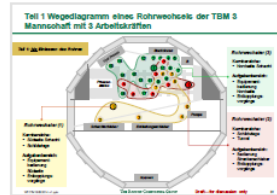


- Parallelisierung von unabhängigen Prozessschritten zur Reduzierung des kritischen Pfads



Visualisierung des Rohrwechselvorgangs anhand von **Gantt-Diagrammen**

Optimierung von Wegen und Aufgaben



- Verkürzung von Arbeitswegen durch Zuteilung von Kernarbeitsbereichen
- Klare Zuordnung einzelner Arbeitsschritte zu Personen



Analyse und Optimierung von Aufgabenverteilung, zurückgelegten Wegstrecken und Equipment-Anordnung per **Wegediagramm Analyse**

Optimierung der Equipment-Anordnung

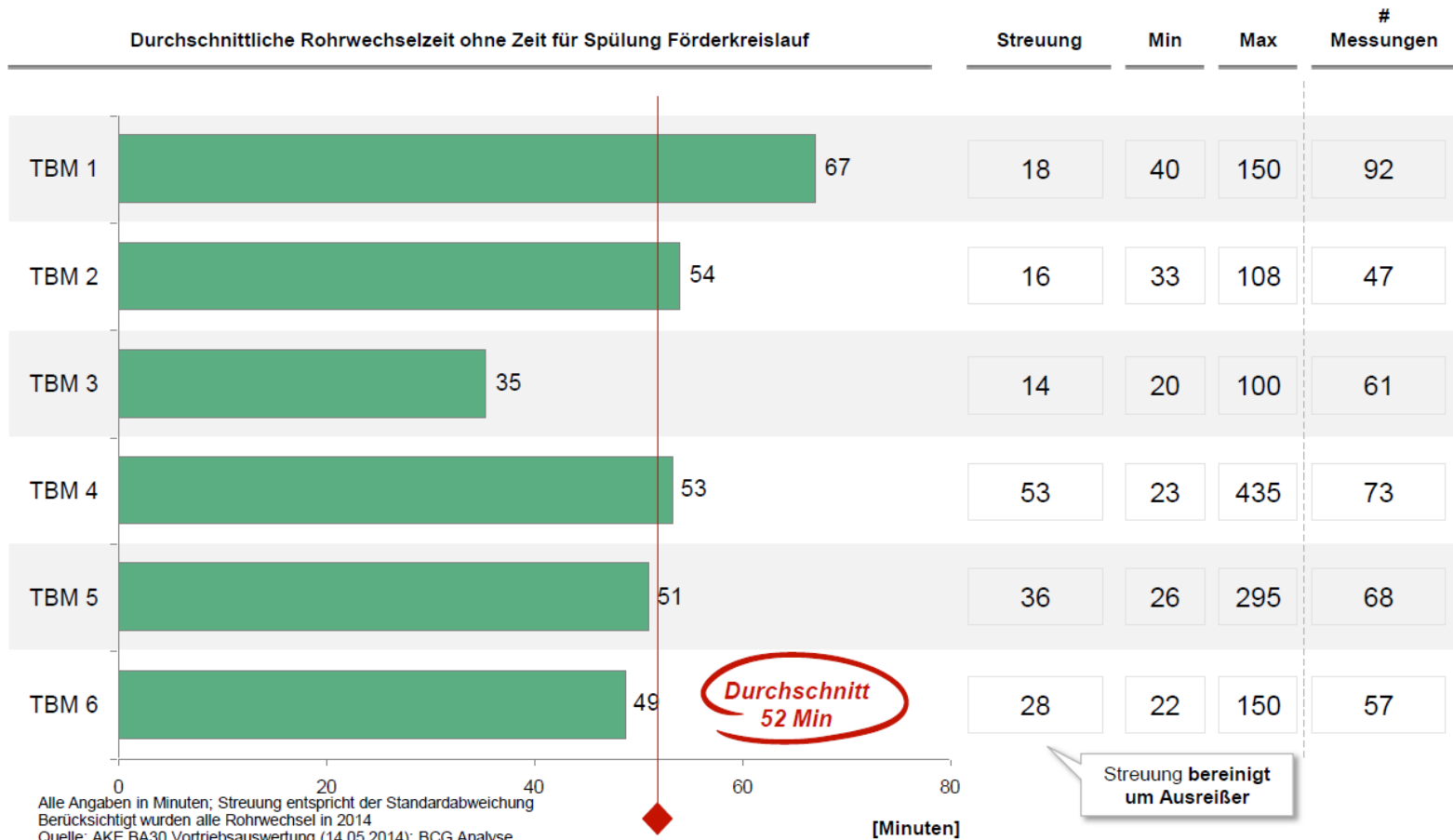


- Prozessorientierte Anordnung des Baustellenequipments innerhalb des Schachtes



Blaupause für optimierten Musterprozess (TBM 2-6) entwickelt

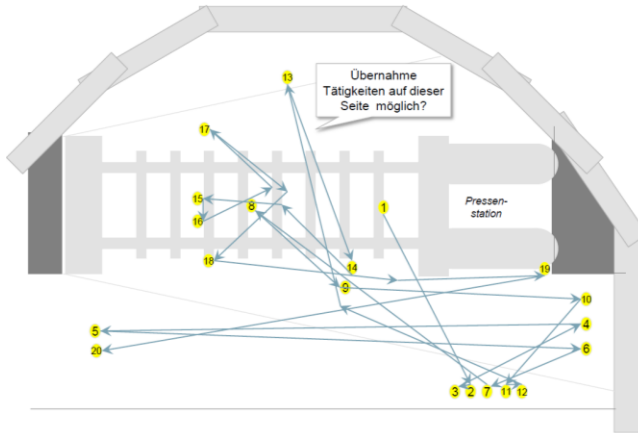
Durchschnittliche Rohrwechselzeit liegt aktuell bei circa 52 Min über alle TBM gemittelt – Spülvorgangszeit exkludiert



Lean - Construction im Rohrvortrieb

Optimierung Rohrwechsel - Analyse

Detailanalyse einzelner Arbeitsschritte

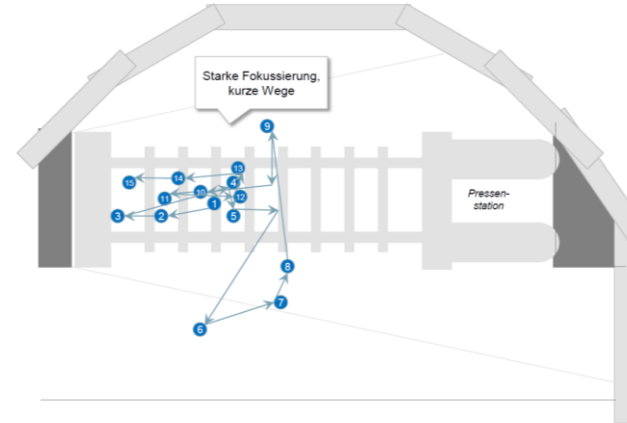


TBM 2
Aufnahme: 16. Mai 2014

Arbeitsschritte

- 1: Allgemeines Bedienung Zylinder
- 2,3: Kontrolle Leitung
- 4,6: Kontrolle Pumpe
- 5: Bedienung Zylinder
- 7: Allgemeines Bedienung Zylinder
- 8-10: An und Abbau Rohrleitung, Elektrik
- 11,12: Anschalten der Pumpe und Aufdrehen der Rohre
- 13-18: An und Abbau Rohrleitung, Elektrik
- 19-20: Anschalten der Pumpe und Aufdrehen der Rohre

Copyright © 2014 by The Boston Consulting Group, Inc. All rights reserved.

