Landesamt für Straßenbau
Sachsen-Anhalt
Herrenstraße 20
06108 Halle / Saale

Handlungsempfehlungen für den Einsatz von Geokunststoffen zur Sicherung bruchgefährdeter Straßenbereiche in Altbergbau- und Subrosionsgebieten für den Dienstaufsichtsbereich des Landesamtes für Straßenbau Sachsen-Anhalt

(GSbS Sachsen-Anhalt, 2001)

- November 2001 -

Inhalt

1. Allgemeines....4
2. Feststellung der Bruchgefährdung / Risikoabschätzung....5
3. Geotechnische Untersuchungen....5
3.1 Aufgabenstellungen / Untersuchungsziele....6
3.1.1 Spezielle Aufgabenstellungen für Altbergbauflächen....6
3.1.2 Spezielle Aufgabenstellungen für subrosionsgefährdete Flächen....6
3.2 Untersuchungsmethoden....6
4. Notwendigkeit von Sicherungsmaßnahmen....6
5. Arten von Sicherungsmaßnahmen....7
5.1 Grundsätze....7
5.2 Sicherungsvarianten....7
5.2.1 Teilsicherung....7
5.2.2 Vollsicherung....7
6. Einsatz von Sicherungselementen aus Geokunststoff....7
6.1 Prinzip....7
6.2 Grundsätzliche Einsatzmöglichkeiten....8
6.3 Ausschlußkriterien....8
6.4 Bemessung / Dimensionierung....8
6.4.1 Bemessungsgrundlagen....9
6.4.2 Inhalt und Form der Bemessung....9
6.4.2.1 Zwei- oder mehrlagige Bauweise....9
6.4.2.2 Einlagige Bauweise....9
6.5 Hinweise zur Straßenentwässerung....10
6.6 Vorwarnsysteme / Kontrolle....10
6.7 Handlungsschema nach dem Ereignisfall....10
6.8 Sanierung nach dem Ereignisfall....11
6.9 Kostenvergleich....12
6.10 Anwendungsbeispiele....13

Anhang:

A.1	Subrogene Erdfall- und Senkungsgebiete im Land Sachsen-Anhalt
A.2	Regionale Verteilung der Erdfälle im Land Sachsen-Anhalt
B	Adressenverzeichnis der Fachbehörden
C.1	Prinzipskizze: Einsatz von geotextilen Sicherungselementen in Dammstrecken
C.2	Prinzipskizze: Einsatz von geotextilen Sicherungselementen in Einschnitten und bei geländegleicher Führung der Gradiente
D	Herstellerverzeichnis Geotextilien
E	Bearbeitungsalgorhythmus: Straßenbau in bruchgefährdeten Bereichen
F	Normen / Richtlinien / Literatur

1. Allgemeines

Besonders im mittleren und südlichen Teil des Landes Sachsen-Anhalt ist lokal mit negativen Beeinflussungen der Tragfähigkeit des Untergrundes (Hohlräume, verminderte Verbandsfestigkeit / Auflockerungen) durch verkarstbare (=subrodierbare/auslaugbare) Gesteine und Altbergbau zu rechnen. An besonders exponierten Standorten sind unkontrollierte Verformungen der Geländeoberfläche durch das Zubruchgehen auflässiger Schächte oder Stollensysteme (Tagesbrüche, Pingen) bzw. die Bildung von natürlichen (geogenen) Erdfällen, Dolinen und Spalten möglich.

Nach Angaben des Geologischen Landesamtes wurden in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 1960 bis 1998 mehrere Hundert subrosionsbedingte Erdeinbrüche (Erdfälle) behördlich registriert. Es handelt sich dabei überwiegend um Folgewirkungen der Subrosion von Sulfatgesteinen mit den wenig lösungsresistenten mineralischen Hauptgemengteilen Gips und (seltener) Anhydrit. Eine lokale Übersicht zum Erdfallgeschehen in Sachsen-Anhalt enthält Anhang A.

Darüber hinaus sind die Einwirkungsbereiche des untertägigen Altbergbaues allein im südlichen Landesteil jährlich von 50 bis 250 bergamtlich erfassten Tagesbrüchen betroffen, die zumeist verwahrt werden müssen.

Diese - bundesweit betrachtet - besondere Situation Sachsen-Anhalts bedingt, dass straßenbauliche Trassenführungen solche ingenieurgeologischen Konfliktbereiche nicht immer mit vertretbaren Folgekosten umgehen können.

Sind bestehende Straßen von entsprechenden Ereignissen bzw. deren Schadwirkungen betroffen, werden in aller Regel Sicherungs- bzw. Verwahrungsarbeiten oder Straßensperrungen unverzichtbar. Ist die Funktionssicherheit der Straße mit angemessenem Aufwand nicht wieder herstellbar, wird eine bleibende (endgültige) Sperrung unvermeidbar.

Bei Planungen zu Straßenneubauten oder Verlegungen in derartig geprägten Gebieten sind Notwendigkeit und Sinnfälligkeit präventiver Gefahrenabwehrmaßnahme bzw. bauliche Sicherungen sorgsam zu prüfen und erforderlichenfalls vorzusehen.

Die Sicherungsbauweisen werden generell gegliedert in:

1. Verfüllen / Verwahren

- Verfüllen von Bruchkörpern nach dem Ereignisfall von der Oberfläche
- Verwahren bergbaulich bedingter Hohlräume

2. Überbrücken von Schwächezonen

- durch eine Brückenkonstruktion
- durch Betonplatten
- durch Geokunststoffe

Die vorliegenden Handlungsempfehlungen beziehen sich ausschließlich auf die Überbrückung bruchgefährdeter Bereiche mit Geokunststoffen.

Konventionell erfolgt die Sicherung des Straßenkörpers in bruchgefährdeten Gebieten durch die Anordnung einer bewehrten Stahlbetonplatte im Oberbau der Straße. Bereits bekannte Einbrüche oder Schächte werden oberflächig durch Betonplomben oder –deckel verwahrt (Einzelfallentscheidung).

Durch den Einsatz des Bewehrungselementes Geokunststoff (Gewebe, Geogitter, Verbundstoffe) ergeben sich – besonders bei großen Sicherungsflächen und geringer Bruchgefähr-

dung – bautechnisch einfache, moderne und kostengünstige Alternativen zu konventionellen Bauweisen.

Die Dimensionierung der Bewehrungselemente erfolgt nach dem Prinzip der Teilsicherung. Das Versagen der Konstruktion und das damit verbundene Restrisiko wird – unter Vorgabe einer definierten Vorwarnzeit – akzeptiert. Die Konstruktion ist so zu bemessen, daß eine Bruchverformung ausgeschlossen werden kann. Das Prinzip der Teilsicherung resultiert aus Erlassen bzw. dem Schriftverkehr des BMVBW / LAS ST zur Sicherung von Altbergbaubereichen bei der Planung der OU Zeitz (1999).

