



Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

## Schlauchlining | Bewährt aber nicht trivial!

BESTIMMUNG DER PROFIL-/ROHRMAßE IM ALTBESTAND  
ALS GRUNDLAGE DER LINERKONFEKTIONIERUNG

Dipl.-Ing. (FH) Markus Vogel  
VOGEL Ingenieure  
Eisenbahnstraße 6  
77876 Kappelrodeck  
[www.vogel-ingenieure.de](http://www.vogel-ingenieure.de)



Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

## AUSGANGSSITUATION

- Wie kommen Bestandsmaße in GIS-Datenbanken zustande?
  - Messung an Rohrenden: z.B. 384 mm oder 411 mm
  - Dokumentation bisher → **DN 400**
- Gründe solcher Differenzen
  - Kanäle vor Ort als Mauerwerk oder Ortbeton hergestellt
  - Rohrmaße englischer Produktion (z.B. Inch, Zoll) teilweise in metrisches Maßsystem „konvertiert“ und dabei ggf. verfälschend gerundet
    - 13 Zoll = 330,2 mm → DN 350
    - 24 Zoll = 609,6 mm → DN 600
  - Rohrproduktion mit großen Maßtoleranzen

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck 2

Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

## AUSGANGSSITUATION

■ Auch heute produzierte Rohre dürfen erhebliche Maßabweichungen aufweisen

Tabelle 3 — Maximale Grenzabmaße für Innendurchmesser



Nennweite	Schwerkraftsysteme sowie hydraulisch und pneumatisch betriebene Drucksysteme	
	Grenzabmaße von mittleren Innendurchmessern mm	Grenzabmaße von einzelnen Innendurchmessern mm
DN ≤ 100	± 0,05 × DN	± 0,1 × DN
100 < DN ≤ 250	± 5	± 10
250 < DN ≤ 600	± 0,02 × DN	± 0,04 × DN
DN > 600	± 15	± 30

ANMERKUNG DN kann entweder für DN/ID oder für DN/OD angewendet werden.

Quelle: DIN EN 476:2011

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck
3

Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

## ERFAHRUNGSWERTE, WAHRNEHMUNGEN

Ergebnisanalyse Kalibrierung, TV-Inspektion und Bestandsvermessung

Kalibrierung durch III Hesse am 02.07.2015  
TV-Inspektion durch AV Fülle am 01.07.2015  
Schichtvermessung durch AV Fülle am 15.10.2015 (277.xx = Geländehöhe)

Schacht	Höhe m+NN	Schacht unten	Sohlhöhe m+NN	Länge	Gefälle	DN real	DN min	DN max	Ovalisierung	Hauptschadensbilder	Anschlüsse
<b>DN 500</b>											
48990072	277,64	48990066	271,54	43,71 m	0,230%	532,3	528,8	538	1,70%	Quicklock-Manschette, Rohrbruch fehlende Teile 10 + 50 cm Länge	2
48990066	271,54	48990064	271,17	33,64 m	1,120%	527,2	521,8	533,5	1,40%	Querverstärkung an Schacht 064 um ca. 40 cm	0
48990064	271,17	48990065	270,98	26,17 m	0,750%	526,6	518,5	532,9	1,60%	Krümmung innerhalb der Haltung	0
48990065	270,98	48990062	270,3	44,68 m	1,560%	528,3	522,4	532,2	1,60%	Hindernisse im Schließbereich	0
48990062	270,3	48990063	269,62	46,51 m	1,490%	527,6	519,6	534,1	2,00%	Krümmung innerhalb der Haltung	0
48990063	269,62	48990067	269,61	6,38 m	0,190%	532,3	511,8	534,1		Krümmung innerhalb der Haltung	0
48990067	269,61	48990080	268,95	53,60 m	1,370%	532,4	523,9	545,7			0
48990080	268,95	48990061	268,13	57,10 m	1,460%	532,5	522,7	541,5			0
48990061	268,13	48990097	267,48	48,84 m	1,360%	537,8	528,2	548			0
				<b>Gesamtlänge DN 500</b>	<b>360,63 m</b>						
<b>DN 400</b>											
48990097	267,48	48990280	267,2	6,96 m	0,750%	431,1	426,1	436,5			0
48990280	267,2	48990279	266,78	6,91 m	7,060%	436	428	442,5			0
48990279	266,78	48990278	266,46	6,87 m	1,180%	430,1	425,8	437,6			0
48990278	266,46	48990099	265,98	7,10 m	7,950%	428,8	423,8	434,7	1,70%	Inkrustierung/verfestigte Ablagerung im Schließbereich 4-8 Uhr durchgängig, Absturz in Schacht 099	0
				<b>Gesamtlänge DN 400</b>	<b>27,84 m</b>						

