

Die Anwendung von Geokunststoffen im Wasserbau – Wegbereitung für deren Einsatz im Deponiebau – Rückblick und Standortbestimmung

Franz Sänger

1. Einleitung

Das etwas sperrig anmutende Thema dieses Beitrages kann man auch auf die Frage reduzieren: Hat die schon sehr früh begonnene Anwendung von Geokunststoffen im Erd- und Wasserbau deren Einsatz auch im Deponiebau gefördert?

Diese Frage können wir mit einem schlichten „Ja“ beantworten, denn schon mehr als 20 Jahre vor der TA-Abfall und deren bekanntem Anhang E wurden Geokunststoffe im Erd- und Wasserbau verwendet. Es stellt sich aber auch die Frage, ob ein Beitrag mit dem o. g. Titel überhaupt zur 30. Fachtagung – Die sichere Deponie –, also zu dieser Jubiläumsveranstaltung passt. Auch die Frage lässt sich sicherlich mit „Ja“ beantworten. Wo und wann wäre ein Rückblick auf die Entwicklung und Anwendung der Geokunststoffe besser angebracht als zu der 30. und wahrscheinlich letzten Veranstaltung in dieser Form, deren Hauptanliegen es auch immer war, die Rückstände unserer Zivilisation zunächst langfristig in Deponien und dort unter Verwendung von Geokunststoffen sicher zu verwahren. Es standen ja gerade im Rahmen dieser Fachtagungsreihe die Kunststoffbahnen, also die Dichtungsfunktion der Geokunststoffe, deren Werkstoffverhalten, die sichere Schweißverbindung und der schonende und zugleich geschützte Einbau im Vordergrund.

Der zunächst folgende und zu dieser Thematik unerlässliche Rückblick auf die Entwicklung und Anwendung der Geokunststoffe wird zeigen, dass diese Materialien seit fast 50 Jahren den Erfordernissen im Wasser-, Verkehrs- und Deponiebau funktionell immer besser angepasst wurden und, den qualitätsgerechten Einbau vorausgesetzt in sehr, sehr vielen Bauwerken auch heute noch funktionssicher sind. Dabei waren die ersten Langzeitprognosen zunächst wenig optimistisch. Dieser Beitrag soll daher auch das Vertrauen in das Bauen mit Geokunststoffen stärken.

2. Rückblick auf die Anfänge der Geokunststoffe und deren Anwendung

Die Anwendung der Geokunststoffe (den Begriff gab es aber zunächst nicht, nennen wir sie also auch flächenhafte und flexible Kunststoffelemente) geht aus heutiger Sicht sehr weit zurück. Dabei wurde zunächst vorrangig die Dichtfunktion von solchen aus div. Kunststoffen gefertigten Folien und Bahnen genutzt. Die meist gute chemische Beständigkeit, das gute Zug-/Dehnverhalten und natürlich die geringen Flächenmassen und Dicken waren als weitere „angenehme“ Eigenschaften sehr willkommen.

In [1] schreibt Zitscher, dass in den USA bereits vor dem 2. Weltkrieg erste Bauwerkabdichtungen mit Folien aus Polyisobutylen (PIB) ausgeführt wurden. In einem Beitrag von Gruner und Wackernagel [2] wird der Bau des Wasserbeckens – Syrakus – im Bundesstaat New-York für das Jahr 1947 erwähnt. Es ist aber festzuhalten, dass die Hauptanwendungen von dichten Folien und Bahnen zunächst für Flachdächer, für die Abdichtungen an Tiefbauwerken und zur Abdichtung in Feuchträumen erfolgten. So gab es bereits 1967 und 1969 in der damaligen DDR zentrale Genehmigungen und Richtlinien [3], [4], die die Anwendung von Folien und Bahnen im Tiefbau regelten.

Welche Materialien kamen denn zu Beginn der Anwendung zum Einsatz und aus welchen Kunststoffen wurden diese hergestellt?

Zur Herstellung der zunächst hauptsächlich verwendeten Folien und Bahnen wurden eingesetzt:

- a) thermoplastische Kunststoffe, z. B. PVC-weich, PE-ND, PE-HD
- b) elastomere Kunststoffe, z. B. APT-Kautschuk
- c) div. Copolymerisate, z. B. EVA
- d) Abmischungen von div. Materialien nach a) und b) und mit Bitumen

Sie wurden als

- Einschichtige, homogene Folien und Bahnen und
- mit Thermoplasten oder Elastomeren beschichtete bzw. kaschierte technische Textilien hergestellt und verwendet.

Die Vielfalt der bereits zu Beginn der 70er Jahre in der „alten“ Bundesrepublik realisierten Anwendungen von Produkten aus flächenhaften Kunststoffen zeigt, z. B. Saechtling in [5] schon 1973 auf.

Nach [6] wurde schon 1970 von 21 verschiedenen „Dachbelagungsbahnen“; 30 verschiedenen „Abdichtungsbahnen, Wasserolschutzbahnen sowie Innenhullen“ und 9 verschiedenen „Wasserbeckenfolien“ gesprochen.

Nach [7] waren es im Jahre 1977 bereits 119 „Dach- und Dichtungsbahnen aus Kunststoffen“ mit den unterschiedlichsten Handelsnamen. In [7] und in diversen Firmenschriften (u. a. der Dynamik Nobel AG und der Interplasticwerke GmbH) werden dann auch schon komplette Dichtungssysteme, bestehend aus der Dichtungsbahn und speziellen Schutzlagen, wie Schaumfolien oder auch schon Schutzvliesen, erwähnt.

Im Ergebnis dieser Darstellungen zeigt sich, dass flächenhafte Folien, Bahnen, Textilien (Gewebe, Gewirke, Gestricke, Vliese) schon vor deren Anwendung im Wasserbau im Hochbau und an Tiefbauteilen angewendet wurden. Wenden wir uns aber wieder dem Wasserbau zu.

3. Rückblick auf die Entwicklung/Anwendung im Wasserbau

3.1. Entwicklung/Anwendung International

Wie bereits erwähnt war für die Anwendung im Wasserbau zunächst die Funktion/Eigenschaft „dicht“ ausschlaggebend. Die Anwendungen von Folien und Bahnen beginnen ab Mitte/Ende der 50er Jahre sprunghaft zu steigen. Stellvertretend dafür können genannt werden:

- die Anwendung von Kunststofffolien und Bahnen an Kustenschutzbauwerken in den Niederlanden [8],
- die 1959 realisierte Dichtung des 25 m hohen Staudamms „Contrata-Sabetta“ in Italien [9] und
- die Dichtung des 10 m hohen Dammes Dob´sina 1960 in der damaligen CSSR [9] und [10].

