



## Metro Amsterdam: Vortrieb eines innerstädtischen Tunnels in schwieriger Geologie und unter sensibler Bebauung

Friedemann, Hillebrenner, Mayer





# Amsterdam im allgemeinen Sinn .....?? !!!



Projekt-  
informationen

Stationstransfer

Vortrieb

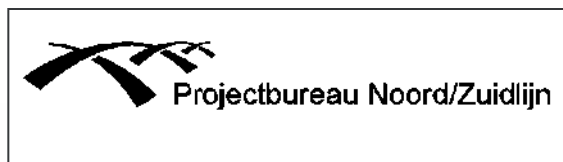


# Projektdaten



- 9 km Gesamtstreckenlänge
- 6 km unterirdisch
- Länge Hydroschildvortrieb:
  - 2 x 3,2 km Tunnelröhren
  - Innendurchmesser 5,82 m
  - Schilddurchmesser 6,88 m
- 4 komplexe Bahnhöfe in offener BW
- 3 Querschläge
- 6 Notdurchgänge zu 4 Notausstiegsschächten
- Hebungsinjektionen aus 6 Schächten
- Vortriebsarbeiten 2009 - 2013

## Metro Noord/Zuid-Lijn Amsterdam



Auftraggeber



Auftragnehmer

Projekt-  
informationen

Stationstransfer

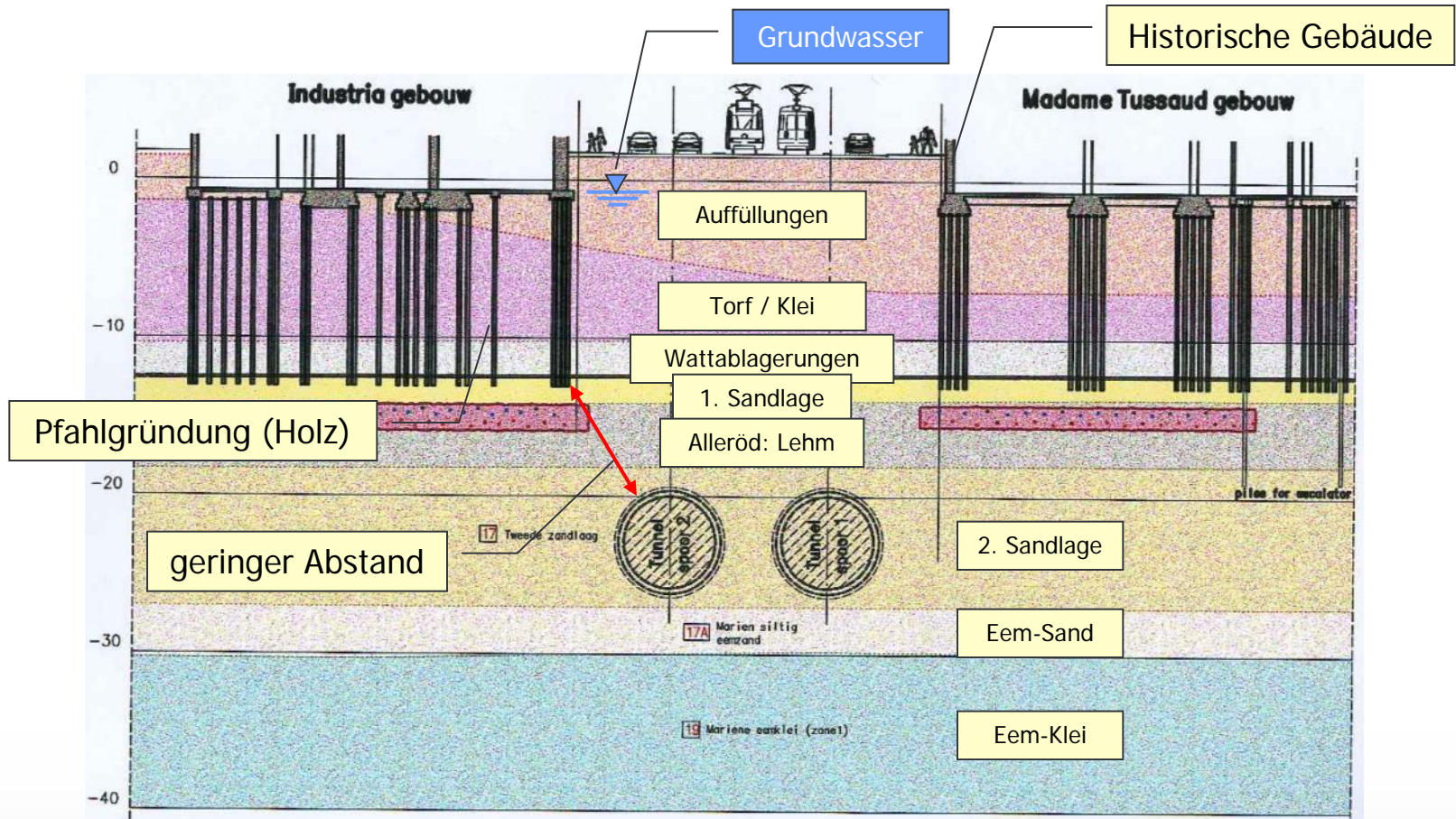
Vortrieb





# Randbedingungen

Setzungsrisiko



Projekt-  
informationen

Stationstransfer

Vortrieb



# Randbedingungen

## Historische Bebauung



## Dichte Infrastruktur



## Beengte Platzverhältnisse



## Sensibles Baumfeld



Projekt-  
informationen

Stationstransfer

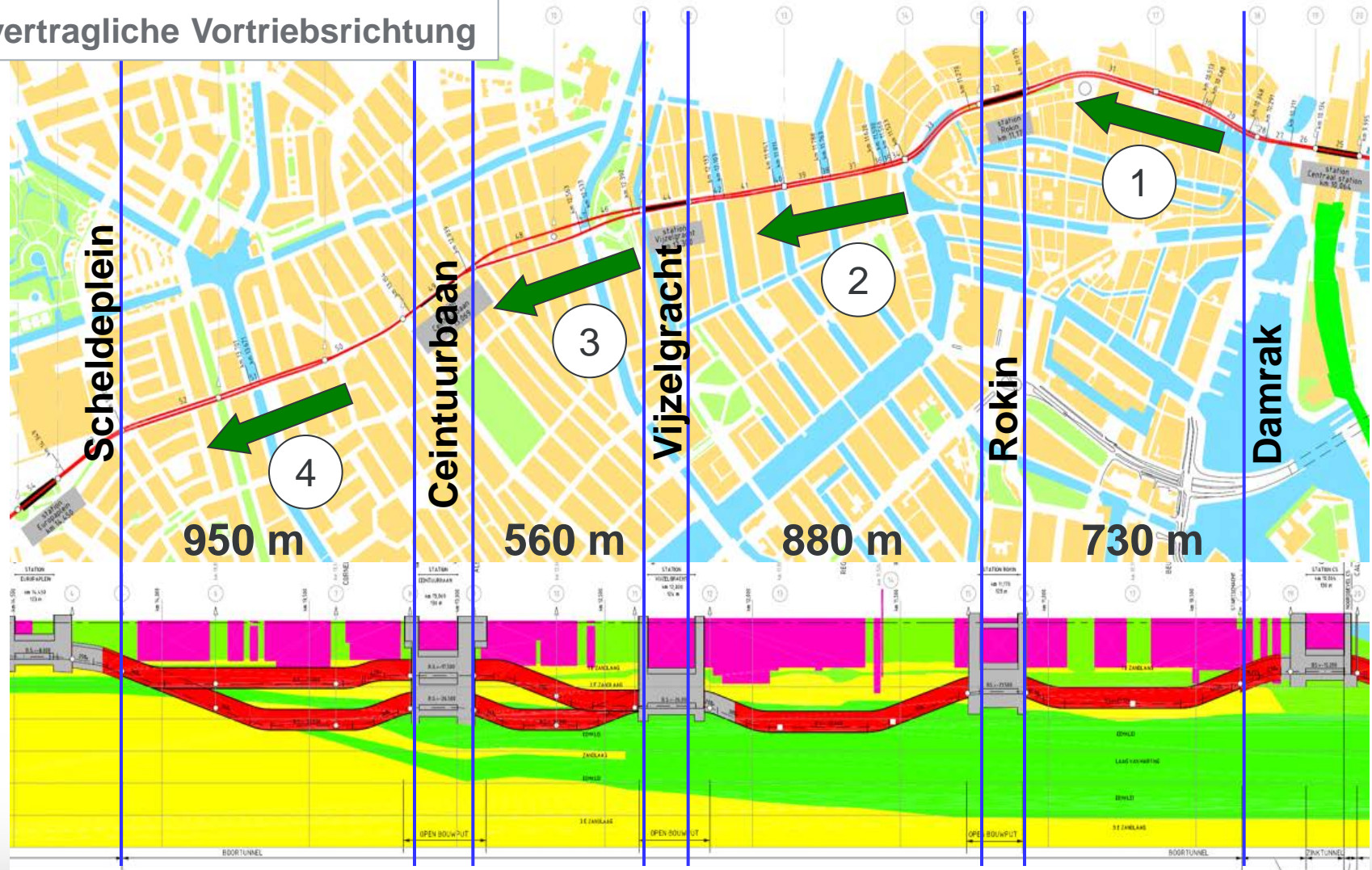
Vortrieb





# Randbedingungen

vertragliche Vortriebsrichtung



Projekt-  
informationen

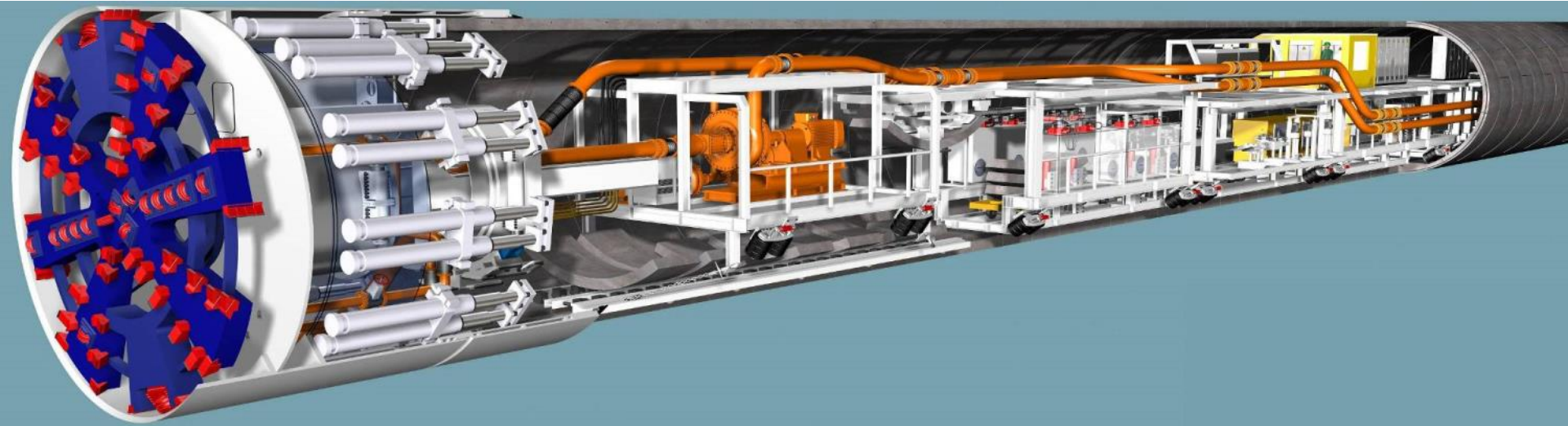
Stationstransfer

Vortrieb



# Randbedingungen

## Tunnelvortrieb



- Schildtyp: Herrenknecht Mixschild (Ø 6,88 m)
- Tunnelbohrmaschine: Länge ca. 83 m Gewicht 870 to, Schild ca. 450 to.
- kurzer Schild (4,75m) zur Verringerung vortriebsbedingter Setzungen
- offenes Schneidrad und geschlossenes Sohlsegment zur Minimierung Verklebungen (Klei)
- Segmenttype: Stahlbetonsegmente (6 Stck. pro Ring inkl. Schlussstein, Dicke 35 cm, Länge 1,50 m, total 25.000 Stück)

