

neutral
unabhängig
gemeinnützig



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
Institute for Underground Infrastructure

EPS-Bettungskissen in der offenen Bauweise - *Kurzbericht* -



Liebscher, M.; Diburg, B.
Gelsenkirchen, August 2007

Kurzbericht zum Forschungsprojekt:

Einsatzgrenzen von EPS-Bettungskissen in der offenen Bauweise
AZ: IV-9-041 105 0290

Auftraggeber:



Ministerium für
Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes NRW

Beteiligte:



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen



WR – Ingenieurbüro für Bauwesen
Wertherstraße 67
49326 Melle



Gemeinde Rödinghausen, Kreis Herford

Wissenschaftliche Leitung:

Dr.-Ing. Bert Bosseler

Projektleitung und Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Martin Liebscher

Dipl.-Ing. Bianca Diburg

Dipl.-Ing. Andreas Downar

Wir danken

Herrn Dipl.-Ing. W. Röper, WR-Ingenieurbüro für Bauwesen (Melle),
Herrn Prof. Dr.-Ing. B. Falter, Herrn Dipl.-Ing. F. Holthoff (FH-Münster),
Herrn H.-W. Sikorski, Maincor-Anger Abwassertechnik GmbH (Marl) und
Herrn D. Brakemann, Jet Schaumstoff Formteile GmbH (Hüllhorst)
für die wertvollen Informationen sowie die Unterstützung bei der Durchführung des Projektes und der Erstellung des Endberichtes.

Inhaltsverzeichnis:

1	VERANLASSUNG UND PROBLEMSTELLUNG	4
2	ZIELSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE	5
3	STAND DER TECHNIK	6
4	LABORVERSUCHE	6
5	BAUMABNAHMEN	8
6	DAUERHAFTIGKEIT UND BESTÄNDIGKEIT	9
7	STATISCHE UNTERSUCHUNGEN	9
8	PRAXISHINWEISE	13
9	LITERATUR	15

1 Veranlassung und Problemstellung

Die Aufwendungen der Netzbetreiber für den Neubau und die Erneuerung von Abwasserleitungen und -kanälen sind zurzeit und auch zukünftig beachtlich. Die erforderlichen Investitionen für den Neubau der Kanalisation in NRW, also den erstmaligen Bau ohne Erneuerungsmaßnahmen im Rahmen der Sanierung, wurden in einer Studie des IKT [1] überschlägig ermittelt und für den Zeitraum von 2002 bis 2006 mit jährlich ca. 560 Millionen € beziffert. Grundlage der Hochrechnung war die Auswertung der im Jahr 2002 aktuellen Abwasserbeseitigungskonzepte (ABK) aller Kommunen in NRW mit mehr als 20.000 Einwohnern.

Diese Zahl verdeutlicht, dass in Zukunft mit hohen jährlichen Investitionen für Kanalschließungsmaßnahmen zu rechnen ist. Damit unmittelbar verbunden, ergibt sich ein entsprechend hohes Einsparpotenzial bei den Netzbetreibern, sofern innovative, kostengünstige und umweltfreundliche Kanalbautechniken angewendet werden.

Bei der Herstellung von Abwasserkanälen werden jedoch vielfach Schäden durch ungeeignete Bauverfahren und nicht fachgerechte Bauausführungen verursacht. Diese so genannten Anfangsschäden haben oftmals erhebliche negative wirtschaftliche und ökologische Auswirkungen, da sie Undichtigkeiten oder Einstürze zur Folge haben können. Undichtigkeiten führen entweder zur Infiltration von Grundwasser in die Kanalisation oder zur Exfiltration von Abwasser. Maßgebend sind die jeweiligen geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse und hier insbesondere die Lage des jeweiligen Leitungsabschnittes zum Grundwasserspiegel. Die Exfiltration, aber auch die Infiltration bilden in jedem Fall Ausgangspunkte für mögliche weitere Folgeschäden und Schadensfolgen [2].

Demgegenüber stehen eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren und Bettungsmittel für die Neuverlegung von Abwasserkanälen und -leitungen und deren Einbettung in den Baugrund zur Verfügung. Gerade die Ausführung der Einbettung wirkt sich dabei wesentlich auf die Wirtschaftlichkeit einer Kanalbaumaßnahme, das Tragverhalten der verlegten Rohre, ihre Wechselwirkung mit dem umgebenden Baugrund und die zu erwartende Nutzungsdauer aus.

