



H. Berg & associés S.P.R.L.
ingénieurs conseils

Vorbereitende Leistungen des Auftraggebers bei der Kanalsanierung in Deutschland, Belgien und Luxemburg

Vortrag im Rahmen des Symposiums 2012

Dipl.-Ing. Christian Broich
H. Berg & associés S.P.R.L., Eupen



**Ingenieurbüro
H. Berg & Partner GmbH**

Berg & associés
ingénieurs conseils



**Ingenieurbüro
H. Berg & Partner GmbH**

Hauptsitz:

Malmedyer Straße 30
52066 Aachen
Telefon: +49 241 94623-0
Telefax: +49 241 94623-30
E-Mail: info@bueroberg.de
www.bueroberg.de

Außenstelle:

In der Gauch 12
54649 Waxweiler
Telefon: +49 6554 900170

**Berg & associés
ingénieurs conseils**

Belgien

H. Berg & associés S.P.R.L.
ingénieurs conseils
Hochstraße 160
B - 4700 Eupen
Telefon: +32 87 560915
Telefax: +32 87 560916
www.bureauberg.be

Luxemburg

Berg & associés S.A.R.L.
ingénieurs conseils
7, rue Goethals
L - 9236 Diekirch
Telefon: +352 26804566
Telefax: +352 809904
www.bureauberg.lu

Gegenstand der Präsentation

1. **Aufzählung der wesentlichen durch den AG vor Baubeginn zu erbringenden Leistungen**
2. **Schwerpunkt „Linerstatik bei der Kanalsanierung“**



1. Vom AG zu erbringende Leistungen

Planung / Vorbereitung der Ausschreibung

- Erfassung der Kanal- und Schachtgeometrie
 - Zustandserfassung der Kanäle und Schächte
 - Zustandsbewertung der Kanäle und Schächte
 - Kopplung der Ergebnisse mit der Kanalhydraulik
 - **Ermittlung der statischen Randbedingungen**
 - Ermittlung der sonstigen Randbedingungen
- ⇒ Festlegung des Sanierungsziels und Erstellung einer entsprechenden Ausführungsplanung

ING

ING

Ausschreibung

- **Erstellung einer erschöpfenden Baubeschreibung, inkl.**
 - **Vorgabe sämtlicher statischer Randbedingungen**
 - oder
 - **Erstellung der statischen Berechnung**
- **Erstellung eines erschöpfenden Leistungsverzeichnisses**
~~„1 Stück Kanalsanierung inkl. Statik, alle Erschwernisse sind einzurechnen“~~

ING



ING

2. Linerstatik bei der Kanalsanierung

Eingrenzung des Begriffs „Kanalsanierung“

Unterscheidungen gemäß EN 752:

- Reparatur
- **Renovierung**
- Erneuerung

N.B.: Neue Norm EN 15885:

„Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung und Reparatur von Abwasserkanälen und –leitungen“ (3/2011)

Zweck der statischen Berechnung

- **Bemessung (Wandstärke)**
- **Nachweis von**
 - **Standssicherheit**
 - **Betriebssicherheit**

U.a. in der EN 752 geforderten Kriterien für einen Kanal:

- **Dichtheit**
 - **Standssicherheit**
 - **Betriebssicherheit**
- 1. Physikalische Resistenz**
2. Chemische Resistenz
3. Hydraulische Leistungsfähigkeit

Überblick über die Berechnungsverfahren

- **Neue erdverlegte Rohre:**
 - **Norm EN 1295-1, sowie CEN/TR 2 + 3 (Europa)**
 - **Arbeitsblatt ATV-A 127 (Deutschland)**
 - **Fascicule 70 (Frankreich)**
 - **Norm SIA 190 (Schweiz)**
 - **...**
- **In Altrohren eingebettete Liner:**
 - **Merkblatt ATV-M 127-2 (Deutschland)**
 - **WRC Typ II (Großbritannien)**
 - **Finite-Elemente-Methode**

A 127 oder M 127?