# 1 Schild Transfer System (STS)

- Dichtungsebenen komplett in Station
- Transfer TBM über Stufen

Stationstransfer

Projekt-  
vorstellung

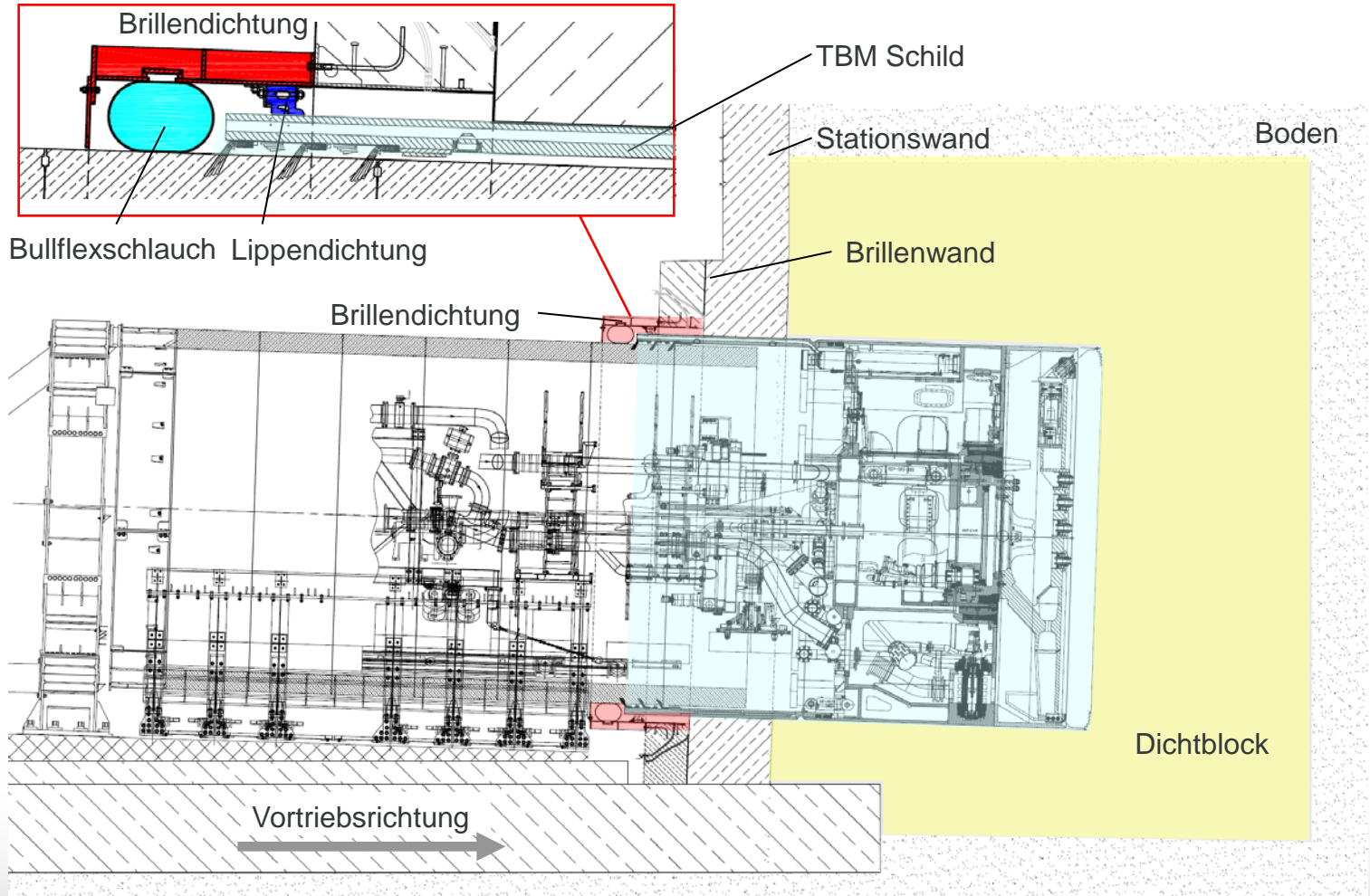
Vortrieb





# Schild Transfer System

## Standart Anfahrvorgang



Stationstransfer

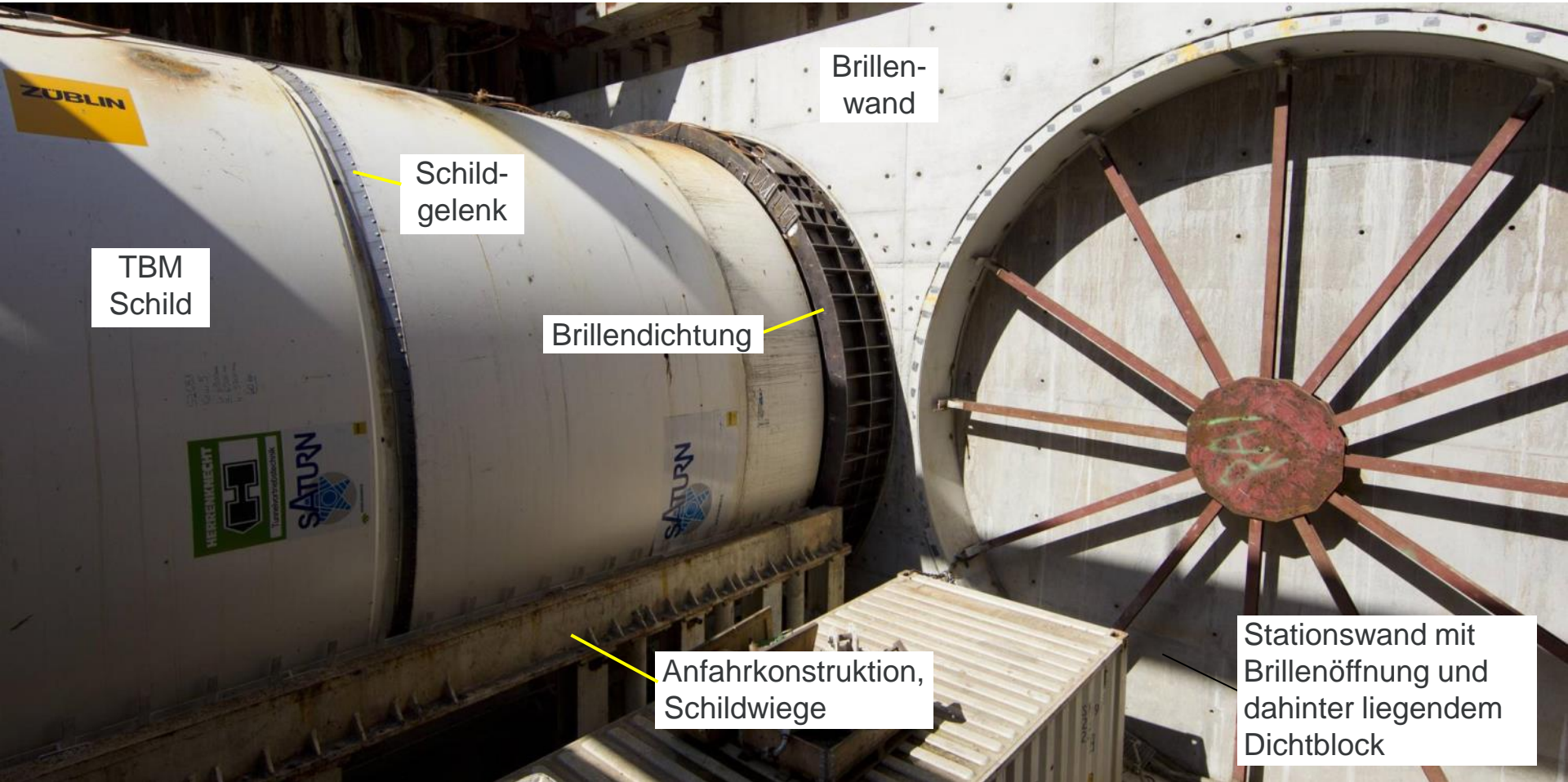
Projekt-  
vorstellung

Vortrieb



# Schild Transfer System

Standard Anfahrvorgang



Brillenwand

Schildgelenk

TBM Schild

Brillendichtung

Anfahrkonstruktion, Schildwiege

Stationswand mit Brillenöffnung und dahinter liegendem Dichtblock



Stationstransfer

