

Cäcilienbrücke, Oldenburg

Bericht vor dem Verkehrs- und Bauausschuss der Stadt Oldenburg, 8.12.14



Aufnahme: WSA Bremen

Erweiterte Machbarkeitsuntersuchung



DR. SCHIPPKE + PARTNER



IMS Ingenieurgesellschaft mbH



ib
Ingenieurberatung
Bröggehoff

Cäcilienbrücke

Bericht zur erweiterten Machbarkeitsuntersuchung



Quelle: Luftbild WSA Bremen

Sachstand 30.10.2014

Auftraggeber

Wasser- und Schiffsamt Bremen
Franziseck 5
28199 Bremen

P140302



DR. SCHIPPKE + PARTNER



IMS Ingenieurgesellschaft mbH

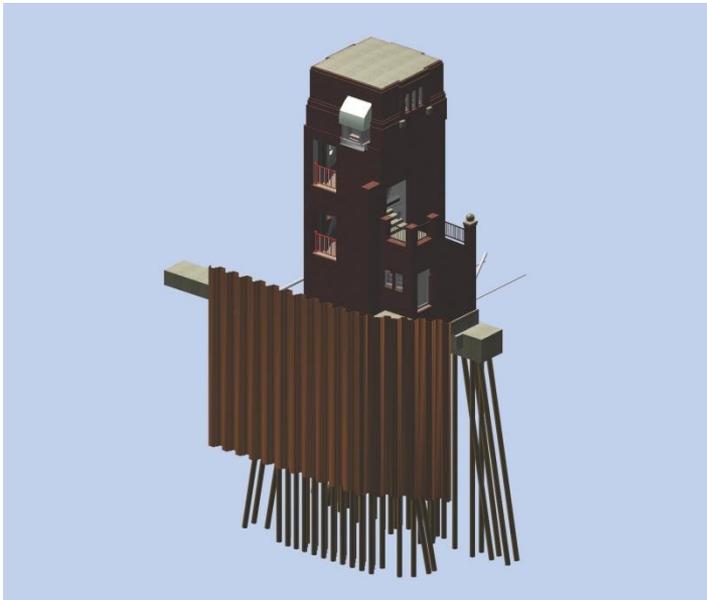
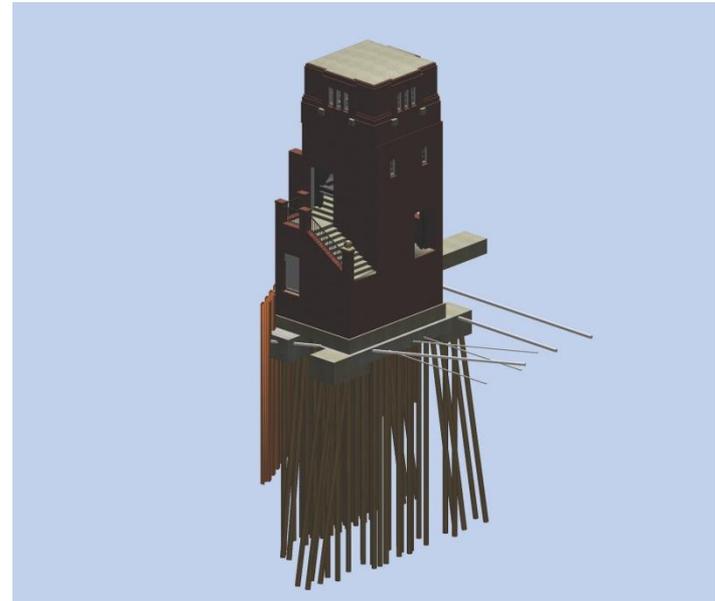


ib
Ingenieurberatung
Bröggehoff

Inhaltsverzeichnis

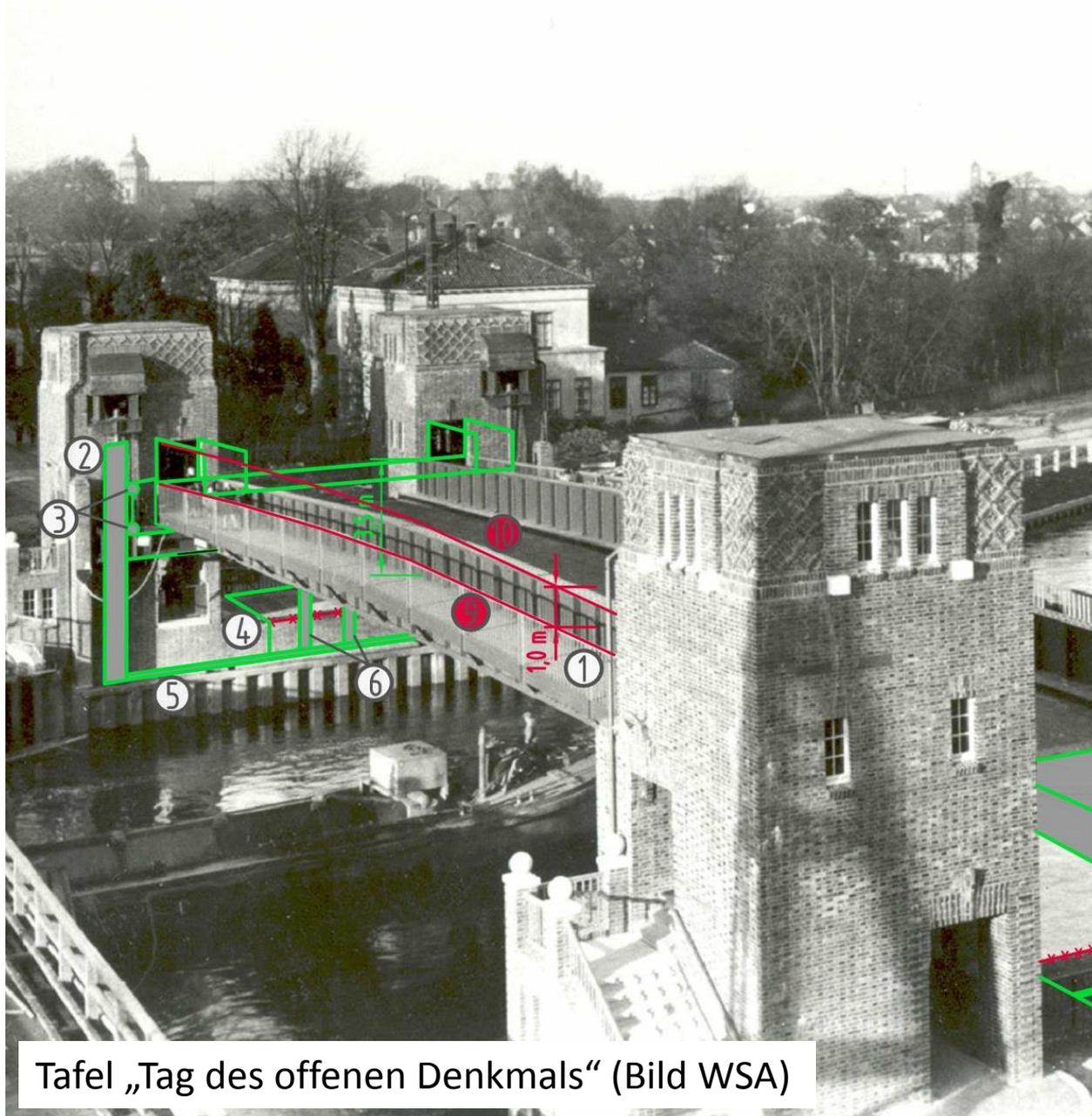
Inhalt	Seite
Deckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	2
Bildverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Anlagenverzeichnis	5
Unterlagenverzeichnis	6
Vorschriften- und Literaturverzeichnis	7
1 Grundlagen	8
1.1 Ausgangslage	8
1.2 Aufgabenstellung	10
1.3 Allgemeines	10
1.4 Anforderungen an die Sanierungsvarianten	11
1.5 Vorgehensweise	12
2 Variante 1, Teil-Ersatz der Brücke	14
2.1 Beschreibung	14
2.2 Technische Machbarkeit	15
2.2.1 Mauerwerkstürme	15
2.2.2 Antriebstechnik und Maschinenbau	16
2.2.3 Gründung	19
2.2.4 Hubbrücke/Überbau	24
2.3 Risikoabschätzung	27
2.4 Kosten	30
2.4.1 Baukosten	30
2.4.2 Unterhaltungskosten	30
2.4.3 Betriebskosten	31
3 Variante 2, 1:1-Ersatz der Brücke	32
3.1 Beschreibung	32
3.2 Technische Machbarkeit	32
3.2.1 Mauerwerkstürme	32
3.2.2 Antriebstechnik	33
3.2.3 Gründung	35
3.2.4 Hubbrücke/Überbau	36
3.3 Risikoabschätzung	38
3.4 Kosten	39
3.4.1 Baukosten	39
3.4.2 Unterhaltungskosten	40
3.4.3 Betriebskosten	40
4 Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Teil-Ersatz und 1:1-Ersatz	41
4.1 Vorgehensweise	41
4.2 Kostenvergleich	42
5 Stellungnahme	45
Schlußblatt	46
Anlagen	