Aus dem Vorwort der Arbeitsblattes A 127:

„Es wird darauf hingewiesen, dass Sanierungssysteme (Liningmaßnahmen) nicht mit dem Arbeitsblatt ATV-A 127 nachgewiesen werden dürfen. Dafür steht das Merkblatt ATV-M 127-2 „Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren“ (Januar 2000) zur Verfügung.

Aus dem Vorwort der Merkblattes M 127-2:

„Wie bereits im Vorwort des Arbeitsblattes ATV-A 127 gesagt, ist eine Dimensionierung von Linern mit Arbeitsblatt ATV-A 127 nicht vorgesehen und nicht zulässig. Insbesondere enthält das Arbeitsblatt nicht die folgenden Besonderheiten, die für die statische Berechnung von Bedeutung sind:

.....

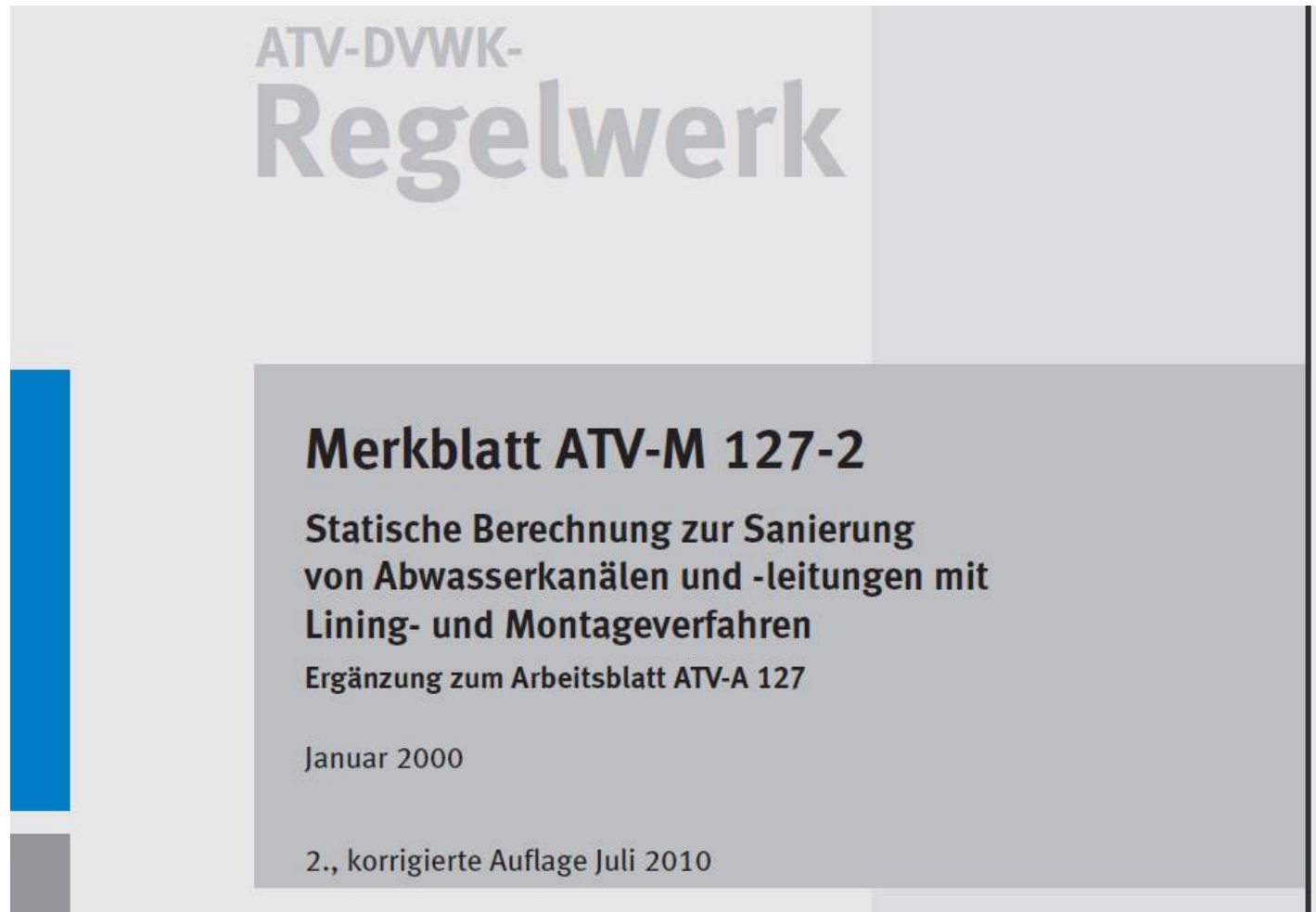
Diese Besonderheiten sind im vorliegenden Merkblatt ATV-M 127-2 berücksichtigt.“

