

Freitag 16. Oktober 2015

09:30-10:00

## **Erosionsschutz an Dämmen – Stabilisierung bei Überströmung und Eisenprall sowie Sicherung gegen Wühl- und Nagetiere**

Michael Arndt

*MACCAFERRI DEUTSCHLAND GmbH, Kurfürstendamm 226, 10719 Berlin*

### **1. Einführung**

Biber, Nutria und andere Nage- und Wühltiere verursachen teils enormen Schaden an Uferbereichen, Deichanlagen und weiteren Erdbauwerken. Im Einzelfall können diese durch Wühl- und Nagetiere hervorgerufenen Schäden an Erdbauwerken zu einem erhöhten Versagensrisiko der betroffenen Bereiche führen. Allerdings gehören viele dieser Arten zur Gruppe der schützenswerten Tierarten.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat 2011 eine themenbezogene Broschüre in zweiter Auflage veröffentlicht und unterhält einen eigenen Bibermanager, der den Bestand deutschlandweit für das Jahr 2010 mit ca. 25.000 Tieren beziffert - Tendenz steigend. Europaweit wird im selben Bezugsjahr von ca. 800.000 Bibern ausgegangen.

Ob und in welcher Form Maßnahmen getroffen werden dürfen, die das natürliche Wühlverhalten der Tiere nachhaltig und langfristig unterbinden können, obliegt der behutsamen Abwägung des konkreten Gefahrenpotentials für Mensch und Infrastruktur und den damit verbundenen Folgekosten gegenüber den erforderlichen Investitionen in vorbeugende technische Lösungskonzepte und das Schutzziel des Tierschutzes.

Sofern eine detaillierte Analyse und Bewertung der Standortfaktoren zu dem Entschluss führt, sensible Bereiche an Uferböschungen, Deichanlagen oder anderen Erdbauwerken zu schützen, steht der planende Fachingenieur vor der Aufgabe ein geeignetes Sicherungskonzept festzulegen und eine Material-/Werkstoffauswahl zu treffen, die beide Ziele vernünftig verbindet: den Tier- und Objektschutz.

Hierzu können bestehende Merkblätter und Empfehlungen sicherlich als Hilfestellung herangezogen werden.

Ein notwendiger Revisionsprozess der derzeit verfügbaren fachtechnischen Empfehlungen und Vorgaben soll unserer Kenntnis nach noch im aktuellen Jahr durch entsprechende Fachgremien in Angriff genommen werden.

Biber-, Nutria-, Wühl- und Nagetierschutz gehört seit mehr als 15 Jahren zu den vordringlichen Fragestellungen mit denen sich Maccaferri in enger Zusammenarbeit mit renommierten Universitäten, Prüfinstituten und Fachgremien auseinandersetzt.

Maccaferri kann u.a. im Bereich der Ufersicherung und weiteren Anwendungen im hydraulischen Bereich auf eine mehr als 120 jährige Vergangenheit zurückblicken.

Bereits 1894 wurde in Bologna eine große Ufersicherungsmaßnahme mit Gabionen realisiert, die regelmäßig überwacht und in den 1950-er Jahren und 1994, also 100 Jahre nach dem Einbau, untersucht worden ist. Die letzte Laboruntersuchung an den nach wie vor funktionsfähigen Komponenten des Bauwerks wurde 2012 durchgeführt.

Aus der Fülle der Untersuchungen an und den Erfahrungen mit Maccaferri Produkten zum Biber-, Nutria-, Wühl- und Nagetierschutz in Österreich, Italien, und Deutschland (Berlin, Brandenburg, Mecklenburg Vorpommern, Sachsen, Bayern und Baden Württemberg) möchten wir im Rahmen des Beitrages einige ausgewählte Beispiele vorstellen.

## **2. Konzept und Zusammenfassung der Hauptargumente**

Das Konzept zur nachhaltigen Verhärzung von Nage- und Wühltieren an Dämmen, Deichen und Uferbereichen besteht im Wesentlichen aus der flächigen Verlegung von Stahldrahtgeflecht mit einem werkseitig extrudierten zusätzlichen Korrosionsschutz aus einer organischen Polymerummantelung. Das Geflecht, das zur einfacheren Verlegung als Rollenware angeliefert wird, kann von Nagetieren nicht durchbissen werden.

Neben der reinen Schutzfunktion gegen Nage- und Wühltiere, die bereits das reine Geflecht sicherstellt, können durch die Kombination des Geflechts mit einem werkseitig integrierten aufextrudierten Wirrgelege weitere positive Effekte für den Schutz der Bauwerke gegen hydraulische und mechanische Beanspruchungen durch einen sog. Oberflächenarmierungseffekt erreicht werden.

Vor der detaillierten Erläuterung der einzelnen Eigenschaften, Untersuchungen und Fallbeispiele sollen die Hauptargumente bereits im Vorfeld zusammenfassend aufgelistet werden.