Bestand

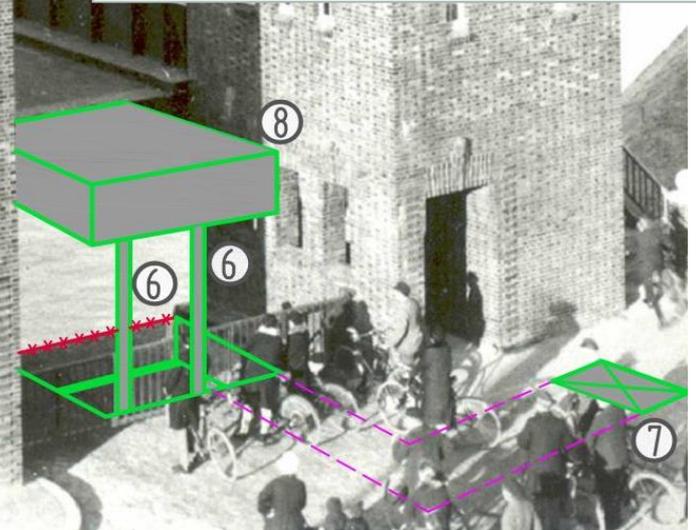


Quelle: Animation IB

Variante 1: Idee Angelis/Baak/Brick (ABB)



- ① gepl. Huberhöhung um 1,0 m auf 4,5 m
- ② seitliche Brückenführung
- ③ Seitenführungsrollen
- ④ Maschinenkeller
- ⑤ Spundwandkopfträger
- ⑥ Hubzylinder
- ⑦ Zugang mit Einstiegs Luke zum Maschinenkeller
- ⑧ Verlagerungsträger für Hubzylinder
- jetzige Hubhöhe die auch zukünftig im Normalfall angefahren wird - Begehung möglich
- geplante Hubhöhe die zukünftig im Sonderfall angefahren werden kann - Begehung nicht möglich



Tafel „Tag des offenen Denkmals“ (Bild WSA)

Variante 1 (ABB)

„Es sind deutliche Schäden im Mauerwerk, insbesondere in den oberen Bereichen der Türme, festgestellt worden, so dass die erforderliche Substanz des Mauerwerks für eine Sanierung dort nicht mehr vorhanden ist und diese Teilbereiche des Mauerwerks gänzlich abgetragen werden müssen. Auch die anderen Bereiche des Mauerwerks zeigen zum Teil erhebliche Schädigungen, u.a. breite Risse, feine Haarrisse, abgeplatzte Steine und offene Fugen.“

Die Schäden an den Mauerwerkstürmen gehen zurück auf:

- Überbeanspruchung durch Zug- und Scherkräfte
- Feuchtigkeitseintritt
- Aussinterungen
- Korrosion an den im Mauerwerk eingebetteten Stahleinbauten
- Sprengwirkung durch Salze

Variante 1 (ABB)

„Um bei den Mauerwerkstürmen eine Lebensdauer von weiteren 80 Jahren zu gewährleisten, sind die folgenden Sanierungsmaßnahmen erforderlich.“

- Rückbau geschädigter Bereiche und detailgerechter Wiederaufbau
- Austausch schadhafter Steine
- Sanierung der Risse
- Neuverfugung
- Abdeckung der Mauerwerksvorsprünge

ferner:

- Mauerwerksinjektionen gegen Durchfeuchtung (Korrosionsschutz Stahleinbauten)

Variante 1 (ABB)

„Zusätzlich zu den bereits durchgeführten sehr umfangreichen Untersuchungen ... werden ... weitere Untersuchungen empfohlen.“

- Struktur und Zustand
- Verteilung von Feuchte und gelösten Salzen
- Korrosionsprozess Stahleinbauten

Hubtürme, Mauerwerk (IB)

Variante 1 (ABB)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Erhaltung der Hubtürme	<ul style="list-style-type: none">• weiterer Untersuchungsbedarf• lückenhafte Baubestandsunterlagen• Dauerhaftigkeit fraglich (Korrosion)• Auffälligkeit sanierten Mauerwerks• angepasst kurze Prüfindervalle

Variante 2 (1:1-Ersatz)

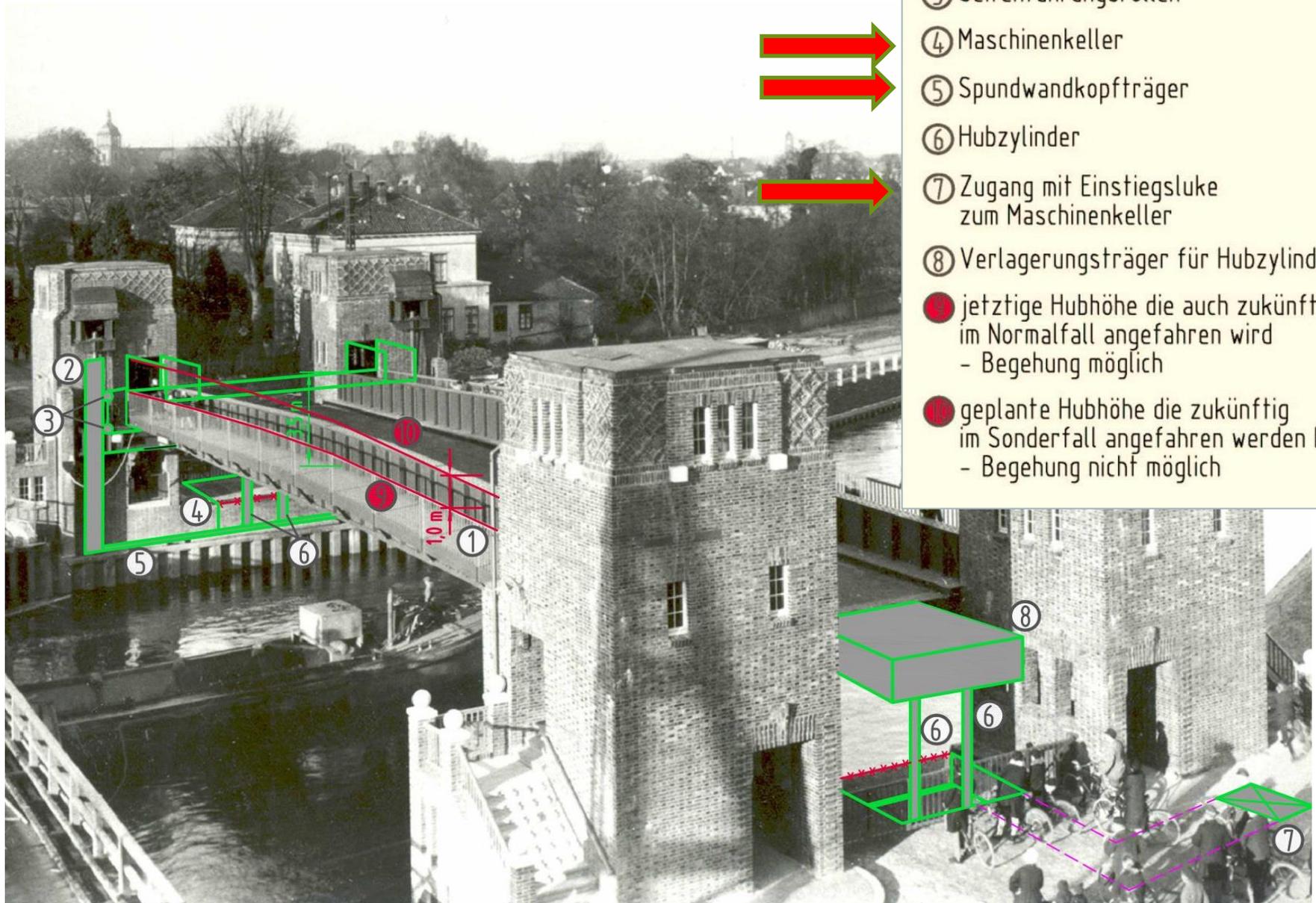
<ul style="list-style-type: none">• Neubau nach Stand der Technik• reguläre Prüfindervalle	<ul style="list-style-type: none">• Rückbau aller Türme
---	---