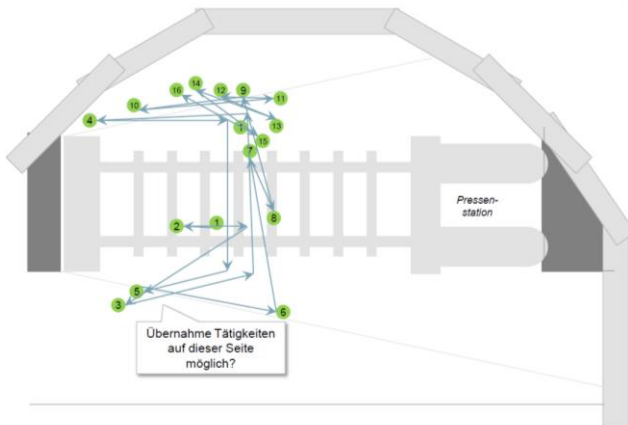


TBM 2
Aufnahme: 16. Mai 2014

Arbeitsschritte

- 1-5: Abkopplung vorbereitet
- 6-9: Säubern der Planken bei Zylinder Rückfahrt
- 10-15: Kopplungsvorgänge

Copyright © 2014 by The Boston Consulting Group, Inc. All rights reserved.

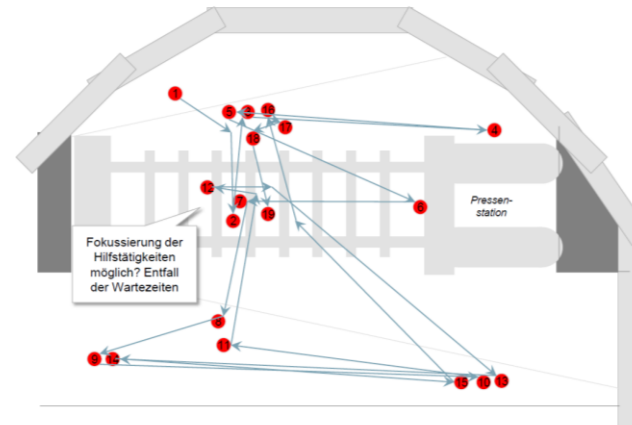


TBM 2
Aufnahme: 16. Mai 2014

Arbeitsschritte

- 1-2: Vorbereitende Tätigkeiten im Rohr
- 3-5, 10: Kontrolle Rohrbremse
- 6-9: Entkopplung Speise- & Förderleitung; Hilfe bei Rohrjustierung
- 11,13,15: Kabel verbunden (Kopplung)
- 12,14,16: Elektrik angeschlossen (Kopplung)

Copyright © 2014 by The Boston Consulting Group, Inc. All rights reserved.



TBM 2
Aufnahme: 16. Mai 2014

Arbeitsschritte

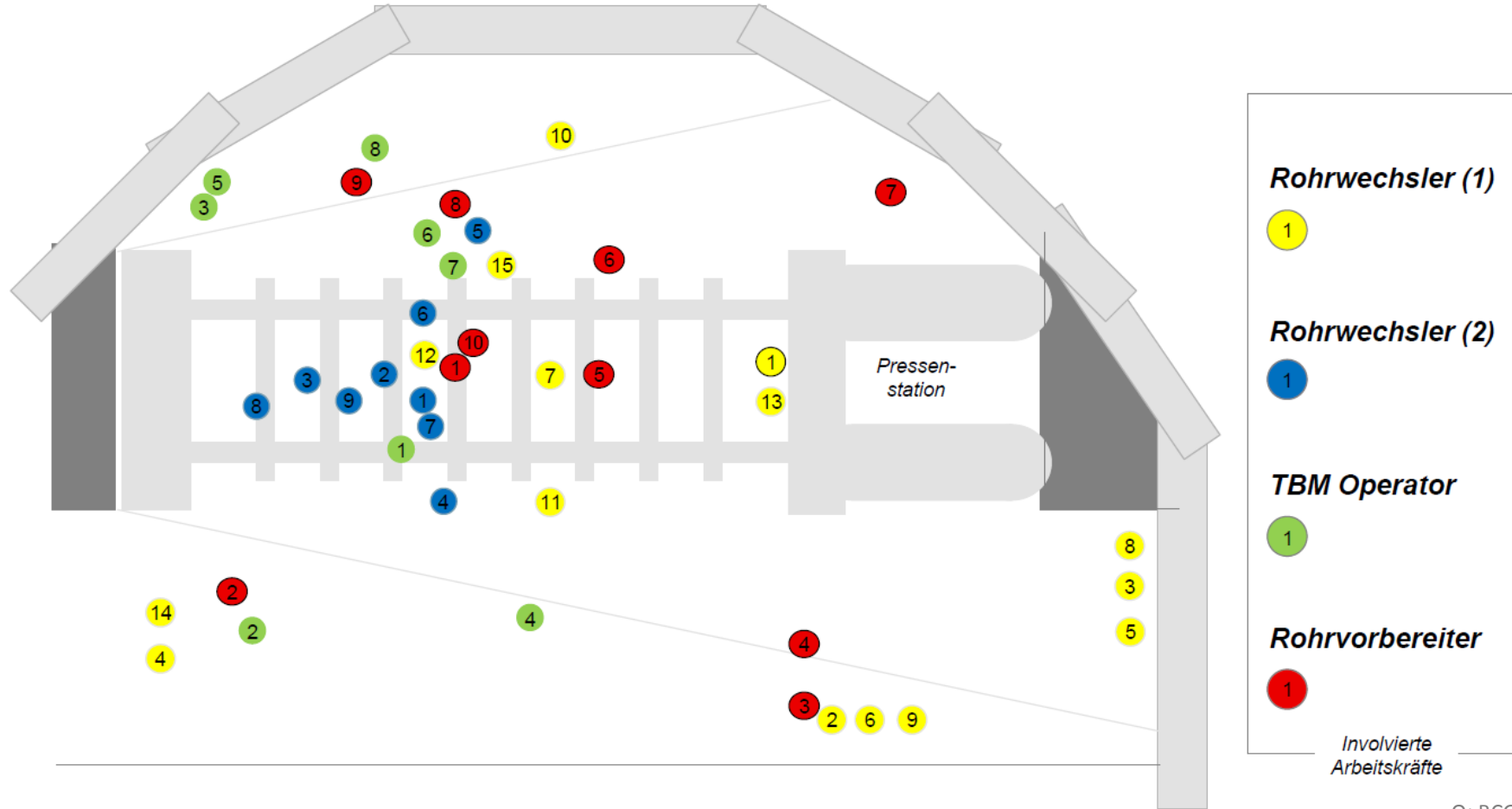
- 2,6,7,12: verschiedene assistierende Tätigkeiten
- 1,3,4,5,9,10,13,14,15: Warten auf nächste Tätigkeit
- 8,11: Einfeilen der Rohrverbindung
- 16 - 19: Assistent mit Elektrokabel

Copyright © 2014 by The Boston Consulting Group, Inc. All rights reserved.