In [11] wird auch von zahlreichen Anwendungen von Folien an Wasserbauwerken in der damaligen UdSSR berichtet.

Schon 1973 konnte auch der Verfasser die Herstellung einer Dammbabdichtung aus einer 0,9 mm PVC-w-Folie an der mehr als 20 m hohen Talsperre Landstejn (CSSR) beobachten. Natürlich könnte man hier noch viele internationale Anwendungen aufzählen, dies würde aber den Rahmen sprengen.

Auf ein offen liegendes Abdichtungssystem unter Verwendung spezieller mit Vlies kaschierten Dichtungsbahnen und diversen Befestigungselementen – gemeint ist das Insidern bekannte Carpi-System, muss an dieser Stelle noch hingewiesen werden. Konzipiert und angewendet wurde es bisher als „Vorsatzdichtung“ an alten massiven Sperrbauwerken. Wie eine 2012 in Deutschland durchgeführte Ausschreibung zur Sanierung des Oberbeckens eines Pumpspeicherwerkes zeigt, kann dieses System auch als offenliegende Dichtung an Dammböschungen verwendet werden.

Die Anwendung von Geokunststoffen (Dichtungsbahnen, Schutz- und Filtervliesen, Bentonitmatten) ist international weit verbreitet und für die Abdichtung von Wasserspeichern, Bewässerungskanälen, Ruckstandsbecken und Dämmen eine wirksame und effektive Bauweise.

Es wäre aber einfach nicht gerecht, würde man in dieser Stelle nicht auch die Anwendung von Geokunststoffen im Verkehrsbau und Verkehrswasserbau erwähnen. Sie wurden an den Schifffahrtskanalen vorrangig als Dichtungen (Bentonitmatten) und Trenn- und Filterschichten eingesetzt. Im Straßen- und Schienenbau werden neben der Trenn-, Filter- und Dichtfunktion auch die Bewehrungsfunktion genutzt. Gerade die Entwicklung von Bewehrungselementen für Böschungen und den Unterbau von Verkehrswegen hatte und hat ihren Ursprung im Verkehrsbau.

3.2. Entwicklung/Anwendung National

Anmerkung: Es ist historisch bedingt, dass die nationale Entwicklung auch auf diesem Gebiet mehr als 40 Jahre lang nach dem Krieg zweigeteilt verlief und daher auch hier so dargestellt werden muss.

Es liegt auch am Geburtsort und Wohnort des Verfassers, dass er die Entwicklung in der früheren DDR zwangsläufig besser kennt und sich daher zum Entwicklungsverlauf in den „alten“ Bundesländern mehr auf Literaturstellen u. a. stützen muss. Dies wird auch bei der Anzahl der genannten Anwendungsobjekte und in der Powerpoint-Version deutlich. Dafür bittet der Verfasser im Verständnis.

Was waren aber nun die nationalen Anfänge in der Anwendung von Geokunststoffen im Wasserbau und wodurch wurden sie geprägt?

Waren es nur:

- Notlösungen mit oder ohne kalkuliertes Risiko?
- ökonomische Notwendigkeiten?
- schon ressourcenschonende Bauweisen?
- oder aus der Verfügbarkeit neuer Materialien geborene Innovationen?

Oder war es einfach nur das „NEUE“, das die Ingenieure schon immer neugierig machte?

Zur Entwicklung im Westen Deutschlands

Die Gründe für die Anwendung im Westen waren nach Meinung des Verfassers erstens die schnell zunehmende und breiter werdende Verfügbarkeit solcher Produkte mit immer besseren Eigenschaften und zum zweiten auch die ökonomische Notwendigkeit (Stichworte Ausschreibungen und Nebenangebote).

Folgende wichtige Veröffentlichungen und Ereignisse haben die Anwendung der Geokunststoffe begleitet:

- zahlreiche Veröffentlichungen von Zitscher und anderen in den Jahren 1971 bis 1986 (siehe dazu auch [12]. Stellvertretend soll hier der bereits 1971 erschienene Beitrag von Zitscher „Kunststoffe für den Wasserbau“ [1] noch einmal genannt werden, auf den ein Jahr später bereits ein weiterer Beitrag von Zitscher über „Anwendung von Kunststoffen für Kustenschutzbauwerke“ in der Zeitschrift „Wasser und Boden“ 1972 folgte.
- 1972: Gründung des AK 14 der DGEG „Kunststoffe im Erd- und Wasserbau“
- 1984: 1. Nationales Symposium „Geotextilien im Erd- und Wasserbau“
- 1984: 1. Tagung der späteren „Würzburger Deponietagung“ – aber in München
- 1986: DVWK-Schriften 76 „Anwendung und Prüfung von Kunststoffen im Erdbau und Wasserbau“, Verlag Paul Parey (siehe auch Bild 1)

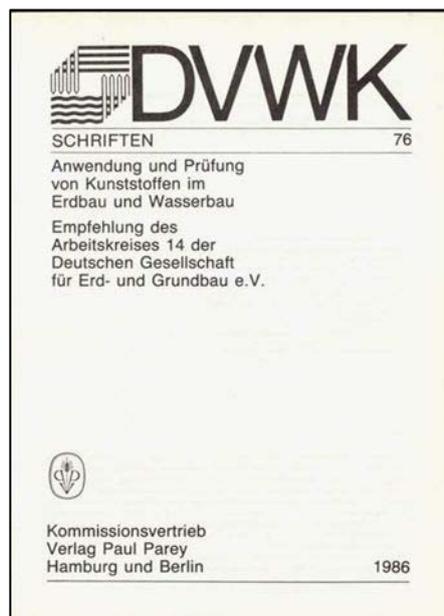


Abbildung 1: Titelblatt der DVWK-Schriften 76 „Anwendung und Prüfung von Kunststoffen im Erdbau und Wasserbau“ [13]

Diese zuletzt genannte Veröffentlichung hebt zwar schon im Titel den Wasserbau hervor, beinhaltet aber auch andere Anwendungsgebiete. Sie war aus Sicht des Verfassers die wichtigste Grundlage auf diesem Gebiet für viele Jahre. Auch dem Deponiebau ist dort schon ein kleines Kapitel gewidmet.