Besonderheiten der Berechnung einer Linerstatik

- Imperfektionen bei der Bettung des Liners im Altrohr
- Langzeit-Spannungsnachweis für den langfristig wirkenden äußeren Wasserdruck (Langzeit-Werkstoffeigenschaften)
- Kontaktdruckproblem (Spalt zwischen Liner und Altrohr)
- Erforderliche Berechnung nach Theorie II. Ordnung (Beulproblem), da kleine Ringsteifigkeit bei hoher Normalkraft

⇒ Linerstatik bitte nach M 127-2, nicht nach A 127!

Merkblatt ATV M 127-2



Merkblatt ATV M 127-2

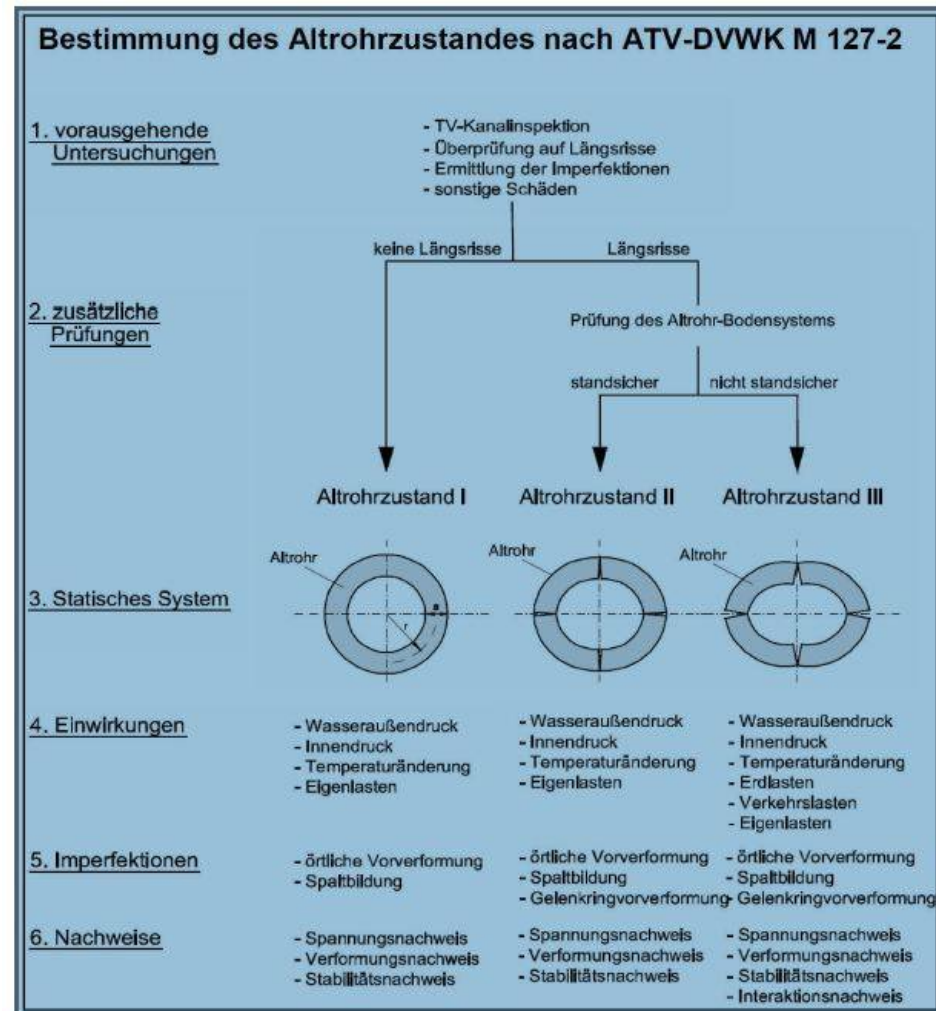
- **Hinweise auf M 127 werden nicht nur in Deutschland, sondern u.a. auch in folgenden Ländern/Regionen gegeben:**
 - **Luxemburg**
 - **Flämische Region (SB 250)**
 - **Region Brüssel (CCT 2011)**
- **Anwendung noch nicht ganz klar geregelt in der Wallonischen Region:**
 - ⇒ **Document de référence QR I.1 noch nicht abrufbar**
 - ⇒ **in Projekten mit Finanzierung durch die SPGE wird Berechnung nach A 127 verlangt**