Lean - Construction im Rohrvortrieb

Optimierung Rohrwechsel - Analyse

Detailanalyse einzelner Arbeitsschritte

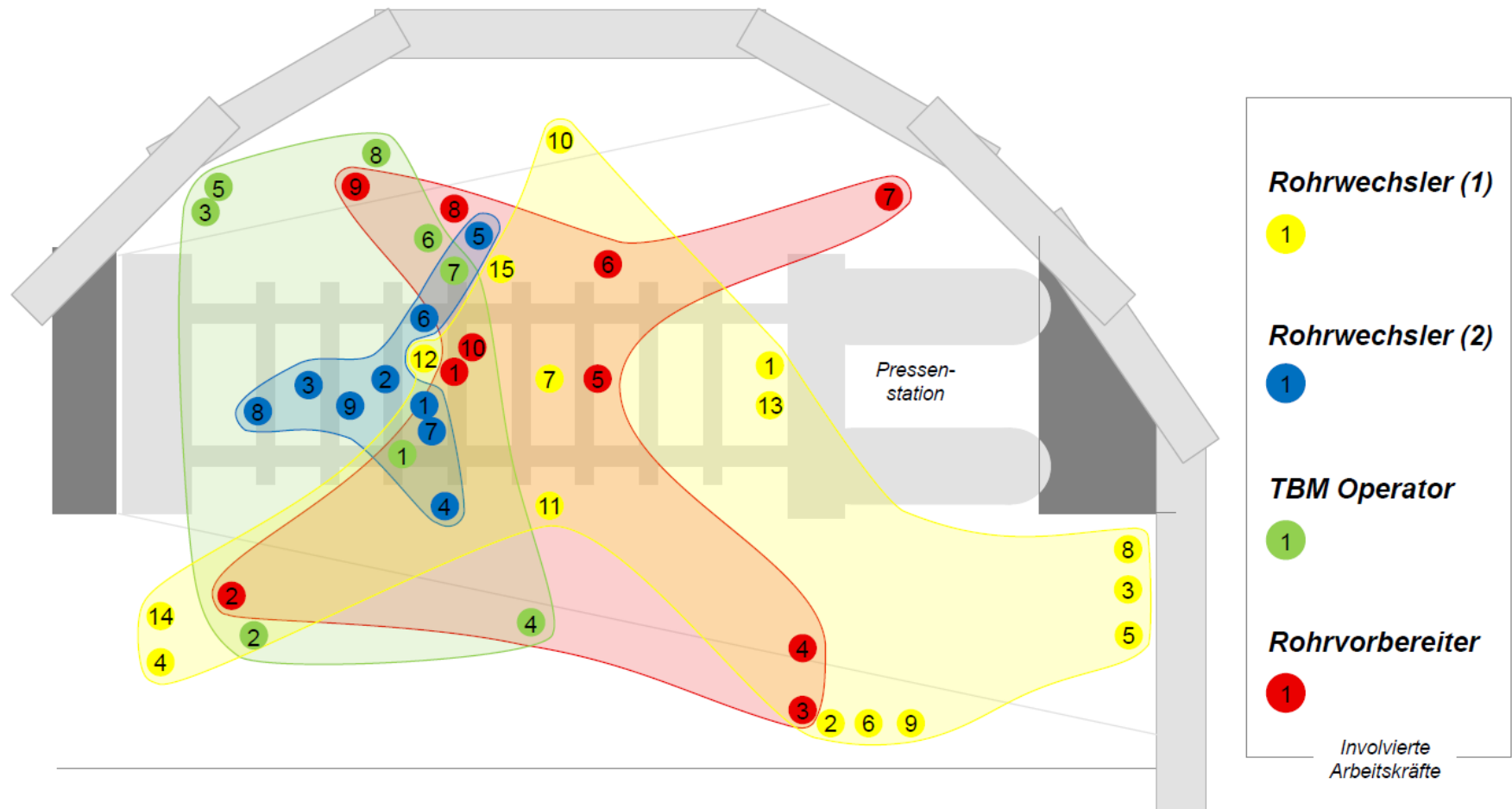


Q: BCG

Lean - Construction im Rohrvortrieb

Optimierung Rohrwechsel - Analyse

Detailanalyse einzelner Arbeitsschritte



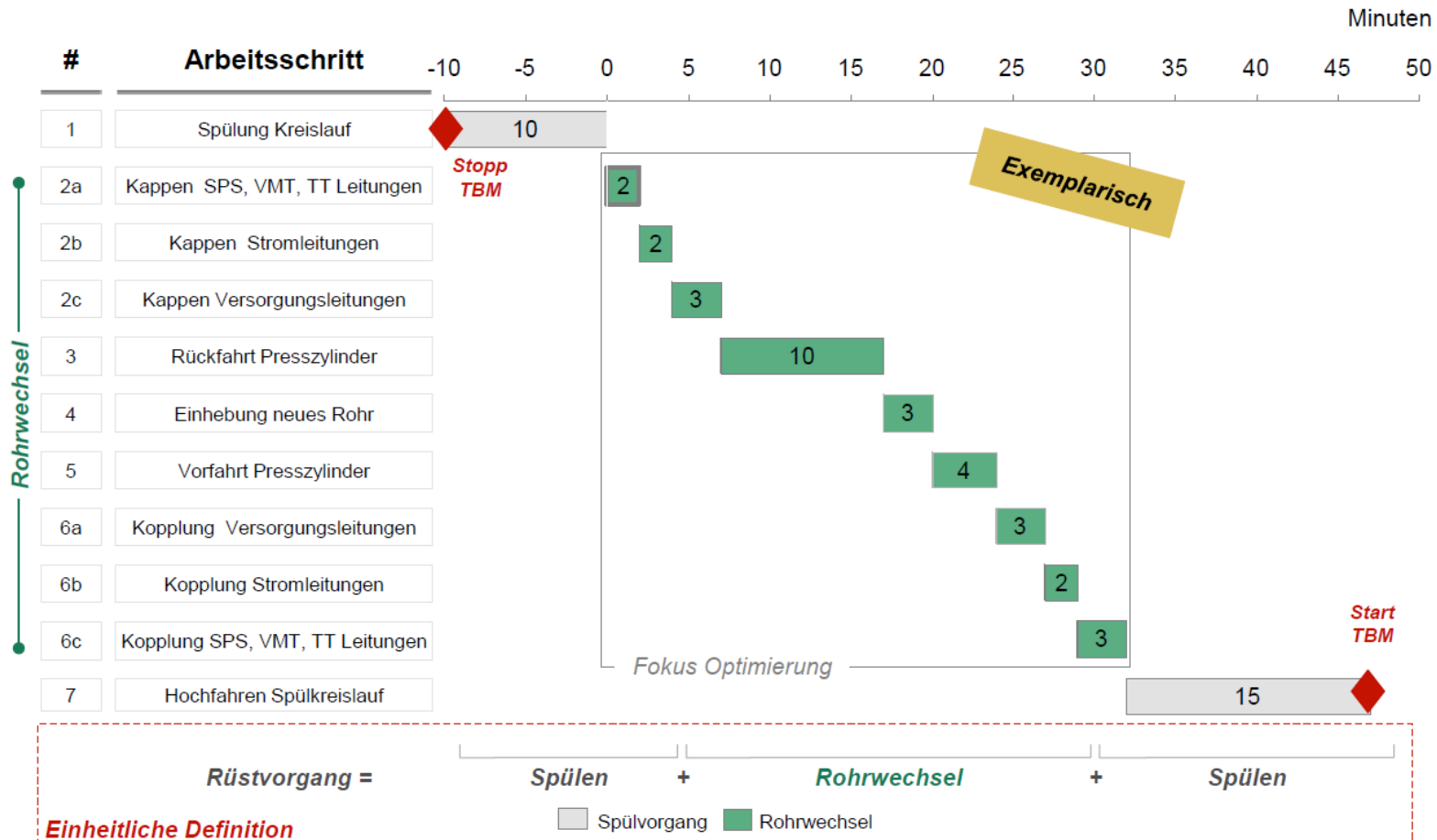
Q: BCG



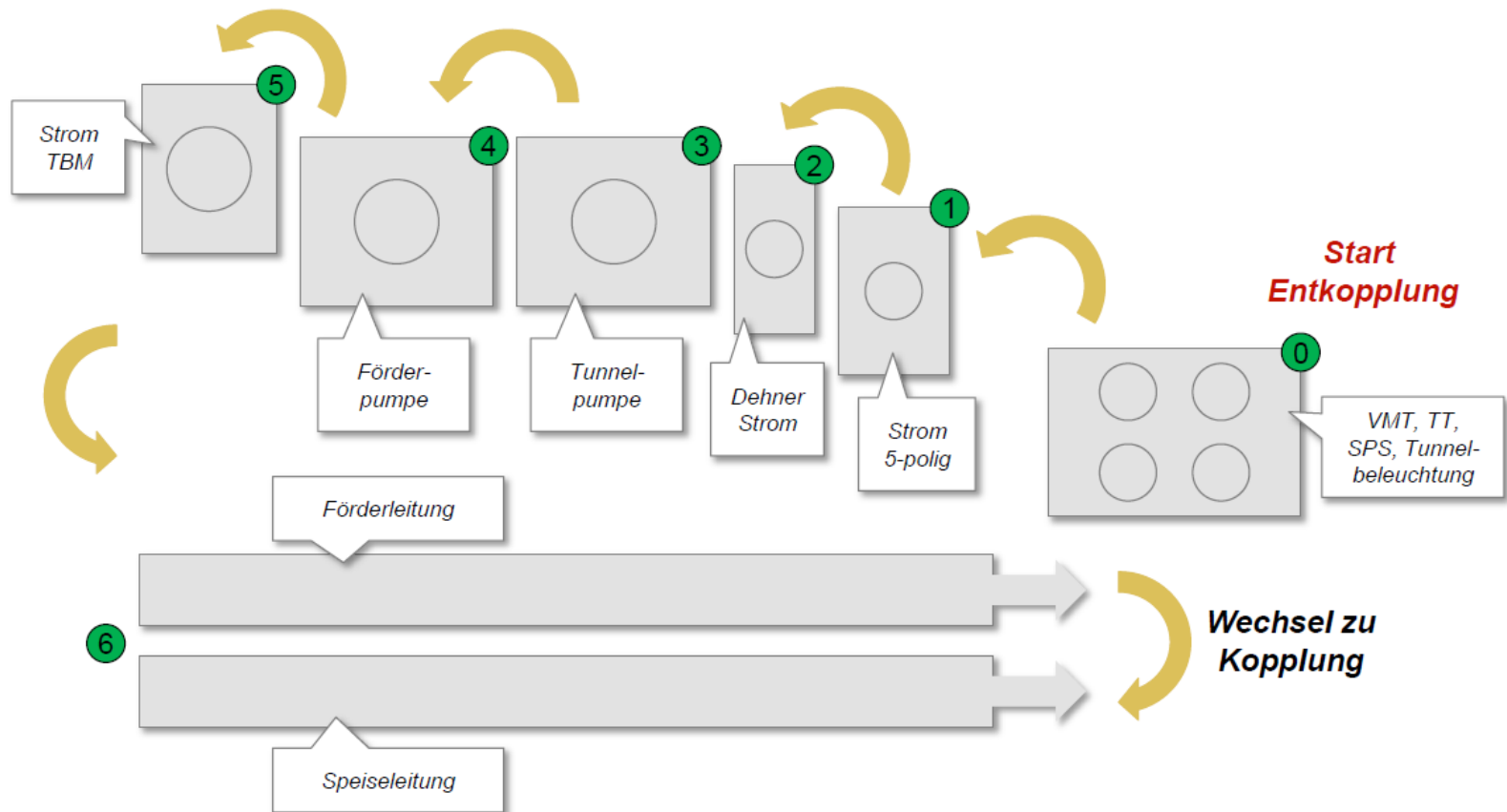
Schulung der Vortriebsleitung, um Akzeptanz und Verständnis für die anstehenden Veränderungen zu schaffen

Q: BCG

Erster Schritt: Zerlegung des Rüstvorgangs in 7 einzelne Prozessschritte und Festlegung einer einheitlichen Definition