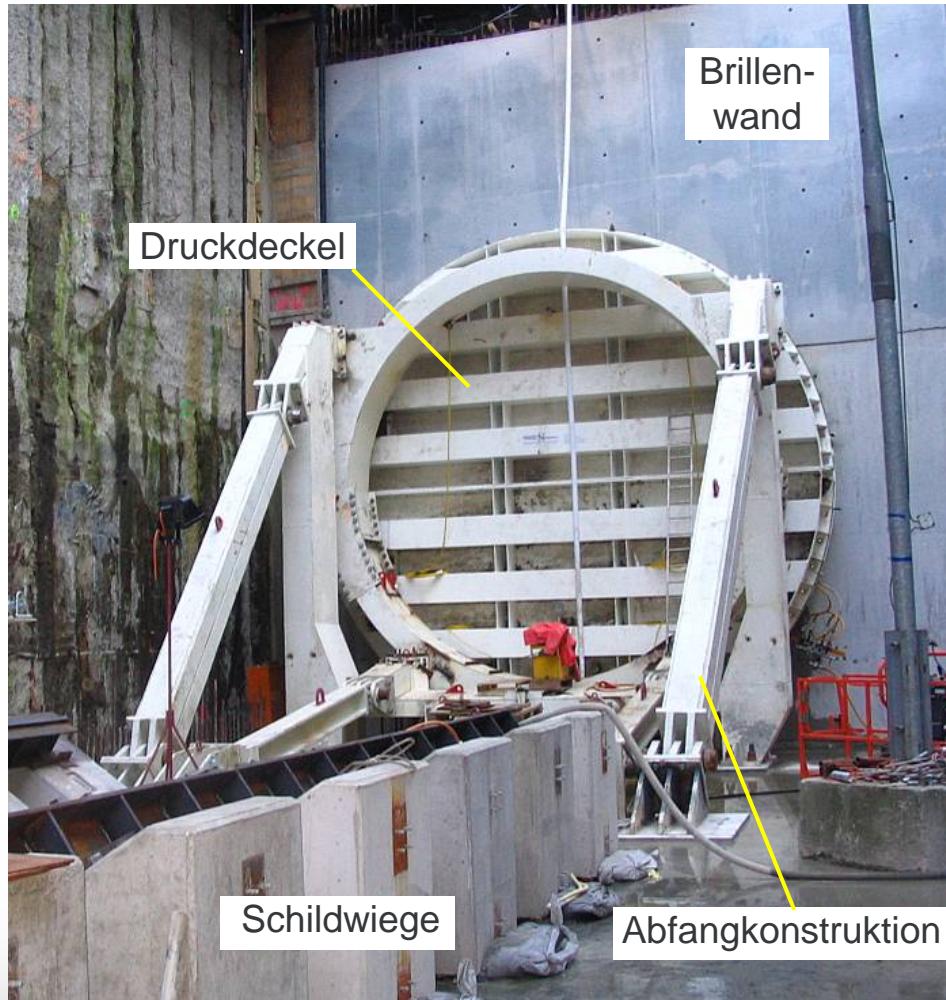
Projektvorstellung

Vortrieb



# Schild Transfer System

## Standard Zielvorgang



Stationstransfer

Projekt-  
vorstellung

Vortrieb





# Schild Transfer System

Warum STS?



Stationstransfer

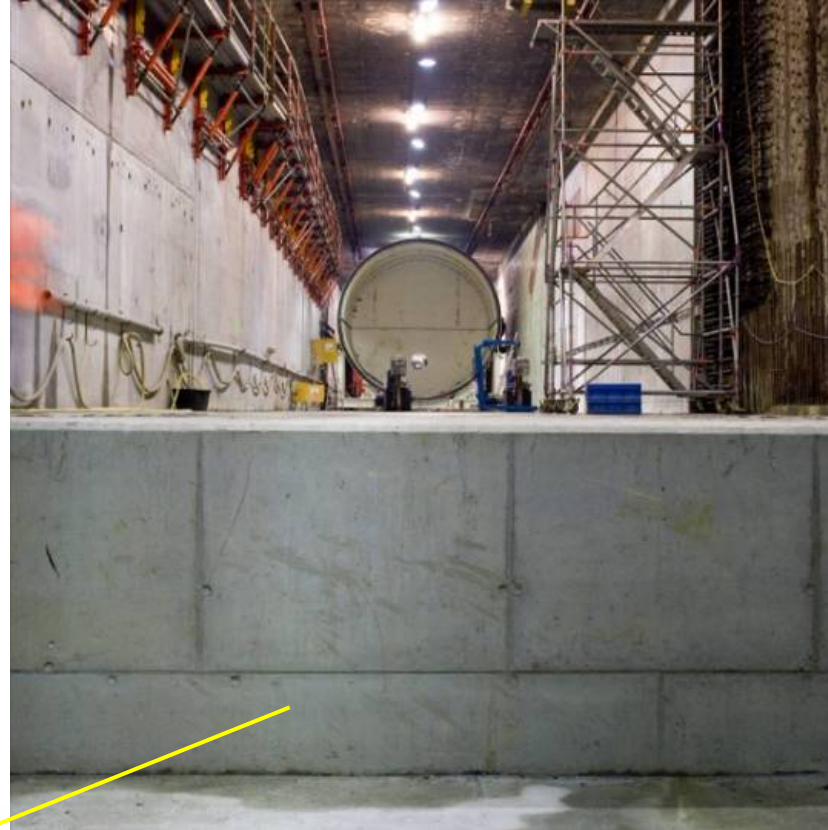
Projekt-  
vorstellung

Vortrieb



# Schild Transfer System

Warum STS?



bis 1,65 m Stufe

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

Vortrieb

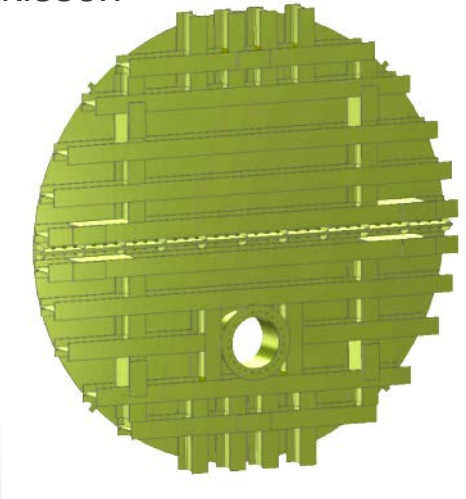
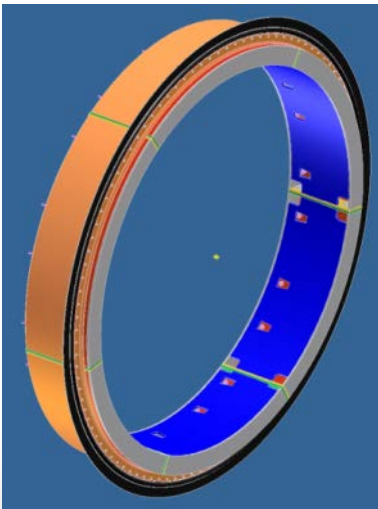
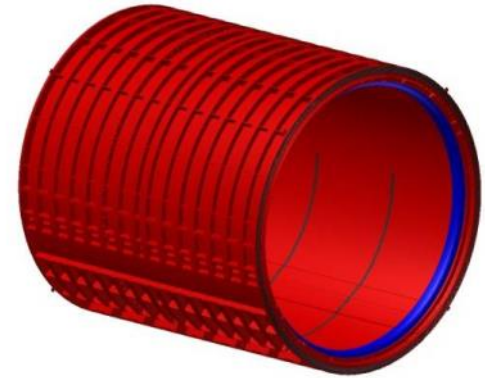
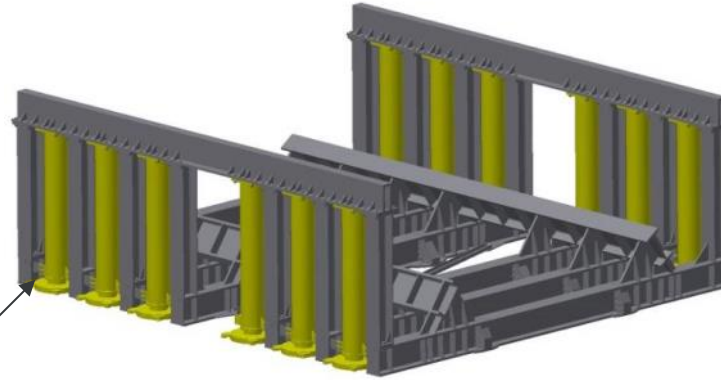