Schätzkosten

[Mio. €], ohne Aufschläge, netto	Var. 1 (ABB)	Var. 2 (1:1-Ersatz)
Hubtürme	1,0	0,7

Gründung (IMS)

Variante 1 (ABB)



- ① gepl. Huberhöhung um 1,0 m auf 4,5 m
- ② seitliche Brückenführung
- ③ Seitenführungsrollen
- ④ Maschinenkeller
- ⑤ Spundwandkopfträger
- ⑥ Hubzylinder
- ⑦ Zugang mit Einstiegs Luke zum Maschinenkeller
- ⑧ Verlagerungsträger für Hubzylinder
- jetzige Hubhöhe die auch zukünftig im Normalfall angefahren wird - Begehung möglich
- geplante Hubhöhe die zukünftig im Sonderfall angefahren werden kann - Begehung nicht möglich

Variante 1 (ABB)

„Es ... wären die folgenden Arbeitsschritte im Bereich der Gründung erforderlich.“

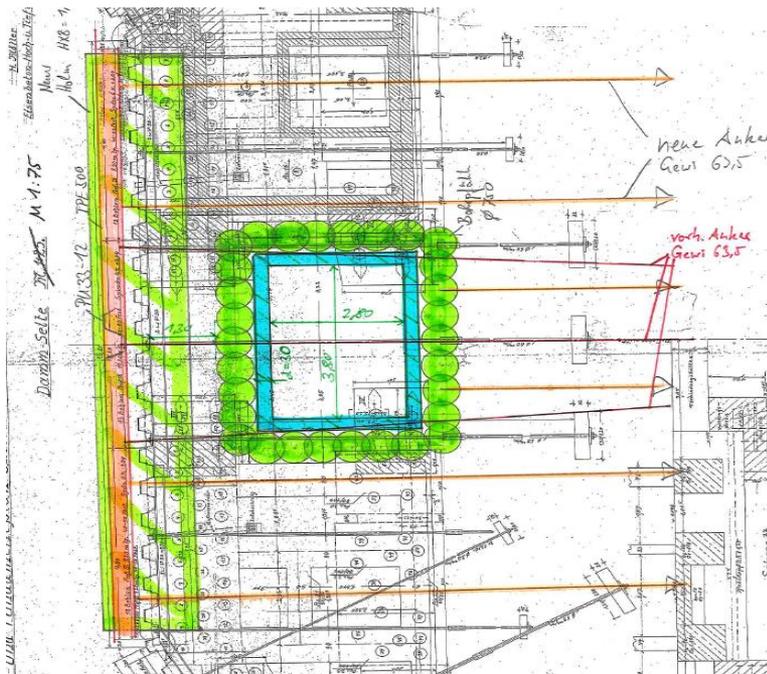
- Ausheben des Überbaus
- Absetzen, Abbrechen und Entsorgung der Gegengewichte
- Erdbau zur Herstellung einer Arbeitsebene zwischen den Türmen
- Unterfangung der Turmfundamente (Düsenstrahlkörper)



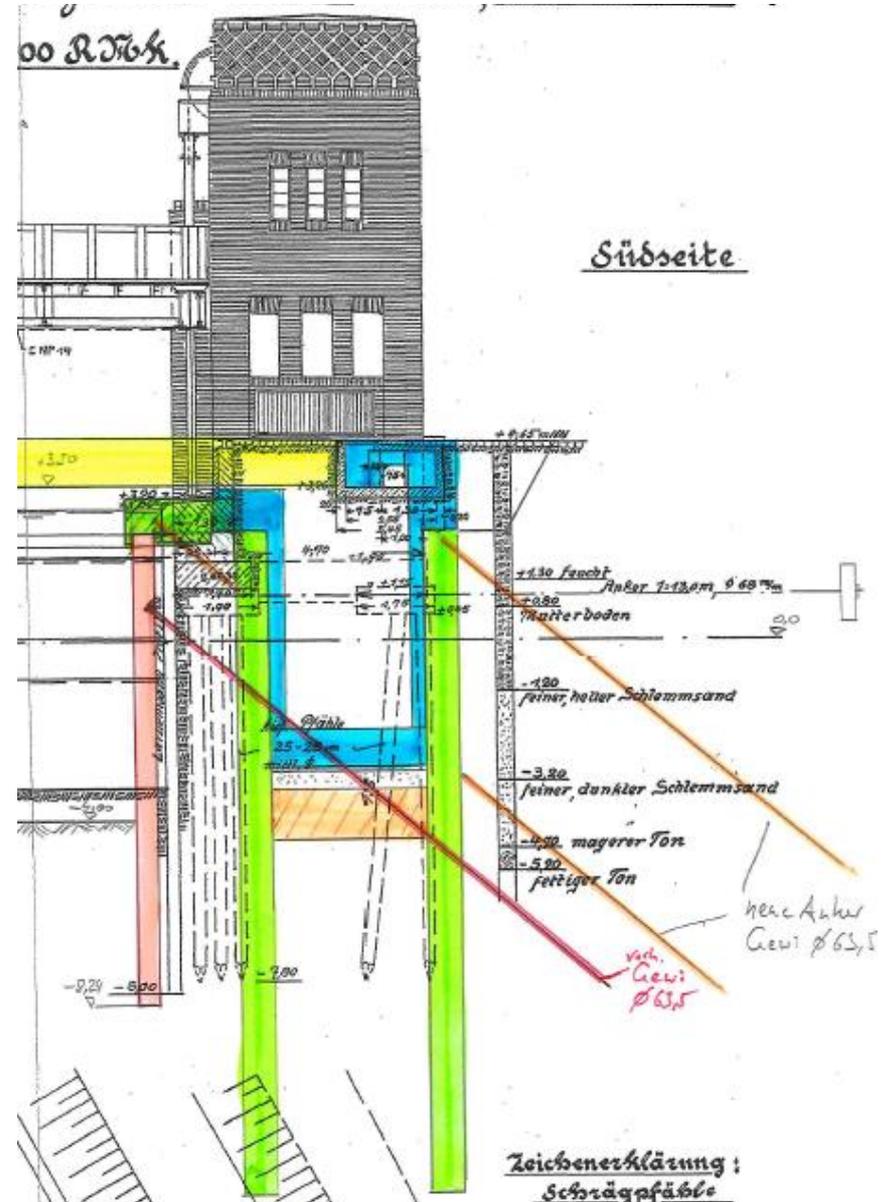
Variante 1 (ABB)

Gründung (IMS)