**Soll: DN 500**  
 $U_{DN 500} = 1,57 \text{ m}$   
 Fertigung z.B. 3 % Untermaß:  
 $U_{DN 500, -3\%} = 1,52 \text{ m}$


**Ist: max. D<sub>innen</sub> 548**  
 $U_{DN 548} = 1,72 \text{ m} = +13 \%$

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck
4


**VOGEL**  
INGENIEURE

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

## ERFAHRUNGSWERTE, WAHRNEHMUNGEN



■ Ab und zu – aber weshalb?



**KEINE PROFILNACHVERMESSUNG NACH FLÄCHIGEN REPROFILIERUNGSARBEITEN!**

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

5

**VOGEL**  
INGENIEURE

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

## ERFAHRUNGSWERTE, WAHRNEHMUNGEN



■ Wiederkehrend gegeben und in Grenzen toleriert!



**ABER WESHALB? MUSS DAS SEIN? DAS KANN FOLGEN HABEN!**

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

6

**VOGEL INGENIEURE**  
Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

**ERFAHRUNGSWERTE, WAHRNEHMUNGEN**

**RO-KA-TECH**

■ Sehr selten – aber offensichtlich möglich!

**VERLÄNGERTE LINER (EINSEITIG, BEIDSEITIG) IN DIE SCHÄCHTE HINEIN!**



Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

7


**VOGEL INGENIEURE**  
Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

**ERFAHRUNGSWERTE, WAHRNEHMUNGEN**

**RO-KA-TECH**

■ Des AG/Planers offenbar liebstes Kind:  
hübsch glatte Liner mit hohem E-Modul

**SIND WIR SICHER, DASS DIES GUTE ERGEBNISSE SIND? DEHNVERHALTEN DES LINERS AUSREICHEND?**




Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

8





VOGEL  
INGENIEURE




## ZUSAMMENHÄNGE

- Liner passen nicht zum Umfang des zu sanierenden Kanals!
  - **Altrohr kleiner** als Nominalwert bzw. angenommener Wert  
 → *Längsfalten, Liner kann sich im Umfang nicht vollständig strecken*
  - **Altrohr größer** als Nominalwert bzw. angenommener Wert  
 → *Liner kann sich ggf. nicht bis zum umfänglichen Anliegen am Altrohr dehnen, erhöhter Ringspalt*


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

9

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur



VOGEL  
INGENIEURE




## FOLGEN

- **Falten** (Auswirkungen teilweise abhängig vom Härtungssystem)
  - Betriebliche Nachteile (je nach Lage, Ausmaß und Profilgröße)
    - Vorzeitiger Verschleiß durch Abrieb (z.B. Falte in Sohle)
    - Behinderung weiterer betrieblicher Veranlassungen in kleinen Nennweiten < DN 250 (kein Durchkommen für z.B. Fräsgeräte)
  - Statische Risiken
    - nicht vollständige Härtung (z.B. UV-Licht)
    - Kollabieren durch reduzierte Beulsicherheit (anstehendes GW)
  - Reduzierte Nutzungsdauer durch vorzeitiges Versagen

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

10

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur




Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

## FOLGEN


### ■ Nichtanliegen | Erhöhter Ringspalt

- Reduzierte Nutzungsdauer durch vorzeitiges Versagen
- **Statisch nicht ausreichend dimensioniert**
  - vorzeitiges Versagen bei anstehendem Grundwasser über längere Zeit hinweg
  - Risiko steigt mit zunehmender Materialkenngruppe



Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck


11



Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

## FOLGEN

DN 600		Abweichungen		Abweichungen	
		erhöhter Ringspalt		erhöhter Ringspalt	
		nominal		relativ	
Imperfektionen					
örtl. Vorerformung	%	2,0			
Ovalisierung	%	3,0			
Ringspalt bezogen auf Linerradius	%	0,5	1,0	2,0	1,0
Ringspalt bezogen auf Linerradius	mm	1,50	3,00	6,00	3,00
<b>Materialkenngruppe 3</b>					
Wasseraußendruck	mWs	1,5	1,10	0,74	73,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	7,3	8,00	9,30	109,6%
Wasseraußendruck	mWs	3,0	2,47	1,75	82,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	9,8	10,70	11,90	109,2%
Wasseraußendruck	mWs	5,0	4,31	3,45	87,4%
erf. Verbundwanddicke	mm	12,6	13,50	14,60	107,1%
<b>Materialkenngruppe 19</b>					
Wasseraußendruck	mWs	1,5	0,71	0,46	47,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	3,7	4,70	5,20	127,0%
Wasseraußendruck	mWs	3,0	1,47	0,97	49,0%
erf. Verbundwanddicke	mm	4,6	5,70	6,40	123,9%
Wasseraußendruck	mWs	5,0	2,34	1,75	50,8%
erf. Verbundwanddicke	mm	5,4	6,70	7,60	124,1%
<b>Materialkenngruppe 23</b>					
Wasseraußendruck	mWs	1,5	0,74	0,50	49,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	3,2	4,16	4,60	128,1%
Wasseraußendruck	mWs	3,0	1,35	0,88	45,0%
erf. Verbundwanddicke	mm	3,9	5,00	5,50	128,2%
Wasseraußendruck	mWs	5,0	2,34	1,57	47,0%
erf. Verbundwanddicke	mm	4,6	5,80	6,50	126,1%




Markus

Quelle:  
Dipl.-Ing.  
Fred Hüpers,  
ILL Detmold

12



VOGEL  
INGENIEURE



## FOLGEN


### ■ Nichtanliegen | Erhöhter Ringspalt

- Reduzierte Nutzungsdauer durch vorzeitiges Versagen
- **Bewegung im Liner möglich**
  - Abreißen von Anbindungen (Schächte und/oder Zuläufe)
    - durch nicht möglichen Kraftabtrag in die Rohrwandung (über Versätze, Unebenheiten, Auswinkelungen) infolge
      - » Reaktionschumpf (thermische Härtung)
      - » Quellen/Verlängerung (Wasseraufnahme in Linermatrix)
  - Abreißen von Zulaufanbindungen
    - Auftrieb (GW-Wechselwirkung)
    - thermische Einflüsse (z.B. Abwassertemperatur)


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

13

 Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur
 



VOGEL  
INGENIEURE




## LOGISCHE KONSEQUENZ

- Maßkonfektion eines jeden Liners (Maßanzug für Kanal)
- Altrrohrmaßbestimmung über gesamte Haltungslängen
- Festlegung der „Konfektionsgröße“ zwischen AG und AN bzw. Linerhersteller
- Rohrmaßrisiko ist BAUHERREN-RISIKO (analog Baugrundrisiko)
- Profilmaßbestimmung (zumindest einmalig) im Zuge der Bestandserfassung (Neubau) oder systematischer Optischer Inspektion (OI im Bestand, z.B. im Rahmen EKVO)


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

14

 Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur



**VOGEL**  
INGENIEURE




## HERAUSFORDERUNGEN | DATEN

Die Spezialisten  
zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur


- **Datenverwaltung** (Kanaldatenbanken, Schnittstellen) muss erweitert werden
  - Übernahme der realen Profilmaße in Kanaldatenbank, z.B.
    - z.B. DN 534 anstelle DN 500
    - Min/Max-Maße Profilhöhe/Profilbreite
    - Minimales Umfangsmaß in der Haltung
    - Maximales Umfangsmaß in der Haltung
    - Mittleres Umfangsmaß in der Haltung (ggf. mit Längenanteilen bei starker Maßvarianz > ca. 4% im Streckenverlauf)
  - Felder müssen in den Kanaldatenbanken zusätzlich definiert werden
  - Einheitliche Schnittstellenbeschreibung erforderlich

15

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck



**VOGEL**  
INGENIEURE



## HERAUSFORDERUNGEN | DEHNUNG

Die Spezialisten  
zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur


- **Dehnverhalten** der Schlauchliner-Produkte muss geklärt werden (z.B. im Rahmen zusätzlicher Eignungsprüfung!)
- Eigenerklärungen der wesentlichen Hersteller (nur für Kreisprofile), zeigen eklatante Unterschiede zwischen den verschiedenen Linertypen
  - DN 300:  
Standard: 2 % bis 20 % | Maximal: 4 % bis 25 %
  - DN 1200:  
Standard: 4 % bis 15 % | Maximal: 4 % bis 20 %