Die Bemessung von Sicherungsbauweisen mit Geokunststoffen in bruchgefährdeten Bereichen unterliegt einer Vielzahl von Randbedingungen. Da für diese Bauweise keine deutschen Normen, anerkannte Regeln der Technik und technische Baubestimmungen existieren, muß i.d.R. auf ausländische Regelwerke bzw. externe Sachverständige zurückgegriffen werden.

Mit den vorliegenden Handlungsempfehlungen soll dem Sachbearbeiter der SBV bzw. dem Planungsingenieur ein Leitfaden zur Entscheidung über den sinnvollen Einsatz von Sicherungselementen aus Geokunststoff und ein Bearbeitungsalgorhythmus (Anhang E) zur Verfügung gestellt werden.

Allgemeingültige Regelbauweisen können derzeit noch nicht angegeben werden.

2. Feststellung der Bruchgefährdung / Risikoabschätzung

- Hinweise zur Wahrscheinlichkeit unkontrollierter Verformungen der Oberfläche durch Altbergbau, Subrosion oder seismische Faktoren (Erdbeben) sind Pflichtbestandteil der Baugrundbeurteilung nach DIN 4020.
- Angaben zu möglichen Untergrundschwächen finden sich in geotechnischen Berichten (Baugrundgutachten) unter dem Punkt 2.4 „Besonderheiten“.
- Bei Feststellung einer potentiellen Gefährdung der Straße oder von Teilen der Strecke durch den Baugrundgutachter, sind grundsätzlich Stellungnahmen seitens der Fachbehörden (Bergämter, Geologisches Landesamt) einzuholen.
- Ein Adressenverzeichnis der Fachbehörden findet sich im Anhang B.
- Im Rahmen der Stellungnahmen ist eine erste Risikoabschätzung vorzunehmen.

3. Geotechnische Untersuchungen

- Wenn das Risiko nicht ausreichend genau abgeschätzt werden kann (fehlende oder unvollständige, bergbauliche Rißunterlagen bzw. ungenügende Erkenntnisse zur Erdfallgefährdung durch Subrosion), sind weiterführende geotechnische Untersuchungen notwendig.
- Die weiterführenden geotechnischen Untersuchungen werden – in enger Abstimmung mit den Fachbehörden sowie dem Dezernat 24 LAS ST – an einen Sondergutachter vergeben.
- Der Sondergutachter muß nachweisbar über besondere Fähigkeiten bei der Bewertung der vorliegenden Fragestellung und vertiefte Kenntnisse zur Risikoabschätzung verfügen.

3.1 Aufgabenstellungen / Untersuchungsziele

- genaue Lokalisierung von geotechnischen Schwächezonen
- Abschätzung der Bruchwahrscheinlichkeit / detaillierte Risikoabschätzung
- Abschätzung der Art und Größenordnung möglicher Verformungen, Geometrie der Bruchkörper
- Abschätzung der Notwendigkeit und Art bautechnischer Sicherungsmaßnahmen

3.1.1 Spezielle Aufgabenstellungen für Altbergbauflächen

- Transformation des Lagesystems der Rißunterlagen auf das Bezugssystem des Straßenentwurfs
- Kennzeichnung der geologisch – hydrogeologischen und geomechanischen Verhältnisse des Betrachtungsraumes
- Lokalisierung von Schächten und Strecken in einem hinreichend großen Gebiet beidseitig der geplanten baulichen Anlage
- Angaben zur Art des Bergbaus, zum Zeitraum der Bergbautätigkeit, zur Tiefenlage des Bergbaus, zum Verwahrungszustand der Grubenbaue
- historische Recherche / statistische Auswertung zu aufgetretenen Bruchereignissen
- Erhebungen zu Art, Umfang und Wirkungsweise etwaiger bergbaulicher Sanierungen

3.1.2 Spezielle Aufgabenstellungen für subrosionsgefährdete Flächen

- historische Recherche / statistische Auswertung zu Zeitraum, Lage, Art und Geometrie von Verformungen
- Detailuntersuchung der Tiefenlage, Mächtigkeit, Lagerung und Ausbildung verkarstbarer Gesteine
- Detailuntersuchung der hydrogeologischen Verhältnisse

3.2 Untersuchungsmethoden

- Auswertung von Archivunterlagen
- vermessungstechnische Aktualisierung von Rißunterlagen
- flächenhafte geophysikalische Untersuchung (Wellen- und Potentialverfahren; z.B. Geoelektrik, Seismik, Magnetik, Georadar) zur Lokalisierung von Problembereichen
- punktuelle Erkundung solcher Bereiche als mögliche geotechnische Schwächezonen durch Sondierungen und / oder Bohrungen
- fernoptische Erkundung von Hohlräumen und Auflockerungszonen

4. Notwendigkeit von Sicherungsmaßnahmen

a) Bei klar einschätzbarem Risiko wird die Entscheidung über die Art und Notwendigkeit von bautechnischen Sicherungsmaßnahmen auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse des Baugrundgutachters und der Stellungnahmen der Fachbehörden in enger Abstimmung zwischen allen beteiligten Entscheidungsträgern getroffen.

b) Bei weiterführenden geotechnischen Untersuchungen formuliert der Sondergutachter eine Empfehlung zur Notwendigkeit und Art von Sicherungsmaßnahmen.

- **Das Landesamt für Straßenbau Sachsen-Anhalt entscheidet gemeinsam mit dem Straßenbaulastträger über das Maß der gebotenen Sicherheit, wobei der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu wahren ist.**

5. Arten von Sicherungsmaßnahmen

5.1 Grundsätze

- Grundsätzlich werden zwei Lösungsansätze betrachtet:

a) Prinzip der Teilsicherung

- Im Ereignisfall (Tagesbruch / Erdfall) wird ein plötzlicher Einbruch der Fahrbahn verhindert; definierte Verformungen im Fahrbahnbereich (Nutzungseinschränkungen) werden zugelassen. Die Sanierung erfolgt nach einer festzulegenden Warnzeit, während der die Konstruktion nicht versagen darf.

b) Prinzip der Vollsicherung

- Der Ereignisfall führt zu keinerlei Nutzungseinschränkungen des Baukörpers. Eine Sanierung der Straße – infolge des Ereignisfalles - ist nicht notwendig.