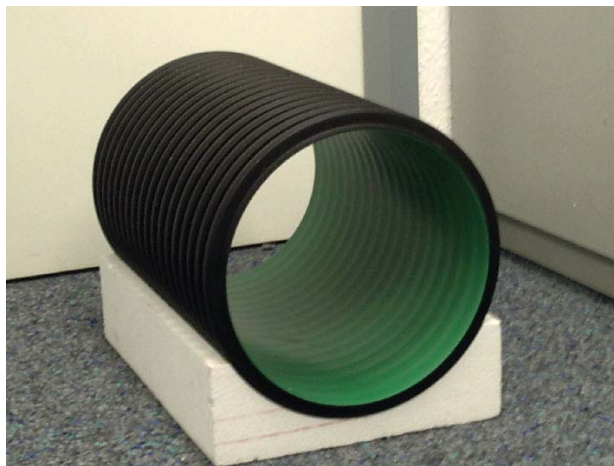
In der Baupraxis gibt es allerdings auch viele negative Beispiele für eine unzureichende Verdichtung in der Leitungszone infolge einer nicht fachgerechten Bauausführung. Dies wird nicht zuletzt dadurch verschärft, dass im innerstädtischen Bereich - durch Platzmangel infolge der Vielzahl im Untergrund liegender Leitungen - eine regelgerechte Verdichtung häufig technisch nicht möglich oder aufgrund des hohen Zeitaufwandes nicht wirtschaftlich ist. Die Folgen sind Schäden an den neu verlegten Abwasserkanälen aber auch an bestehenden Versorgungs- und Entsorgungsleitungen in Form von Rissen, Rohrbrüchen, Verformungen und Lageabweichungen.

Einzelne Netzbetreiber nahmen dies bereits zum Anlass, verschiedene innovative Bettungsmittel einzusetzen, mit dem vorrangigen Ziel, eine einfache und sichere Handhabbarkeit zu gewährleisten und die geforderte Einbauqualität zuverlässig zu erreichen [3].

Eine weitere, kostengünstige Alternative zur konventionellen Bettung in offener Bauweise können auch speziell geformte Bettungskissen aus **expandierbarem Polystyrol-**

Hartschaum (EPS) nach DIN EN 13163 [4] bieten. Diese auf den jeweiligen Rohrdurchmesser zugeschnittenen bzw. als Formteil hergestellten Hartschaumplatten sollen das Verfüllmaterial im Zwickelbereich des Rohres ersetzen und somit eine optimale Bettung gewährleisten (Bild 1a).

Hierdurch sollen Schäden durch unzureichende Verdichtung des Zwickelbereiches vermieden werden. Zudem besteht die Möglichkeit, zwei Rohre übereinander einzubauen und hierdurch den erforderlichen Bodenaushub zu minimieren (Bild 1b). Durch das geringe Gewicht der EPS-Bettungskissen können sich auch erhebliche Vorteile beim Handling auf der Baustelle ergeben.



a) Verlegung von Einzelrohren



b) Verlegung von 2 Rohren übereinander

Bild 1 EPS-Bettungskissen mit eingelegtem Kanalrohr
(hier beispielhaft mit Kunststoffrohren)

Der Werkstoff EPS hat sich bereits im Straßen- und Erdbau bei schwierigen Bodenverhältnissen als Leichtbaustoff aufgrund des geringen Gewichtes und der hohen Druckfestigkeit bewährt [5].

Für den hier vorliegenden Anwendungsfall als Bettungsmaterial im Kanalbau liegen jedoch noch keine gesicherten Erkenntnisse vor. Es existierten keine Aussagen zur statischen Berechnung, Bemessung und Bewertung des Langzeitverhaltens. Derartige Angaben sind jedoch für Planung und Bau sowie die Bestimmung der Baukosten und Abschreibungszeiträume und somit für die Gebührenkalkulation von großer Bedeutung. Zudem gab es noch keine Erfahrungen hinsichtlich der Verlegung auf der Baustelle.

2 Zielstellung und Vorgehensweise

Ziel des hier vorgestellten Forschungsprojektes [6] war es, offene Fragestellungen bezüglich des Einsatzes von EPS-Bettungskissen im Leitungsbau zu klären. Hierzu wurde zunächst der Stand der Technik gesichtet, um anschließend die bekannten mechanischen Werkstoffeigenschaften zusammenzustellen und bezüglich ihrer Verwendbarkeit für den vorliegenden Anwendungsfall zu analysieren (Abschnitt 3). Auf dieser Basis wurden zusätzlich erforderliche Prüfungen und Versuche konzipiert, durchgeführt und ausgewertet (Abschnitt 4). Zur Beurteilung des praktischen Einsatzes der Bettungskissen wurden verschiedene Baumaßnahmen begleitet und wesentliche Bauphasen do-

kumentiert (Abschnitt 5). Zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit und der Beständigkeit gegenüber anwendungsspezifischen Einflüssen wurden diesbezügliche Herstellerangaben und Literaturquellen recherchiert und analysiert (Abschnitt 6). Auf Basis der ermittelten Daten wurden statische Berechnungen für unterschiedliche Randbedingungen durchgeführt (Abschnitt 7). Abschließend wurden die gewonnenen Erkenntnisse bewertet und Hinweise zur Verlegung der Kissen zusammengestellt (Abschnitt 8).