Welche Anwendungsobjekte wären nun für die „alte“ Bundesrepublik zu nennen? Eine Recherche dazu ist sehr aufwendig, da viele Objekte nur in Firmenschriften zu finden sind. Aber einige Projekte mit Geokunststoffen wurden als Beispiele schon in [12] genannt. Zur Anwendung für geotextile Filter sind dort u. a. aufgeführt:

- die Formitzalsperre bei Hof (1974 - 1978),
- die Olsnitzalsperre (1977) und
- das Hochwasserrückhaltebecken Schonstadt (1985).

Als Beispiele für die Anwendung von Dichtungsbahnen werden genannt:

- die Auenhautdichtung am Staudamm Bitburg (1977),
- die Anwendung am Beckendeich Biesbosch (1970 - 1975) und
- die Anwendung als Sol- oder Beckendichtung an der Kinzigtalsperre (1978).

Darüberhinaus wurden dem Verfasser u. a. bekannt:

- Anwendung von PVC-W Bahnen im Dichtungssystem des Elbe-Seitenkanals [14] (1978)
- Anwendung von 2,2 Mio m² Polyestervlies (4,5 mm dick, 6,20 m breit, 1984/1985 am Speicherbecken Geeste [15]
- Anwendung von Bentonitmatten am Flughafen München.

Diese Aufzählung ließe sich noch weit darüber hinaus fortsetzen.

Zur Entwicklung im Osten Deutschlands

Bei der Anwendung der Geokunststoffe im Osten Deutschlands wurde zunächst auch die Dichtungsfunktion genutzt. Die Gründe für die Anwendung war schlicht und einfach die ökonomische Notwendigkeit. Für die Anwendung der klassischen Dichtungen im Wasserbau Ton und Asphalt fehlten oft die technischen Voraussetzungen (Transport- und Erdbaukapazitat, Diesel) und auch die Materialbasis (kein oder zu wenig Bitumen). Die Ausgangspunkte für die Anwendung von Dichtungsbahnen im Wasserbau waren letztlich:

- Die guten Erfahrungen mit PVC-weich Bahnen an Tiefbauteilen
- Das zentrale Programm zur Energiesicherung durch Braunkohle (Stichwort: Flussverlegungen für Tagebaue)
- Das sogenannte „Kleinspeicher-Programm“ (kleine Staubauwerke für Beregnungswasser für die Landwirtschaft) und
- Positive internationale Erfahrungen bei der Anwendung von PVC-w Bahnen an kleinen und mittleren Talsperren (siehe oben).

Warum aber fast nur PVC-weich Bahnen? Dies erklärt sich aus der Rohstoffbasis für die chemische Industrie. Erdöl war kaum verfügbar. Die so genannte Karbidchemie (Buna-Werke) aber vorhanden, da deren Rohstoffe Kalk und Kohle verfügbar waren.

Wie war nun der Entwicklungsverlauf zu den Abdichtungen mit Kunststoffbahnen im Osten im Detail?

Ein zentrales großes Baukombinat (SBK Wasserbau - besser bekannt als Talsperrenbau, Weimar) erhielt den Auftrag alternative und effektive Dichtungssysteme im Fluss- und Dammbau einzuführen. Nach Untersuchungen zu wichtigen Detailproblemen wie:

- Langzeitbeständigkeit
- Schutz vor Nagetieren und Durchwurzelung
- Grenzflachenscherfestigkeit
- Verbindungs- und Einbautechnologie

wurde im Jahre 1976 die Vorschrift der Staatlichen Bauaufsicht [13] (siehe Bild 2) erarbeitet und verabschiedet. Sie diente bis 1990 als wesentlichste Anwendungsgrundlage.

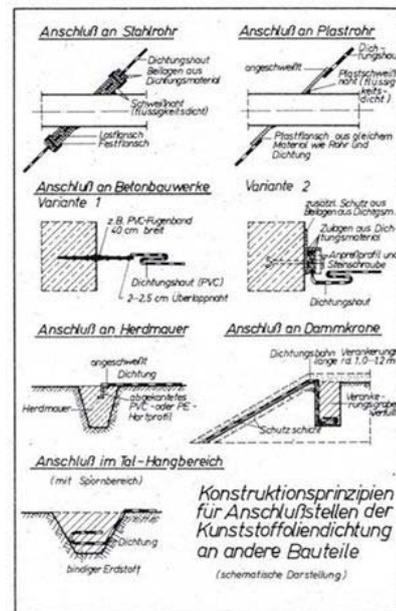
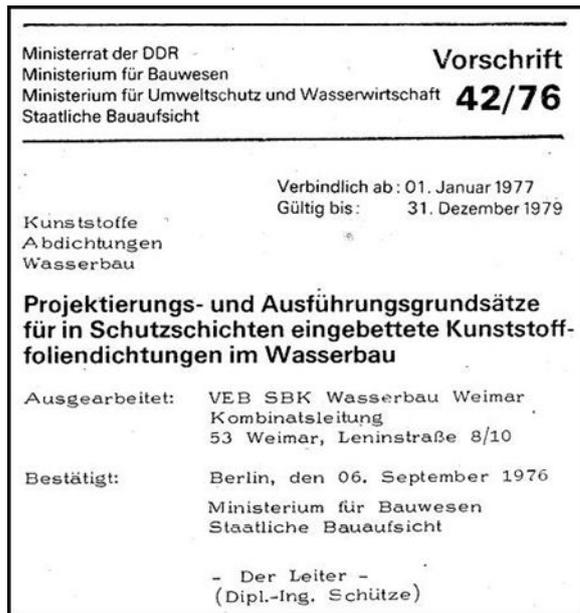


Abbildung 2: Titelblatt und Anlage zur „Vorschrift 42/76 der Staatl. Bauaufsicht“ zur Anwendung von Kunststofffolien im Erd- und Wasserbau [12 a]

Nach einigen Großversuchen und experimentellen Anwendungen begann der Durchbruch der Bauweise 1976 mit dem Bau der Spreeverlegung bei Tzschelln und der Talsperre Hopfgarten (siehe auch Tabellen unten).

Bis 1984/85 wurden fast ausschließlich PVC-weiche Bahnen 1,5 mm dick und 1,0 m breit verwendet. Erst danach wurden auch Bahnen aus PE-ND und EVA (1,1 mm dick und 1,1 bzw. 1,4 m breit) verwendet. Es kamen vereinzelt auch Sonderprodukte als EVA-Bahnen mit aufkaschierten Schaumbahnen (als integrierte Schutzschicht) und zur Erhöhung der Reibung zum Einsatz. Als sonstige Schutzlagen wurden verwendet:

- Sand
- PS-Schaumplatten
- EVA-Schaumfolien und
- Schutzvliese.