- **Aus wirtschaftlichen Gründen wird das Prinzip der Teilsicherung für die Mehrzahl der Fälle maßgeblich sein.**

5.2 Sicherungsvarianten

5.2.1 Teilsicherung

- Bewehrung des Straßenbaukörpers (Dammes) mit Geotextilien
- Dynamische Intensivverdichtung im Bereich von Altbergbauflächen
- Verwahrung, Verfüllung, Verdichtung durch schwere Rüttelwalzen

5.2.2 Vollsicherung

- Eine „vollständige“ Sicherung ist nur in Ausnahmefällen (sehr hohe Bruchgefährdung / Gefahrenabwehr) notwendig. Es ergeben sich folgende Sicherungsvarianten:

- Bau einer Brücke über den gesamten bruchgefährdeten Bereich
- Einbau einer entsprechend bewehrten, durchgehenden Betonplatte unterhalb des Straßenkörpers
- vollständiger Versatz und sichere Verwahrung von bergbaulich bedingten Hohlräumen

6. Einsatz von Sicherungselementen aus Geokunststoff

6.1 Prinzip

- Verbesserung der inneren Standsicherheit des Straßenbaukörpers durch die zweidimensionale Bewehrungsfunktion hochzugfester, dehnsteifer und kriecharmer Kunststoffe.

- Die Geokunststoffkonstruktion muß die vertikalen Spannungen des Straßenkörpers, des Dammes und der Verkehrsbelastungen über Hohlräumen aufnehmen und in die seitlichen Auflagerbereiche ableiten.
- Die Tiefenlage des Geokunststoffes richtet sich nach den statischen Erfordernissen. Aus sicherheitstechnischen Gründen soll jedoch eine Mindestüberdeckung d = 1,0 m gewährleistet sein. Der Dammkörper oder Oberbau wird oberhalb des Geokunststoffes nach den geltenden Richtlinien realisiert. Der Dammbaustoff muß hinsichtlich der Scherfestigkeit statisch definierte Mindestwerte erfüllen.
- Prinzipskizzen: Anhang C

6.2 Grundsätzliche Einsatzmöglichkeiten

- Der Einsatz von Sicherungselementen aus Geokunststoff ist für die Überbrückung von Schwächezonen durch Altbergbau oder Subrosionsgeschehen geeignet, wenn die vorausgegangenen Untersuchungen das Prinzip der Teilsicherung zulassen.
- **Das Prinzip der Bewehrung mittels Geokunststoffen bedingt eine Mindestüberdeckung des Sicherungselementes mit Boden. Aus diesem Grund ergibt sich der wirtschaftlichste Einsatz in Dammstrecken.**
- **Innerhalb von Einschnitten oder bei geländegleicher Führung der Gradiente sind zusätzliche Erdarbeiten zur Sicherstellung der notwendigen Überdeckung des Geokunststoffes notwendig.**

6.3 Ausschlußkriterien

- Boden, Grundwasser oder Bodenluft, deren Chemismus die Langzeitstabilität der Geokunststoffe beeinträchtigt (z.B. Zersetzung der Kunststoffe durch aggressive Chemikalien in Deponiekörpern oder Altlastenflächen).

6.4 Bemessung / Dimensionierung

- Es ist eine ein-, zwei- oder mehrlagige Verlegung des Geokunststoffes möglich.
- Die Bauweise richtet sich nach den äußeren Randbedingungen, welche nach den vorangegangenen Abschnitten zu bestimmen sind.
- Die konkrete Dimensionierung erfolgt mit Hilfe einer erdstatischen Berechnung durch ein geotechnisches Ingenieurbüro mit ausgewiesener Sachkompetenz für das Gebiet Geokunststoffe.

6.4.1 Bemessungsgrundlagen

Nr.	Bemessungsparameter	Vorgabe durch:
1	• Geometrie des möglichen Bruchkörpers (kreisförmig, spaltenförmig, Durchmesser, Spaltenbreite).	• Bergamt, Geologisches Landesamt oder Sondergutachter
2	• maximal zulässige Einsenkung an der Straßenoberfläche	• Straßenbauverwaltung
3	• Vorwarnzeit bis zur Sanierung	• Straßenbauverwaltung
4	• Lastannahmen; Bauklasse, Entwurfsunterlagen (Querprofile, Lage- und Höhenpläne), vorgesehene Baustoffe für Straße und Damm	• Straßenbauverwaltung

Tabelle 1: Bemessungsparameter für die Überbrückung bruchgefährdeter Bereiche mit Geokunststoffen im Straßenbau; Handlungsempfehlung Geokunststoffe LAS ST

6.4.2 Inhalt und Form der Bemessung

6.4.2.1 Zwei- oder mehrlagige Bauweise

- Die Bemessung erfolgt nach einem geschlossenen Berechnungsalgorhythmus (z.B. British standard 8006 oder Verfahren nach GIROUD).
- Inhalt und Form der Bemessung ergeben sich nach dem genutzten Berechnungsstandard.
- Für charakteristische Querschnittsprofile sind Regelquerschnitte zu erstellen.
- Jede erdstatische Berechnung muß durch einen Sachverständigen geprüft werden. (Nach DIN 1054 anerkannte Institute für Erd- und Grundbau mit ausgewiesenem Sachverstand für Geokunststoffe).

6.4.2.2 Einlagige Bauweise

- Für die einlagige Bauweise sind keine geschlossenen Berechnungsverfahren vorhanden.
- Die Nachweisführung ist nach dem heutigen Kenntnisstand nur mit der Methode der finiten Elemente (FEM) möglich.
- Hierbei ist ein Nachweis der Zugkräfte in Querrichtung notwendig.
- Das genutzte FEM-Berechnungsprogramm muß folgende Voraussetzungen erfüllen:

- räumliches Programm
- Erfassung des unterschiedlichen Spannungs-, Dehnungsverhaltens in Längs- und Querrichtung
- Erfassung nicht linearer Verformungsbeziehungen

6.5 Hinweise zur Straßenentwässerung

- Von der Oberfläche aus eindringendes Wasser kann durch Lösungs-, Erosions- oder Suffosionsprozesse die Bruchgefahr deutlich erhöhen.
- In bruchgefährdeten Straßenabschnitten ist eine Versickerung des Niederschlagswassers daher auszuschließen.
- Die Funktionsfähigkeit der Straßenentwässerung muß ständig gewährleistet sein. Seitengräben müssen z. B. mit Bentonitmatten gedichtet werden. Aus nicht entwässerbaren Senken muß das anfallende Wasser ggf. abgepumpt werden.

6.6 Vorwarnsysteme / Kontrolle

- Das **Bruchereignis** ist ausschließlich **durch Verformungen** des Geokunststoffes bzw. **der Fahrbahnoberfläche erkennbar**.
- Nach Ablauf der festgelegten Vorwarnzeit ist ein Versagen der Geokunststoffbewehrung (Einbruch der Fahrbahnoberfläche) möglich.
- **Das rechtzeitige Erkennen von Verformungen ist daher ein wesentlicher Faktor des Prinzips der Teilsicherung!**
- Die Kontrolle der Straßenoberfläche / der Geokunststoffbewehrung kann manuell (regelmäßige Befahrung durch Kontrollperson) oder durch ein automatisch anzeigendes, elektronisches Meßsystem (z.B. Dehnungsmeßstreifen) erfolgen.
- Als Regelfall gilt die manuelle Straßenkontrolle. Die Festlegung der Kontrollintervalle erfolgt für den Einzelfall.
- Art und Umfang der Kontrollmechanismen sind im Zuge der Risikoermittlung / Dimensionierung der Sicherungsmaßnahmen festzulegen. Hierbei sind die fachlichen Abstimmungen mit dem Bergamt, dem Geologischen Landesamt und dem evtl. hinzugezogenen Sondergutachter, zu berücksichtigen. Die letztendliche Entscheidung trifft der Straßenbaulastträger (SBV).
- Bereits im Zuge der Planung sind Umleitungsstrecken für die bruchgefährdeten Streckenbereiche festzulegen.