3 Stand der Technik

Zunächst wurde der Stand der Technik gesichtet, um anschließend die bekannten mechanischen Eigenschaften zusammenzustellen und bezüglich ihrer Verwendbarkeit für den vorliegenden Anwendungsfall zu analysieren. Da das Material bereits im Straßen- und Erdbau für lastabtragende Elemente genutzt wird, liegen mit Blick auf das Langzeitverhalten bereits umfangreiche Erfahrungen vor. Vor diesem Hintergrund empfiehlt sich eine vergleichbare Vorgehensweise für den Nachweis des Beanspruchungsverhaltens der EPS-Bettungskissen unter der Rohrsohle. Zu Beginn der zu erwartenden vertikalen Gesamtbelastung sollten die Kissen nur im elastischen Bereich beansprucht werden, d.h. mit $\varepsilon < 1,5 \%$. Über die Nutzungsdauer von beispielsweise 50 Jahren sind die maximalen Verformungen dann auf 10 % zu beschränken.

Vor diesem Hintergrund wurden Prüfungen und Versuche für den vorliegenden Anwendungsfall konzipiert, durchgeführt und ausgewertet.

4 Laborversuche

Zunächst wurden Druckversuche an würfelförmigen Proben unterschiedlicher EPS-Qualitäten durchgeführt, um deren Eigenschaften im Kurzzeitversuch zu quantifizieren. Zur weiterführenden Analyse wurden Langzeitversuche mit einer Dauer von zehn Monaten durchgeführt. Hier wurden Komplettsysteme aus Rohren und Bettungskissen unterschiedlicher Werkstoffe bzw. Qualitäten untersucht (vgl. Bild 2).



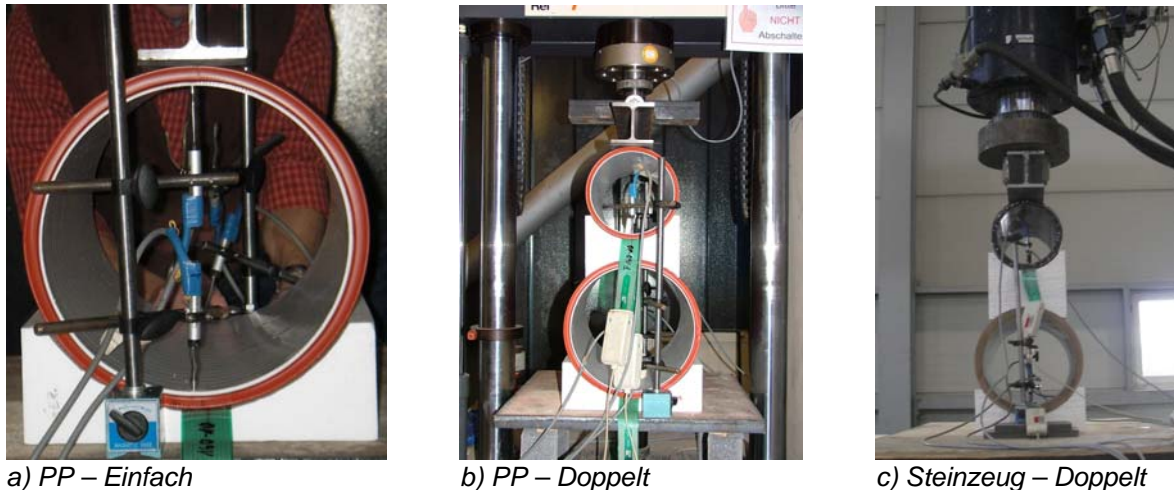
a) Steinzeug



b) PVC und PP

Bild 2 Versuchsaufbau Langzeituntersuchungen: Gesamtkonzept

Außerdem wurden Kurzzeit-Scheiteldruckversuche an einzelnen und übereinander angeordneten Rohren durchgeführt. Hierbei wurden wiederum Rohrwerkstoffe, EPS-Qualitäten und Belastungen variiert (vgl. Bild 3).