Als innovative Neuerung können hier genannt werden: die Entwicklung einer Auftriebssicherung als „Ventilfolie“ und die Erprobung einer kontrollierbaren Kerndichtung aus PVC-w Bahnen und Polyesterschutzvliesen an der Talsperre Schadebach II.

Etwa zu Beginn der 1980er Jahre wurden dann auch zunehmend Vliesstoffe als Ersatz für Erdstofffilter beim Gewässerausbau verwendet. In den nachstehenden zwei Tabellen sind je eine Auswahl an Staubauwerken und Flussbaumanahmen mit Kunststoffdichtungsbahnen zusammengestellt. Die Angaben dazu stammen aus Firmenschriften des SBK Wasserbau, Weimar und von Internetseiten der Landestalsperrenwasserverwaltung.

Tabelle 1: Staubauwerke mit Dichtungen aus Kunststoffbahnen

Objekt	Fertigstellung	Stauhohle	Dichtungsfache	Material
Damm für eine Grundwasseranreicherung Pretzsch	1973	5 m	2.000 m ²	PVC-w 1,5 mm
TS Hopfgarten	1977	12 m	12.000 m ²	PVC-w 1,5 mm
TS Wallroda	1987	11 m	3.400 m ²	PVC-w 1,5 mm
TS Schadebach II	1985	6,5 m	2 x 2.500 m ² für Kern 13.000 m ² für Teppich	PVC-w 1,5 mm
TS Altenberg	1991	6,5 m	Nicht bekannt	PVC-w 1,5 mm

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass 1998/1990 am Oberbecken des PSW Wendefurt die min. Dichtung lokal durch PVC-w Dichtungsbahnen saniert werden musste und die Anbindung der oberen Kanalhaltung an das Einfahrbauwerk zum Trog am Schiffshebewerk Rothensee auch mit PVC-w Dichtungsbahnen erfolgte.

Bild 3 zeigt die Talsperre Hopfgarten und Bild 4 den Dammquerschnitt (Kerndichtung) der TS Schadebach II.



Abbildung 3: Talsperre Hopfgarten mit PVD-w Dichtungsbahn 1977, kurz vor der Fertigstellung

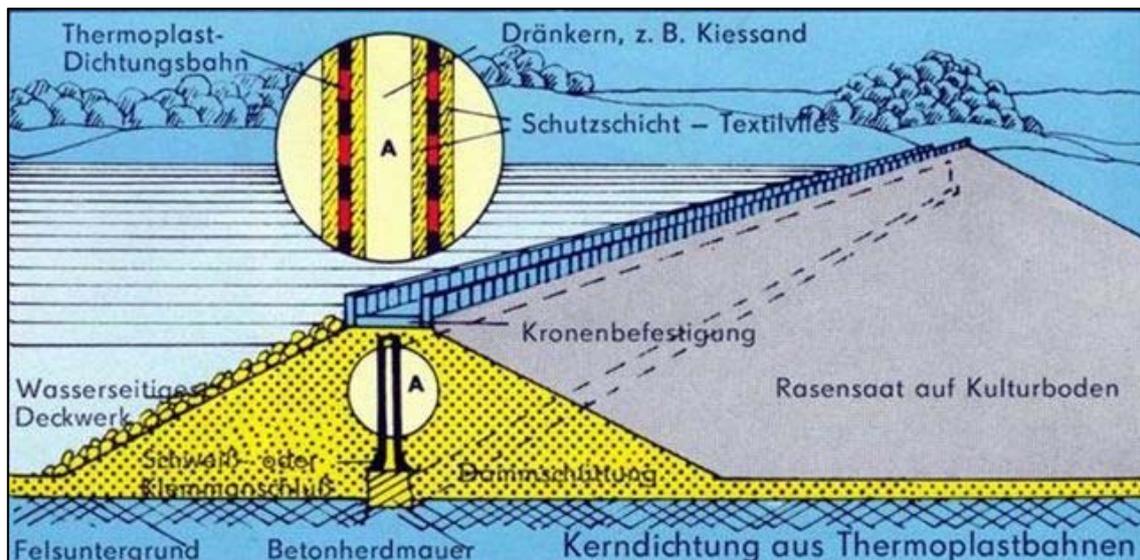


Abbildung 4: Regelquerschnitt/Dichtungsaufbau der Kerndichtung aus PVC-weich Bahnen an der Talsperre Schadebach II

Tabelle 2: Flussbaumanahmen (Auswahl) mit Dichtungen aus Kunststoffbahnen

Objekt	Länge	Dichtungs- fläche	Fertigstellung	Dichtung
Verlegung der „Spree“ bei Tzschelln	3,4 km	79.000 m ²	1978	PVC-w 1,5 mm
Verlegung der „Spree“ bei Bärwalde 3 BA`s	8,4 km	218.000 m ²	1983	PVC-w 1,5 mm
Verlegung der „kleinen Spree“	5,6 km	111.500 m ²	1985	PVC-w 1,5 mm
Verlegung des „Weien Schöps“ 1. und 2. BA inkl. Grubenwasserableiter	12,7 km	363.000 m ²	1987	PVC-w 1,5 mm PE-ND 1,1 mm EVA 1,1 mm Planenschichtstoffe
Verlegung des „Schwarzen Schöps“	3,1 km	32.000 m ²	1987	PVC-w 1,5 mm PE-ND 1,1 mm EVA 1,1 mm Planenschichtstoffe
Dichtungen an vielen kleinen Randgräben, Grubenwasserableitern und am „Lober-Leine-Kanal“		ca. 195.000 m ²	1990	PVC-w 1,5 mm PE-ND 1,1 mm EVA 1,1 mm Planenschichtstoffe

Allein im Flussbau wurden von 1976 bis 1990 ca. 1 Mio m² Dichtungen mit Kunststoffbahnen realisiert. Dem Verfasser sind keine Schäden bekannt geworden. Darüber hinaus wurden eine Vielzahl von Speicherbecken für Brauch- und Beregnungswasser mit PVC-weich Bahnen errichtet.

Bild 5 zeigt den Einbau einer Kunststoffdichtung mit Auftriebssicherung in einer Flussstrecke.
In Bild 6 ist das Regelprofil einer Flussstrecke mit Kunststoff-dichtungsbahnen dargestellt.