6.7 Handlungsschema nach dem Ereignisfall

Ein Bruchereignis wird durch eine Einsenkung der Fahrbahnoberfläche sichtbar. Wird im Zuge der Streckenkontrolle eine auffälligen Verformung festgestellt, sind folgende Sofortmaßnahmen durchzuführen:

1. Vollsperrung des betroffenen Fahrbahnabschnittes durch die zuständige Straßenmeisterei; Führung des Verkehrs über die festgelegte Umleitungsstrecke. Die Straßenmeisterei meldet das Vorkommnis an das zuständige SBA / ABA.
2. Das zuständige SBA / ABA entscheidet, welche weiteren Stellen benachrichtigt werden:

- Landesamt für Straßenbau, Halle, Dezernat 24
- Geologisches Landesamt, Halle
- zuständiges Bergamt
- evtl. Sondergutachter und zuständige, örtliche Gefahrenabwehrbehörde

3. Erkundung des Bruchkörpers:

- die Erkundung des Bruchkörpers erfolgt unter fachtechnischer Aufsicht eines Baugrundgutachters (geotechnisches Ingenieurbüro) oder des Sondergutachters
- i.d.R. Ausführung einer Erkundungsbohrung (Vertikal- oder Schrägbohrung als Einfachkernrohrbohrung nach DIN 4021, $\varnothing \geq 100$ mm)
- bei kleineren Dämmen, Einschnitten, Geländegleiche kann auch eine Aufgrabung vorgenommen werden
- eine fernoptische Untersuchung (Kamerabefahrung) der Bohrung bzw. des Hohlraumes ist nach Möglichkeit durchzuführen
- Ziel der Erkundung: Feststellung der genauen Art, Lage, Größe und Geometrie des Bruches mit kurzem Ergebnisbericht

6.8 Sanierung nach dem Ereignisfall

Die Sanierungsstrategie wird nach dem Ergebnis der Erkundung des Bruchkörpers unter Einbeziehung aller fachlich Beteiligten Behörden und Gutachter festgelegt. Die letztendliche Entscheidung trifft der Straßenbaulastträger unter Mitwirkung des LAS ST D 24.

Auf Grundlage der festgelegten Sanierungsstrategie erfolgt die Erarbeitung einer Technologie durch den fachtechnisch begleitenden Baugrundgutachter. Für den Regelfall der Sanierung von Bruchbereichen in geokunststoffbewehrten Straßenkonstruktionen gelten folgende Aussagen:

1. Die Straßenkonstruktion wird in einer Mächtigkeit d = 1,0 m auf einer hinreichend großen Fläche – auch außerhalb des festgestellten Bruchkörpers – entfernt.
2. Die Verwahrung / Verfüllung des Bruches erfolgt i.d.R. durch ein geeignetes Injektionsverfahren (z.B. Zement- oder Dämmerinjektion). Diese Arbeiten dürfen nur durch ein entsprechend qualifiziertes Spezialtiefbauunternehmen unter fachtechnischer Aufsicht des Baugrundgutachters ausgeführt werden.
3. Eine Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit der Geokunststoffbewehrung im Bruchbereich ist **nicht** vorgesehen.
4. Bei Dammhöhen h ≥ 2,0 m wird auch der aufgelockerte Straßendamm durch das Einpressen einer geeigneten Suspension bis ca. t = 1,0 m unter Straßenoberkante verfestigt.
5. Bei Dammhöhen h < 2,0 m erfolgt eine intensive Nachverdichtung des Planums. Die Injektion wird in diesem Fall nur bis zur Unterkante des Geokunststoffes geführt.
6. Nach ordnungsgemäßer Ausführung der Injektion und Freigabe des Planums (ZTVE) erfolgt der Wiederaufbau der Straßenkonstruktion entsprechend der geltenden technischen Regeln (RStO).

6.9 Kostenvergleich

- Die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Geokunststoffbewehrungen gegenüber konventionellen Bauweisen ist für den Einzelfall zu prüfen.
- Zur Durchführung des Kostenvergleichs müssen die Randbedingungen beider Lösungsansätze bereits bekannt sein. Hierzu zählen:

- Bemessungsgrundlagen gem. Abschnitt 6.4.1
- Gesamtfläche des zu sichernden Bereiches
- Grobdimensionierung konventionelle Lösung (Konstruktionsbreite, Dicke, Bewehrung etc.)
- Grobdimensionierung Geokunststoffbewehrung (ein- oder mehrlagige Bauweise, Art des Geokunststoffes, Überlappungsbreiten, Einspannlängen, zusätzlicher Erdbau etc.)

- Für einen Grobkostenvergleich Geokunststoffbewehrung / Stahlbetonplatte gilt (beispielgebend) die nachfolgende Tabelle:

Pos.	Stahlbeton	DM/m²	Geokunststoff	DM/m²
1	Baustelleneinrichtung	.....	Baustelleneinrichtung	.....
2	Lieferung Fertigbeton	.....	Geokunststoff (incl. Überlappung!!, Anzahl der Lagen)	.....
3	Bewehrung / Armierung	.....	Brechkornmaterial B 2	.....
4	Verfugen / Verdübeln	.....	Sand (Ausgleichsschicht)	.....
5	Einbau (Gleitschalungsfertiger)	.....	Verlegearbeiten (Spezialgeräte)	.....
6	Oberbau	.....	Oberbau	.....
7	zusätzlicher Erdbau	.....	zusätzlicher Erdbau	.....
8	Zuschläge / Besonderheiten	.....	Zuschläge / Besonderheiten	.....
9	Gesamtpreis	.....	Gesamtpreis	.....
10	Konstruktionsbreite (i.d.R. = Fahrbahnbreite)	$A_{ges.}$=	Konstruktionsbreite (i.d.R. >> Fahrbahnbreite!) (z.B. Dammfußbreite)	$A_{ges.}$= .....
11	**Gesamtkosten**	**DM .....**	**Gesamtkosten**	**DM .....**

Tabelle 2: Kostenvergleich Stahlbetonplatte / Geokunststoffbewehrung; Handlungsempfehlung Geokunststoffe LAS ST