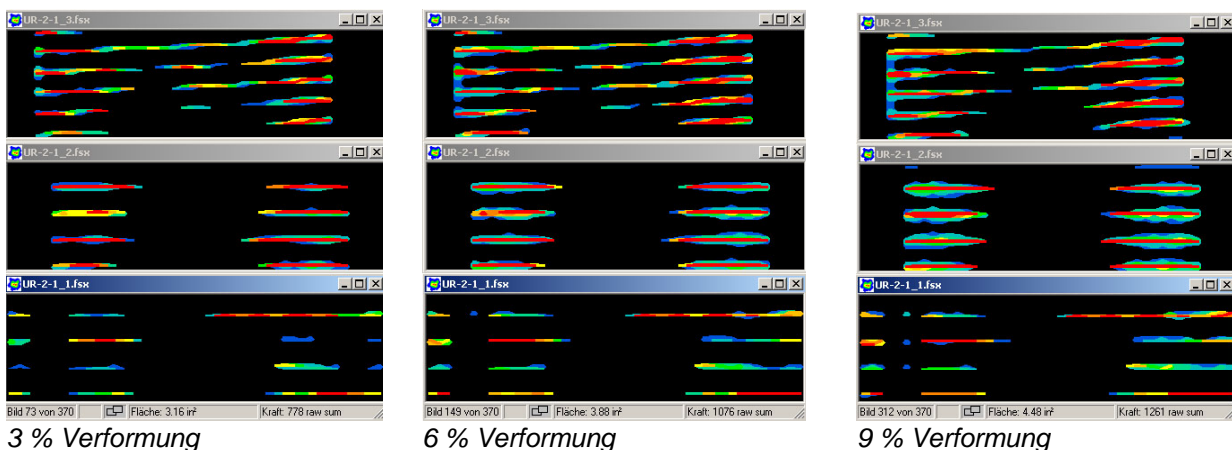
a) PP – Einfach

b) PP – Doppelt

c) Steinzeug – Doppelt

Bild 3 Scheiteldruckversuch - Versuchsaufbau

Zusammenfassend konnten bei allen Rohrwerkstoffen und EPS-Qualitäten Kontaktspannungen über den geometrisch vom Bettungskissen vorgegebenen Auflagerwinkel beobachtet werden. Bei den biegesteifen Rohren war eine Konzentration der Spannungen in der Sohle festzustellen, während es bei den biegeweichen Rohren infolge der Ovalisierung der Rohre zu einer Entlastung im Sohlbereich und einer Erhöhung der Spannungen im Randbereich kam. Im Falle außen gerippter Rohre zeigten sich deutlich Spannungsspitzen im Kontaktbereich der Profilrippen (vgl. Bild 4).



3 % Verformung

6 % Verformung

9 % Verformung

Bild 4 Druckfolienmessung Ultra-Rib II DN 200/DN 300
(v.o. Sohle DN 200, Lasteinleitung DN 300, Sohle DN 300)

Schließlich wurden Versuche im Maßstab 1:1 mit Sandbettung durchgeführt. Hierbei wurde der Boden bei einer Versuchsserie nach DIN EN 1610 [7] verdichtet. Bei einer zweiten Serie wurde der Boden lediglich locker eingefüllt und nach einer Überschüttung von 0,5 m über dem Rohr verdichtet. Im Anschluss wurden auftretende Horizontalverschiebungen bis zur vollständigen Verfüllung des Rohrgrabens gemessen. Sowohl die Verdichtung in der Leitungszone als auch die unterschiedlichen Rohr-Kissen-Systeme

hatten nur einen geringen Einfluss auf die horizontale Lagegenauigkeit der Rohre. Nach dem Einbau der Lastplatten auf der Bodenoberfläche wurden über den Hydraulikzylinder Kräfte aufgebracht, die größere Tiefenlagen bzw. Verkehrsbelastungen statisch simulierten (Bild 5). Die Verformungen der biegeweichen Rohre und die Dehnungen der biegesteifen Rohre während der Versuchsdurchführung wurden messtechnisch erfasst.



Bild 5 Versuche im Maßstab 1:1 mit Sandbettung

5 Baumaßnahmen

Zur Beurteilung des praktischen Einsatzes der Bettungskissen wurden verschiedene Baumaßnahmen begleitet und wesentliche Bauphasen dokumentiert. Bettungskissen aus expandierbarem Polystyrol (EPS) sind unter In-situ-Bedingungen auf der Baustelle einfach zu handhaben. In allen Einbausritten von der Lagerung und dem Transport über den Bodenaushub, den Einbau, die Verfüllung und Verdichtung des Bodens bis zum Austausch eines defekten Rohrabschnittes ist der Einsatz der EPS-Kissen ohne zusätzlichen Aufwand in die üblichen Bauabläufe zu integrieren (Bild 6). Die Nutzung von EPS-Bettungskissen stellt insbesondere bei der Herstellung von definierten, gleich bleibenden Bettungsbedingungen eine signifikante Vereinfachung dar. Die oft schwierige Verdichtung des Zwickelbereichs entfällt völlig. Im Vergleich zur gängigen Vorgehensweise bei der Herstellung der Rohrbettung konnte nach Auskunft der Baufirmen auf den begleiteten Baustellen durch den Einsatz der EPS-Bettungskissen zum Teil eine deutliche Verringerung des Zeit- und Kostenaufwandes verzeichnet werden.