# Schild Transfer System

## Bauteile STS



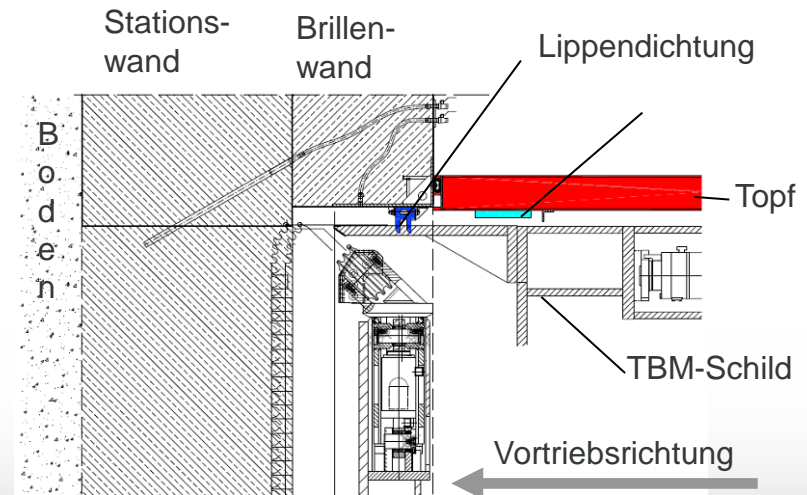
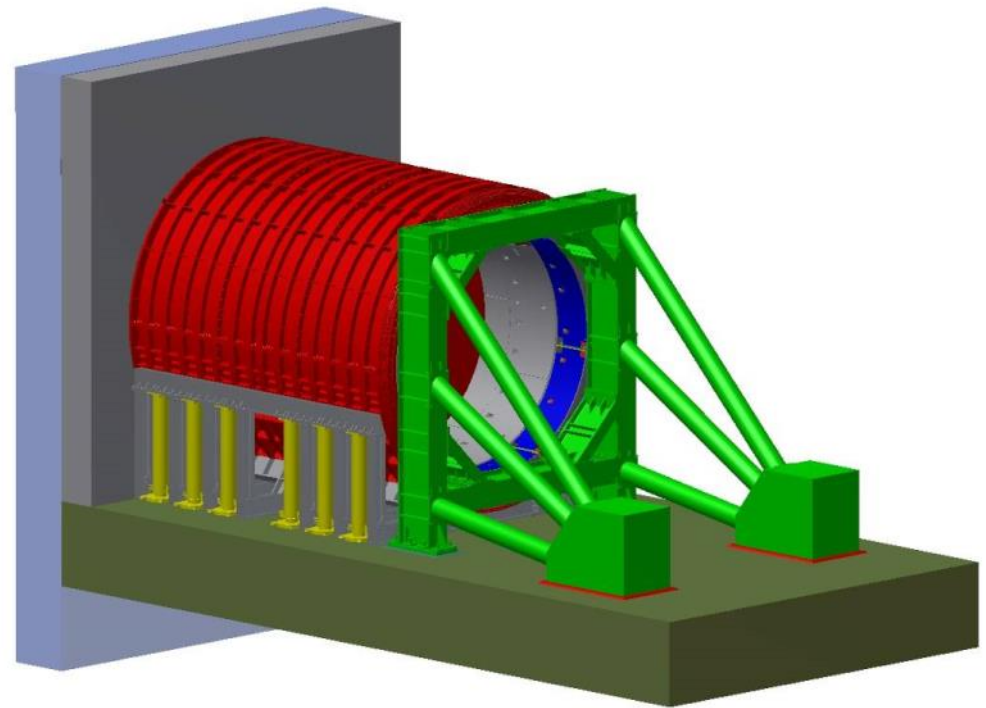
Hydraulikpressen  
+ Luftkissen





# Schild Transfer System

## Startvorgang



Stationstransfer

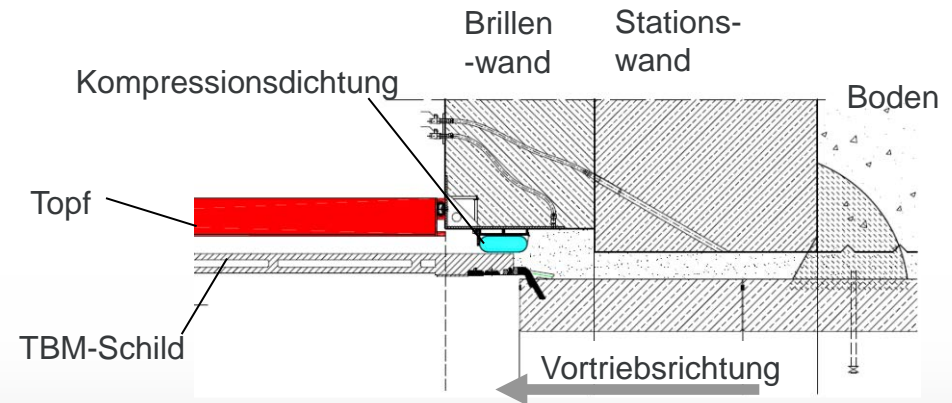
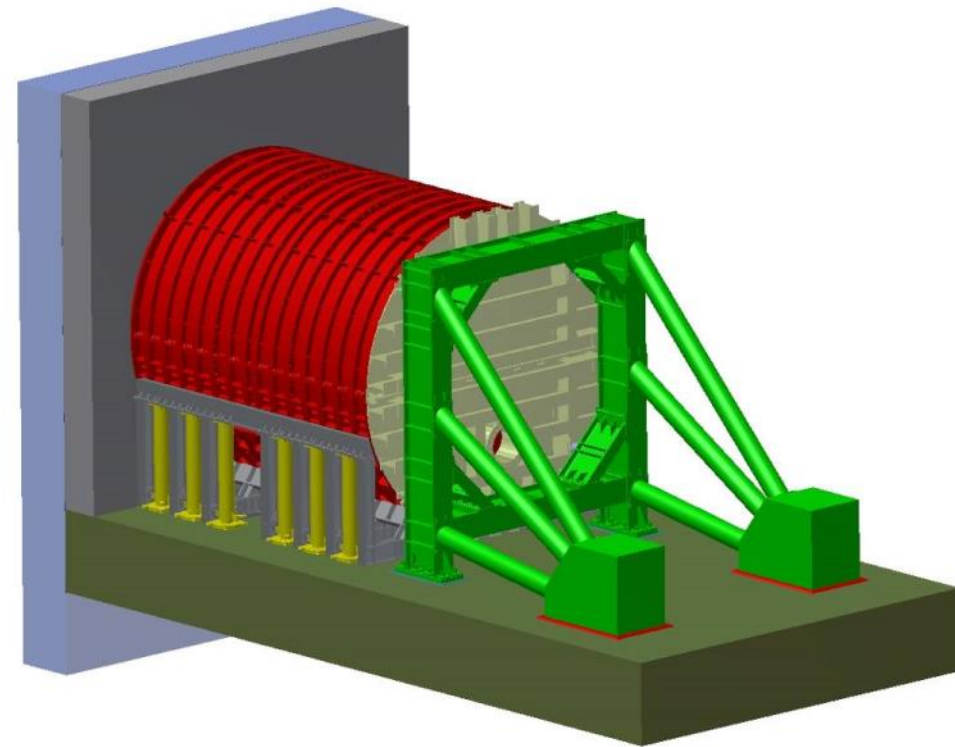
Projekt-  
vorstellung