### **2.1 Einsatz von polymerummantelten Biberschutznetzen:**

- Stahl stoppt Biber und Nagetiere wirksam (kein Durchbeißen vgl. Geokunststoffe)
- 120 Jahre Korrosionsschutz durch Polymerummantelung ( vgl. Anhang A, Tabelle A.1 der DIN EN 10233-3 2014-04)
- Problemlose Befahrbarkeit z.B. bei Mäharbeiten (Einbaubeschädigungstest)
- Durchgehende Oberflächenarmierung vom Damm über das Vorland bis in die Uferbereiche sichert das Bauwerk auch in Perioden von Hochwasserständen (Vertikalsperren gem. DVWK 247/1997 sind hier wirkungslos)
- Reduzierung der erforderlichen Übermengen an Wasserbausteinen (reduzierter Verlust durch Strömung / Wellenschlag / reduzierter Verlust durch Abrollen zur Flusssohle) bei Ausbildung einer Biberschutznetz-Steinwalze am Uferböschungsfuß oder der Verwendung von polymerummantelten Flussmatratzen
- Einfache Installation (Rollenware, sichere C-Ring Verbindung mit teilautomatisierten Verbindungswerkzeugen)
- Einfache Instandsetzung - Reparaturpaneele

### **2.2 Einsatz von polymerummantelten Biberschutznetz mit extrudiertem Wirrgelege**

- Erosionsschutz – reduziert wirksam Ausspülung von Feinkornanteilen auch in der Wasserwechselzone
- Vegetationshilfe – zusätzlicher Halt der Bepflanzung in der Anwachsphase

- Eis-Last / Eis-Anprallschutz – „Armierte Oberfläche mit Dachschindeeffekt“  
Gras legt sich um, Wurzelwerk dringt durch Maschenöffnungen des Stahlgeflechts und das Wirrgelege und verankert die Armierungslage mit dem anstehenden Boden
- Überströmung - Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Oberfläche gegen Überströmungsprozesse
- Außerordentlich flexibel auch bei ungewöhnlichen Geometrien leicht anpassbar
- Geringe Empfindlichkeit gegenüber Setzungen und unplanmäßiger Deformation
- Schutz bedrohter Arten der Fauna & Flora bei Verlegung in der wachstumsarmen Periode ohne Beeinträchtigung des gewachsenen Oberbodens

Im weiteren Verlauf des Beitrags soll nun der Versuch unternommen werden, die in der vorangestellten Auflistung erhobenen Behauptungen durch entsprechend belegte Ausführungen, fachlich technische Stellungnahmen und Erfahrungsberichte zu untermauern.

### **3. Kann Stahldrahtgeflecht Wühl - und Nagetiere wirksam und nachhaltig stoppen? Nachweise & Langzeituntersuchungen zur Langzeitwirksamkeit**

#### **3.1 Italien, Richtlinie des Umweltministerium und Langzeitstudie über 10 Jahre**

Auch Italien hatte wie, viele andere Länder rund um den Globus, im zurückliegenden Jahrhundert eine florierende Pelzindustrie. Bereits in den 1920er Jahren wurden Biber und Nutria in Italien wiederangesiedelt, um in diesem Industriezweig Verwendung zu finden. Mit der Änderung der Mode und dem einsetzenden Bewusstsein für den Tierschutz wurden bereits in den frühen 1970er Jahren zahlreiche Pelztierfarmen geschlossen oder von Tierschützern gestürmt, um die Tiere in die Freiheit entlassen. Eine rasante unkontrollierte Entwicklung der Population in Verbindung mit Meldungen massiver Schäden an Erdbauwerken in Wassernähe war die Folge. Nach erfolglosen Maßnahmen zur Begrenzung der Population, hat Italien im Jahr 2000 eine drastische Entscheidung getroffen und in einer großangelegten Aktion den Bestand um 60.000 Exemplare reduziert, aber auch das hat zu keinem signifikanten Rückgang der Schadensmeldungen geführt.

Beobachtungen belegten, dass Uferbereiche die mit Flussmatratzen (flachbauende steingefüllte Gabionenform aus flexiblem Stahldrahtgeflecht) ausgebaut wurden – und diese Bauform ist in Italien in großem Umfang umgesetzt worden - keine Schäden durch Nage- und Wühltiere aufwiesen, während in unmittelbar anschließenden Nachbarbereichen bei entsprechender Population die typischen Schadensbilder festgestellt werden konnten.

Im Rahmen eines großangelegten Langzeit-Forschungsvorhabens unter Federführung

- des Umweltministeriums MATT „Ministerio dell’Ambiente e della Tutela del Territorio“,
- des Nationalinstituts INFS „Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica Alessandro Ghigi“ sowie
- des Umweltschutzinstituts ISPRA „Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale“

sollte im Rahmen der Sanierung des Kanalprojektes Zabarelle in der Provinz Rovigo die Frage untersucht werden, ob nur die Kombination Stahldrahtgeflecht plus Steinfüllung oder - wie aus zurückliegenden

Referenzprojekten und aus technisch-fachlicher Sicht erwartet – auch bereits das reine Stahldrahtgeflecht die nachhaltige Verhärzung der Wühl- und Nagetiere sicherstellen würde.

Auf der Basis der teils wissenschaftlich begleiteten Referenzlage und der Erörterung technischer Argumente erschien 2001 die Richtlinie „*Linee guida per il controllo della Nutria*“ durch das Umweltministerium als Herausgeber und unter Hinweis auf Verlege-Empfehlungen sowie Referenzerfahrungen.