a) Verteilen des Bodens mittels Schaufel

b) Verdichtung mittels Motorstampfer

Bild 6 Verfüllung und Verdichtung der Leitungszone

6 Dauerhaftigkeit und Beständigkeit

Zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit und der Beständigkeit gegenüber anwendungsspezifischen Einflüssen wurden diesbezügliche Herstellerangaben und Literaturquellen recherchiert und analysiert. Ein Verrotten des Materials im unbelasteten Boden und Grundwasser ist aufgrund der Ergebnisse der Literaturrecherche nicht zu erwarten. Kritisch sollten jedoch Verunreinigungen von Boden oder Grundwasser betrachtet werden. Diesbezüglich ist von Fall zu Fall anhand der auftretenden Stoffe zu entscheiden, ob eine Beeinträchtigung des EPS zu erwarten ist. Entsprechende Tabellen mit Informationen zu materialangreifenden Stoffen können bei den Herstellern bezogen werden. Eine Temperatureinwirkung durch Ableitung hoch temperierter Abwässer ist bei Bedarf durch weiterführende Untersuchungen zu klären. Zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Dauerhaftigkeit und Beständigkeit von EPS ist der Einfluss von Strahlung und Witterung durch entsprechende Schutzmaßnahmen bei Lagerung und Einbau zu minimieren.

7 Statische Untersuchungen

Auf Basis der ermittelten Daten wurden FE-Berechnungen unter unterschiedlichen Randbedingungen durchgeführt [8] (Bild 7). Die Ergebnisse wurden mit Berechnungen nach ATV-DVWK A 127 [9] unter Annahme einer Kies-Sand Bettung mit dem aus der Kissengeometrie resultierenden Auflagerwinkel verglichen.

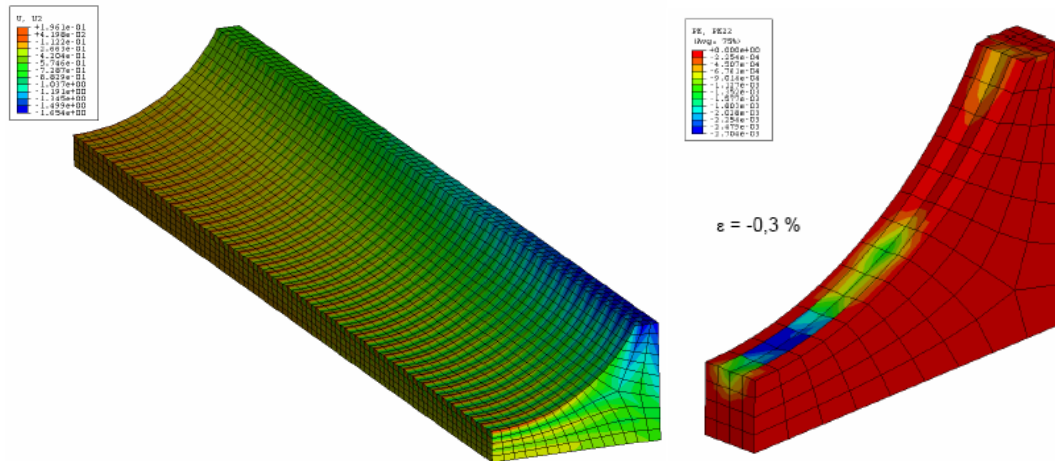


Bild 7 Plastische Dehnungen der EPS-Bettungskissen bei der Verwendung von außen gerippten Rohren in vertikaler Richtung [8]

Auf Basis dieser Ergebnisse, der Kurz- und Langzeit-Laborprüfungen, der Auswertung der Literaturrecherche und der Erfahrungen aus der Baustellenbegleitung (vgl. Abschnitte 3, 4, 5 und 6) wurden die folgenden Empfehlungen zur statischen Berechnung abgeleitet:

Die Bettungskissen nehmen im Leitungsgraben zwei Aufgaben wahr (vgl. Bild 8). Zum einen bilden sie im Sinne des Rohrauflegers unmittelbar am Rohr den vorgesehenen Auflagerwinkel nach. Das Rohr wird auch im Zwickelbereich gleichförmig abgestützt und eine Auflockerung des Bodens in diesem häufig unzureichend verdichteten Bereich wird vermieden.