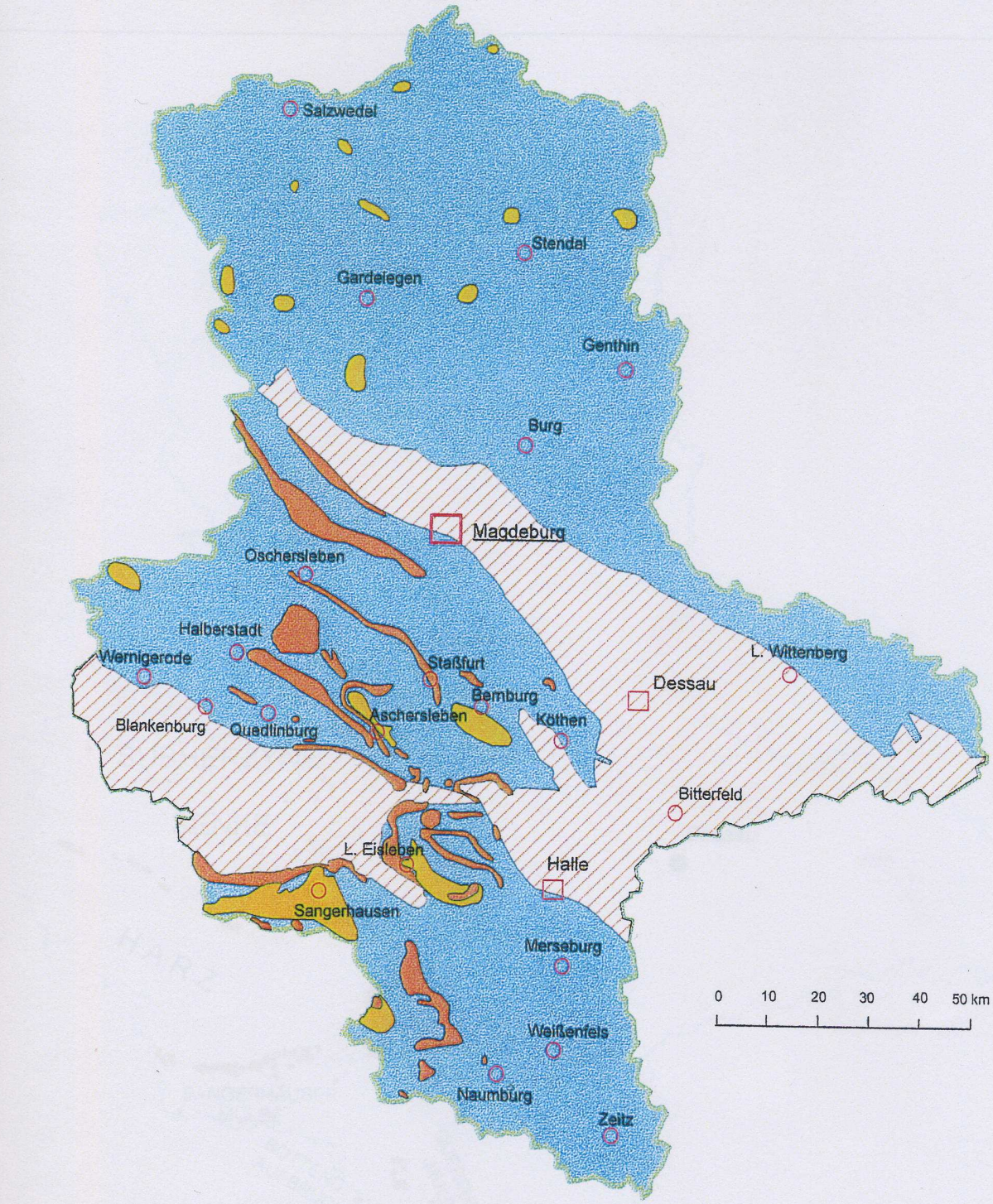
6.10 Anwendungsbeispiele

Jahr	Bauvorhaben	Bruchgefährdung	Sicherung	Amt
1993	B 180 bei Eisleben (Neckendorf)	Erdfall, d = 8 m, t = 30 m	mehrlagige Geokunststoffkonstruktion mit automatischer Kontrollvorrichtung	SBA SGH
1999	B 2 / B 91 OU Zeitz – Theißen	Braunkohlentiefbau / Bruchfeld mit möglichen Tagesbrüchen bis d = 3,5 m	einlagige Geokunststoffkonstruktion	SBA HAL
2001	B 6n OU Aschersleben	Braunkohlentiefbau / Bruchfelder und subrosionsgefährdeter Bereich (Rötausstrich) mit möglichen Tagesbrüchen / Erdfällen bis d = 3,5 m	einlagige Geokunststoffkonstruktion	SBA HBS

Tabelle 3: Anwendungsbeispiele für den Einsatz von Geokunststoffen zur Überbrückung von Bruchzonen; Handlungsempfehlung Geokunststoffe LAS ST

Subrogene Senkungs- und Erdfallgebiete im Land Sachsen-Anhalt

Anhang: A.1



Gebiete ohne Senkungs- und Erdfallgefährdung (keine verkarstbaren Gesteine verbreitet)