Abbildung 5: Einbau einer Dichtungsbahn mit Auftriebssicherung an einer Flussverlegung

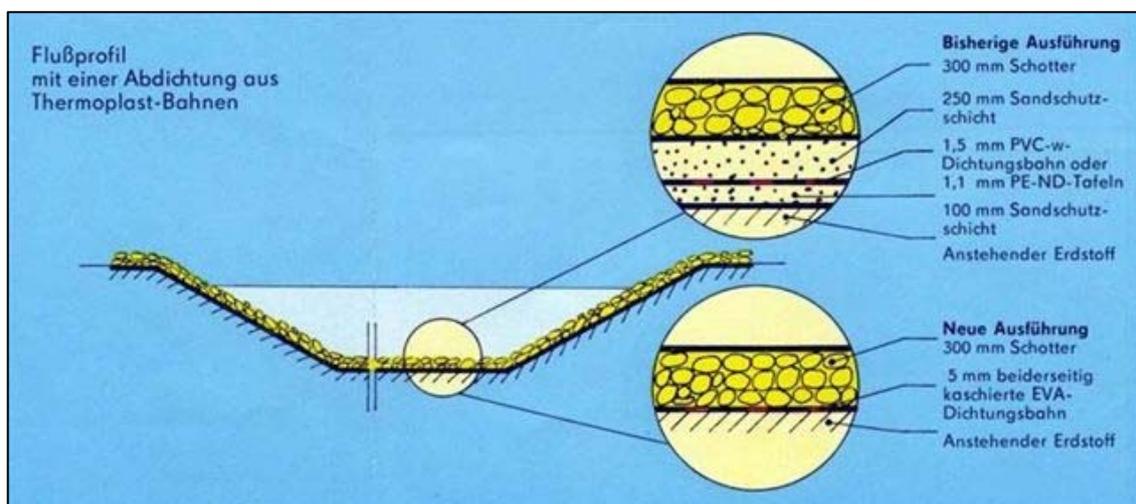


Abbildung 6: Regelquerschnitt einer Flussverlegung mit Kunststoffdichtung

In einem Zwischenfazit zeigt sich, dass sowohl im Westen als auch im Osten Deutschlands schon deutlich vor der TA-Abfall und der damit verbundenen Festschreibung von PE-HD Bahnen als Dichtungselemente viele Erfahrungen mit der Anwendung von Geokunststoffen im Wasserbau gesammelt werden konnten.

3.3. Standortbestimmung im Wasserbau

In den Versuch einer Standortbestimmung zur Anwendung von Geokunststoffen im Wasserbau muss natürlich auch der Zeitraum ab 1990 bis jetzt einbezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass dieser Zeitraum u. a. dadurch gekennzeichnet ist, dass sich die Energiewirtschaft im Osten veränderte (weniger Tagebau, Sicherung der Tagebaue durch Schlitzwände ohne dichte Flussverlegungen) und neue Staubauwerke kaum noch notwendig bzw. durchsetzbar waren. Der bis dahin klassische Wasserbau ging zunächst gegen Null. Wer aber geglaubt hatte, nach den Hochwässern 1996 (Einzugsgebiet der Oder) und 2002, 2006 und 2013 (Einzugsgebiet der Elbe und Donau); jetzt würden die Geokunststoffe beim Bau von Flussdeichen und Ruckhaltebeckenverstarkt angewendet, der sieht sich enttäuscht. Nur sehr vereinzelt wurden Bentonitmatten zur Dichtung und Geotextilien (Vliese) für Filterzwecke an neuen oder zu verstärkenden Flussdeichen verwendet. Woran lag bzw. liegt das nun?

Die Gründe hierfür sind vielschichtig:

- Die guten Erfahrungen im Deponiebau und davor schon im Wasserbau werden meist schlichtweg ignoriert.
- Die Haltung im Wasserbau ist sehr auf die konservativen Bauweisen ausgerichtet.
- Geokunststoffe in Form von Dichtungsbahnen werden noch immer als Folien bezeichnet und das steht für Verletzlichkeit.
- Geokunststoffe werden in einem Deich als Fremdkörper und „Trennelement“ angesehen und auch die Fragen zur Nagetier- und Wurzelbestandigkeit werden immer wieder neu diskutiert.
- Entscheidend dürfte aber auch sein, dass bei der Anwendung von Geokunststoffen im Deichbau der ökonomische Effekt nicht so deutlich wird. Ein dünnes Dichtungs- bzw. Filterelement im Deichkörper bringt keine wesentliche Volumeneinsparung, da der Deichquerschnitt z. B. aus Gründen der Deichverteidigung (Fahrstrae auf Deichkrone) ohnehin eine Mindestgröße haben muss.
- An Flussdeichen geht man von kurzen Einstauzeiten aus. Da genügen meist Dichtungen aus Erdstoffen mit K_f -Werten von ca. 10^{-8} m/s. Das könnte sich bald ändern: Stichpunkt Klimawandel.

Was kann man gegen diese Haltung tun?

Hier hilft nur Öffentlichkeitsarbeit. Warum stehen z. B. nicht nach jedem Hochwasser die Hersteller in den Startlöchern, um z. B. zu belegen, dass mit Geokunststoffen gebaute

Deiche u. a. der Beanspruchung widerstanden haben? Hier sind Hersteller und Fachverleger gleichermaßen gefragt. Auch die Veranstaltungsreihe des DWA zur Anwendung von Geokunststoffen im Wasserbau könnte z. B. wiederbelebt werden.

Es gab aber auch einen Lichtblick. 2012/2013 wurde an den ca. 28 m hohen Damm des HRB Glashütte/Sachsen etwa das obere Drittel der geneigten überdeckten Auendichtung als kontrollierbare Dichtung mit Bentonitmatten hergestellt (siehe Bild 7).



Abbildung 7: Einbau einer Bentonitmatte am Hochwasserrückhaltebecken Glashütte

4. Geokunststoffe im Deponiebau

4.1. Rückblick

Im Rahmen dieser Jubiläumstagung einen Rückblick zum Deponiebau oder besser auf die Anwendung der Geokunststoffe im Deponiebau zu versuchen, ist müßig, da dies vielen Gästen der Veranstaltung zumindest seit der TA-Abfall oder TA-Siedlungsabfall bekannt sein dürfte.

Es liegt also nahe, mit dem Rückblick noch deutlich vor der TA-Abfall zu beginnen. ähnlich wie im Wasserbau wurden auch im Deponiebau Geokunststoffe schon vor den ersten schriftlichen Anwendungsempfehlungen o. . vereinzelt angewendet. Eine der ersten Erwähnungen dazu hat der Verfasser unter [16] gefunden. Unter Steffen [17] findet sich bereits 1982 eine Beschreibung zur Abdichtung der Deponie-Mechernich. Diese Anwendung von PE-HD Dichtungsbahnen und Schutzvliesen konnte der Verfasser 1983 an dieser Deponie selbst beobachten.