Vortrieb



# Schild Transfer System

Zielvorgang



5% Auffahrtoleranz

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

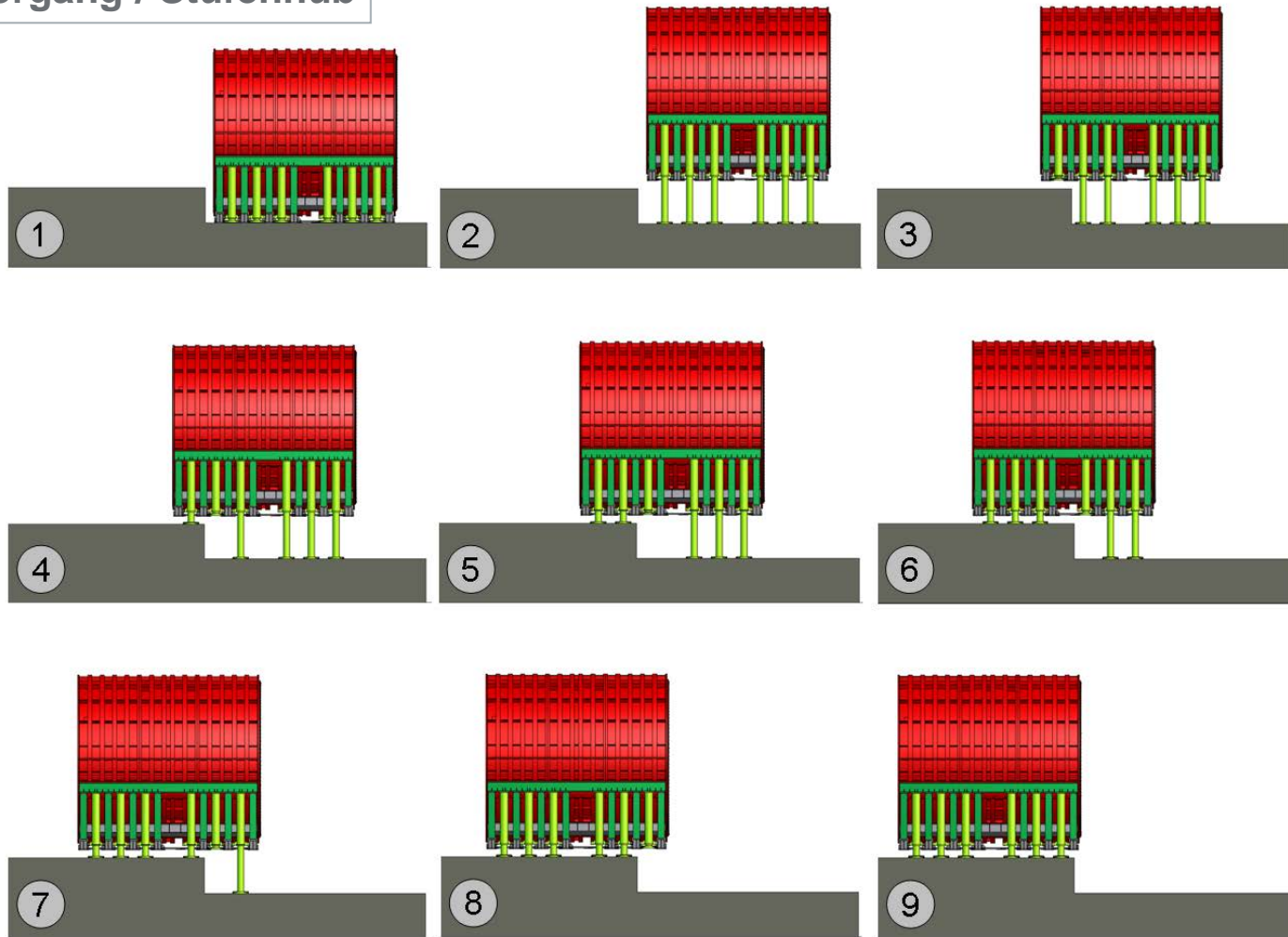
Vortrieb



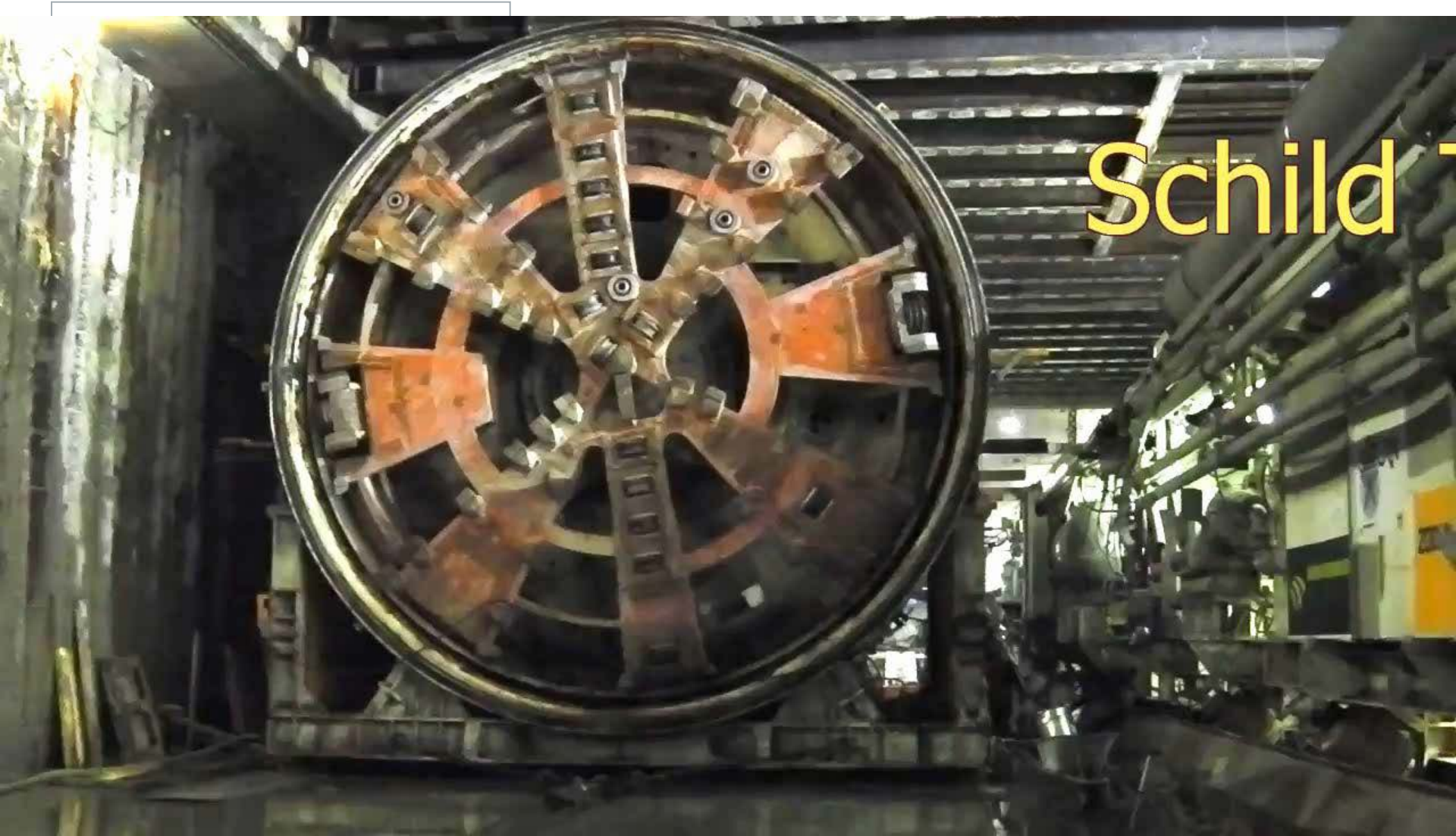


# Schild Transfer System

## Schreitvorgang / Stufenhub



# Schild Transfer System



Schild

Stationstransfer

Projekt-  
vorstellung

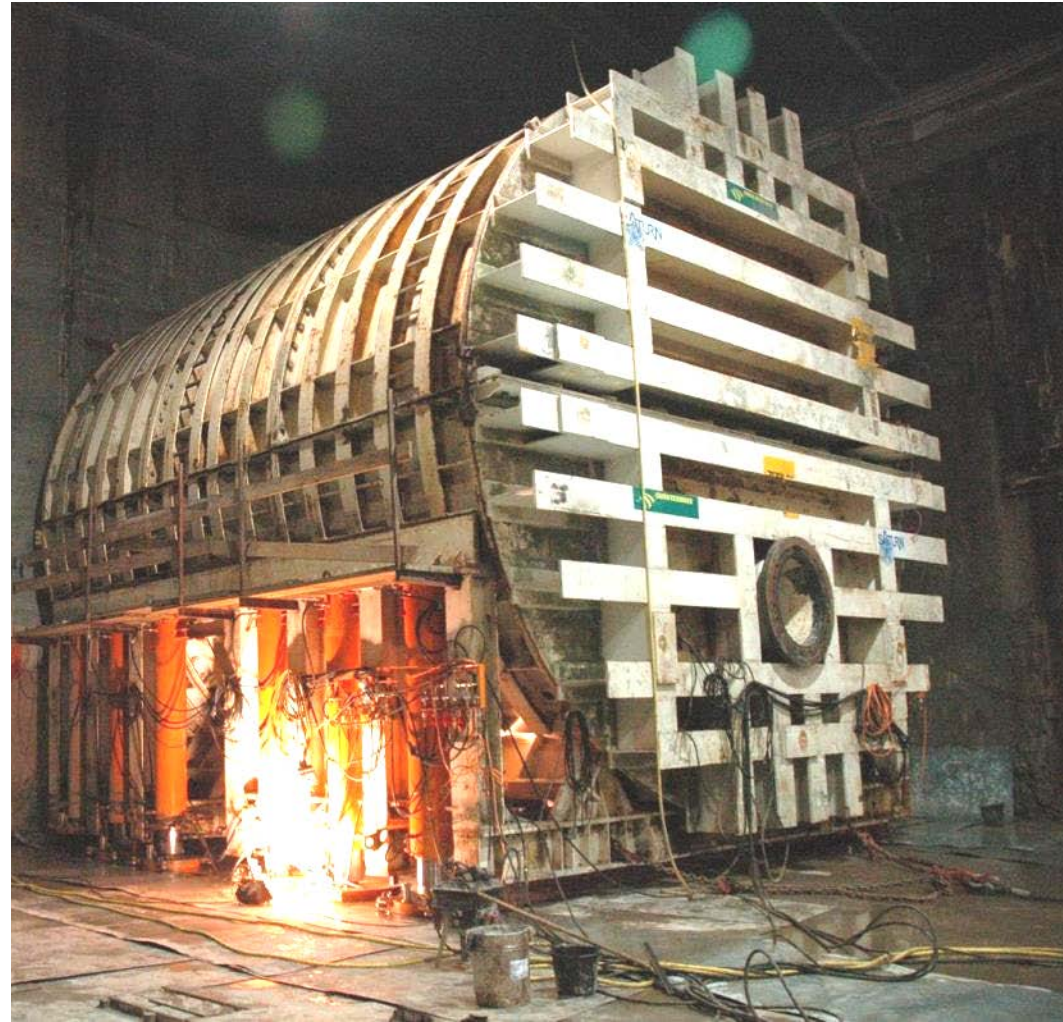
Vortrieb





# Schild Transfer System

## Schreitvorgang / Stufenhub



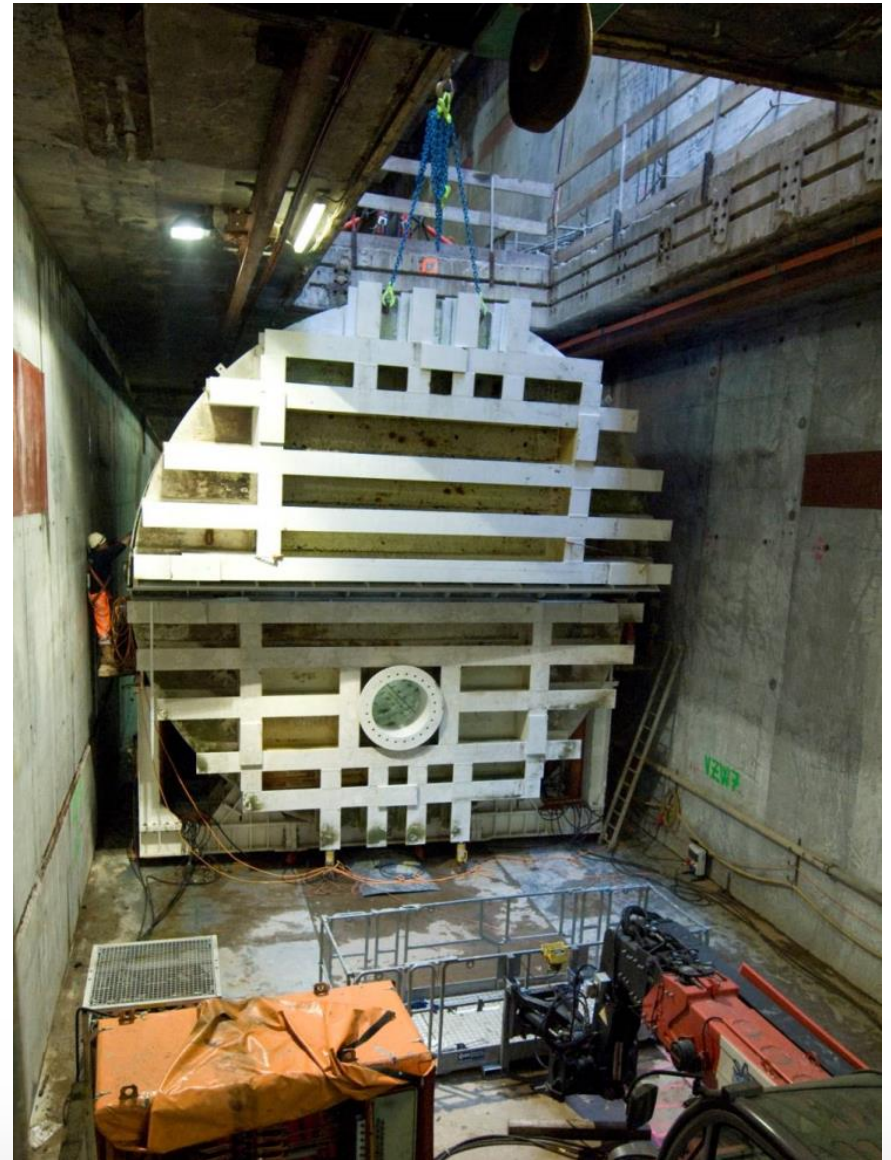
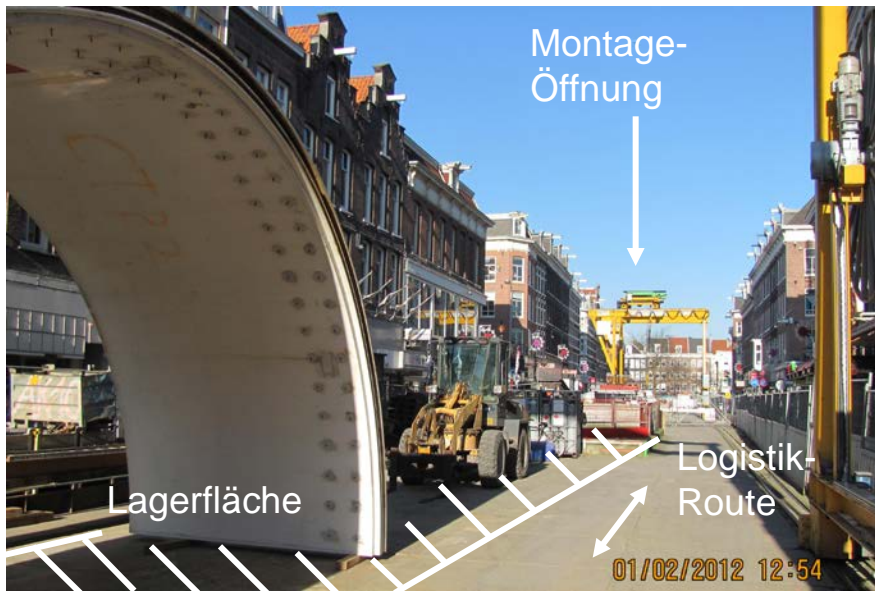
Stationstransfer

Projekt-  
vorstellung

Vortrieb





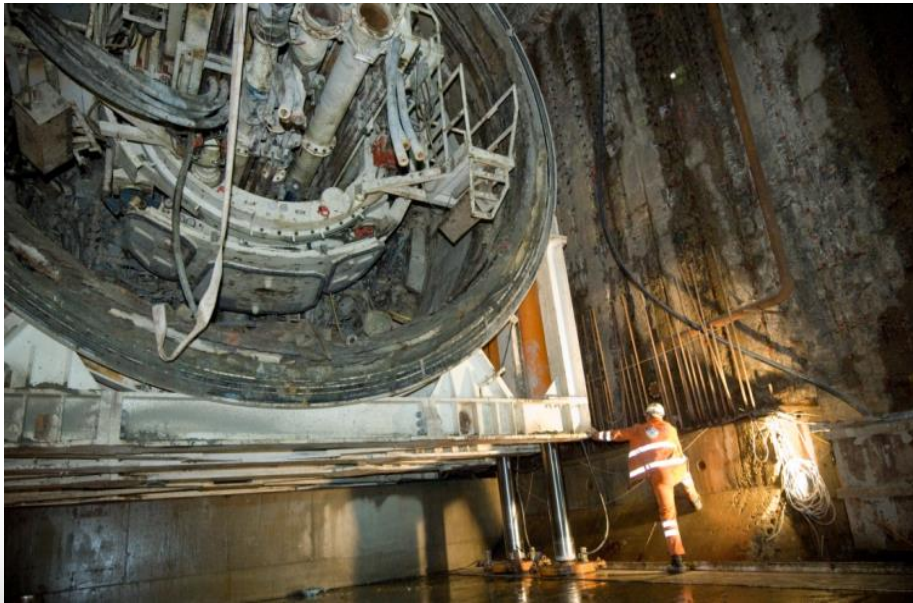


Stationstransfer

Projekt-  
vorstellung

Vortrieb





Stationstransfer

Projekt-  
vorstellung

Vortrieb





# Schild Transfer System

## Resümee

- Es ist eine maßgeschneiderte Lösung für ein spezielles Projekt.
- Die Verschmelzung von herkömmlicher Brillendichtung, kurzem Dichttopf und außen liegendem Dichtblock in einen langen stählernen Drucktopf für Start- und Zielvorgänge der TBM hat sich bewährt und stellt eine mögliche Alternative zu den üblichen Dichtsystemen dar.  
24/08/2011 10:12
- Die Handhabung ist deutlich aufwendiger und damit teurer als herkömmliche Lösungen, wenn man es rein auf den Bau der Tunnelröhren bezieht.
- Unter den gegebenen Randbedingungen war es aber die technisch sinnvollste Lösung.
- Für zukünftige Projekte mit ähnlichen Anforderungen ist eine ganzheitliche Einschätzung aller Risiken, Herstellungskosten und Zeitfaktoren für den Bau der Stationen sowie den Bau der Tunnelstrecken vorzunehmen, um über den möglichen Einsatz des Schild Transfer Systems zu entscheiden.  
30/08/2