Schematische Darstellung der Leitungsentkopplungs- und Leitungskopplungsvorgänge

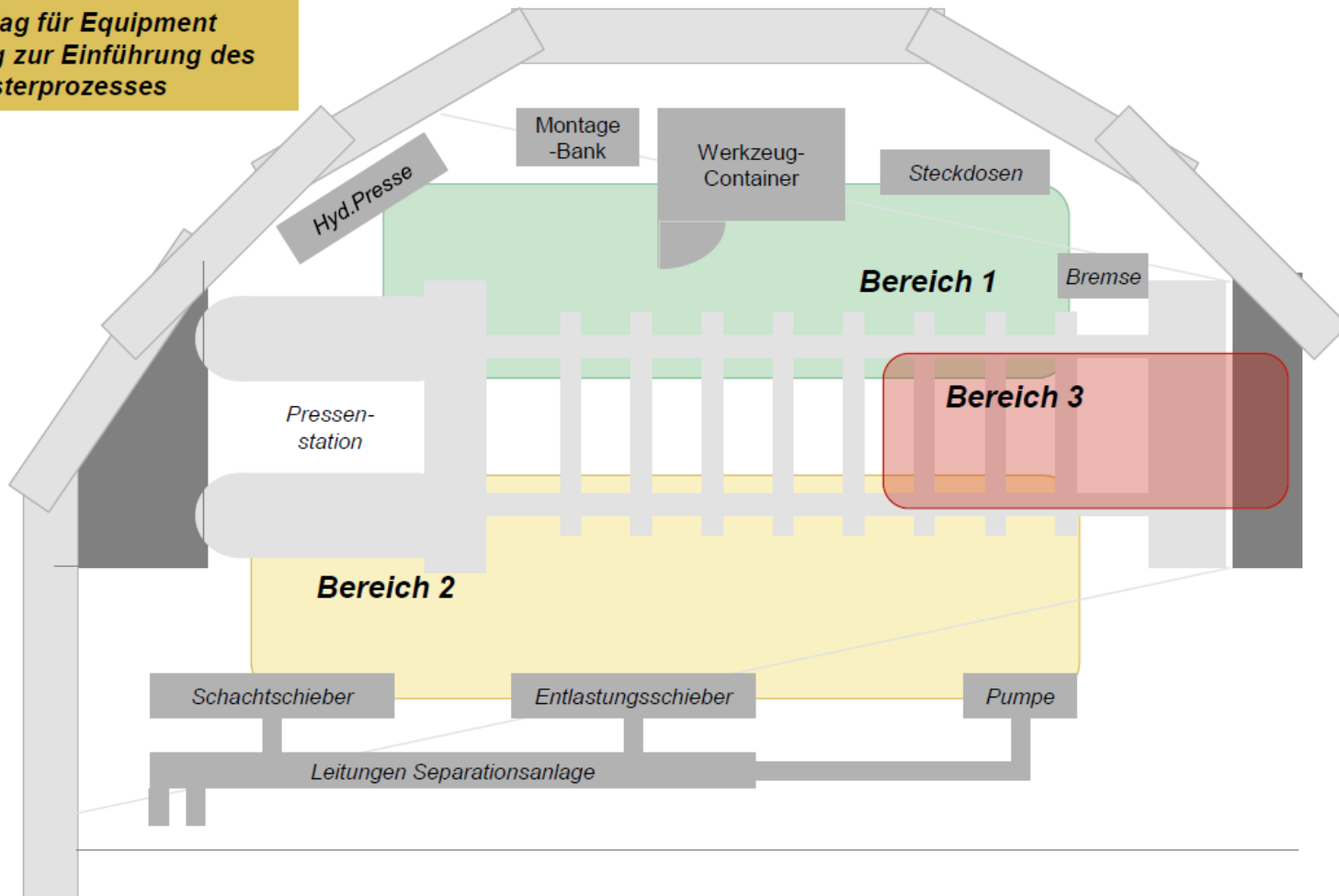


Lean - Construction im Rohrvortrieb

Optimierung Rohrwechsel

Neuanordnung von Equipment

Vorschlag für Equipment
Anordnung zur Einführung des
Musterprozesses

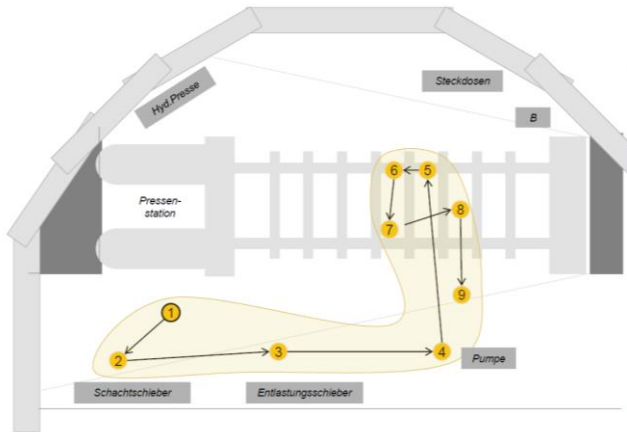


Q: BCG

Lean - Construction im Rohrvortrieb

Optimierung Rohrwechsel

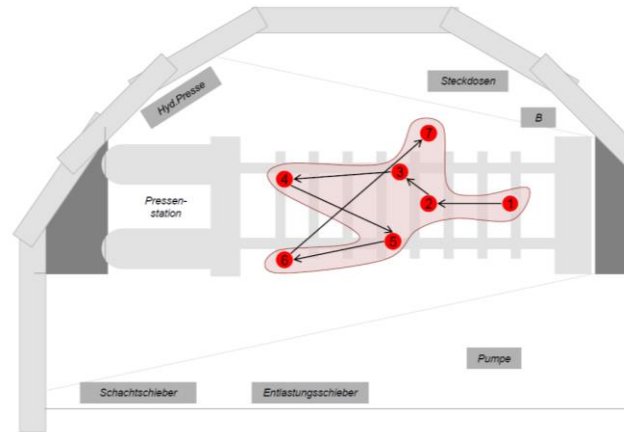
Neuzuweisung von Tätigkeiten



Arbeitsschritte Rohrwechsler (1)

- 1: Wartet auf Anruf Schild-fahrer: Förderkreislauf steht (Leitung entleert), dann Befehl an Arbeiter 2 Steckerschieber schließen
- 2: Schließt Schachtschieber
- 3: Öffnet Entlastungsschieber Förderleitung
- 4: Öffnet Entlastungsschieber Speiseleitung
- 5: Zieht entkoppelte Elektrokabel mit Arbeiter 2 & 3 in Tunnel (Schritte 6, 9, 11, 13 v. Arbeiter 3)
- 6: Entkoppelt Förderleitung (mit Arbeiter 2)
- 7: Entkoppelt Speiseleitung (mit Arbeiter 2 und 3)
- 8: Reinigt Tunnelschle
- 9: Justiert heruntergelassenes Rohr und Einfleiten der Steuermanschette

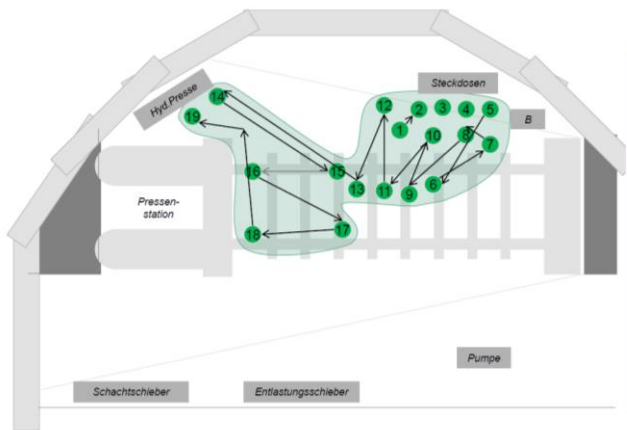
Copyright © 2014 by The Boston Consulting Group, Inc. All rights reserved.