Im Jahre 2003 wurde dann der Bau des Kanalprojektes Zabarelle durchgeführt, bei dem drei unterschiedliche Konzepte umgesetzt wurden und dabei ganz bewusst bei einer der Varianten ein langfristiger Versagensfall provoziert werden sollte, um die Notwendigkeit der korrekten Verwendung der Produktvarianten und die Einhaltung der Verlege-Hinweise zu untermauern.

Vor Beginn der Baumaßnahme wurden ein Teil der Population in non-mortalen Käfig-Fallen eingefangen und mit Sendern markiert/ausgerüstet (Halsbänder mit einem GPS-Sender), um deren Bewegungs- und Siedlungsverhalten über einen längeren Zeitraum aufzuzeichnen und die gewonnenen Daten einer langfristigen Auswertung zuführen zu können. Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass keines der Tiere durch die Sicherungsmaßnahme verendet war, das Bewegungsverhalten in den Anfangsperioden regelmäßig in den gesicherten Bereich zurückführte der Aufenthalt dabei aber stetig abnahm und eine Neuansiedlung in weniger sensiblen Bereichen erfolgreich bestätigt werden konnte.

10 Jahre nach Durchführung der Maßnahmen wurde Ende 2013 eine offizielle Inspektion der gesicherten Bereiche durch die damals beteiligten professoralen Vertreter des Umweltschutzes ISPRA „Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale“ durchgeführt, im Rahmen dessen das bereits bei Baubeginn prognostizierte Versagen einer Variante bestätigt wurde. Im Folgenden eine kurze Zusammenfassung der Inspektionsergebnisse:

Stahldrahtgeflecht verlegt auf der profilierten Oberfläche mit einer Überdeckung bestehend aus Stein- und Bodenmaterial:

Wirkung nach 10 Jahren: kein Ausspülen vom Feinboden, ursprüngliche Böschungsneigungen bei Inspektion in der Wasserwechselzone erhalten, keine Beschädigungen des Netzes durch Mäharbeiten, keine Nutriabauten im Bereich der intakten Vernetzung.

Stahldrahtgeflecht mit integrierter Wirrgelegematte verlegt auf der profilierten Oberfläche ohne Überdeckung:

Wirkung nach 10 Jahren: kein Ausspülen von Feinboden, ursprüngliche Böschungsneigungen bei Inspektion in der Wasserwechselzone erhalten, keine Beschädigungen des Netzes durch Mäharbeiten, keine Nutriabauten im Bereich der intakten Vernetzung.

Stahldrahtgeflecht verlegt auf der profilierten Oberfläche ohne Überdeckung:

Wirkung nach 10 Jahren: Feinboden ausgespült, ursprüngliche Böschungsneigungen bei Inspektion in der Wasserwechselzone nahezu vertikal, teilweise Beschädigungen des Netzes durch Mäharbeiten, keine Nutriabauten im Bereich der intakten Vernetzung.

Fazit: Die bereits in der Konzeptionsphase der Langzeituntersuchung empfohlenen Varianten 1 und 2 sind auch nach 10 Jahren in ihrer nachhaltigen Schutzwirkung uneingeschränkt funktionsfähig.

### **3.2 Österreich, Wirksamkeitsnachweis und Umsetzung auf 300.000 qm**

Österreich sah und sieht sich, wie auch seine Nachbarländer Italien und Deutschland mit regelmäßigen Schadensmeldungen infolge Wühl- und Nagetieraktivitäten an wassernahen Erdbauwerken konfrontiert. Die Wiederansiedlung des Bibers unter Federführung des Nachbarbundeslandes Bayern in den 1970er Jahren zeigt zunehmende negative Effekte auch in den angrenzenden Regionen des Alpenstaates.

Bei der Planung der Sicherungsmaßnahmen entlang der March, eines Nebenflusses der Donau wurde daher schon frühzeitig der Aspekt des Nage- und Wühl-tierschutzes insbesondere im Hinblick auf eine nachhaltige Verhärmung der dort siedelnden Biberpopulation in die Variantenbewertung mit aufgenommen. Bereits im Vorfeld der 2008 aufgenommenen mehrjährigen Sanierungsmaßnahmen war erkennbar, dass der erforderliche Umfang der betroffenen Flächen schon allein aufgrund der Gesamtflächen und der damit verbundenen zusätzlichen Investitionen eine vorhergehende gründliche wissenschaftliche Prüfung und Bewertung der auf dem Markt angebotenen Lösungskonzepte als Grundlage der Entscheidung erforderlich machen würde.

Die Spezies der Wühl- und Nagetiere ist groß, sehr unterschiedlich ist das Verhalten und die maximale Bisskraft der verschiedenen Tiere, daher war es keine triviale Aufgabe aus der Fülle der angebotenen Nagetiersperren das für den Anwendungsfall geeignete Konzept zu bestimmen und ein probates objektives Prüfverfahren festzulegen.