## 2 Vortrieb

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

Vortrieb

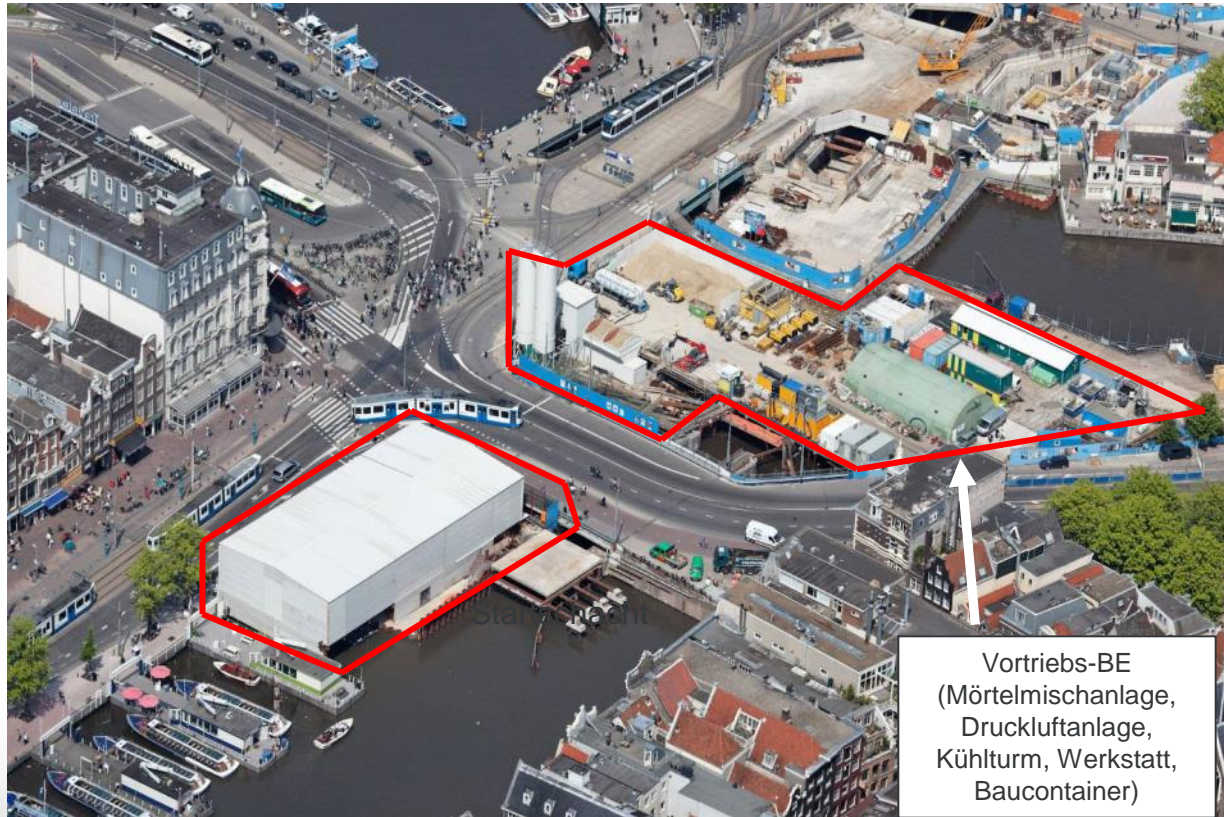


# Startschacht vor dem Amsterdamer Hauptbahnhof

## BE-Flächen im Norden

### 1. Startschacht am Damrak (direkt vor dem Hauptbahnhof)

- Startschacht im Wasser
- Übrige BE als Brücke oberhalb des Wassers



Vortrieb

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

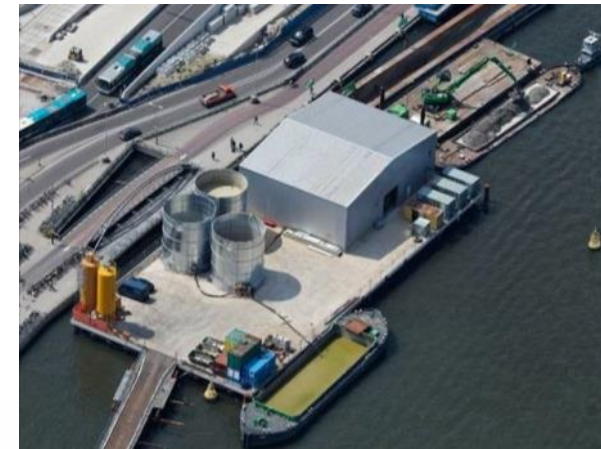


# Startschacht vor dem Amsterdamer Hauptbahnhof

## BE-Flächen im Norden (ursprüngliche Vortriebsreihenfolge)

### 2. Separieranlage im „Ij“ (hinter dem Hauptbahnhof) und Lagerplatz „Noorderhoofd“

- Keine direkte Lagerfläche im Bereich des Startschachtes
- Lagerfläche Noorderhoofd zur Andienung von Material zum Startschacht per Boot (Tübbing etc.)
- Weitere Lagerfläche „Sixhaven“ im Norden von Amsterdam



Vortrieb

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer



# Anlieferung + Montage der TBM`s





# Öffentlichkeit



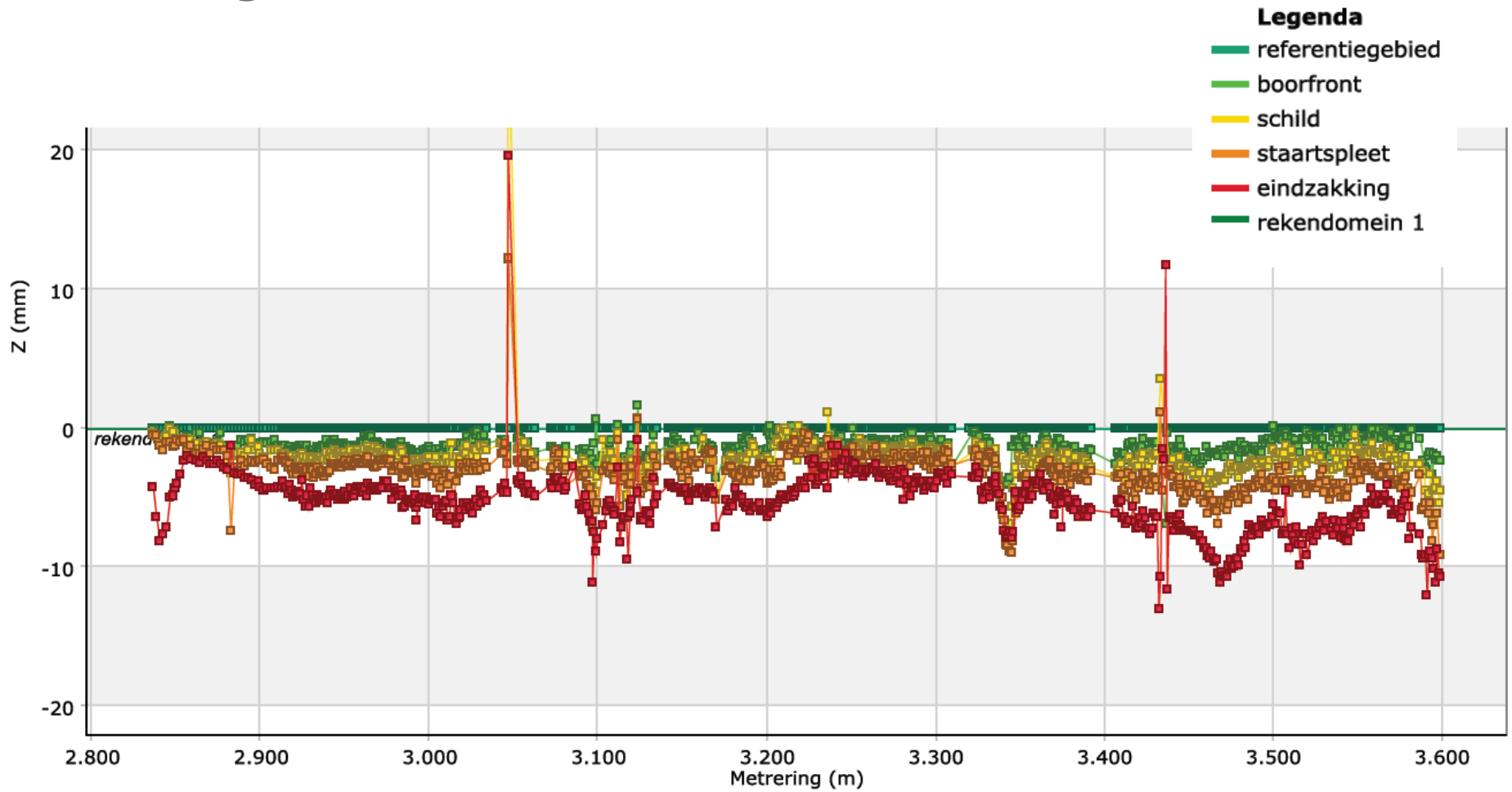
Vortrieb

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer



# Setzungen



Vortrieb

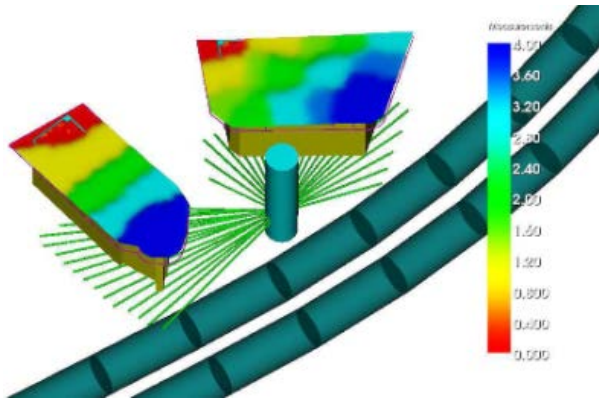
Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer