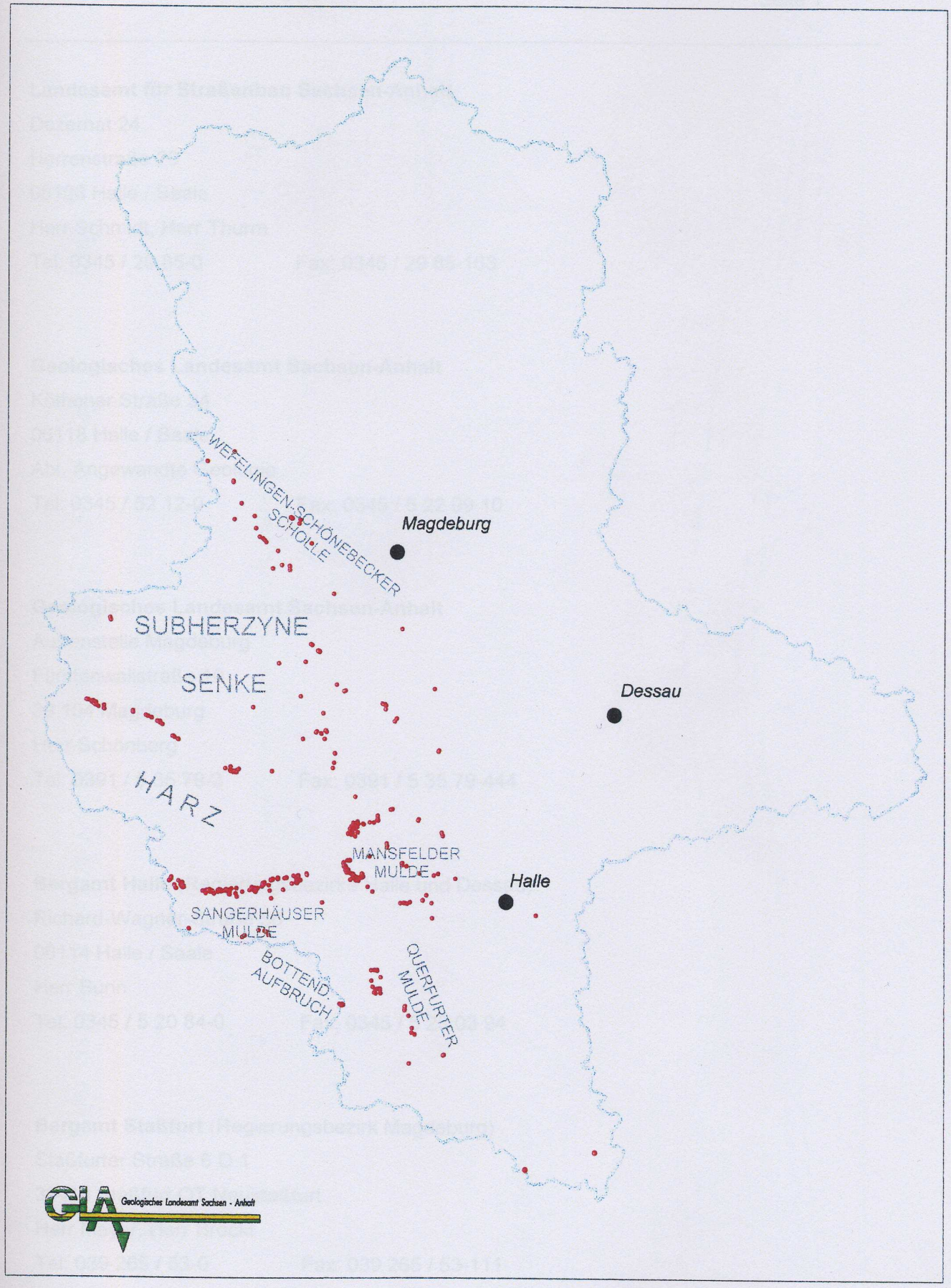
Gebiete mit geringer Senkungsgefährdung (< 2 mm/a), Erdfälle sind weitgehend auszuschließen

Gebiete mit lokal baukritischer Senkungsgefährdung (meist < 10 mm/a, z.T. auch höhere Beträge insbesonders bei montanhydrogeologischer Beeinflussung)

Gebiete mit Erdfallgefährdung (meist bis 3 m Durchmesser), bereichsweise auch von Senkungen betroffen

GLA Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt

Regionale Verteilung der Erdfälle in Sachsen-Anhalt (ca. 600 Ereignisse) **Anhang: A.2**



Landesamt für Straßenbau Sachsen-Anhalt
Dezernat 24
Herrenstraße 20
06108 Halle / Saale
Herr Schmidt, Herr Thurm
Tel: 0345 / 29 85-0 Fax: 0345 / 29 85-163

Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt
Köthener Straße 34
06118 Halle / Saale
Abt. Angewandte Geologie
Tel: 0345 / 52 12-0 Fax: 0345 / 5 22 99 10

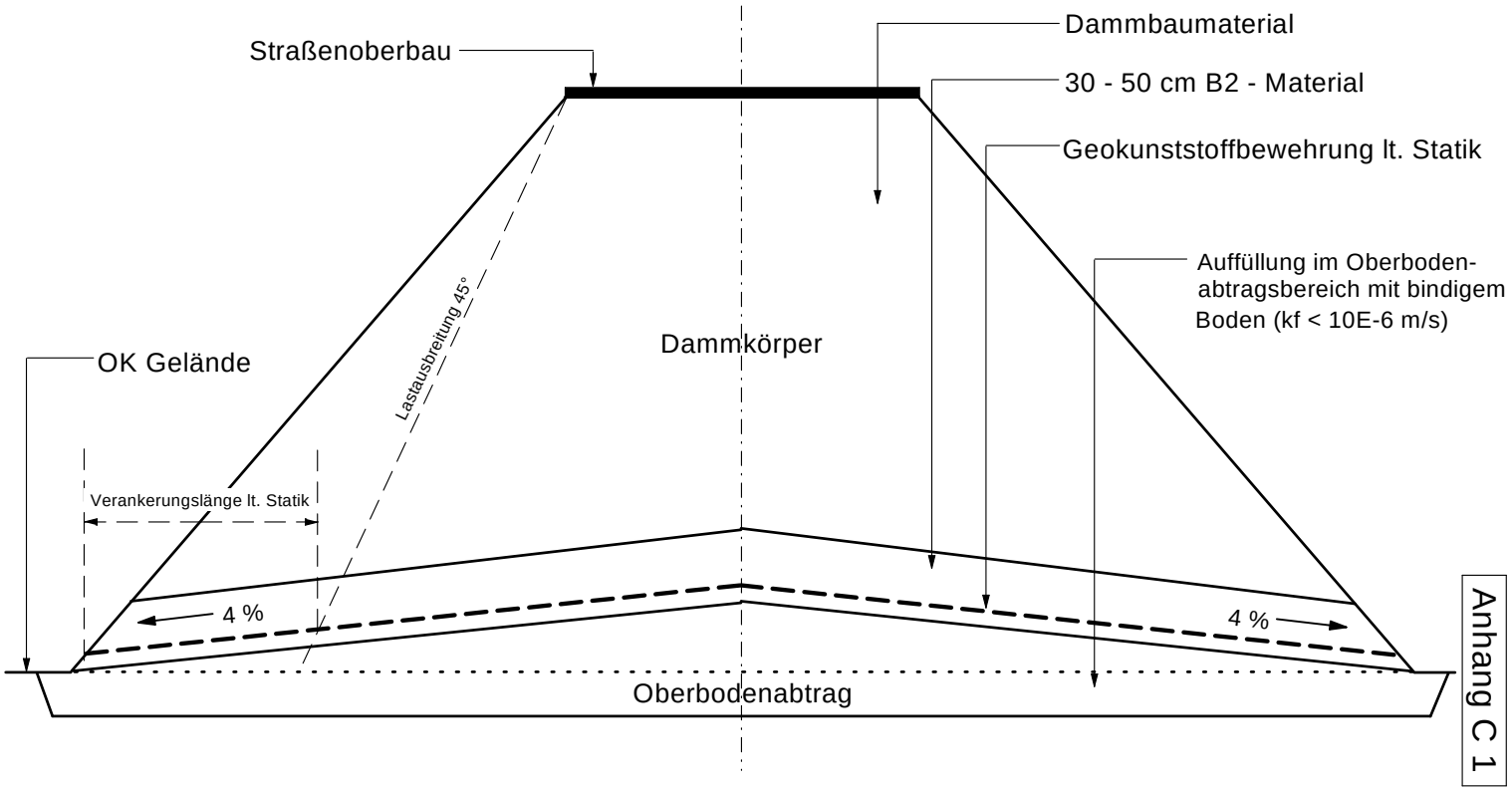
Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt
Außenstelle Magdeburg
Fürstenwallstraße 10
39 104 Magdeburg
Herr Schönberg
Tel: 0391 / 5 35 79-3 Fax: 0391 / 5 35 79-444