Daher hat sich der Investor entschlossen, der Entscheidung für das geeignete Konzept für eine Gesamtfläche von nahezu 300.000m<sup>2</sup>, eine wissenschaftliche Studie des Instituts für Geotechnik der TU Wien voranzustellen, die unter Federführung des mittlerweile emeritierten Em. O. Univ-Prof. Dipl.-Ing. Dr. tech. Dr. h. c. mult. H. Brandl durchgeführt worden ist.

Die Studie umfasste, neben der Sichtung und Auswertung vorliegender internationaler Studien und Referenzen auch einen Realversuch an der Forschungsstelle für Ethologie des renommierten Konrad-Lorenz-Instituts der Österreichischen Akademie für Wissenschaften sowie des Konrad-Lorenz-Instituts für vergleichende Verhaltensforschung (KLIVV) bei Wien, im Rahmen dessen ein Biber-Gehege durch die am Markt verfügbaren Nagetierschutz-Varianten in zwei Sektoren unterteilt worden war und alle nicht stahlbasierten Lösungskonzepte nach kurzer Zeit infolge der extrem hohen Bisskraft der Biber überwunden werden konnten.

Die TU Wien hat auf der Basis der Versuchsergebnisse, die die uneingeschränkte Eignung der stahlgeflechtbasierten Variante bestätigt haben, eine klare Empfehlung ausgesprochen, die letztlich in der Beauftragung und Umsetzung des Projektes mit einem polymerummanteltem Stahlgeflecht mit integrierter Wirrgelegematte mündete.

Die Ausführung ist in den Jahren 2008- 2013 erfolgt und bestätigt bislang die Erwartungen an einen nachhaltigen Schutz vor Biberschäden.

Mittlerweile hat die Biberpopulation in Österreich weiter zugenommen und inzwischen auch die Region Linz erreicht. Im Süden des Landes in der Region Kärnten hat sich der Biberbestand in den letzten Jahren mehr als verdoppelt.

#### **4. Normative Bewertung der korrosiven Langzeitbeständigkeit: 120 Jahre Korrosionsschutz durch Polymerummantelung (DIN EN 10233-3:2014-04)**

Die Verwendung von stahlbasierten Produkten führt insbesondere in geotechnischen und hydraulischen Anwendungsbereichen zwangsläufig und unmittelbar zu der Frage des Korrosionsverhaltens und der Korrosionsbeständigkeit. Erfahrungen mit rostendem Stahl haben schon sehr früh zu Beschichtungstechnologien mit Zink Legierungen geführt, die den Roh-Stahl in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen für gewisse Zeiträume vor Korrosionsvorgängen schützen konnten.

Bereits 1894 wurden durch die Firma Maccaferri Uferschutzmaßnahmen in Bologna in der Wasserwechselzone entlang des Flusses Reno, mit einer sehr einfachen Bauform verzinkter Stahldrahtgabionen ausgeführt. Damals waren es zylindrische Sackgabionen, das Patent für die heute bekannte Form der quaderförmigen 2x1x1 Gabionen hat Maccaferri erst rund 10 Jahre später in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts angemeldet. Die Funktion, die Beschaffenheit und die mechanischen Eigenschaften wurden in den Folgejahren (1920er 1950er und 1994 also 100 Jahre nach der Installation) umfangreich untersucht. Eine letzte labortechnische Untersuchung fand 2012 statt. Erstaunlicherweise ließen sich auch 118 Jahre nach der Installation noch Reste an Zinkanteilen an den Drahtproben nachweisen. Die resultierende Drahtstärke hatte durch die Abrostungsprozesse zwar gegenüber dem Ursprungsmaterial abgenommen, auch physikalische Eigenschaften wie die Werte der Zugfestigkeit erreichten nicht mehr die Ausgangswerte, dennoch konnte 2012 festgestellt werden, dass die Funktion als geschlossener Behälter für die Steinfüllung und der Verbund als monolithischer Verbund voll erhalten geblieben sind.

Seit 1894 hat sich der Korrosionsschutz weiterentwickelt. Ein erster Schritt war die Optimierung der Beschichtungslegierungen. Einfache Dickverzinkungen wurden zunehmend durch verbesserte Mischlegierungen unter Beimengung von Aluminiumanteilen, dem sog. Galfan ZnAl 5% verdrängt. Neuere Entwicklungen und der aktuelle Standard der Drahtgeflechtprodukte der Maccaferri enthalten einen erhöhten 10% Aluminiumanteil und gehören somit zur Gruppe der in den aktuellen Normen definierten sogenannten „weiterentwickelten metallischen Beschichtungen“

Seit den 1950er Jahren werden insbesondere für den Wasserbau und den Einsatz in bodenberührten Bauwerken polymerummantelte Drahtgeflechte eingesetzt. Diese mittlerweile über 60 Jahre zurückliegenden Referenzerfahrungen haben in Verbindung mit der rasanten Entwicklung der Kunststoffindustrie zu immer weiter verbesserten Kunststoffummantelungen vorwiegend auf PVC Basis geführt. Die hohen Anforderungen an Flexibilität und Langlebigkeit bei extremem Verformungs-, Haftungs- und Abrasionsverhalten und aggressiven Randbedingungen beispielsweise dem langfristigen Einsatz in Salzwasser (Küstenschutz / Hafenanlagen) haben optimierte Rezepturen hervorgebracht, die in Ihren Eigenschaften von Nachahmern „me-too-Anbietern“ bis heute nicht erreicht werden konnten.