# Hebungsinjektionen

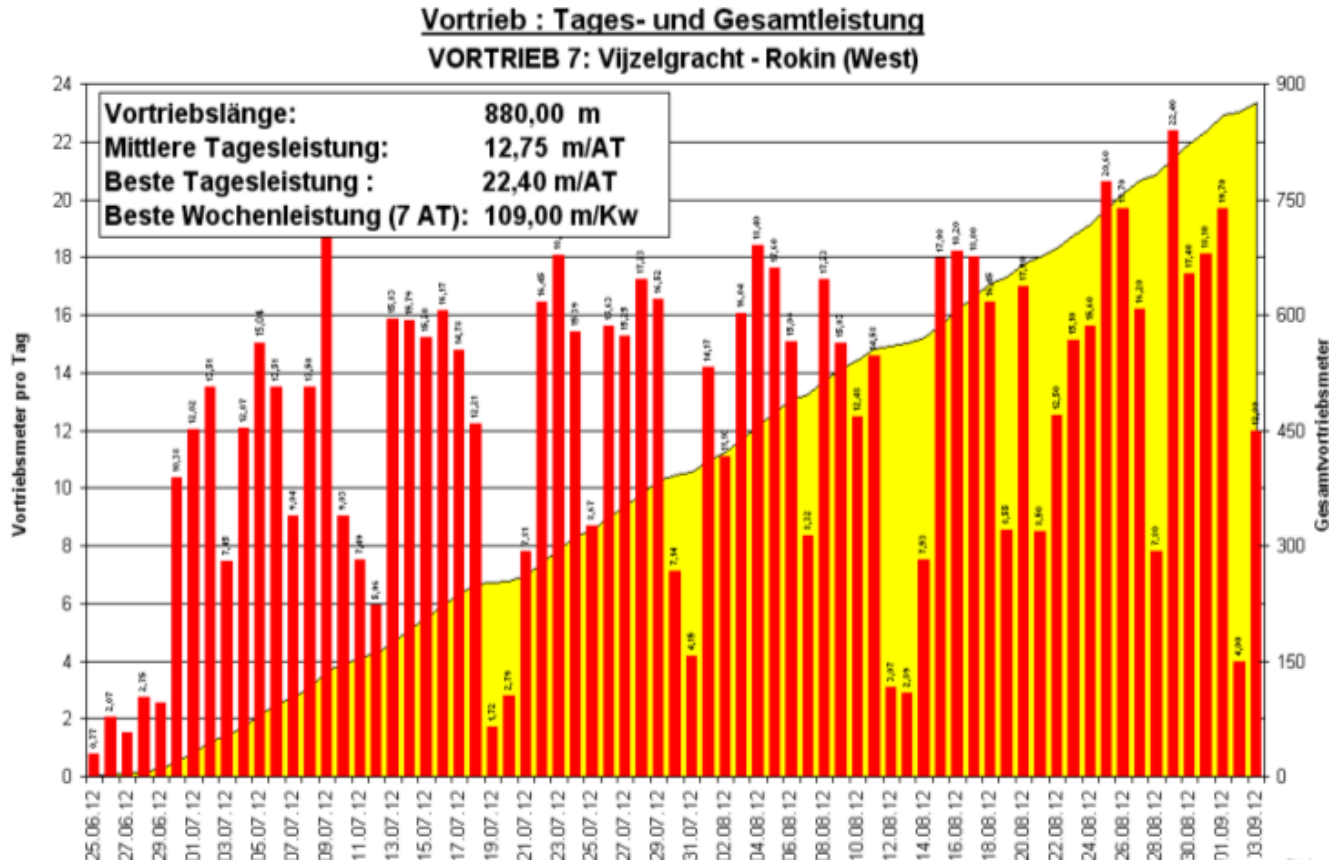


Vortrieb

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

# Vortriebsleistung



Vortrieb im Sand: Mittel 15 m/d, in Spitze 26,9 m/d, pro Woche 144,8 m/Kw

Vortrieb im Klei: Mittel 12,5 m/d, in Spitze 22,6 m/d, pro Woche 123,8 m/Kw

Vortrieb

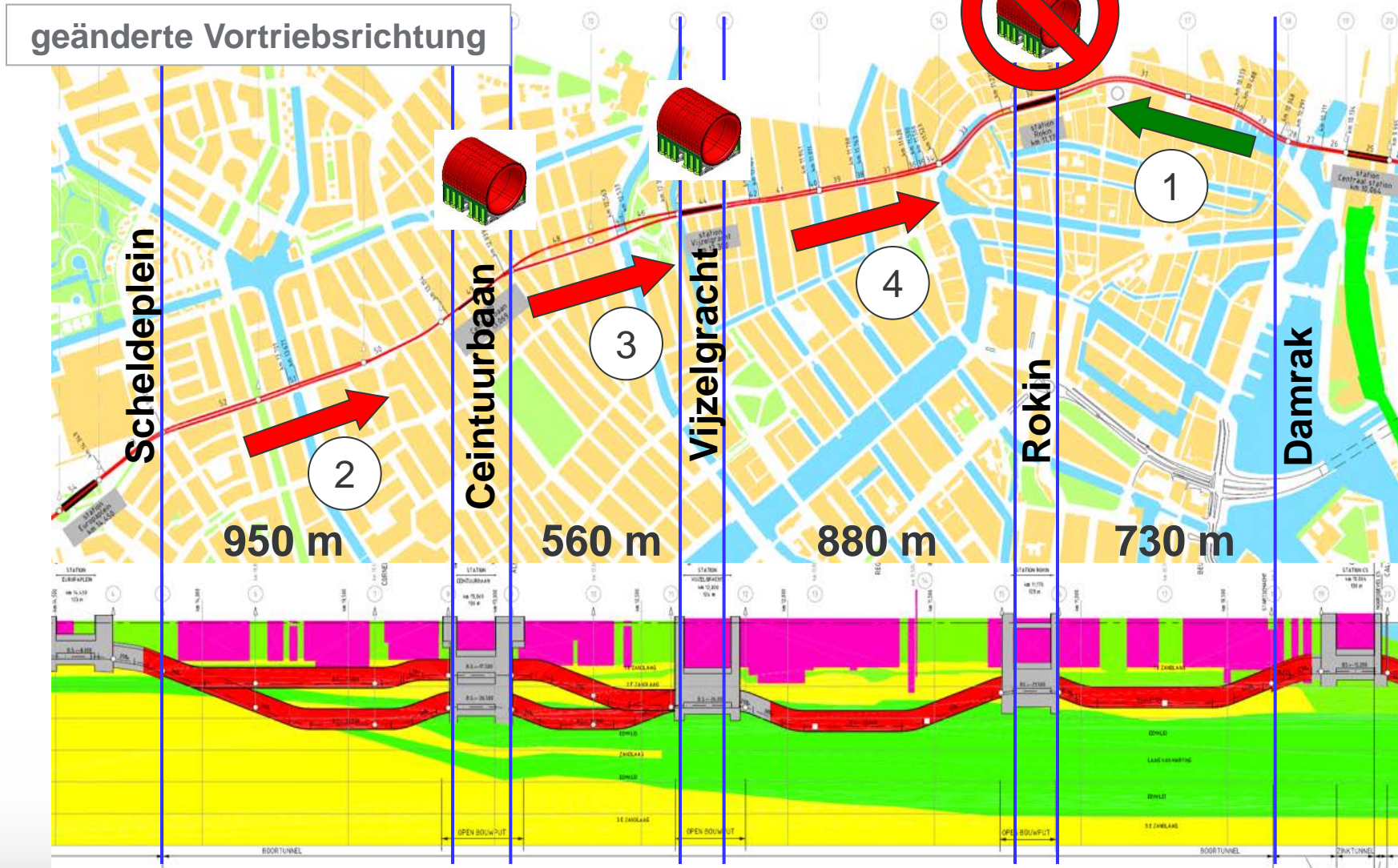
Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer





# Tunnelvortriebe und STS - Einsätze



Vortrieb

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer



# Stationsanschluß Rokin

Ausbruch TBM



Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

Vortrieb





# Stationsanschluß Rokin

Fertiger Stationsanschluss



Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

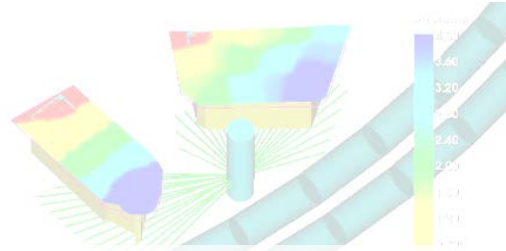
Vortrieb





# Vortrieb

## Resümee



- Ein kurzer Schild, ein Schneidrad mit geringem Verklebungspotential und optimierten Abbaukammerbereich reduzieren das Potential der vortriebsbedingten Vorsetzungen und Stillstände.
  - Wesentlich für für Verhinderung kritischer Setzungen ist die Steuerung der Ringspaltmörtelverpressung (Druckhaltung, Kontrolle der Massenbilanz).
  - Mehrfaches Vorheben (Vergüten) des Bodens vorab und über längere Zeiträume reduziert die Kompensations- und Nachinjektionsphase deutlich.
- ➔ Alle getroffenen Maßnahmen zur Minderung des Setzungsrisikos führten zu einer Ausführung auf der sicheren Seite liegend.

Vortrieb

Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer





# Stand Übergabe 2013



Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

Vortrieb



# Aktueller Stand 03/2015



Quelle Bilder: <http://www.amsterdam.nl/noordzuidlijn/>



Projekt-  
vorstellung

Stationstransfer

Vortrieb



# Durchschlag ! Ankunft TBM in Station Ceintuurbaan



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