Vorgehensweise bei der Berechnung nach M 127

- **Statische Zustandserfassung des Altrohres**
- **Festlegung des Altrohrzustandes (I, II oder III)**
- **Erfassung der Randbedingungen zur Festlegung der Einwirkungen (Grundwasserstand, Erd- / Verkehrslast, ...)**
- **Statische Berechnung des Liners für den Betriebszustand**
- **Statische Berechnung des Liners für den Bauzustand**
 1. Einziehen des Rohrstranges
 2. Verfüllen des Ringraumes

Altrohrzustand, Einwirkungen, Nachweise

- Ermittlung Altrohrzustände z.T. aufwändig und komplex
- Ermittlung Einwirkungen z.T. aufwändig und komplex
- Nachweisführung umfangreich



(Quelle: ATV-DVWK M 127-2, verändert)

Anwendung M 127 lässt Fragen offen

- 1. Wer legt die Eingangswerte fest?**
- 2. Wer rechnet die Statik?**
- 3. Wann wird die Statik gerechnet?**

Zu 1.) Der AG muss die Eingangswerte festlegen.

**Zu 2.) Bisher üblich: der AN erstellt die Statik.
Zukünftig: auch der AG kann Statik erstellen.**

Zu 3.) Die Statik sollte spätestens zur Submission vorliegen.

N.B.: Bei Abweichungen auf der Baustelle ist eine Nachrechnung in der Bauphase erforderlich!

Wann wird Statik gerechnet?

Vorteile der Statikberechnung zur Submission

- + Vorgabe der Berechnungsgrundlagen möglich (außer Materialkennwerte)
 - Gleichbehandlung der Bieter
- + Festschreibung der Wandstärke zur Submission
 - Kalkulation eindeutig möglich
 - Kalkulationswandstärke liegt vor/fest. Keine Nachtragsmöglichkeiten

Nachteile der Statikberechnung zur Submission

- Bieter suchen ggfls. nach Möglichkeiten, die Wandstärke zu minimieren
- Alle abgegebenen Unterlagen müssen auch geprüft werden
- Unterschiedliche am Markt vorhandene Berechnungsprogramme
 - Ggfls. unterschiedliche Ergebnisse
 - Angebote ggfls. nicht vergleichbar

Tendenzen zur Vereinfachung/Standardisierung

1. Waddickenermittlung über Ringsteifigkeit (ASK/RSV)
2. Regelstatiken als ZTV (DWA Merkblatt M 144-3)

Für beide Verfahren gilt:

- Berechnung weiterhin mit M 127-2 (Altrohrzustand II)
- Materialkennwerte sind die (zeit)veränderlichen Größen
- Gebrauchswandstärke im ausgehärteten Zustand ist die statisch erford. Wandstärke + 1 mm Verschleißschicht
- Mindestwandstärke s :
 - $DN \leq 200 \text{ mm}, s \geq 3,5 \text{ mm}$
 - $DN > 200 \text{ mm}, s \geq 4 \text{ mm}$ } (DWA M 143-3) $s \geq 4 \text{ mm}$ (ASK)

Wanddickenermittlung über Rohrsteifigkeit

Lastannahmen

Für die Standsicherheit der ausgeschriebenen Liner liegen Referenzberechnungen nach dem Merkblatt ATV M 127/2 mit folgenden Parametern (Mindestanforderungen) zugrunde:

Kreisprofil

Altrohrzustand:	II
Grundwasserstand	1,5 m über Rohrsohle (entspr. ATV-DVWK M 127/2)
Örtl. Vorverformung in der Sohle:	2,0 % vom Linerradius (entspr. ATV-DVWK M 127/2)
Gelenkringvorverformung:	3,0 % vom Linerradius (entspr. ATV-DVWK M 127/2)
Ringspaltbildung:	0,5 % vom Linerradius (entspr. ATV-DVWK M 127/2)

Eingangsdaten

Eingangsdaten für die Regelstatiken zur Ermittlung der vorgegebenen Ringsteifigkeiten waren:

$E_{\text{Langzeit, Nadelfilz}}$	1.400 N/mm ²
$E_{\text{Langzeit, GFK}}$	6.000 N/mm ²
Biegezugspannung $\sigma_{\text{BZ, Langzeit Nadelfilz}}$	14 N/mm ²
Biegedruckspannung $\sigma_{\text{DZ Nadelfilz}}$	1,25 x σ_{BZ}
Biegespannung σ_{GFK}	über die Grenzdehnung nach ATV A 127 Tab 3
Querkontraktion μ	0,35

(Quelle: Anforderungsprofil für Schlauchliner-Renovierungen (Arbeitsgruppe Süddeutscher Kommunen, 10/2008)

Wanddickenermittlung über Rohrsteifigkeit

Ausgehend von definierten Lastannahmen werden folgende statisch mindestens erforderlichen Rohrsteifigkeiten in Abhängigkeit vom Grundwasserstand über Rohrsohle $h_{W,S0}$ vertraglich vorgegeben:

$h_{W,S0} \leq 1,5$ m:	min. $S_R = 0,0019$ N/mm ²
$1,5$ m < $h_{W,S0} \leq 2,0$ m:	min. $S_R = 0,0025$ N/mm ²
$2,0$ m < $h_{W,S0} \leq 2,5$ m:	min. $S_R = 0,0031$ N/mm ²
$2,5$ m < $h_{W,S0} \leq 3,0$ m:	min. $S_R = 0,0036$ N/mm ²
$3,0$ m < $h_{W,S0} \leq 3,5$ m:	min. $S_R = 0,0052$ N/mm ²
$3,5$ m < $h_{W,S0} \leq 4,0$ m:	min. $S_R = 0,0064$ N/mm ²
$4,0$ m < $h_{W,S0} \leq 4,5$ m:	min. $S_R = 0,0075$ N/mm ²
$4,5$ m < $h_{W,S0} \leq 5,0$ m:	min. $S_R = 0,0087$ N/mm ²

$$S_R = \frac{E_L}{12} \cdot \left(\frac{s_L}{r_L} \right)^3$$

$$\Rightarrow \text{erf. } s_L = \sqrt[3]{\frac{S_R \cdot 12 \cdot r_L^3}{E_L}}$$