Mit der Vorstellung der neuen PA6 Beschichtungsgeneration vor wenigen Jahren (2013) kündigt sich im Bereich der Korrosionsbeständigkeit ein echter Generationswechsel an, der die ohnehin hohe erwartete Gebrauchs- und Funktionsdauer der polymerummantelten Stahldrahtgeflechterzeugnisse auf eine neue Ebene heben wird.

Eine Vielzahl an Untersuchungen und Prüfberichten internationaler Institute haben die hohe Korrosionsbeständigkeit auf der Basis von beschleunigten Alterungsversuchen („accelarated aging tests“) der Ummantelungen, Salzsprühnebeltests die nach 6.000 Std (nahezu doppelte Prüfungsdauer im

Vergleich zu nicht polymerummantelten Stahldrahtprodukten) ohne jegliche Rotrostbildung abgebrochen wurden und durchgehend positive Untersuchungen in der Kesternichzelle in Verbindung mit der umfangreichen erfolgreichen Referenzlage nachgewiesen.

Auf der Grundlage dieser Untersuchungsergebnisse ist nach jahrelanger fachtechnischer Diskussion mit Experten auf europäischer CEN Ebene im Dezember 2013 im Rahmen der EN 10223-3:2013, die im April 2014 in Deutschland ratifiziert worden ist, erstmals eine konkrete Zuordnung der Beschichtungs-/Ummantlungsstrategie mit der angenommenen zu erwartenden Gebrauchsdauer des Erzeugnisses in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen C2-Cx erfolgt (vgl. Anhang A, Tabelle A1 der DIN EN 10233-3:2014-04).

In der Norm wird für die im Bereich der Biberschutznetze eingesetzten polymerummantelten Stahldrahtgeflechte eine zu erwartende Gebrauchsdauer für alle Umgebungsbedingungen von 120 Jahren konstatiert.

### **5. Problemlose Befahrbarkeit z.B. bei Mäharbeiten (Einbaubeschädigungstest)**

Aus dem Bereich der Geokunststoffe sind je nach verwendetem Produkt teils starke Einschränkungen an die Handhabung während der Installation (Einbau der überlagernden Schichten im Vor-Kopf-Einbau) und die maximale Belastung nach Einbau (Überfahrbarkeit nur bei massiven Mindestüberdeckungen) bekannt. Stahldrahtgeflechtbasierte Produkte verhalten sich in der Einbauphase robuster und sind überfahrbar. Aber wie verhält sich die Polymerummantelung auf mechanische Belastungen in der Installationsphase? Der Einsatz der Biberschutznetze mit integrierter Wirrgelegematte soll zu einer Armierung der Oberfläche führen und mit dem Wurzelwerk der Grasnarbe einen Verbund eingehen. Um dies zu ermöglichen liegt das Produkt konsequenterweise dicht unter der Oberfläche, weist also eine verhältnismäßig geringe Überdeckung mit Oberboden auf.

Demnach musste konsequenterweise ein Nachweis der schadensfreien Überfahrbarkeit im Rahmen eines sogenannten Einbaubeschädigungstests erbracht werden.

Ein entsprechender Nachweis ist in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Müller-Rochholz erbracht worden im Verlauf dessen ein polymerummanteltes Stahldrahtgeflecht mit geringer Überdeckung aus teils scharfkantigem Bruchstein einer 4 fachen Doppelüberfahrt mit einer Vibrations-Schafffußwalze unterzogen wurde und das belastete Geflecht anschließend im Labor mit einer Mikroskop-Kamera untersucht worden ist. Im Ergebnis konnte bestätigt werden, dass leichte oberflächliche Kratzer an der Polymerummantelung festgestellt werden konnten aber in keinem Bereich der Stahlbereich betroffen war oder gar eine Durchtrennung von Einzeldrähten aufgetreten sei. Somit wurde der Abminderungsfaktor für Einbaubeschädigungen folgerichtig auf Null (1,0) gesetzt.

Was für die Belastungen aus dem Einbau gilt hat selbstverständlich auch für die regelmäßig wiederkehrenden Pflege- und Wartungsarbeiten (Mäharbeiten) Aussagekraft.

Solange eine minimale Überdeckung der eingesetzten Biberschutznetze gewährleistet ist, gibt es keine Einschränkungen bei der Ausführung der Pflege- und Wartungsarbeiten.