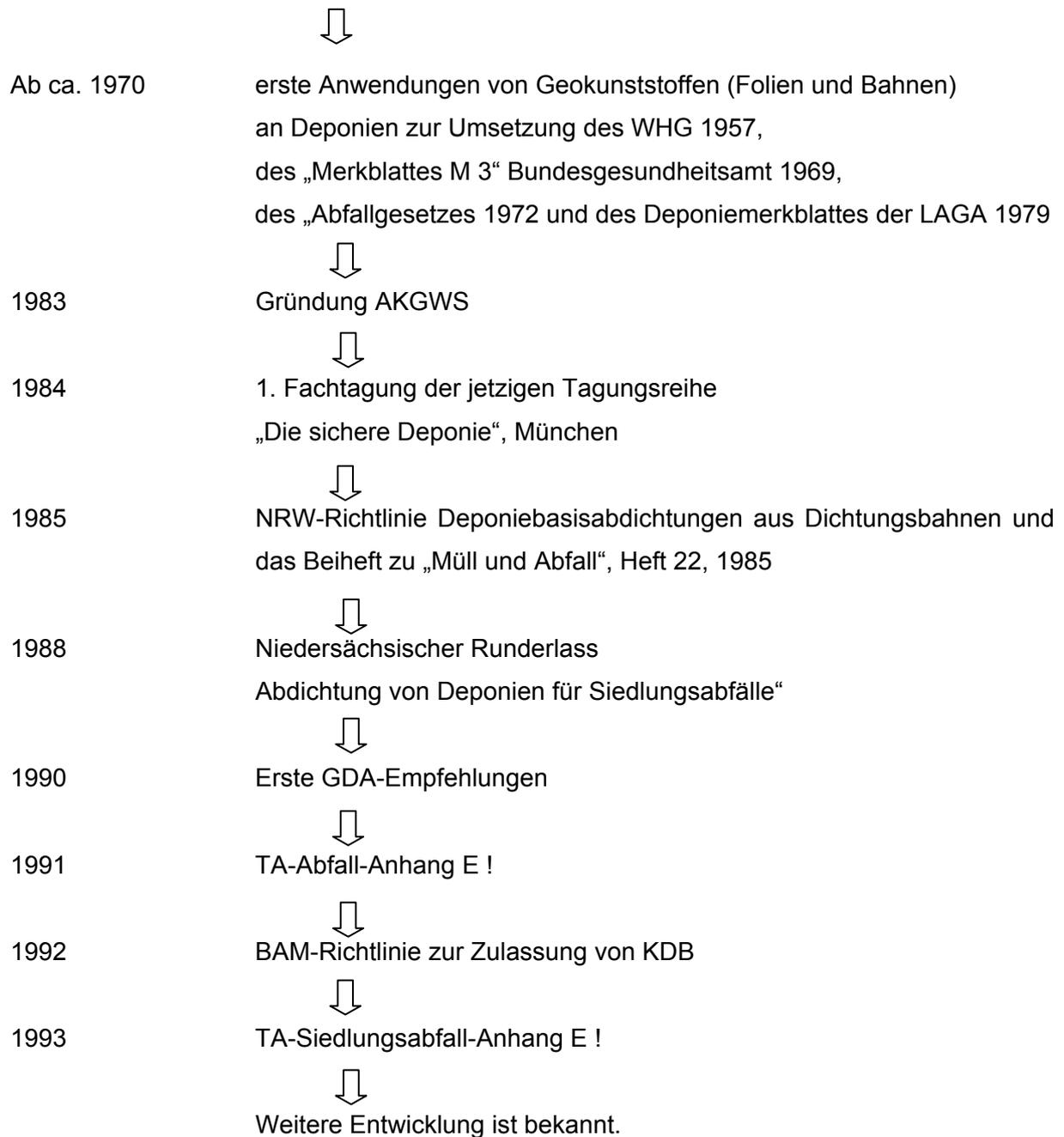
Zu Beginn der 80er Jahre berichten dann immer mehr Autoren zu Anwendungen von Geokunststoffen (vornehmlich Dichtungsbahnen im Deponiebau, u. a. in [18] und [19]. Eine Unterteilung in die Entwicklung im Deponiebau nach Ost- und West-Deutschland erübrigt sich insoweit als vor 1990 die Standortauswahl für neue Deponien auch im Osten nach diversen geologischen, hydrologischen und hydrogeologischen Kriterien erfolgte und auch erste Deponiestandorte durch zusätzliche mineralische Dichtungen verbessert wurden, aber eine nennenswerte Anwendung von Geokunststoffen nicht stattfand.

Der Verfasser hat in einer Firmenschrift des SBK Wasserbau Weimar nur einen Hinweis auf die Abdichtung eines Sickerwasserbeckens an der „Deponie Hohenlauf“ bei Döbeln mit PVC-weich Bahnen gefunden und kann aufgrund der eigenen Mitwirkung von der Anwendung von PE-HD Platten in Verbindung mit einer mineralischen Dichtung an der heutigen „Deponie Ihlenberg“ etwa ab Ende 1987/Anfang 1988 berichten. Aus dieser Zeit stammt auch das Bild 8.



Abbildung 8: Probeeinbau und Verschweiung einer PE HD Platte an einer Deponie, 1988

Aus Sicht des Verfassers kann man die Entwicklung im Deponiebau und damit auch die Anwendung der Geokunststoffe im Deponiebau durch folgenden zeitlichen Ablauf kennzeichnen.



Hinweis:

Sasse und Biener [20] haben in einem Beitrag zur 25. Fachtagung eine noch detailliertere Abfolge der Entwicklung vorgelegt.

An dieser Stelle des Rückblicks sollen aber die Träger dieser eindrucksvollen Entwicklung auch genannt werden. Neben den gesetzgeberischen und sonstigen rechtlichen Instanzen sind zu nennen:

- Das Umweltbundesamt
- Die DGGT AK „Geotechnik für Deponien und Altlasten“
- Der AKGWS
- Die BAM-Berlin mit dem Fachbeirat
- Die LAGA (LAGA Ad-hoc AG „Deponietechnik“)
- Alle die die Tagungen, wie diese veranstaltet und durch ihre Beiträge erst mitgestaltet haben.