Bergamt Halle (Regierungsbezirke Halle und Dessau)
Richard-Wagner-Straße 56
06114 Halle / Saale
Herr Bunn
Tel: 0345 / 5 20 84-0 Fax: 0345 / 5 23 03 94

Bergamt Staßfurt (Regierungsbezirk Magdeburg)
Staßfurter Straße 6 D 1
39418 Staßfurt OT Neustaßfurt
Herr Meyer, Herr Brockt
Tel: 039 265 / 53-0 Fax: 039 265 / 53-111

Prinzipskizze: Einsatz von Sicherungselementen aus Geokunststoffen

in Dammbauwerken

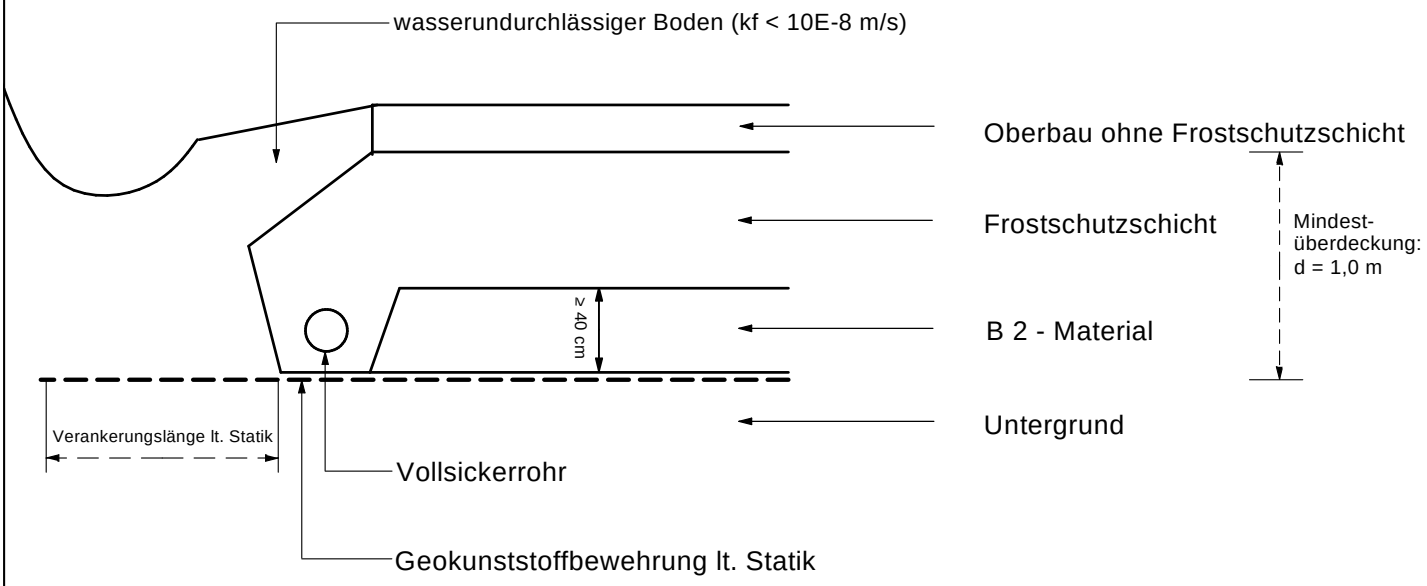


Anhang C 1

Landesamt für Straßenbau Sachsen-Anhalt

Prinzipskizze: Einsatz von Sicherungselementen aus Geokunststoffen

in Einschnitten und bei Geländegleiche



Landesamt für Straßenbau Sachsen-Anhalt

Anhang: C 2

Anhang D: Herstellerverzeichnis Geokunststoffe

Hersteller	Straße	Ort	Telefon	Fax	e-mail
Amoco Fabrics (Deutschland) GmbH	Düppelstraße 16	48599 Gronau	0 25 62 / 7 74 65	0 25 62 / 7 74 67	LadeburB@AFE.BP.com
BECO Bermüller GmbH & Co.	Rotterdamer Straße 7	90451 Nürnberg	09 11 / 6 42 00-0	09 11 / 6 42 00-51	rbermueller@beco.de
Colbond Geosynthetics GmbH	Kasinostraße 19 - 21	42103 Wuppertal	02 02 / 32 33 65	02 02 / 32 48 88	Mai-ke.vonKuerten@colbond.com
Du Pont de Nemours (Deutschland) GmbH	c/o Du Pont de Nemours (Luxembourg) S.A. Abt. TYPAR Geotextil	L-2984 Luxembourg	0 03 52 / 36 66-57 79	0 03 52 / 36 66-5021	nonwoven@che.dupont.com
Fibertex AG Büro Michael Hohenhausen	Oberer Sonnenberg 23	88368 Bergatreute	0 75 27 / 21 21	0 75 27 / 15 73	M.Hohenhaus@aol.com
Gebr. Friedrich GmbH	Museumstraße 69	38229 Salzgitter-Salder	05 53 41 / 84 66 60	0 53 41 / 84 66 66	info@gebruederfriedrich.de
HUESKER Synthetic GmbH & Co.	Fabrikstraße 13 - 15	48712 Gescher	0 25 42 / 7 01-0	0 25 42 / 7 01-499	huesker.synthetic@t-online.de
Lückenhaus GmbH	Dieselstraße 45	42389 Wuppertal	02 02 / 60 91-0	02 02 / 60 91-295	Lueckenhaus@t-online.de
Naue Fasertechnik GmbH & Co. KG	Wartturmstraße 1	32312 Lübbecke	0 57 41 / 40 08-0	0 57 41 / 40 08-840	geokunststoffe@naue.com
Polyfelt Deutschland GmbH	Max-Planck-Straße 6	63128 Dietzenbach	06 074 / 37 51-50	06 074 / 37 51-90	info@polyfelt.de
Synteen GmbH & Co. KG	Robert-Stehli-Straße 8	79771 Klettgau-Erzingen	0 77 42 / 8 51-0	0 77 42 / 85 11 88	info@SYNTEEN.de
TENAX Kunststoffe GmbH	Schloßstraße 13	88131 Lindau	0 83 82 / 93 04-0	0 83 82 / 93 04-30	tenax@t-online.de
TERRAM-Geotextilien GmbH	Austraße 2	65527 Niedernhausen	0 61 27 / 92 98 31	0 61 27 / 92 98 18	iglage@t-online.de

Das Herstellerverzeichnis entspricht dem Mitgliederverzeichnis des Interessenverbandes Geokunststoffe e.V., Schluchtstraße 24, 42285 Wuppertal, Tel: 02 02 / 8 49 88; Stand 01/00.