## **6. Durchgehende Oberflächenarmierung vom Damm über das Vorland bis in die Uferbereiche sichert das Bauwerk auch in Perioden von Hochwasserständen (Vertikalsperren gem. DVWK 247/1997 sind hier wirkungslos)**

Das DVWK Merkblatt 247/1997 hat vorausschauend bereits 10 Jahre vor dem in Österreich durchgeführten Wirkungsnachweis unter „realen“ Bedingungen, der eindrücklich die Wirksamkeit von stahlbasierten Produkten bestätigt hat, die Verwendung von Stahl als Biber und Nutria Sperre empfohlen. Der im Merkblatt aufgeführte Werkstoff hat sich bewährt, allerdings haben die Vorgaben zum Korrosionsschutz (dickverzinkt) sowie die Empfehlung der Anordnung lediglich als Vertikalsperre in direkter Nähe zur Uferböschung zu kurz- bis mittelfristigen Problemen geführt. Bei zahlreichen ausgeführten und teils zwischenzeitlich sanierten Abschnitten konnten folgende nicht erwünschte Effekte festgestellt werden:

- Die Tunnelbauten zwischen Uferböschung und Vertikalsperre werden geflutet und stürzen ein. Die einsetzende Erosion legt über kurz oder lang die Vertikalsperren frei, die nicht als Stützwand konzipiert sind und in der Folge stark verformt werden, beschleunigt korrodieren und ihre Funktion verlieren.
- Die Tunnelbauten enden zunächst an der Vertikalsperre werden vom Biber aber oberirdisch überwunden und hinter der Vertikalsperre mit weiteren Tunnelbauten hinein ins Vorland fortgesetzt
- Bei Hochwasserständen kann der Biber seine bisherigen Bauten nicht mehr erreichen und legt neue Tunnelsysteme direkt im ungeschützten Deichkörper an und schwächt damit den ohnehin kritisch belasteten Deich in einem oberen Bereich geringer Mächtigkeit. Bei weiter steigenden Wasserständen werden die Tunnelsysteme geflutet und sind dann Ausgangspunkt erhöhter Erosion.

Die durchgehende oberflächennahe Vernetzung des Dammbereiches sowie des angrenzenden Vorlandes mit einer Einbindung in den Vertikalsperrenbereich oder einer alternativen Fortsetzung der Vernetzung bis in die Uferböschung - im zweiten Fall konsequenterweise unter Verzicht auf die Vertikalsperre - sichert das gesamte Bauwerk in allen zu erwartenden Wasserstand-Phasen.

## **7. Reduzierung der erforderlichen Übermengen an Wasserbausteinen (reduzierter Verlust durch Strömung / Wellenschlag / Abrollen zur Flusssohle)**

In Deutschland werden zur Ufersicherung von Fließgewässern überwiegend Wasserbausteine verschiedener Steinklassen in den meisten Fällen in Verbindung mit BAW geprüften Wasserbauvliesstoffen oder BAW geprüften Sandmatten eingesetzt.

Je nach vorliegenden Randbedingungen werden in den Planungen Schichtdicken für die Steinschüttungen von 0,50m-1,00m aufgeführt. Im Rahmen der Ausführung können diese Schichtstärken bei der vorliegenden Böschungsneigung aber nur hergestellt werden, wenn ein ausreichender passiver Stützkeil mit deutlich höherer Schichtdicke am Fuß der Uferböschung gewährleistet werden kann. Bei der Herstellung des Stützkeils rollt ein gewisser Teil des Steilschüttungsmaterials Richtung Flussmitte und muss durch zusätzliche Steine ersetzt werden. Gleiches gilt im Rahmen der planmäßigen Nutzung durch Strömungen und Turbulenzen infolge des Schiffsverkehrs, Wellenbildung, Strömungsänderungen bei Hochwasserständen. Hinzu kommt der Faktor Mensch: Es wurde beobachtet, dass Anwohner Steine für

die private Gartenbauzwecke entwendet haben, Jugendliche aus Übermut/Wettkampf große Mengen an Steinen von der Böschung in den Fluss geworfen haben, Angler Steine aus der Böschung entfernt haben, um bequeme Angelplätze zu schaffen, etc.

Somit entsteht im Rahmen der planmäßigen Nutzung der Wasserstraßen ein wiederkehrender Bedarf an zusätzlichem Steinschüttungsmaterial als Ersatz verlagerter Schüttungen im Rahmen von Instandsetzungsarbeiten.

Bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten kann bereits die Verwendung des Biberschutznetzes mit integriertem Wirrgelege eine probate Ufersicherung darstellen. Werden herkömmliche Wasserbausteine eingesetzt, könnte die Verlegung eines Biberschutznetzes als Unterlage in Verbindung mit einer netzummantelten Steinwalze am Böschungsfuß den passiven Stützkeil ersetzen und somit den Steinbedarf senken. Bei Verwendung von Flussmatratzen senkt sich das erforderliche Steinvolumen gegenüber der klassischen Steinschüttung um die Hälfte bis zwei Drittel und der Steinbedarf ist durch die Bauform klar definiert. Abgerechnete schwer nachprüfbare Übermengen, die vielleicht im passiven Stützkeil, unter Umständen als Rollgut Richtung Flussmitte oder möglicherweise zwar abgerechnet aber nicht wirklich geliefert worden sind, würden damit der Vergangenheit angehören.

Die normativ bestätigten langen Gebrauchsdauern der aktuellen polymerummantelten Stahlgeflecht-Lösungen sollten eine Wiederaufnahme der Diskussion mit der BAW über die Einsetzbarkeit dieser nachweislich wirtschaftlichen und nachhaltigen Alternativen, die weltweit in großem Umfang für diesen Anwendungsbereich erfolgreich eingesetzt werden, ermöglichen.