Zum anderen wirkt das Bettungskissen unter der Rohrsohle als gleichförmige Tragschicht, über die die vertikalen Lasten - wie im Erdbau mit EPS-Platten üblich - in den Boden abgetragen werden.



Rohraufleger
Tragschicht

Bild 8 Aufgaben der Bettungskissen im Leitungsgraben

Der statische Nachweis wird für beide Systemanforderungen getrennt geführt. Ergänzend wird für das Gesamtsystem auf den Lastfall Auftrieb und den Nachweis bei zweilagiger Verlegung eingegangen.

Tragschicht:

Zu Beginn der zu erwartenden vertikalen Gesamtbelastung sollten die Kissen in der Tragschicht unter der Rohrsohle nur im elastischen Bereich beansprucht werden, d.h. mit $\varepsilon < 1,5\%$. Über die Nutzungsdauer sind die maximalen Verformungen unter der Berücksichtigung eines EPS-typischen Sicherheitsansatzes auf 10 % zu beschränken.

Der Nachweis der elastischen Anfangsverformung wird z.B. für den Werkstoff EPS 35 mit $E = 12,1 \text{ N/mm}^2$ bei maximal 4 m Überdeckung einschließlich Verkehrslast ($\approx 0,12 \text{ MPa}$) über folgende Beziehung geführt:

$$\varepsilon_0 = \frac{\sigma}{E_{EPS35}} \cdot \gamma_A = \frac{0,12}{12,1} \cdot 1,5 = 1,49\% < \varepsilon_{el} = 1,5\%$$

Bis zum Vorliegen weiterer praktischer Erfahrungen für den jeweiligen Anwendungsfall wird als pauschaler Sicherheitsbeiwert $\gamma_A = 1,5$ vorgeschlagen.

Die Langzeitverformungen der Tragschicht sind dem nachfolgenden Sicherheitskonzept entsprechend auf Basis der Materialparameter des EPS-Herstellers zu beschränken. Beispielhaft wird der Nachweis hier wiederum für den Werkstoff EPS 35 bei einer Vertikalspannung von 0,12 MPa für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren geführt. Die Nachweisgleichung beruht auf dem empirischen Finley-Ansatz (vgl. [10]):

$$\varepsilon_{ty} = \frac{\gamma_S \cdot \sigma}{E} + \gamma_m \cdot m(\gamma_S \cdot \sigma) \cdot (\gamma_T \cdot t)^{b(\gamma_S \cdot \sigma)} \leq \varepsilon_{zul}$$

mit:	$\sigma = 0,12 \text{ N/mm}^2$	Vertikale Bodenspannung auf Verlegeplanum	
	$E = 12,1 \text{ N/mm}^2$	Elastizitätsmodul (Kurzzeit) für EPS 35	
	$t = 50 \text{ Jahre}$	= 438000 Stunden	Betrachtungszeitpunkt
	$\gamma_S = 1,4$	Teilsicherheitsbeiwert für die Last	nach [10]
	$\gamma_T = 1,5$	Teilsicherheitsbeiwert für die Lebensdauer	nach [10]
	$\gamma_m = 1,3$	Teilsicherheitsbeiwert für materialspezifische und extrapolationsstatistische Unsicherheiten	nach [10]
	$m = 0,00075$	werkstoffspezifische (Finley) Parameter	nach [11]
	$b = 0,25$	werkstoffspezifische (Finley) Parameter	nach [11]

Hieraus ergibt sich im Beispiel eine Stauchung nach 50 Jahren von 6,13 %, welche unterhalb des üblicherweise für diese Materialien zulässigen Grenzwerts von 10 % liegt. Im vorliegenden Fall würde ein 10 cm dickes Bettungskissen um 0,6 mm gestaucht. Entsprechende Setzungen sind somit vernachlässigbar.

Rohraufleger:

Im Rohraufleger müssen die Vertikalkräfte vom Rohr in das Bettungskissen übertragen werden, ohne dessen Druckfestigkeit zu überschreiten. Auch dürfen keine übermäßigen Verformungen auftreten, die zu einer Verringerung des Auflagerwinkels führen. Die durchgeführten Versuche und Berechnungen zeigen für die eingesetzten Produkte, dass eine Vergleichmäßigung lokaler Spannungsspitzen möglich ist, so dass es lediglich im unmittelbaren Kontaktbereich – insbesondere bei Profilrohren – zu plastischen Verformungen kommt. Der gesamte Auflagerbereich verhält sich dann im Mittel ausreichend elastisch, um den angestrebten Auflagerwinkel zu erzeugen.