Die o. g. gewählte Reihenfolge stellt natürlich keine Rangfolge oder Wertigkeit dar und ist sicher auch unvollständig.

4.2. Versuch einer Standortbestimmung

Warum nur „Versuch“? Eine umfassende Standortbestimmung und sei es auch nur zum Teilgebiet der Anwendung der Geokunststoffe im Deponiebau, bedürfte eines doch hohen Zeitaufwandes und vor allem einer Teamarbeit, um unterschiedliche Sichtweisen auf diese Thematik auch darzustellen. Eine Standortbestimmung aus Sicht eines planenden Ingenieurbüros haben Sasse/Biener schon 2009 beschrieben [20].

Der Verfasser dieses Beitrages wird sich und kann sich an dieser Stelle auch nur auf einige spezielle Punkte beschränken:

- Für den Deponiebau stehen heute für alle Funktionen gut geeignete und auf „Herz und Nieren“ geprüfte Geokunststoffe zur Verfügung. Die Zulassungen der BAM und Eignungsbeurteilungen und BQS der LAGA Ad-hoc AG bescheinigen diesen Materialien mindestens die gem. DepV nachzuweisende Funktionssicherheit von 100 Jahren. Dennoch dürfen Rückschläge zu den älteren Bentonitmatten und Dranmatten die dazu führten, dass diese Produkte fast 10 Jahre im Deponiebau kaum noch zu finden waren, nicht unerwähnt bleiben. Ein pauschal positives Fazit zu den Materialien sollte aber nicht dazu führen, in den Entwicklungen zu neuen und noch beständigeren Materialien nachzulassen.

- Mit der DepV 2009/13 wurden gegenüber früheren Unterlagen (TA-A, TA-Si, DepV 2002) dem Planer, dem Bauherren und auch den Behörden einige Entscheidungsspielräume eröffnet, deren Nichtvorhandensein früher oft beklagt wurde (Stichworte: Varianten für Oberflächenabdichtungen, Größere Dränabstände an Basisabdichtungen in Verbindung mit der Dränschicht usw.)
- Aus Sicht des Verfassers gibt es aber auch noch offene Punkte (und nicht nur in Verbindung mit den Geokunststoffen), die anzusprechen sind:
 - Die Qualitätssicherung zur Herstellung der Geokunststoffe und deren Einbau hat in Bezug auf die Fremdüberwachung-FÜ und Fremdprufung-FP und speziell in den Anforderungen an den FP zweifellos den wohl höchsten Stand erreicht (Stichwort: Akkreditierung auch für den FP-Min).
Dennoch gibt es nach wie vor Ausschreibungen zur FP, in denen Teileinsatze von 4 und weniger Stunden und Pauschalierungen zugelassen werden. Dies ist mehr als fragwürdig. Die Bilder 9 und 10 zeigen Schadensbilder, die durch eine höhere Präsenz des FP hätten vermieden werden können.



Abbildung 9: Schadensbild beim Einbau einer PE HD Bahn nach einem Sturm



Abbildung 10: Verdeckter Schaden, unterspulte KDB

- Die Forderung zur Entwässerung der Deponiebasis im freien Gefälle wird durch div. Länderbehörden sehr unterschiedlich bewertet. Der Verfasser hat an dieser Stelle 2012 darüber berichtet, z. B. wie weit im freien Gefälle.
- Sollten nicht Sickerwasserrohre auch an DKI-Deponien, an denen eine geologische (technisch hergestellte) Barriere nur unter dem Ablagerungsbereich ist, als Doppelrohrsystem ausgebildet werden?
- Sind reine mineralische Oberflächenabdichtungen über basisgedichteten Deponien vertretbar? (Stichworte: „ewiger“ Sickerwasseranfall, Klimawandel)
- Verwenden wir genügend Sorgfalt bei der Auswahl der Sickerwasserrohre bzw. deren Ausgangsmaterial an der Deponiebasis (Stichwort: Beitrag Herr Frank im letzten Jahr zu dieser Tagung; PE 80, PE 100) vor dem Hintergrund auch einer späteren Auflasterhohung (Deponie auf Deponie)?

- In die ähnliche Richtung geht auch die folgende Anmerkung zur - „reinen geotextilen Schutzschicht“ -. Nachdem zum Glück etwa ab Mitte/Ende der 90er Jahre reine geotextile Schutzlagen zwischen Drankies und KDB nicht mehr angewendet wurden, lässt die DepV dies in Verbindung z. B. eines weiter gestuften Drankieses auf der Basis eines Schutzwirksamkeitsnachweises wieder zu, obwohl mit dem „Standardschutzschichtsystem“ und der vorgefertigten Sandmatte hinlänglich erprobte und zuverlässige Lösungen zur Verfügung stehen. Bei der Verwendung reiner geotextilen Schutzlagen wird
 - a) eine evtl. langfristig geringere Dranleistung in Kauf genommen und
 - b) eine spätere Auflasterhohung begrenzt bzw. ausgeschlossen.
- Noch wesentlicher ist die Haltung einiger Behörden im Hinblick auf die Verwendung selbst „BAM zugelassener“ Dranmatten. Aus Angst vor deren Versagen werden zusätzliche Notentwasserungsschichten aus mineralischen Materialien verlangt. Warum dann Zulassungen für Dranmatten? Dann wäre doch gleich die Anordnung einer Kapillarsperre (z. B. Kapillarschicht und Blockbahn) konsequenter. Diese Lösung wäre dann Dränschicht und „weitere Dichtung“ zugleich.
- Und als weiteres soll noch auf ein paar aus Sicht des Verfassers ungeklärte Punkte im Zusammenhang mit der nachträglich herzustellenden geologischen Barriere hingewiesen werden.

Ist diese nur auf die Ablagerungsfläche zu begrenzen? Ist sie an den Randdammen hoch zu ziehen oder horizontal weiter zu führen? Muss die erste Abdichtungskomponente auf der Barriere im Verbund aufliegen?

Der ordnungsgemäße Einbau der KDB an einer Oberflächen- und Basisabdichtung sollte wie in Abbildung 11 aussehen. So kann auch der gefürchtete "Preverbund" realisiert werden.