## **8. Einfache Installation (Rollenware, C-Ring Verbindung teilautomatisiert)**

Gegenüber den im DVKW Merkblatt 247/1997 aufgeführten Vertikalsperren, die aus geschweißten Stahlgitterpanelen ähnlich den Gabionengitterpaneelen bestehen, maximal 2-3 qm pro Panel abdecken und jeweils einzeln miteinander verbunden werden müssen, wird das Biberschutznetz als Rollenware angeliefert.

Die Rollen, die in Breiten bis zu 4,00 m und Längen bis zu 100 m hergestellt werden können, erfordern keine Überlappung sondern werden auf Stoß mittels einfacher C-Ring Verbindung fixiert. Hierzu kommen teilautomatisierte Werkzeuge zum Einsatz, die eine große Anzahl an Ringen in einem Magazin vorhalten. Bei der oberflächlichen Verlegung mit anschließender Überdeckung wird das Netz vor der Überdeckung mit wenigen Erdnägeln, die nur temporäre Funktion haben, zusätzlich fixiert.

## **9. Einfache Instandsetzung, Ad Hoc Maßnahmen – Reparaturpaneele**

Sollten begrenzte Bereiche der Flächenvernetzung Beschädigungen aufweisen, können diese schnell und einfach mit Reparaturpaneelen in unterschiedlichen Größen behoben werden. Die Reparaturpaneele bestehen aus Biberschutznetz, das zusätzlich mit einem werkseitig vorkonfektionierten polymerummantelten Randdraht rundum geschlossen ist.

Werden Biberbauten an sensiblen bislang ungesicherten Bereichen eines Deiches festgestellt, können ohne größere Vorbereitungen Ad Hoc Maßnahmen mit Reparaturpaneelen durchgeführt werden. Die Paneele werden lokal über dem Schadensbereichen aufgelegt und mit geeigneten Erdnägeln verankert.

Sie sichern somit kurzfristig und wirksam den geschädigten Bereich. Allerdings stellen diese lokal begrenzten Schutzmaßnahmen keine nachhaltige Verhärmung der Biber im Deichabschnitt dar.

Eine langfristige Sicherung kann nur durch die flächige Verlegung der Biberschutznetze im betroffenen Abschnitt erzielt werden. Eine solche flächige Verlegung wird in aller Regel nach der erfolgreichen Abwendung der unmittelbaren Schadensgefährdung planmäßig in einer geeigneten Folgeperiode erfolgen.

Potentielle Anwendungen der Reparaturpaneele:

Ad Hoc Sofortmaßnahmen:

Ähnlich einem Pflaster, das nach einer Schnittverletzung auf die Wunde aufgelegt wird, verhindern Reparaturpaneele sofort eine weitere Schadensausbreitung der betroffenen Schadensbereiche. Da die Paneele nur lokal aufgebracht werden, können mit dieser Maßnahme künftige Schäden in der Umgebung der Paneele allerdings nicht wirksam ausgeschlossen werden, hierfür ist eine flächige Verlegung erforderlich.

Vertikalsperren:

Bei Verwendung der Reparaturpaneele als Alternative zu den Vertikalsperren gem. DVWK Merkblatt 247/1997, die in der Regel für eine Tiefe von 1,5m ausgelegt sind, werden die Paneele entlang der Doppeldrilling bei 1,5 m umgeklappt, somit entsteht ein ca. 0,5 m breiter Streifen an der Oberfläche der Vertikalsperre an die eine flächige Vernetzung mittels C-Ring Verbindung problemlos und sicher angeschlossen werden kann.

Baumverbiss-Schutz:

Die Reparatur Paneele können mit einfachen Hilfsmitteln auch als Baumverbiss-Schutz eingesetzt werden. Es ist darauf zu achten, einen Freiraum zwischen der den Baum umschließenden Vernetzung und der Baumrinde herzustellen. Bei einem Deichertüchtigungsprojekt an der Oder in Brandenburg wurde ein auf dem Baufeld zu Verfügung stehendes Drainagerohr als Abstandshalter zwischen Paneele und Baumrinde eingesetzt.

## **10.Erosionsschutz – reduziert wirksam Ausspülung auch in der Wasserwechselzone**

Oberflächenerosion kann zum Versagen eines Deiches führen und durch unterschiedliche Einflüsse hervorgerufen werden. Je nach regionaler Lage, Witterungsbedingungen und Wasserständen, können die folgenden Belastungen zu Erosionsprozessen führen:

Abtrag durch Starkwinde, Abtrag durch Starkregenereignisse, Abtrag durch Strömungsprozesse und/ oder Wellenschlag in der Wasserwechselzone.

Eine umfangreiche Studie zum Erosionsverhalten unterschiedlicher Erosionsschutzprodukte wurde im Zeitraum 2009-2011 im Rahmen des AiF geförderten Forschungsvorhabens 15717 N in Zusammenarbeit des Süddeutschen Kunststoffzentrums in Würzburg SKZ und der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau LWB am Autobahndreieck Bibelried durchgeführt.