Vor diesem Hintergrund wird vorgeschlagen, den statischen Nachweis des Rohrauflegers für die geprüften Produkte in Anlehnung an [9] zu führen. Voraussetzung ist die Verwendung einer EPS-Güte von mindestens EPS 35 mit einem E-Modul von $12,1 \text{ N/mm}^2$. Mit Blick auf die zu erwartenden Lastumlagerungen im Kontaktbereich ist dieser E-Modul mit einer Sicherheit $\gamma_E = 1,5$ abzumindern. Für die Berechnung kann in diesem Beispiel also ein abgeminderter E-Modul von $12,1 / 1,5 \text{ N/mm}^2 = 8 \text{ N/mm}^2$ angesetzt werden. Dieser Wert entspricht nach [9], Tabelle 1 einem Boden der Gruppe G2 mit einer Proktordichte von maximal 95 %, so dass eine fachgerechte Seitenverfüllung zu homogenen Bettungsbedingungen entsprechend [9] führt. Damit können die geforderten Einzelnachweise für das Rohr geführt werden.

Auftrieb

Prinzipiell sollte aufgrund der geringen Dichte des EPS bei geringen Überdeckungen und wirksamem Grundwasser ein Auftriebsnachweis geführt werden. Beispielsweise kann schon bei einer Überdeckung von 0,5 m die erforderliche Auftriebssicherheit gegeben sein.

Zweilagige Verlegung („Doppeldecker“)

Die o.a. vereinfachten Nachweise gelten nicht für übereinander verlegte Rohrleitungen. Insbesondere lassen sich keine zuverlässigen Parallelen zu den Nachweisen nach ATV-DVWK A 127 [9] ziehen. Im Projekt zeigte sich aber, dass die gewählten Geometrien und Werkstoffeigenschaften einer Berechnung mit der FE-Methode (hier Programmsystem ABAQUS) zugänglich sind. Es wird daher vorgeschlagen, bei dieser Verlegeform grundsätzlich auf einen FE-Ansatz zum Nachweis der jeweils gewählten Struktur zurückzugreifen.

8 Praxishinweise

Im Forschungsprojekt wurde die grundsätzliche Eignung von EPS-Bettungskissen für den Einsatz im Leitungsbau überprüft. Die daraus abgeleiteten Praxishinweise zur Verlegung, Bewertung der Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung werden nachfolgend zusammengefasst.

⇒ Verlegung

Nach [12] sollten bei der Verlegung von Polsterschichten im Straßenbau die EPS-Blöcke auf einer Ausgleichsschicht aus Sand mit einer Ebenflächigkeit von ± 1 cm auf 4 m verlegt werden. Es wird empfohlen, diese Anforderungen auf den Leitungsbau zu übertragen.

Vor der Verdichtung sind die Einzellagen der Seitenverfüllung möglichst auf beiden Seiten des Rohrstrangs lose geschüttet einzubauen, um Horizontalverschiebungen der Bettungskissen zu verringern. Im Zuge der Verdichtung ist besonders auf die in der Rohrsohle ausgesparten Rohrverbindungsgebiete zu achten.

Der Zuschnitt der EPS-Bettungskissen kann auf der Baustelle mit einer Säge oder mit einem speziellen Heizdraht ausgeführt werden.

Für den Fall, dass bei übereinander verlegten Rohren lose EPS-Blöcke aufeinander liegen, können zur Lagesicherung z.B. Krallendübel (s. Bild 9) verwendet werden.

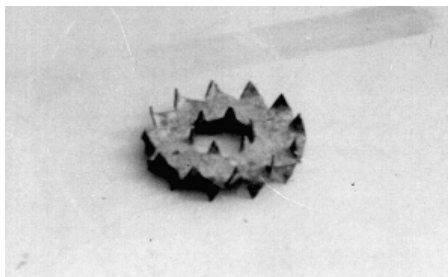


Bild 9 Krallendübel zur Verzahnung aufeinanderliegender EPS-Blöcke [13]

⇒ Dauerhaftigkeit

Ein Verrotten des EPS-Materials im unbelasteten Boden und Grundwasser ist aufgrund der Ergebnisse der Literaturrecherche nicht zu erwarten. Kritisch sollten jedoch Verunreinigungen von Boden oder Grundwasser betrachtet werden. Diesbezüglich ist von Fall zu Fall anhand der auftretenden Stoffe zu entscheiden, ob eine Beeinträchtigung des EPS zu erwarten ist. Entsprechende Tabellen mit Informationen zu materialangreifenden Stoffen können bei den Herstellern bezogen werden. Eine Temperatureinwirkung durch Ableitung hoch temperierter Abwässer ist bei Bedarf durch weiterführende Untersuchungen zu klären. Zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Dauerhaftigkeit und Beständigkeit von EPS ist der Einfluss von Strahlung und Witterung durch entsprechende Schutzmaßnahmen, wie z.B. UV-beständige Verpackungen, bei Lagerung und Einbau zu minimieren. Eine ungeschützte Lagerung ist unbedingt zu vermeiden.