Berechnung iterativ:
 $r_L = 0,5 \times (DA_L - s_L)$

(Quelle: Anforderungsprofil für Schlauchliner-Renovierungen (Arbeitsgruppe Süddeutscher Kommunen, 10/2008, geändert)

Regelstatiken als ZTV (DWA Merkblatt M 144-3)

- Für verschiedene Schlauchlinerprodukte sind insgesamt 20 Materialkenngruppen definiert
- Einreihung in die jeweilige Gruppe durch Eignungsprüfungen
- (Alle) neun Hersteller waren dabei beteiligt
- Erstellung von Regelstatiken für definierte Regellastfälle
- Ergebnis sind Verbunddicken in Abhängigkeit von der Nennweite und vom Grundwasserstand über Rohrsohle

(Quelle: DWA Merkblatt M144-3, Entwurf Oktober 2010)

Gruppe	Langzeitwerte ¹⁾	
	E-Modul, ermittelt nach DIN EN 1228 in [N/mm ²]	Biegespannung in [N/mm ²]
EP – Synthefaserliner		
1	1000	23
2	1500	31
UP – Synthefaserliner		
3	1400	14
4	1400	16
5	1400	18
6	1500	17
7	1500	18
8	1600	20
UP-GfK-Liner		
9	3500	75
10	4000	80
11	4500	85
12	5000	90
13	5500	95
14	6000	100
15	6500	105

Regelstatiken als ZTV (DWA Merkblatt M 144-3)

	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50m	2,00m	2,50m	3,00m	3,50m	4,00m	4,50m	5,00m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7
DN 400	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,1	4,3
DN 450	3,3	3,5	3,8	4,0	4,3	4,4	4,6	4,8
DN 500	3,6	4,0	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3
DN 600	4,3	4,8	5,2	5,4	5,7	5,9	6,1	6,4
DN 700	5,0	5,6	6,0	6,4	6,6	6,9	7,2	7,4
DN 800	5,7	6,3	6,8	7,6	7,5	7,9	8,2	8,5
DN 900	6,4	7,1	7,7	8,5	8,6	8,8	9,2	9,5
DN 1000	7,1	7,8	8,5	9,4	9,6	10,1	10,5	10,6
DN 1100	7,8	8,6	9,4	9,9	10,5	11,4	11,5	11,6
DN 1200	8,7	9,4	10,2	10,9	11,4	12,0	12,5	13,5
<hr/>								
Ei 200/300	3,0	3,2	3,0	3,6	3,8	4,0	4,2	4,3
Ei 250/375	3,5	3,9	4,2	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4
Ei 300/450	4,2	4,7	5,0	5,4	5,7	6,0	6,2	6,4
Ei 350/525	4,8	5,4	5,9	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5
Ei 400/600	5,5	6,1	6,7	7,1	7,5	7,9	8,2	8,5
Ei 500/750	6,8	7,6	8,2	8,8	9,3	9,8	10,2	10,6
Ei 600/900	8,0	9,0	9,8	10,5	11,1	11,7	12,2	12,7

(Quelle: DWA Merkblatt M144-3, Entwurf Oktober 2010, für Materialkenngruppe 12, geändert)



Zusammenfassung

- ⇒ Linerstatik ist eine Ingenieuraufgabe
- ⇒ Linerstatik nach M 127-2, nicht nach A 127
- ⇒ Eine möglichst vollständige Grundlagenermittlung durch den AG ist zwingend erforderlich
- ⇒ Die Statik ist durch den AN zu erstellen und bereits zur Submission vorzulegen
- ⇒ Vereinfachungen und Standardisierungen sind unter bestimmten Voraussetzungen anwendbar, dann entfällt teilweise bzw. ganz die Notwendigkeit einer statischen Berechnung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Christian Broich
Geschäftsführer
H. Berg & associés S.P.R.L.

Tel: +32 87 560915
Fax: + 32 87 560916
Mobil: +32 478 99 44 32

www.bureauberg.be