Abbildung 11: Vorbildlicher Einbau einer Oberflächen- und Basisabdichtung

5. Zusammenfassung

Geokunststoffe sind moderne, zuverlässige und effektive Baustoffe im Wasser- und Deponiebau und auch weit durber hinaus. Schon in den 70er Jahren wurden vornehmlich im Wasserbau Geokunststoffe mit Erfolg an zum Teil technisch anspruchsvollen Bauwerken verwendet und sind dort auch heute noch funktionssicher. Ja, die Anwendung von Geokunststoffen im Wasser- und Erdbau und die gewonnenen positiven Anwendungserfahrungen haben sich positiv und wegbereitend für deren Anwendung im Deponiebau ausgewirkt. Spätestens mit der TA Abfall und vor allem dem Anhang E und der dort getroffenen Festlegung auf PE-HD-Kunststoffbahnen als Bestandteil der Kombinationsabdichtung wurden Geokunststoffe fast zum Selbstlauffer im Deponiebau. Zahlreiche Fachgremien haben mit dazu beigetragen, dass der Qualitätsstandard sich stets verbessert hat.

Die Anwendung der Geokunststoffe im Wasserbau ist dagegen in den letzten ca. 25 bis 30 Jahren nicht so recht weiter gegangen. Das liegt daran, dass nicht mehr so viele Staubauwerke gebaut wurden und sich kein Gremium der Anwendung und Weiterentwicklung so richtig verpflichtet fühlt, wie z. B. der AKGWS dies für die Deponien getan hat. Ein Durchbruch zur Anwendung von Geokunststoffen, z. B. beim Bau von Flussdeichen, ist somit auch nicht erfolgt. Ein Lichtblick könnte hier das relativ neue Merkblatt DWA-M 512-1 [21] sein. Hier sind die Geokunststoffe wenn auch verhalten

optimistisch aber relativ ausführlich berücksichtigt. Hier wäre eine Aufgabe, z. B. auch für den AKGWS oder auch für das SKZ zur Fortführung dieser Tagungsreihe im Sinne der Anwendung von Geokunststoffen im allgemeinen Umwelt- und Grundwasserschutz, denn Hochwasserschutz ist auch Grundwasserschutz.

Dabei wären viele erfolgreiche Anwendungen von Geokunststoffen aus den 70er und 80er Jahren im Wasserbau beispielgebend und Vertrauen gewinnend aufzuarbeiten.

Literaturhinweise:

- [1] Zitscher, F.-F.: „Kunststoffe für den Wasserbau“; Bauingenieur-Praxis-Heft 125, (1971, Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn Berlin, München, Düsseldorf
- [2] Gruner, E, Wackernagel, A.: „Kunststoff-Folien zur Flächendichtung im Wasserbau“; Wissenschaftl. Zeitschrift der HAB Weimar 21 (1974), H. 6
- [3] „Generelle Genehmigung zur Verwendung einer Dichtungsschicht aus Hochdruckpolyathylenfolie zum Schutze des Grundwassers und des Untergrundes gegen Verunreinigungen durch Mineralölprodukte sowie zur Abdichtung im Verkehrs- und Wasserbau“ v. 5.5.67 und 23.5.68 in Schriftenreihe der Bauforschung, Reihe Ing. und Tiefbau, Berlin 1969, Heft 22
- [4] „Empfehlung für die Herstellung druckwasserhaltender Thermoplastdichtungen und PVC-weich“, KdT-Richtlinie o 39/69
- [5] Saechtling, N.: „Bauen mit Kunststoffen“; Carl Hanser Verlag, München 1973
- [6] „Bauen mit Kunststoffen“, Schrift der AG der deutschen Kunststoffindustrie, Vinzentz Verlag, Hannover 1970, 2. Auflage
- [7] „Dach- und Dichtungsbahnen aus Kunststoffen 1977“ – Bauen mit Kunststoffen – Fachzeitschrift des Institutes für das Bauen mit Kunststoffen, Darmstadt 20 (1977), H. 3
- [8] Roelofsz, F.: „Niederländische Erfahrungen mit Kunststoffen im Seebau“, Wasser und Boden, Hamburg 15 (1963)
- [9] Sänger, F. u. a.: „Abschlussbericht zum F/E-Thema „Kunststofffoliendichtungen im Wasserbau“ VEB SBK Wasserbau, Weimar 1977
- [10] Hobst, L.: „Grundsätze der Dimensionierung und Nachweise der Alterungsbeständigkeit von Polymerdichtungen im Staudammbau“, Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 21 (1977)

- [11] Poptschenko, S.N.: „Anwendung von Bitumenbeton und Polymerdichtungskonstruktionen im Wasserbau der Sowjetunion“, Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 26 (1979)
- [12] DVWK Schriften 76, „Anwendung und Prüfung von Kunststoffen im Erdbau und Wasserbau“, Verlag Paul Parey Hamburg
- [13] „Projektierungs- und Ausführungsgrundsätze für in Schutzschichten eingebettete Kunststofffoliendichtungen im Wasserbau“, Vorschrift 42/76 der Staatlichen Bauaufsicht, Mitteilungsblatt der StaBa, 1977, Heft 1
- [14] Diersen H., Kops, F.: „Elbe-Seitenkanal mit Dichtungsbahnen aus PVC-weich“ Straßen- und Tiefbau, Isernhagen 32 (1978), H. 1
- [15] „Asphalt-Wasserbau, Speicherbecken Geeste“, Strabag-Schriftenreihe Nr. 48/1992
- [16] „Grodeponie für Bayerwerk – Dormagen“, Energie, Gräfelfing 28 (1976), H. 2
- [17] Steffen, H.: „Die Dichtungsarbeiten für die zentrale Mülldeponie-Mechanik in der Grube Virginia“: Informationsschrift des Tiefbauamtes Euskirchen, 1981
- [18] Knipschild, F. W.: „Werkstoffauswahl und Dimensionierung von Kunststoffdichtungsbahnen für Grundwasserschutzmanahmen“; Beiheft zu „Müll und Abfall“, Heft 22, 1985
- [19] Schlütter, A.: „Konstruktive Hinweise für die Ausführung von Deponiebasisabdichtungen mit Kunststoffdichtungsbahnen“; Beiheft zu „Müll und Abfall“, Heft 22, 1985
- [20] Sasse/Biener: „Deponieprojekte gestern, heute und morgen“; Beitrag zur 25. Fachtagung „Die sichere Deponie 2009“, Würzburg
- [21] Merkblatt DWA-M 512-1 „Dichtungssysteme im Wasserbau, Teil 1 Erdbauwerke“, 02/2012



Abbildung 12: Gut organisierter Bau einer Deponieoberflachenabdichtung.

Der Verfasser bedankt sich bei allen Trägern, Veranstaltern und Organisatoren dieser hocheffizienten Tagungsreihe.