Skizzen IMS in Bestandsplänen



Horizontalschnitt, Maschinenkeller

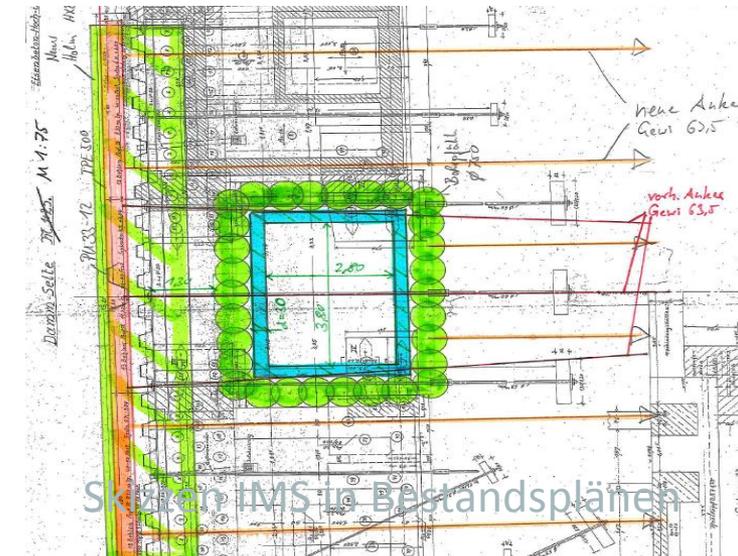
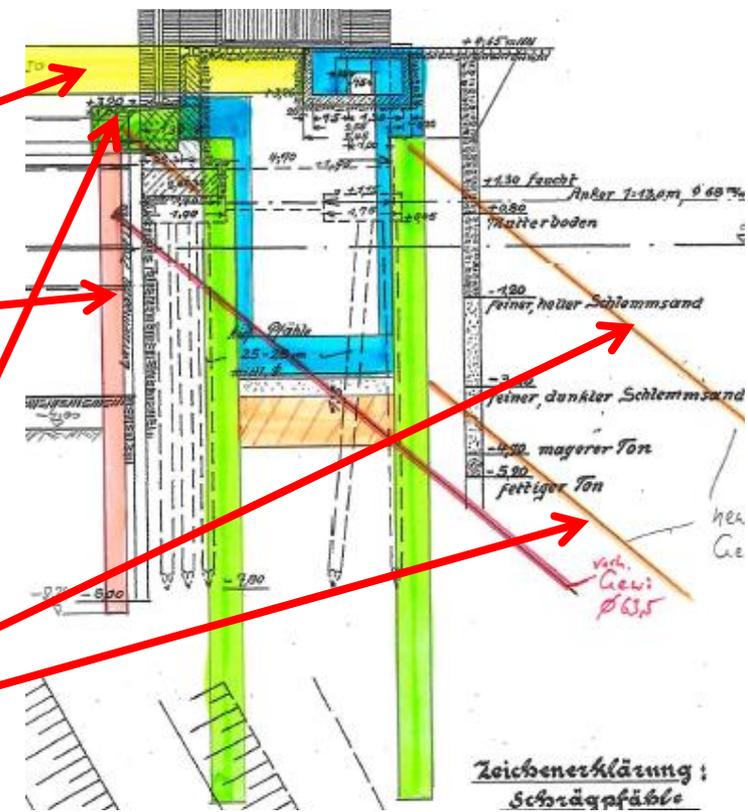


Vertikalschnitt, zwischen den Türmen

Zeichenerklärung:
Schrägpfähle

Gründung (IMS)

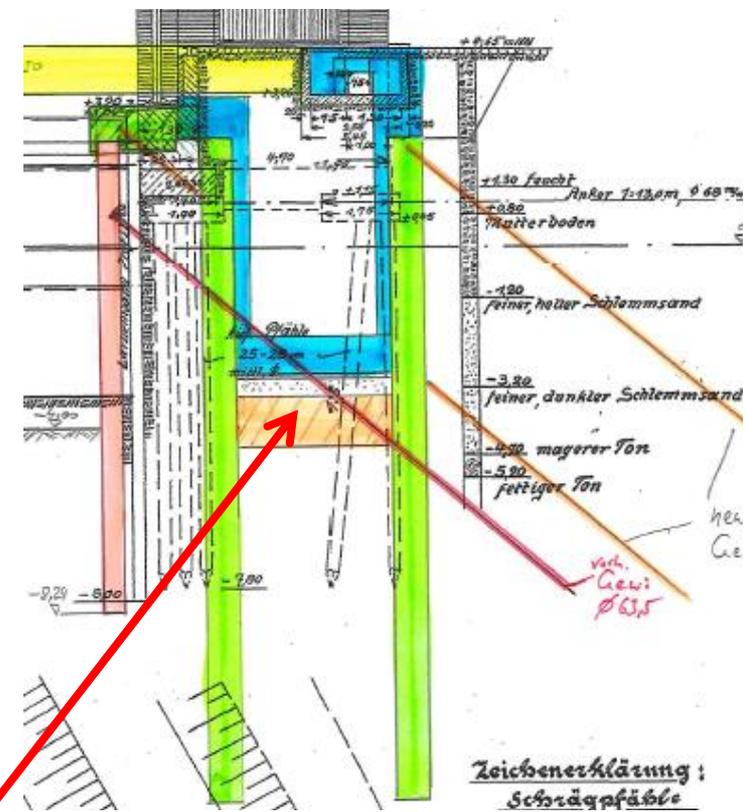
- Abbruch alter Spundwand/Betonbau bis Arbeitsebene
- Herstellen neuer Gründungselemente aus Stahlträgern in Düsenstrahlkörpern zwischen alter und neuer Spundwand
 - zur Lagerung der Brücke und der Hohlkästen der Brückenführung auf einer neuen Widerlagerbank
- Herstellen eines wasserseitigen neuen Gurtholmes aus Stahlbeton
- Herstellen neuer Rückverankerungen



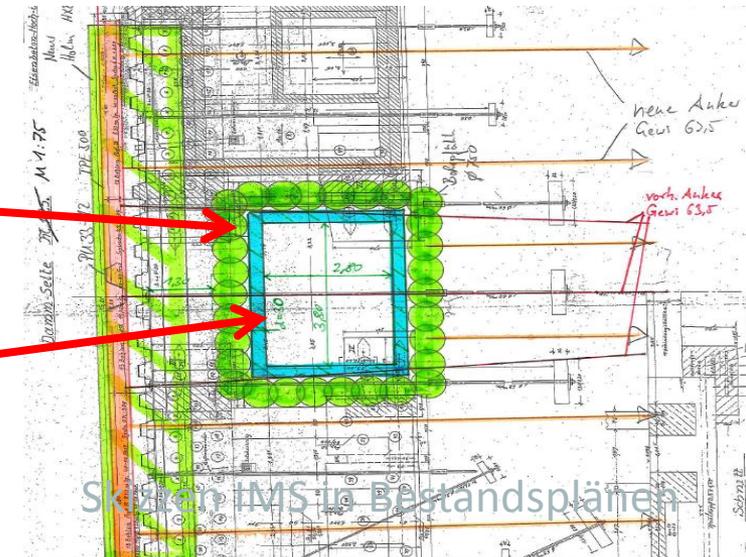
Skizzen IMS in Bestandsplänen

Gründung (IMS)

- Abbruch alter Spundwand/Betonbau bis Arbeitsebene
- Herstellen neuer Gründungselemente aus Stahlträgern in Düsenstrahlkörpern zwischen alter und neuer Spundwand
 - zur Lagerung der Brücke und der Hohlkästen der Brückenführung auf einer neuen Widerlagerbank
- Herstellen eines wasserseitigen neuen Gurtholmes aus Stahlbeton
- Herstellen neuer Rückverankerungen

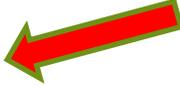


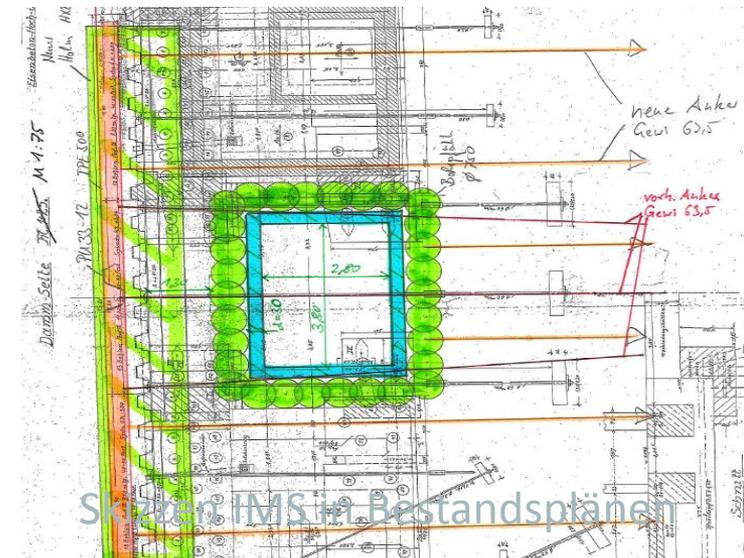
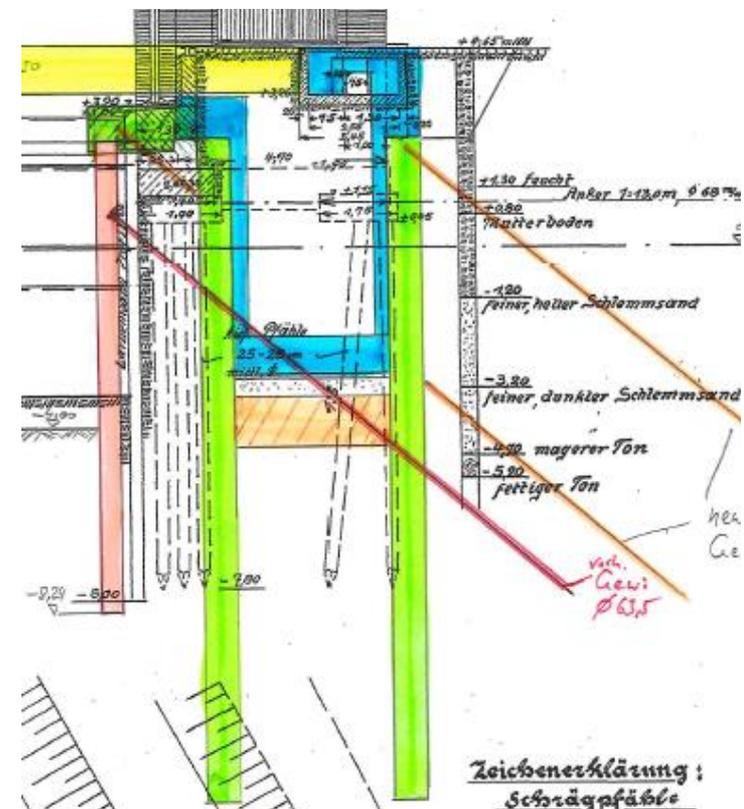
- Herstellen der "wasserdichten" Baugrube aus überschnittenen Bohrpfehlen
- Aushub der Baugrube
- Einbringen der Unterwasserbetonsohle
- Herstellen der Ausbausohle der Maschinenkeller