*Basis: I.d.R. → „Erfahrungswerte“, vereinzelt: „Messreihen“*

16


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck





Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur


## HERAUSFORDERUNGEN | DEHNUNG



- Keine zuverlässigen Aussagen vorhanden!
- Abhängigkeiten:
  - Lineraufbau: z.B. vernäht, gewickelt, gelegt
  - Linerträger: z.B. Synthesefaser, Glasfaser
  - Profilform
  - Profilmaße (Umfang)
  - Wanddickenbereiche
  - Installationsvorgaben (Druck, Zeit)


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

17



Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

## HERAUSFORDERUNGEN | MAßBESTIMMUNG



- Einsatz geeigneter Messtechnik, ergänzend zur OI
- In begehbaren Großprofilen bereits heute mit 3D-Laserscan möglich und gerade bei Rohrlining-Maßnahmen praktiziert
- Aktuell problematisch: nicht-begehbare Kanäle, insbesondere sofern keine Kreisform
  - Technik nicht verbreitet verfügbar
  - Vereinzelt aktuell in Entwicklung


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

18



Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur


## HERAUSFORDERUNGEN | MAßBESTIMMUNG



- Anforderungen an „geeignete“ Messtechnik
  - Einsetzbar in allen Profilformen und Profilgrößen ab z.B. Profilhöhe 150 mm
- Anforderungen an „praxistaugliche“ Auswertesoftware
  - Möglichkeit Messdaten auf Plausibilität zu prüfen, Erfordernis: Eliminieren irrelevanter Messbereiche, z.B.
    - Wasserstand in Sohle
    - fehlende Wandungsteile
    - Zulaufmündungen
  - Plausibilitätsprüfung Messdaten durch Planer (→ Erfordernis!)
  - Regelwerkskonforme (z.B. DWA-A 143-2), zweckbezogene Mittelwertbestimmung (z.B. Ovalität)
  - Prozessorientierte Messwertdarstellung


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

19



Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur


## HERAUSFORDERUNGEN | MAßBESTIMMUNG



- Aktuell auch Messtechnik am Markt, welche Ergebnisse „suggeriert“, bei genauer Betrachtung diese aber nicht nachvollziehen lässt (BLACK BOX!)
- Dienstleister setzen Messtechnik teilweise falsch ein (entgegen Bedienungsvorgabe) → Fehlerhafte Daten
- Beschreibung sachgerechte Leistungsanforderung an Dienstleister erforderlich, Hinweis:
  - Dienstleister (OI) voraussichtlich fachlich nicht in der Lage korrekte Datenprüfung und -auswertung vorzunehmen  
→ Planerleistung


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

20




**VOGEL**  
INGENIEURE

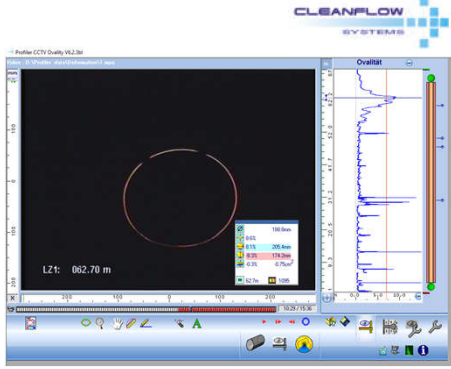
## TECHNIKBEISPIELE



■ **Laserprofilier** (z.B. ILP bei Kamerasystemen IBAK GmbH, Kiel, Quelle Bilder)


- Kreisprofile DN 120 bis DN 1050
- Einsetzbar mit verschiedene Kamertypen und PANORAMO 200






Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

21




**VOGEL**  
INGENIEURE

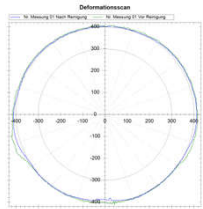
## TECHNIKBEISPIELE

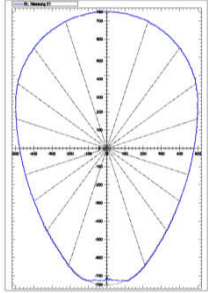


■ **BKS-PSCAN V2** (Bodemann Kommunal Service GmbH, AT-Dornbirn, Quelle Bilder)

- beliebige Profilformen in Profilhöhen 300 mm bis 3.000 mm
- Einsatzlängen bis 1.400 m ohne Einstiegsschacht







Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

22



**VOGEL**  
INGENIEURE

## TECHNIKBEISPIELE




■ **Orpheus2** (IBAK GmbH, Kiel, Quelle der Bilder, Grafiken)