Arbeitsschritte Rohrwechsler (2):

- 1: Schließt Steckerschieber (Förder- und Speiseleitung)
- 2: Unterstützt Arbeiter 3 durch Annahme Kabel (6,9,11,13)
- 3-4: Unterstützt Arbeiter 1 bei Entkopplung Versorgungsleitungen (6,7)
- 5-6: Unterstützt Arbeiter 3 bei Zurückziehen Speise- und Förderschlauch (16,18)
- 7: Justiert heruntergelassenes Rohr und Einfleiten der Steuermanschette

Copyright © 2014 by The Boston Consulting Group, Inc. All rights reserved.



Arbeitsschritte Rohrwechsler (3):

- 1: Gibt Startschuss wenn Förderkreislauf steht
- 2-5: Schaltet Strom an Stromkästen ab
- 6: Nimmt Stecker (5) und SPS, TT, VMT Kabel aus Tunnel an
- 7: Hängt SPS, TT, VMT Kabel auf Haken
- 8-13: Nimmt verbleibende Stecker aus Steckdosen und übergibt Kabel in Tunnel
- 14: Übernimmt Hydraulikpresse von TBM Operator (Hohel Zylinder), startet Rückfahrt Presse
- 15: Entkoppelt Förderschlauch
- 16: Zieht Förderschlauch zurück
- 17: Entkoppelt Speischlauch
- 18: Zieht Speischlauch zurück
- 19: Wartet bis Presse komplett zurück, konfiguriert Zylinder bei Bedarf

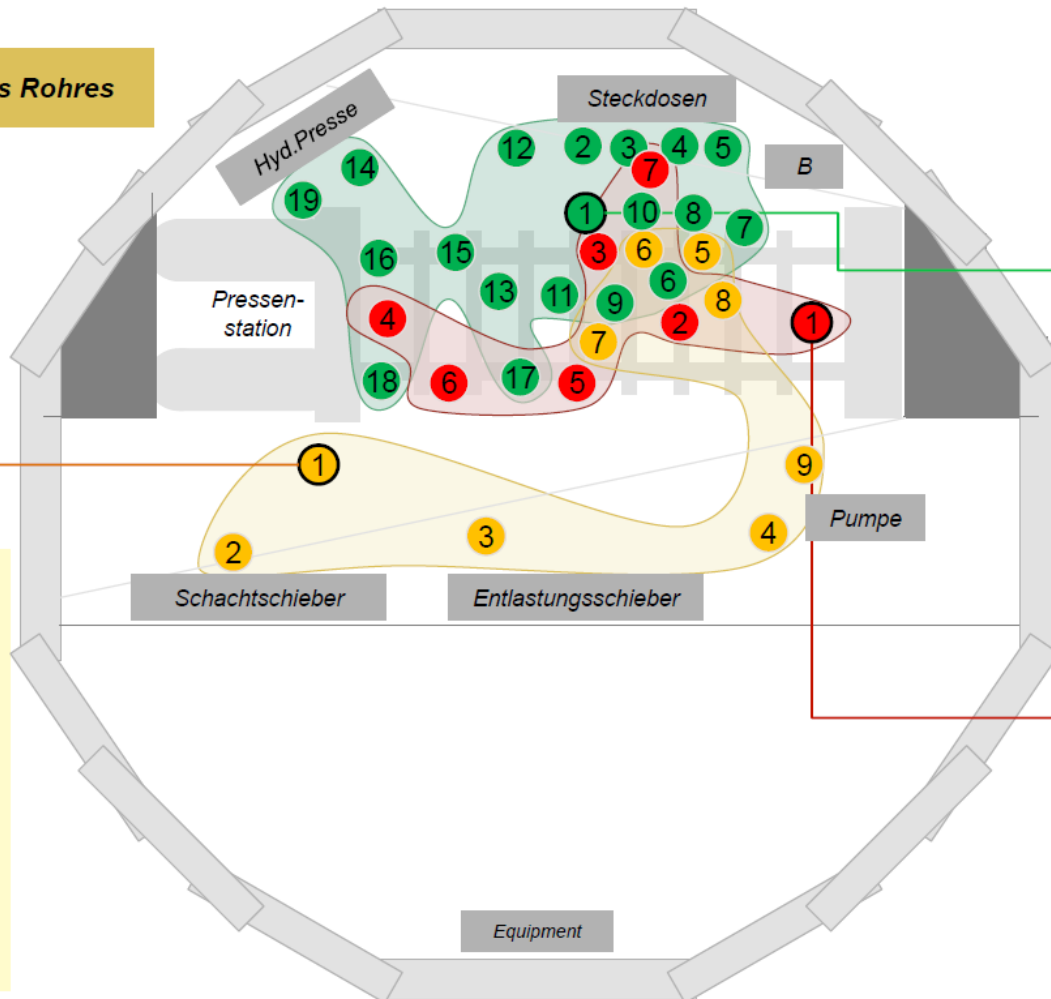
Copyright © 2014 by The Boston Consulting Group, Inc. All rights reserved.