Skizzen IMS in Bestandsplänen

Gründung (IMS)

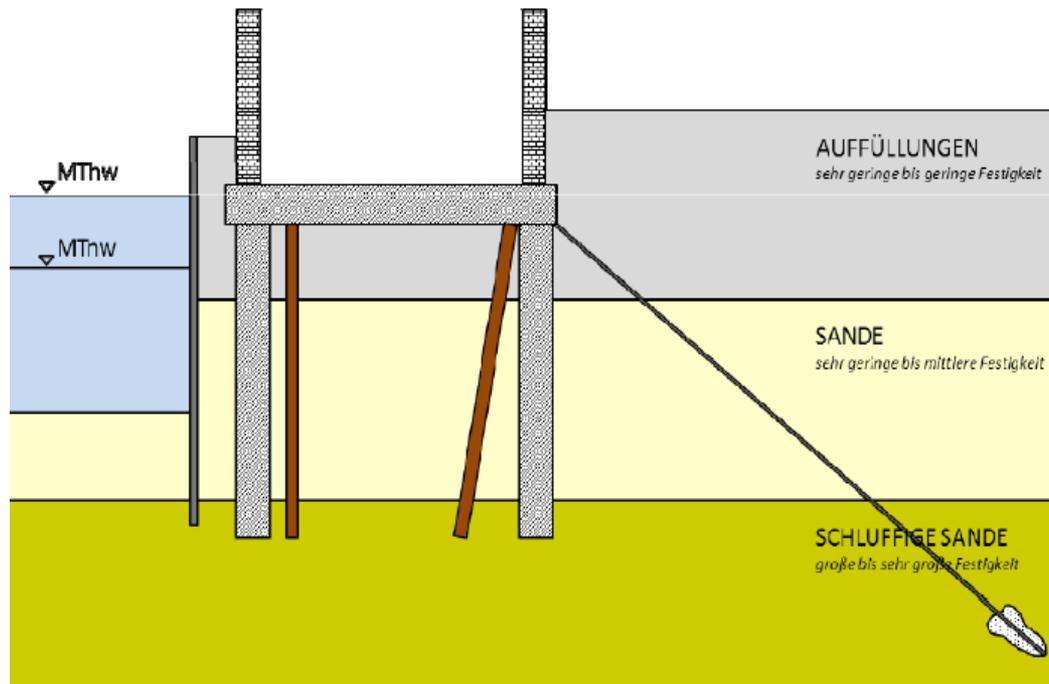
- Abbruch alter Spundwand/Betonbau bis Arbeitsebene
 - Herstellen neuer Gründungselemente aus Stahlträgern in Düsenstrahlkörpern zwischen alter und neuer Spundwand
 - zur Lagerung der Brücke und der Hohlkästen der Brückenführung auf einer neuen Widerlagerbank
 - Herstellen eines wasserseitigen neuen Gurtholmes aus Stahlbeton
 - Herstellen neuer Rückverankerungen
-
- Herstellen der "wasserdichten" Baugrube aus überschnittenen Bohrpfählen
 - Aushub der Baugrube
 - Einbringen der Unterwasserbetonsohle
 - Herstellen der Ausbauschaale der Maschinenkeller
- 
- Herstellen der Zugänge zu den Maschinenkellern



Variante 2 (1:1-Ersatz)

„Die Bauarbeiten erfordern ausreichenden Platz für die Baustelleneinrichtung.“

- Rückbau der Türme und Abbruch der Fundamente
- Ziehen störender Holzpfähle
- Demontage des Überbaus
- Herstellung von 6 Bohrpfählen/Turm und Fundamentplatten, Rückverankerung



Gründung (IMS)

Variante 1 (ABB)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Sanierung der Türme	<ul style="list-style-type: none">• weiterer Untersuchungsbedarf• umfangreiche Beweissicherung• großes Nachtragsrisiko<ul style="list-style-type: none">○ u. A. Bauzeitverlängerung• aufwändige Herstellung der Maschinenkeller<ul style="list-style-type: none">○ Arbeitsfugen unter Grundwasserstand• Lastumlagerung durch Entfall der Gegengewichte• kurze Prüfintervalle, evtl. Monitoring

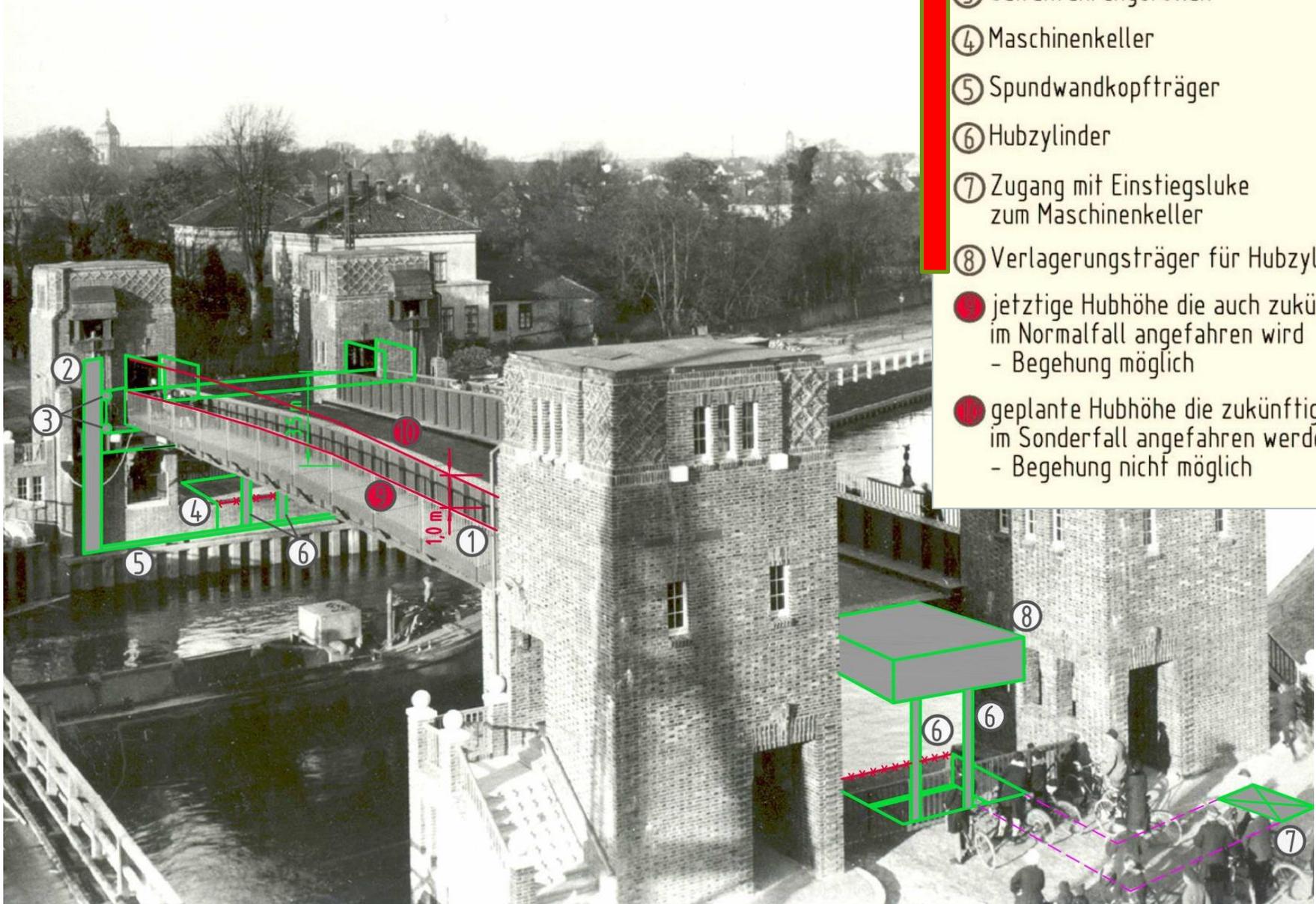
Variante 2 (1:1-Ersatz)