- Vermessung beliebiger Profilformen in Profilgrößen ab 150 mm bis ca. 1.200 mm
- Spirallasermessung
  - Verschafft vollständiges Abbild über gesamte Haltungslänge
  - Bereinigung irrelevanter Messbereiche erforderlich um zu unverfälschten Maßen zu gelangen
    - Anschlussanbindungen
    - Fehlende Wandungsteile
    - Restwasserstand im Sohlbereich
    - ggf. mit Fräsgerät entfernbare Ablagerungen




Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck
23



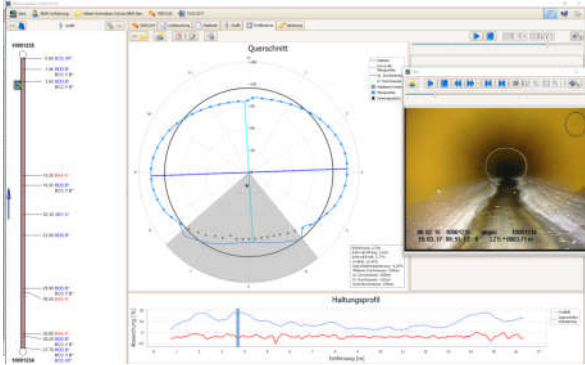
**VOGEL**  
INGENIEURE

## TECHNIKBEISPIELE




■ **IBAK – Orpheus2 | Messwertbereinigung**

- Bereinigung irrelevanter Messergebnisse, softwaregestützt, für z.B. korrekte Mittelwertbildung




Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck
24



**VOGEL**  
INGENIEURE

## TECHNIKBEISPIELE




**■ IBAK – Orpheus2 | Ergebnisse**

- Größe und Ausmaß von Deformationen / Ovalitäten
- Profildimensionen (Höhe/Breite) | Min, Max, Mittel
- Umfangsmaße | Min, Max, Mittel (mit Längenanteilen)
- Orientiert am sanierungstechnischen Regelwerk (z.B. DWA-A 143-2)

**■ Voraussetzung für Linerkonfektion, den „Maßanzug“ im Altkanal, als Basis für die erwartete jahrzehntelange Nutzungsdauer der Liner unter den örtlichen Belastungen**


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

25




**VOGEL**  
INGENIEURE

## NACHHALTIGE WUNSCHERGEBNISSE



**■ Voraussetzung korrekte Maßangaben/Konfektionierung**





Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

26



Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

## ZITAT

„Wir haben zwischenzeitlich hochgezüchtete, sehr dünnwandige Schlauchliner, die wir in Rekordgeschwindigkeit härten.“

Die Eingangswerte in das statische System interessieren niemanden, dafür rechnen wir äußerst genau in der Statik dritter Ordnung und dimensionieren das Endprodukt auf zehntel Millimeter Wanddicke.

Dieses Hightech-Produkt stellen wir dann in einem sanierungsbedürftigen Abwasserkanal her, dessen geometrischen und statischen Bedingungen die Meisten noch nicht einmal wirklich kennen.



Glückwunsch!“

*Mario Heinlein, Stadtentwässerung Nürnberg*

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck


27

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

## NACHHALTIGE WUNSCHERGEBNISSE

■ Publikation mit Beleuchtung der einzelnen Aspekte  
<https://www.vogel-ingenieure.de/das-unternehmen/fachpresse>



Schlauchlining – Alles easy oder was?

Das Schlauchlining Verfahren ist das am weitesten verbreitete reparierte und größte Sanierungsmittel für erkrankte Vorflutleitungen im Markt. Dennoch besteht in der Praxis immer wieder ein erhebliches Sanierungsrisiko. Die folgenden 12 Punkte erläutern ein optimales Problemmanagement bei der Realisierung.

**Wartung**

Regelmäßige Inspektionen sind notwendig, um den Zustand der Leitungen zu überwachen und eventuelle Schäden frühzeitig zu erkennen. Dies ermöglicht eine gezielte Planung von Sanierungsmaßnahmen.

**Material**

Die Auswahl des richtigen Materials ist entscheidend für die Lebensdauer und die Leistungsfähigkeit des Schlauchlinings. Es sollte auf die spezifischen Anforderungen der Sanierungsstelle geachtet werden.

**Einbau**

Die korrekte Installation des Schlauchlinings ist ein kritischer Punkt. Es muss sichergestellt werden, dass das Linienmaterial korrekt positioniert und gesichert ist.

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

28