Lean - Construction im Rohrvortrieb

Optimierung Rohrwechsel

Effizienzsteigerung durch Vermeidung überflüssiger Wege

Teil 1: bis Einlassen des Rohres



Rohrwechsler (1)

Kernbereiche:

- Südseite Schacht
- Schildwiege

Aufgabenbereich:

- Equipmentbedienung Südseite
- Entkopplungsvorgänge

Rohrwechsler (3)

Kernbereiche:

- Nordseite Schacht

Aufgabenbereich:

- Equipmentbedienung Nordseite
- Entkopplungsvorgänge

Rohrwechsler (2)

Kernbereiche:

- Schildwiege
- Tunnel

Aufgabenbereich:

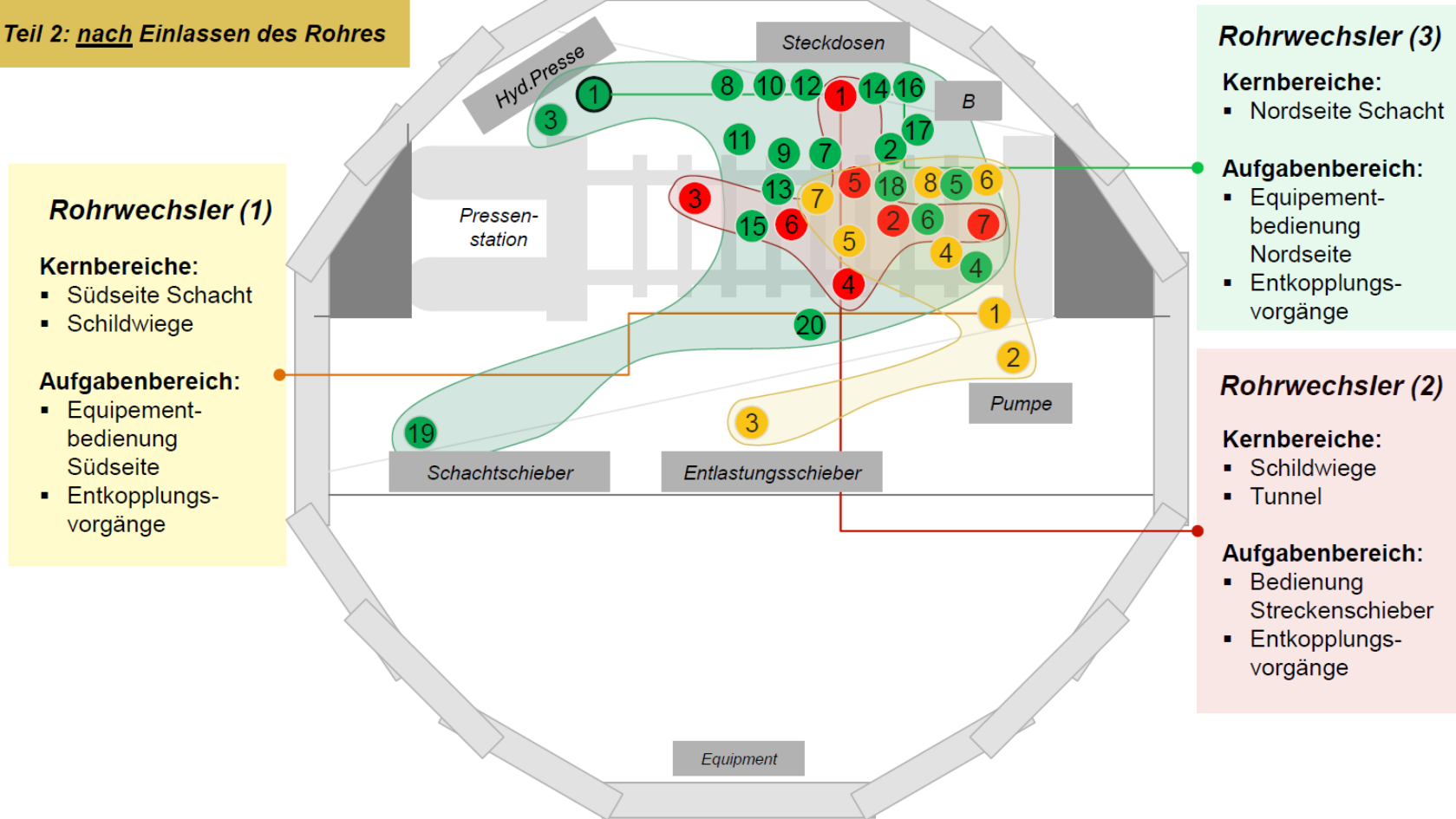
- Bedienung Streckenschieber
- Entkopplungsvorgänge