<ul style="list-style-type: none">• geringes Nachtragsrisiko• Neubau nach Stand der Technik• reguläre Prüfintervalle	<ul style="list-style-type: none">• Ramm-/Bohrhindernisse
--	---

Schätzkosten

[Mio. €], ohne Aufschläge, netto	Var. 1 (ABB)	Var. 2 (1:1-Ersatz)
Gründung, von/bis	3,0/3,2	1,0/1,3

Variante 1 (ABB)



- ① gepl. Huberhöhung um 1,0 m auf 4,5 m
- ② seitliche Brückenführung
- ③ Seitenführungsrollen
- ④ Maschinenkeller
- ⑤ Spundwandkopfträger
- ⑥ Hubzylinder
- ⑦ Zugang mit Einstiegs Luke zum Maschinenkeller
- ⑧ Verlagerungsträger für Hubzylinder
- ⑨ jetzige Hubhöhe die auch zukünftig im Normalfall angefahren wird - Begehung möglich
- ⑩ geplante Hubhöhe die zukünftig im Sonderfall angefahren werden kann - Begehung nicht möglich

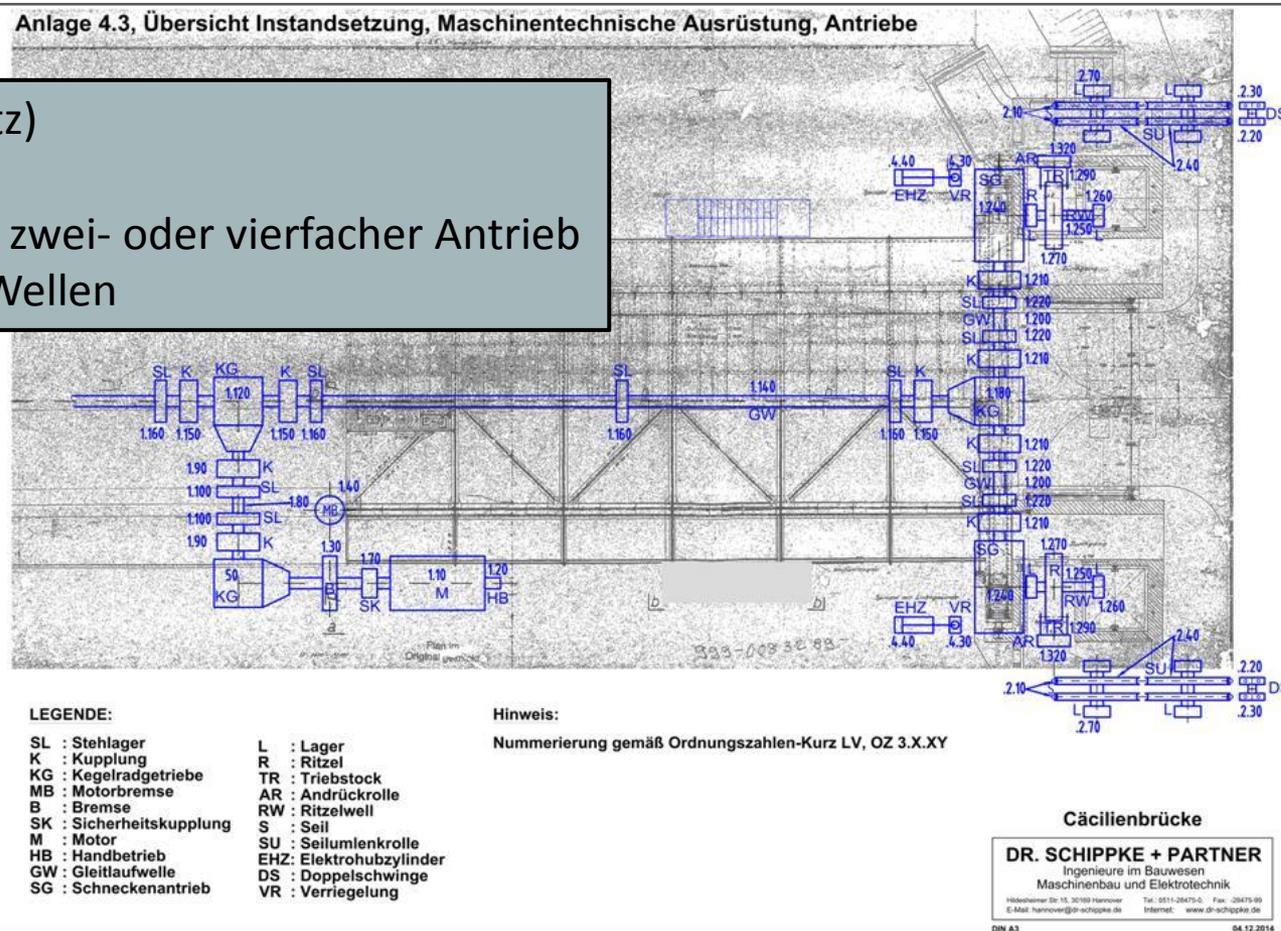
Komponenten

Baugruppe	Var. 1 (ABB)	Var. 2 (1:1-Ersatz)
Antrieb	hydraulisch ○ 4 Hubzylinder	elektromechanisch ○ zentral, 4 Abgänge
Gewichtsausgleich	wird entfernt	durch Gegengewichte

Anlage 4.3, Übersicht Instandsetzung, Maschinentechnische Ausrüstung, Antriebe

Var. 2 (1:1-Ersatz)

ohne Varianten zwei- oder vierfacher Antrieb bei Entfall der Wellen



Maschinenbau, Antriebstechnik (SP)

Komponenten

Baugruppe	Var. 1 (ABB)	Var. 2 (1:1-Ersatz)
Antrieb	hydraulisch <ul style="list-style-type: none"> ○ 4 Hubzylinder 	elektromechanisch <ul style="list-style-type: none"> ○ zentral, 4 Abgänge
Gewichtsausgleich	wird entfernt	durch Gegengewichte

Gleichlaufregelung	Wegmessung	
Führungen	Seitenführungsrollen <ul style="list-style-type: none"> ○ paarweise Längsführungsrollen Führungsschienen Führungsschienträger	Seitenführungsrollen <ul style="list-style-type: none"> ○ einfach Längsführungsrollen Führungsschienen
Verriegelung	Verriegelung in der Endlage für gesamtes Brückengewicht	Verriegelung in der Endlage für Überlast
Zusatzeinrichtungen	Antriebe Wartungsluken Pumpensumpf Belüftung/Heizung Montagekran	
Zugänge	Verriegelungen Maschinenkeller	Verriegelungen Antrieb über Wartungsklappe

Variante 1 (ABB)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Wartung 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausfall Hubzylinder (aufwändige Führung des Hubteils) • Antriebsleistung (220 kW, derzeit 22 kW) • Maschinenkeller, ca. 6 m tief • Betrieb Maschinenkeller <ul style="list-style-type: none"> ○ beengter Arbeitsraum, Zugang ○ Gefährdungen Absturz, Quetschungen • Schallemission