⇒ Qualitätssicherung

Grundsätzlich sollte für den Leitungsbau mindestens die Qualität EPS 35 eingesetzt werden. Vorzugsweise werden die Kissengeometrien bereits in Form geschäumt, um die Rohrkontur im Auflager exakt nachzubilden. Die Auswirkung von Maßtoleranzen wurde im Rahmen des Vorhabens nicht untersucht, ein Einfluss größerer Abweichungen auf die Tragsicherheit ist aber zu vermuten. Darüber hinaus können so bereits bei der Fertigung qualitätssichernde Informationen für die Verlegung eingepreßt werden. Hier empfehlen sich insbesondere Angaben zur EPS-Qualität (z. B. EPS 35), dem Gewicht je laufenden Meter sowie zu einbaubaren Produkten und Nennweiten.

Um das Erkennen abweichender EPS-Qualitäten auf der Baustelle zu erleichtern, sollten von den gängigen Werkstoffen vor Ort Materialmuster zur vergleichenden Inaugenscheinnahme vorgehalten werden.

Die Qualität der gelieferten EPS-Bettungskissen sollte regelmäßig im Rahmen von Produktprüfungen kontrolliert werden. Es wird empfohlen z.B. je 100 lfd. m an einem Kissen die Beschriftung, das Gewicht und die Abmessungen sowie die gelieferte Materialqualität stichprobenweise zu überprüfen. Insbesondere die Druckfestigkeit von EPS ist in hohem Maße von den Ausschäum- und Herstellungsbedingungen abhängig. Zur Materialkontrolle bieten sich die Dichtermittlung und Kurzzeit-Druckversuche als kostengünstige Untersuchungen an.

9 Literatur

- [1] Bosseler, B.; Birkner, T.; Sokoll, O.; Brüggemann, T.: Umsetzung der Selbstüberwachungsverordnung Kanal (SüwV Kan) bei den kommunalen Netzbetreibern und Wasserverbänden in NRW; im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen; Dezember 2003.
- [2] Stein, D.: Instandhaltung von Kanalisationen. 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, Ernst & Sohn, Berlin, 1999.
- [3] Triantafyllidis, Th.; Bosseler, B.; Arsic, I.; Liebscher, M.: Ausführungsrisiken beim Einsatz von Bettungs- und Verfüllmaterialien im Rohrleitungsbau. Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik, 2006. Gefördert durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW.
- [4] DIN EN 13163: Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) – Spezifikation; Deutsche Fassung. 2001.
- [5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Merkblatt für die Verwendung von EPS-Hartschaumstoffen beim Bau von Straßendämmen. Ausgabe 1995.
- [6] Bosseler, B.; Liebscher, M.; Diburg, B.; Downar, A.: EPS-Bettungskissen in der offenen Bauweise. IKT 8/2007. Forschungsvorhaben gefördert durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW unter Beteiligung des WR - Ingenieurbüro für Bauwesen, Melle und der Gemeinde Rödinghausen, Kreis Herford.
- [7] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen. 10/1997.
- [8] Falter, B.; Holthoff, F.: Statische Berechnungen zu Rohrbettungssystemen mit EPS-Kissen. Fachhochschule Münster, Fachbereich Bauingenieurwesen. Münster 11/2006, unveröffentlicht.
- [9] ATV-DVWK-A 127: Statische Berechnung von Abwasserkanälen und –leitungen. 3. Auflage, Hennef 8/2000.
- [10] Krollmann, N.: Verhalten von EPS-Hartschaumstoffen unter langzeitiger Druckbeanspruchung. Bauphysik 28 (2006), Heft 3. Berlin 2006.
- [11] Informationen der BASF, Ludwigshafen 2007.
- [12] Beinbrech, G.; Hohwiller, F.: Hartschaum aus Styropor® als Deformations- und Polsterschicht. Tiefbau, Heft 6/1998.
- [13] BASF: Styropor – Technische Informationen; Edition 2001 auf CD-Rom.