Lean - Construction im Rohrvortrieb

Optimierung Rohrwechsel

Effizienzsteigerung durch Vermeidung überflüssiger Wege

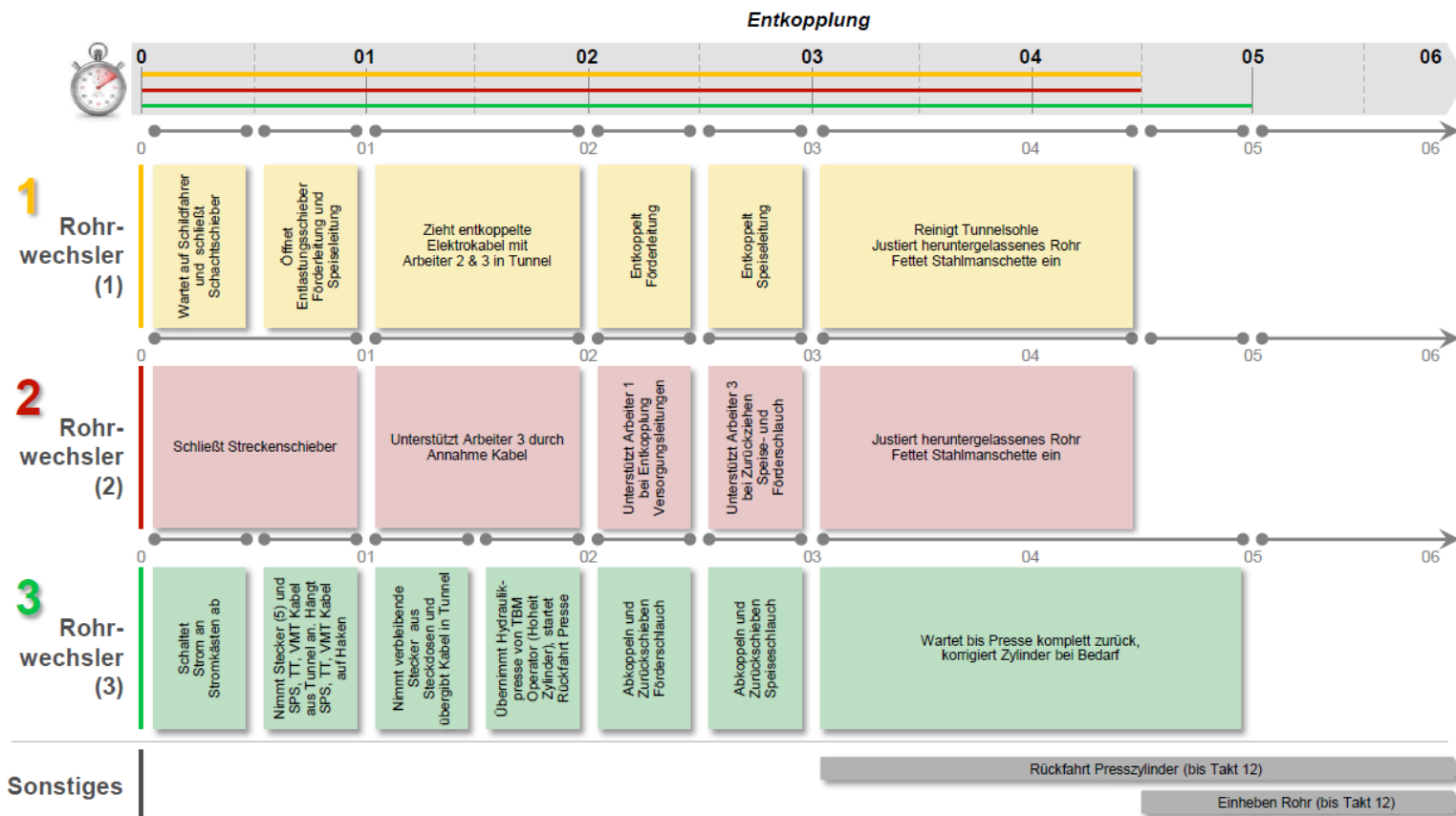
Teil 2: nach Einlassen des Rohres



Chronologie eines Rohrwechsels bis zum Einlassen des Rohrs

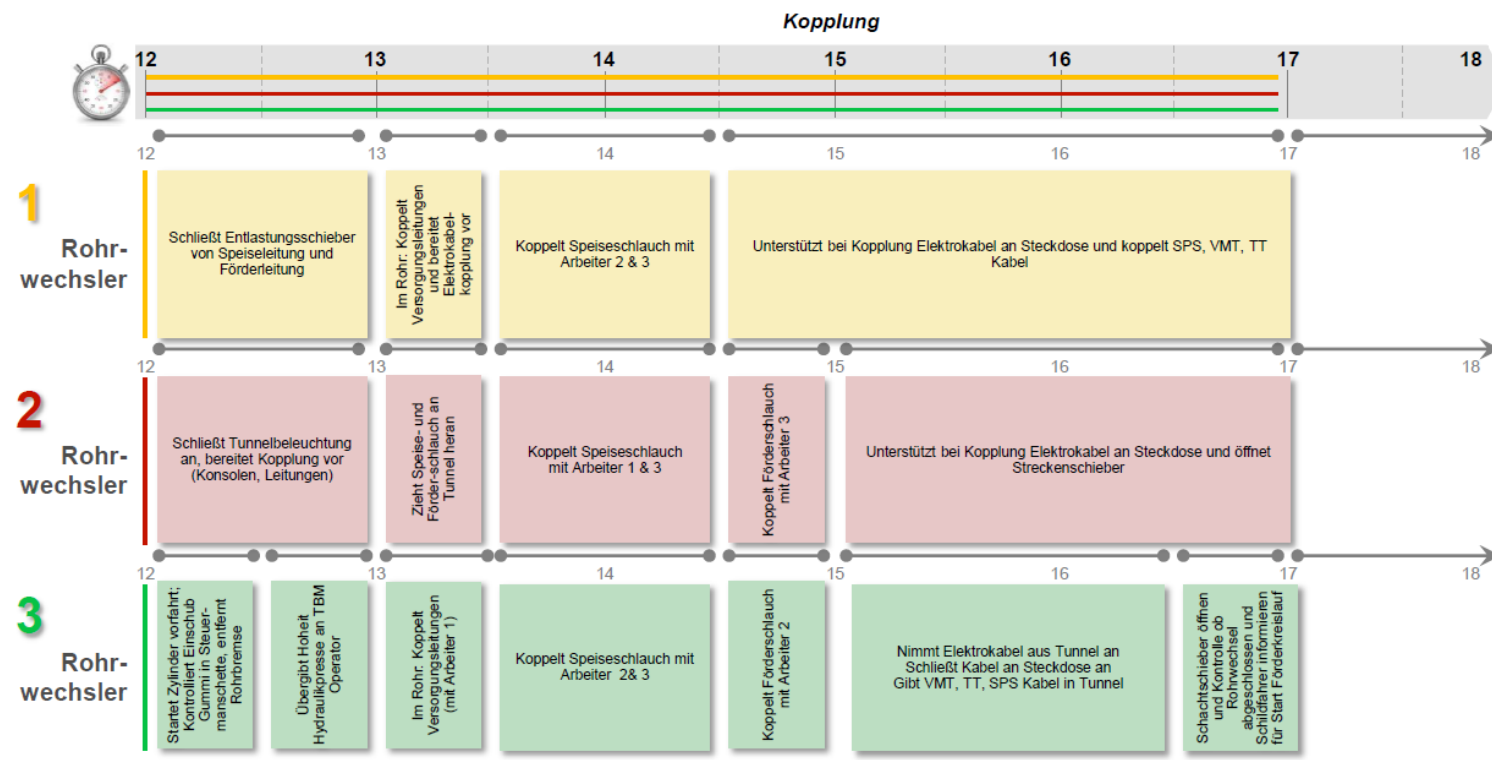
Arbeitsschritte je TBM identisch – Taktzeit wird TBM spezifisch festgelegt

Übersicht Teil 1



Chronologie des Rohrwechsels ab dem Einsatz des neuen Rohrs und Start des Kopplungsvorgangs

Übersicht Teil 2



Sonstiges

Q: BCG

Lean - Construction im Rohrvortrieb

Umsetzung Musterprozess

Drei Schritte bis zur Umsetzung des Musterprozesses

Wiederholung der drei Schritte basierend auf Ergebnisbesprechungen empfohlen



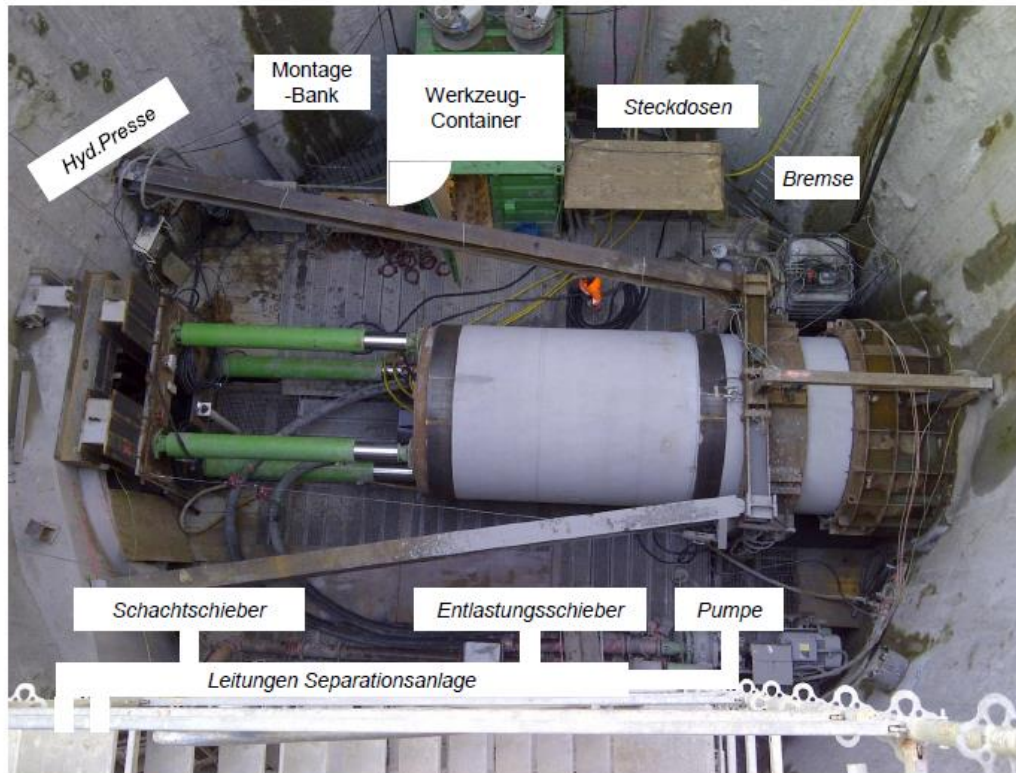
Umsetzung des Trainings und der Prozessverbesserungen ist eine Teamaufgabe