Variante 2 (1:1-Ersatz)

<ul style="list-style-type: none"> • Gewichtsausgleich <ul style="list-style-type: none"> ○ energieeffizient • einfache Steuerung 	<ul style="list-style-type: none"> • regelmäßige Schmierung • Zugänglichkeit zu Bauteilen unter der Fahrbahn <ul style="list-style-type: none"> ○ Wartungsklappen erforderlich
---	--

Schätzkosten

[Mio. €], ohne Aufschläge, netto	Var. 1 (ABB)	Var. 2 (1:1-Ersatz)
○ Maschinenbau, EMSR	2,2	2,0
○ Schiffsanprall	0,2	0,1
○ Fernsteuerung	0,3	0,3
Technische Ausrüstung	2,6 (rd.)	2,4

Überbau/Hubteil (SP)

Variante 1 (ABB)

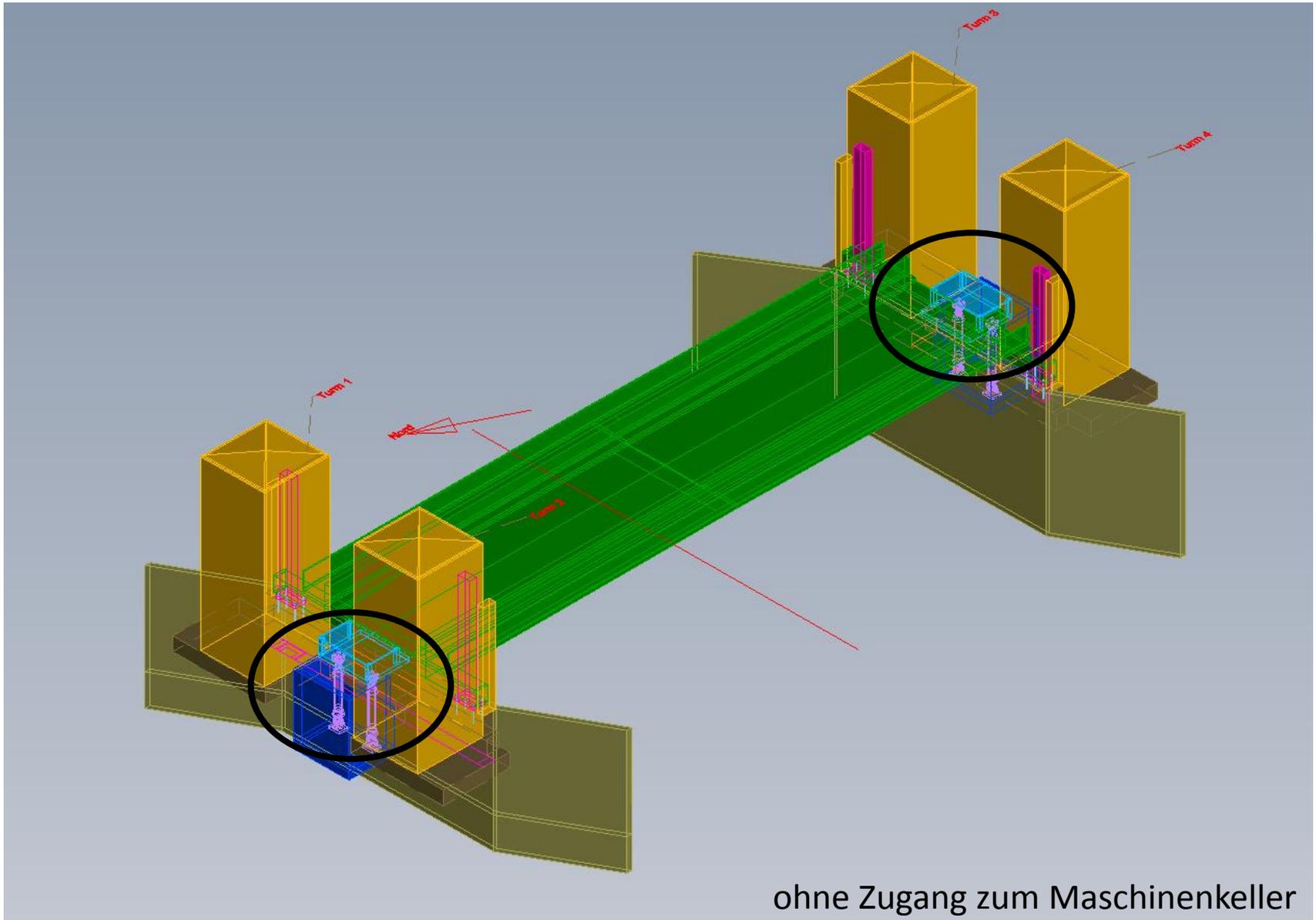


- ① gepl. Huberhöhung um 1,0 m auf 4,5 m
- ② seitliche Brückenführung
- ③ Seitenführungsrollen
- ④ Maschinenkeller
- ⑤ Spundwandkopfträger
- ⑥ Hubzylinder
- ⑦ Zugang mit Einstiegs Luke zum Maschinenkeller
- ⑧ Verlagerungsträger für Hubzylinder
- jetzige Hubhöhe die auch zukünftig im Normalfall angefahren wird - Begehung möglich
- geplante Hubhöhe die zukünftig im Sonderfall angefahren werden kann - Begehung nicht möglich

Überbau/Hubteil (SP)

Variante 1 (ABB)

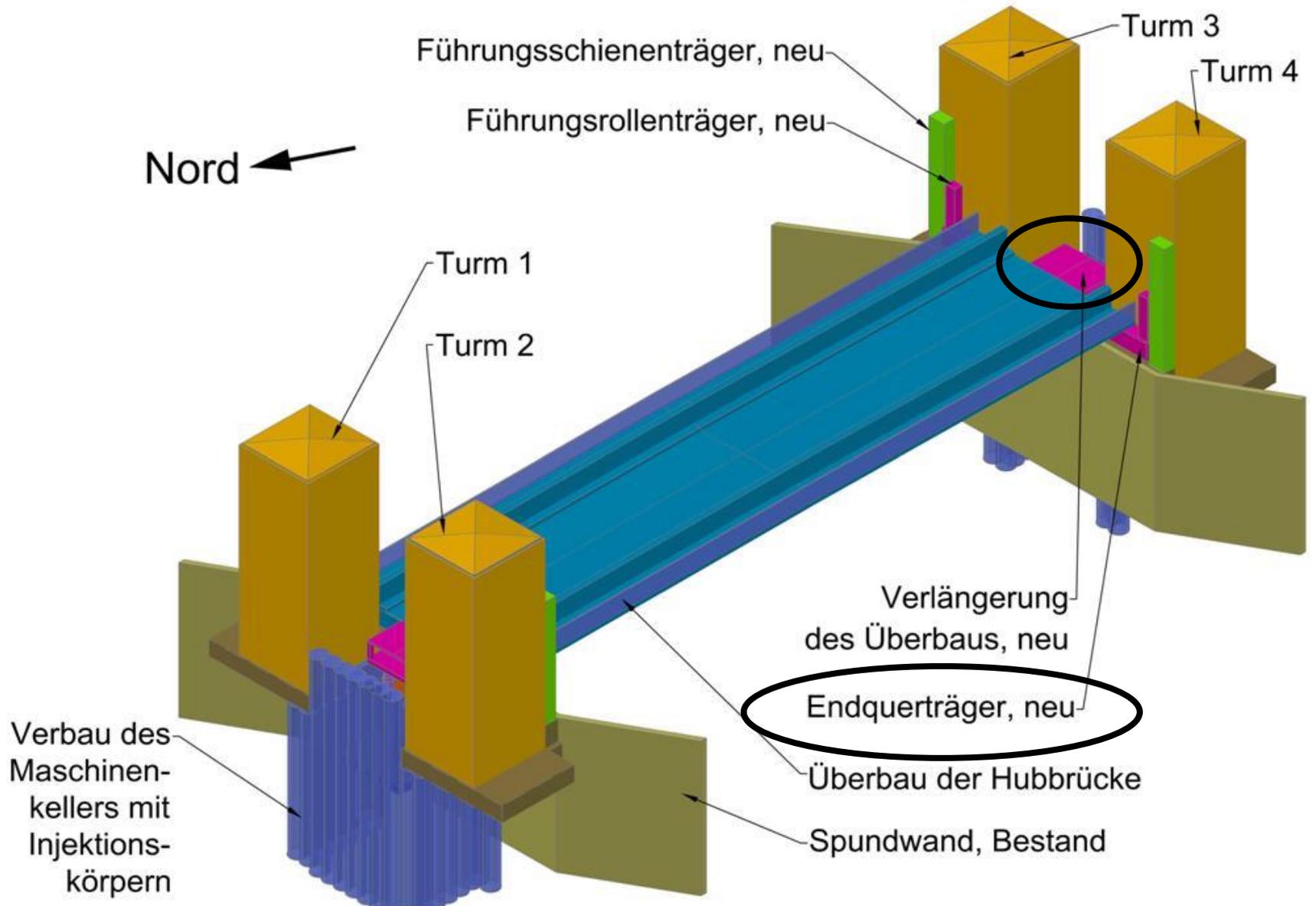
Quelle: 3D-Modell SP



Überbau/Hubteil (SP)