Landesamt für Straßenbau Sachsen-Anhalt

Anhang E.1

Geotechnischer Bericht (Baugrundgutachten)

potentielle Bruchgefährdung durch BG-Gutachter festgestellt

keine Bruchgefährdung festgestellt

keine weiteren Maßnahmen

Stellungnahmen:
- Geologisches Landesamt
- zuständiges Bergamt

Bruchgefährdung bestätigt

Bruchgefährdung nicht bestätigt

keine weiteren Maßnahmen

1. Risikoabschätzung:
- Geologisches Landesamt
- zuständiges Bergamt
- SBV mit LAS ST Dez. 24
- Baugrundgutachter

Gefährdung / Risiko unklar

Gefährdung / Risiko klar abschätzbar

- Sondergutachter
- zusätzliche geotechnische Untersuchungen

Empfehlung des Sondergutachters zu Notwendigkeit und Art von Sicherungsmaßnahmen

Gefährdung nicht bestätigt

keine weiteren Maßnahmen

Straßenbaulastträger entscheidet über die Notwendigkeit und Art von Sicherungsmaßnahmen

Anhang E.2

Straßenbaulastträger entscheidet über die Notwendigkeit und Art von Sicherungsmaßnahmen

Teilsicherung

- Dynamische Intensivverdichtung
- Verwahrung / Verfüllung
- Verdichtung mit Rüttelwalze

Geokunststoffbewehrung

Kosten-vergleich

Vollsicherung

- Brücke
- Stahlbetonplatte
- „vollständige“ Verwahrung / Verfüllung

keine Sicherungsmaßnahmen

Festlegen der Bemessungsparameter:

- Geometrie Bruchkörper
- zul. Einsenkung der Straßenoberfläche
- Vorwarnzeit
- Lastannahmen
- Kontrollverfahren

Bemessung durch Geotechnisches Ingenieurbüro

einlagige Bauweise
(FEM – Berechnung)

zwei- oder mehrlagige Bauweise
(z.B. British standard 8006)

Prüfung durch Sachverständigen nach DIN 1054

Einarbeitung in den Straßenentwurf

Ausschreibung / Ausführung

F 1 Normen / Normenentwürfe (Auswahl)

DIN V 1054-100	Baugrund: Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau; Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten
DIN 1055, Teil 3	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN 1072	Straßen- und Wegebrücken; Lastannahmen
DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
E DIN 60500, Teil 1	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte; Bestimmung der Widerstandfähigkeit gegen Beschädigung beim Einbau (Pyramidenfallversuch)
DIN EN 965	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte; Bestimmung der flächenbezogenen Masse
E DIN ISO 10318	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte; Begriffe
DIN ISO EN 10320	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte; Identifikation auf der Baustelle
DIN EN ISO 10321	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte; Zugversuch am breiten Streifen an Verbindungen / Näthen
DIN EN ISO 12236	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte; Stempeldurchdrückversuch

F 2 Vorschriften / Richtlinen / Merkblätter (Auswahl)

ZTVE-StB 94/98	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
TL Geotex E-StB	Technische Lieferbedingungen für Geotextilien und Geogitter für den Erdbau im Straßenbau; FGSV 1995
	Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus, FGSV 1994
DVWK 76	Anwendung und Prüfung von Kunststoffen im Erd- und Wasserbau, DVWK Schriften, Heft 76, 1986, Verlag Paul Parey

F 3 Literatur (Auswahl)

1. Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen – EBGEO, Hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) – Berlin; Ernst & Sohn, 1997
2. SOBOLEWSKI, J.; ALEXIEW, D.: Bewehrte Tragsysteme bei gering tragfähigem oder erdfallgefährdetem Untergrund im Straßenbau, (Sonderdruck / Vortrag am 07.02.1997 in der Technischen Akademie Esslingen / Langebrück)
3. BRITISH STANDARD INSTITUTION: BS 8006, Code of practice for strengthened / reinforced soils and other fills, 1995
4. GIROUD, J. P.: Designing of geotextiles associated with geomembranes. Proceedings of the Second International Conference on Geotextiles, Vol 1, Las Vegas, S, 37 – 42, 1982
5. GIROUD, J. P.; BONAPARTE, R.; BEECH, J. F.; GROSS, B. A.: Design of soil layergeosythetic system overlaing voids. Geotextiles and Geomembranes 9 (1990), S. 11 – 50
6. GIROUD, J. P.: Determination of geosythetic strain due to deflection, Geosythetics International, Vol. 3, No. 3, (1995), S. 635 – 641
7. GOURC, J. P., VILLARD, P.: Reinforcement by membrane effect: Application to embankments on soil liable to subsidence, 2nd Asian Geosyenthetics Conference (GEOSYNTHETICS ASIA 2000)
8. LAWSON, C. R., JONES, C. J. F. P., KEMPTON, G. T., PASSARIS, E. K. S.: Advanced Analysis of Reinforced Fills over Areas Prone ton Subsidence, Fifth International Conference on Geotextiles, Geomembranes and Related Products, Singapore, 1994
9. BLIVET, J. C., KHAY, M., GOURC, J. P., GIRAUD, H.: Design consideration of geosynthetic for reinforced embankments subjectedt ton localized subsidence, Geosynthetics Conference 2001, Portland USA, February 12-14, 2001
10. BRUHIER, J., SOBOLEWSKI, J.: Protection of road and railways embankments against collapse involved by sinkholes, EUROGEO 2, Bologna 2000
11. AST, W., HUBAL, H.: Geogitter bewehrter und zementstabilisierter Eisenbahnunterbau in einem Erdfallgebiet; Vortrag im Rahmen der 7. Informations- und Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., Fachsektion Kunststoffe in der Geotechnik, TU München, 21.03.2001
12. SOBOLEWSKI, J.: Erdfallsicherung mit einaxialer geosynthetischer Bewehrung; Ortsumfahrungen: Zeitz-Theißen und Dingelstedt; Vortrag im Rahmen der 7. Informations- und Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., Fachsektion Kunststoffe in der Geotechnik, TU München, 21.03.2001
13. Saathoff, F. et al.: Überbrückung von Tagesbrüchen und Erdfällen im Verkehrswegebau; Vortrag im Rahmen der 7. Informations- und Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., Fachsektion Kunststoffe in der Geotechnik, TU München, 21.03.2001
14. PAUL, A.; SCHWERDT, S.: Prüfbericht über Untersuchungen zur Überbrückung eines Tagesbruches durch Einbau einer einlagigen Geokunststoffbewehrung; (unveröff.), Gropius-Institut Dessau e.V., AG Grundbau, Dessau, 2001