Lean - Construction im Rohrvortrieb

Umsetzung Musterprozess

TBM 3 Equipment Anordnung – Haltung 66

Ausgangslage für Schachtequipment Optimierung bei anderen Haltungen



Lean - Construction im Rohrvortrieb

Umsetzung Musterprozess

Kleinere Installationen haben sich bewährt und erleichtern die Arbeitsabläufe während und zwischen den Rohrwechseln

- Klare Werkzeuganordnung im Schachtcontainer ggf. inklusive Shadowboard
- Öffnung des Containers in Richtung Presse



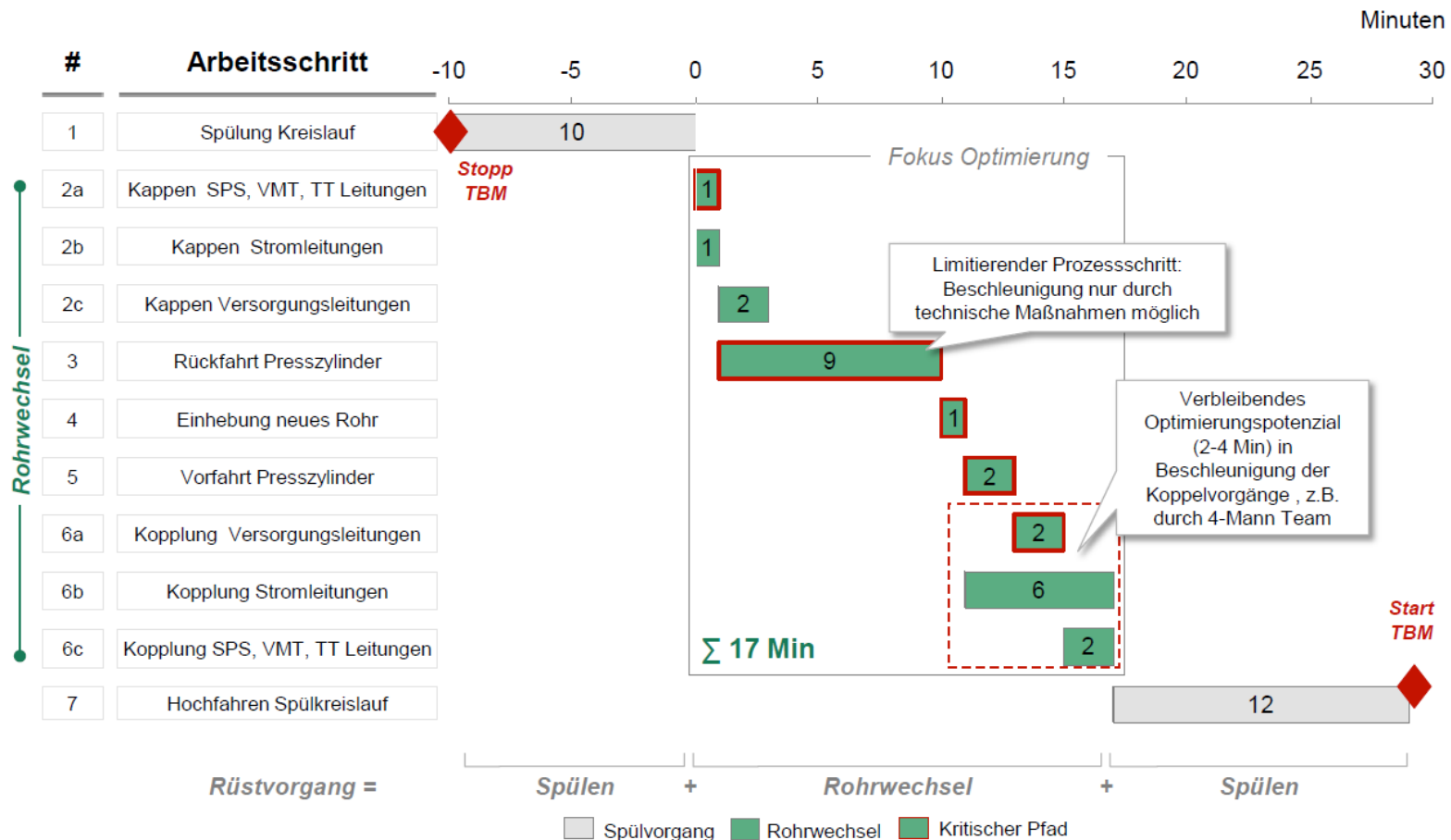
- Geordnete Werkbank zur Lagerung und Vorbereitung von Rohrschließen



- Positionierung von Werkzeug für Leitungskopplung im Eimer von letztem Rohr
- Material zur Adjustierung der Leitungshöhe (Holzkeile) griffbereit

Nach Optimierung: Durchführung des Rohrwechsels in 17 Min

Definition: Rüstvorgang = Spülvorgang + Rohrwechsel



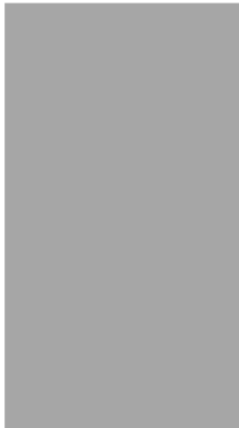
Q: BCG

Lean - Construction im Rohrvortrieb

Ergebnis

Pilot-Ergebnis

Vorher
Ø 52 Minuten



30%



Nachher
Ø 36 Minuten



Die Rohrwechselzeit konnte im Durchschnitt um mehr als 30% reduziert werden

Analiza trzech możliwości skrócenia czasu wymiany rury – projekt sporządzony z zespołem TBM 3

Paralelizacja etapów procesu



- Paralelizacja niezależnych etapów procesu w celu redukcji ścieżki krytycznej

Wizualizacja procesu wymiany rury na podstawie **diagramu Gantta**

Optymalizacja dróg i zadań



- Skrócenie dróg poprzez przydzielenie kluczowych odcinków pracy
- Jasne przydzielenie osobom poszczególnych etapów pracy

Analiza i optymalizacja podziału zadań, odbytych odcinków drogi i rozłożenia urządzeń przy pomocy **analizy diagramu drogowego**

Optymalizacja ustawienia urządzeń



- Rozłożenie urządzeń budowlanych w szybie zgodnie z procesem

Sporządzenie projektu zoptymalizowanego procesu wzorcowego (TBM 2-6)

Es dauert, bis „das Eis gebrochen ist“

Kulturwechsel von „Anpacken“ zu „Vordenken“ nötig

Veränderungen geschehen nicht von heute auf morgen. Für die dauerhafte Implementierung braucht es Mitarbeiter, die auch die Lean – Prinzipien Wirklich verstehen und verinnerlicht haben

Jeder entdeckte Fehler bietet die Möglichkeit der Verbesserung.
Etablieren der positiven Fehlerkultur bei den Mannschaften.

Glück auf!
Fragen?