Variante 1 (ABB)

Quelle: 3D-Modell SP



Überbau/Hubteil (SP)

Variante 1 (ABB)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Erhalt des Überbaus	<ul style="list-style-type: none">• weiterer Untersuchungen (u. a. Stahlgüte)• angepasst kurze Prüfintervalle• beengte Querschnitte Fahrbahn/Gehwege• kein ausreichender Sicherheitsabstand zwischen Türmen und Fahrbahn• Verkehrsbeschränkung• Umbau im Bereich der Endquerträger• Restnutzungsdauer

Variante 2 (1:1-Ersatz)

<ul style="list-style-type: none">• Aufhebung Verkehrsbeschränkung• reguläre Prüfintervalle	<ul style="list-style-type: none">• beengte Querschnitte Fahrbahn/Gehwege• kein ausreichender Sicherheitsabstand zwischen Türmen und Fahrbahn
--	--

Schätzkosten

[Mio. €], ohne Aufschläge, netto	Var. 1 (ABB)	Var. 2 (1:1-Ersatz)
Überbau/Hubteil (nur Ertüchtigung)	0,8	1,1 (0,4)

Zusammenfassung

Variante 1 (ABB)

- Der Ertüchtigung (Erneuerung) der Antriebstechnik ist möglich.
- Die Sanierung/Erneuerung der Gründung und Erstellung der Maschinenkeller ist möglich.
 - Der Umfang der Maßnahme kann nicht verbindlich angegeben werden.
 - Das Nachtragsrisiko ist hoch.
- Die Sanierung der Mauerwerkstürme ist möglich.
 - Der Umfang der Sanierung wird sich erst während der Bauausführung ergeben.
 - Das Nachtragsrisiko ist hoch.
- Die erforderlichen Umbaumaßnahmen am beweglichen Überbau sind möglich.
 - Die Lebensdauer des alten Überbaus erhöht sich dadurch nicht.

Variante 2 (1:1-Ersatz)

- Die Außenansicht der Hubtürme ist wie beim bestehenden Bauwerk.
- Die Hubbrücke wird mit neuer Antriebstechnik wieder hergestellt.
 - Die Engstellen (Fahrbahn, Türme) bleiben bestehen.

Zusammenfassung

Schätzkosten, Bau

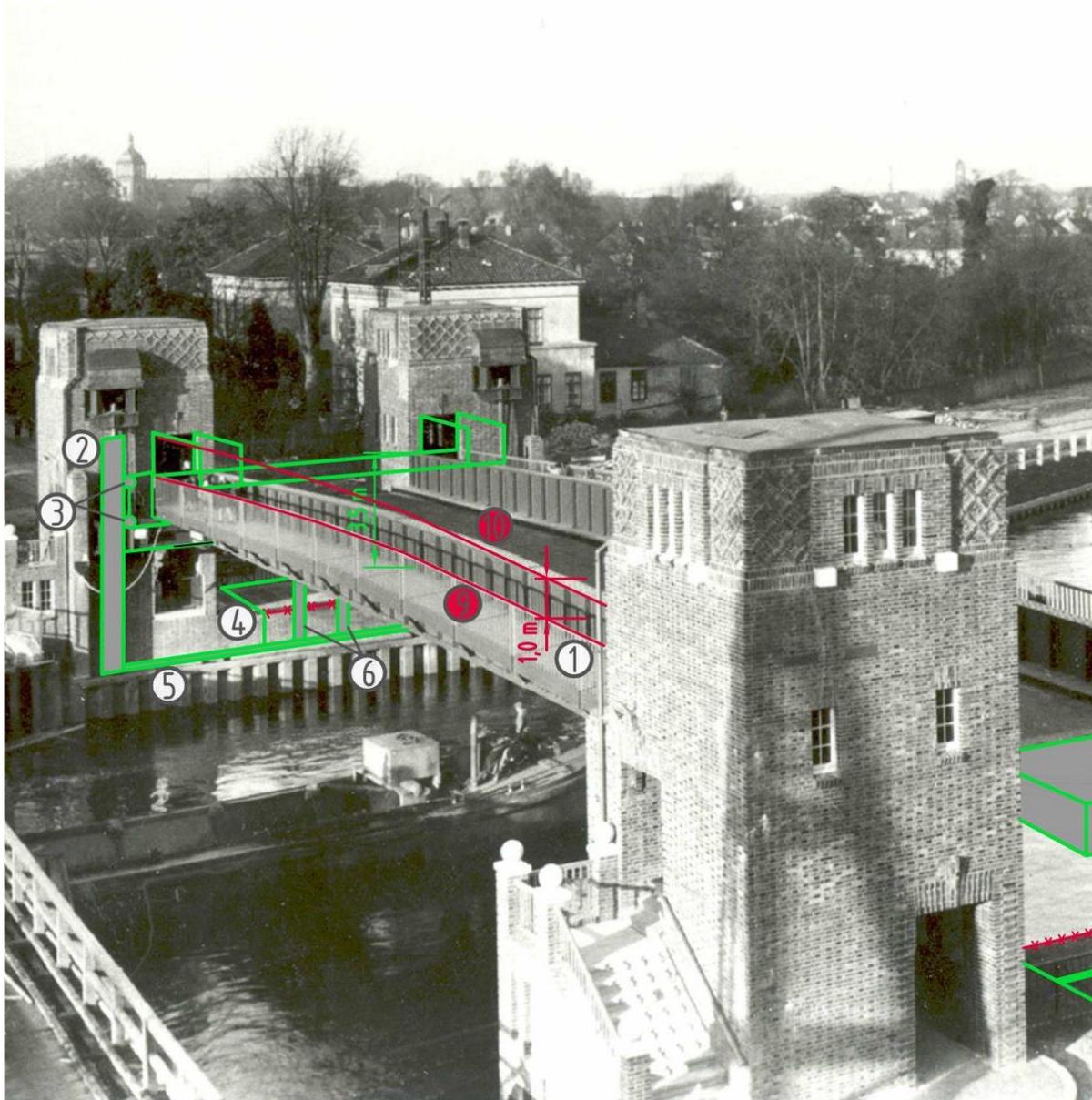
[Mio. €], ohne Aufschläge, netto	Var. 1 (ABB)	Var. 2 (1:1-Ersatz)
• Hubtürme	1,0	0,7
• Gründung	3,0 (von)	1,3 (bis)
• Technische Ausrüstung	2,6	2,4
• Überbau/Hubteil (nur Ertüchtigung)	0,8	1,1 (0,4)
• Hilfsbrücke	0,3	0,3
Summe	7,7	5,8 (5,1)

Schätzkosten, Betrieb und Unterhaltung

Quelle: WSA

Antrieb (Energie) [T€/Jahr]	4,5	0,5
Unterhaltung (Antriebstechnik) [T€/Jahr]	70	50

Variante 1: Idee Herren Angelis/Baak/Brick



- ① gepl. Huberhöhung um 1,0 m auf 4,5 m
- ② seitliche Brückenführung
- ③ Seitenführungsrollen
- ④ Maschinenkeller
- ⑤ Spundwandkopfträger
- ⑥ Hubzylinder
- ⑦ Zugang mit Einstiegs Luke zum Maschinenkeller
- ⑧ Verlagerungsträger für Hubzylinder
- jetzige Hubhöhe die auch zukünftig im Normalfall angefahren wird - Begehung möglich
- geplante Hubhöhe die zukünftig im Sonderfall angefahren werden kann - Begehung nicht möglich