Im Rahmen des umfangreichen Prüfprogramms wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

Bodenabtrag nach Starkregenereignis, Vegetationsentwicklung, Wasseraustritt aus der Frostschuttschicht, Beständigkeit/Festigkeit, Beregnungstest, vegetationstechnische Öffnungsweite, Licht-Transmission, Verdunstungsschutz, Witterungsbeständigkeit, mikrobiologische Abbaubarkeit, Schwelwiderstand, Brandverhalten, Zugfestigkeit, Biegesteifigkeit, Verbundfestigkeit, Druckstauchungsverhalten, Dämpfungsverhalten, Rückstellverhalten, Wasserableitvermögen, Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene, Dicke, flächenbezogene Masse, Wasseraufnahmevermögen bei Eintauchen und bei Beregnen, Dickenänderung bei Wasserlagerung, Porosität, Umweltunbedenklichkeit nach M Geok K.

Die Variante Biberschutznetz mit integrierter Wirrgelegematte - MacMat R Steel hat die Testreihe erfolgreich absolviert.

Den wesentlichen Beitrag zum Erosionsschutz übernimmt die Wirrgelegematte, der Vergleich der Ergebnisse der AiF Studie in Bibelried zeigt jedoch eindrücklich, dass den mechanischen Eigenschaften des unbewehrten Multifilaments bei mechanischen Belastungen rasch Grenzen gesetzt werden. Unbewehrte Produkte sind in den Böschungsbereichen der Testanordnung teils eingerissen, teils haben sie über die gesamte Breite der Testfeldstreifen versagt. Dieser Versagensfall konnte bei den bewehrten Produkten nicht beobachtet werden.

Das Biberschutznetz mit integrierter Wirrgelegematte ist eine optimale Kombination und verbindet die Ableitung der mechanischen Beanspruchungen über das Stahlgeflecht mit den positiven Effekten der Erosionsschutzmatte.

Bei zahlreichen internationalen hydraulischen Projekten ist diese Kombination erfolgreich und langjährig als Uferschutz entlang von Wasserstraßen verbaut und verhindert in Kombination mit der Vegetation das Ausspülen von Feinkornanteilen.

Die Ergebnisse der in Italien in einem Zeitraum von 10 Jahren von der ISPRA „Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale“ am Kanalprojekt Zabarelle Region Rovigo durchgeführten Langzeitstudie belegen auch 10 Jahre nach der Installation den wirksamen Erosionsschutz gegen Ausspülen von Feinkornanteilen im direkten Bereich der Wasserwechselzone.

### **11. Vegetationshilfe – zusätzlicher Halt der Bepflanzung in der Anwachsphase**

Der Vegetation und hier im Wasserbau insbesondere der intakten Grasnarbe kommt eine besondere Bedeutung zu. Ein optimaler Rückhalt der Feinkornanteile entsteht erst im Zusammenwirken des Biberschutznetzes mit integrierter Wirrgelegematte und dem Wurzelwerk der Oberflächenvegetation.

Besonders erosionsanfällig ist die Oberfläche eines Neubauabschnittes unmittelbar nach Fertigstellung und in der ersten Anwachs-/Wachstumsphase der frischen Vegetation. Die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Erosionsmechanismen Wind, Starkregen, Strömung und Wellenschlag wirken ohne zusätzlichen Schutz unmittelbar auf den Oberboden und die jungen Triebe ein und verursachen sehr rasch umfangreiche Schäden.

In Österreich wurde im Zeitraum zwischen 2010-2013 das Vegetationsverhalten bei unterschiedlichen Erosionsschutzprodukten im Rahmen einer dreijährigen Studie des AlpS - Zentrum für Naturgefahren und Risikomanagement aus Innsbruck und der Universität für Bodenkultur BoKu aus Wien untersucht und sehr detailliert dokumentiert. Das Biberschutznetz mit integrierter Wirrgelegematte - MacMat R Steel hat die Testreihe erwartungsgemäß positiv abgeschlossen.

## **12. Eis-Last / Eis-Anprallschutz – Armierte Oberfläche mit Dachschindeleffekt**

Dass auch Eis eine massive Gefahr für Deichbauwerke darstellen kann, wurde in den vergangenen Jahren sehr eindrücklich von Prof. Dr. Carstensen in zahlreichen Fachvorträgen und Veröffentlichungen belegt. An der Brandenburgischen Technischen Universität BTU Cottbus wurden im Jahre 2011 historische und aktuelle Hochwasserereignisse, die im Zusammenhang mit der Eis-Problematik zu sehen sind, im Rahmen einer Dissertation sehr umfangreich dokumentiert. Neben der in der Dissertation dargestellten unmittelbaren Belastung durch Eislast als zusätzliche Auflast sowie infolge Eisanpralls, können auch mittelbare erhöhte Belastungen des Deichs durch Rückstau als Konsequenz von Eisbarrieren entstehen, die im Rahmen des Symposiums „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“ der Technischen Universität TU Siegen 2012, von einem ausführenden Ingenieurbüro (Hr. Krei, PPN, Neuruppin) sehr anschaulich vorgestellt wurden.

Diese sogenannten Eisversetzungen entstehen durch übereinander geschobene Eisplatten, die im Extremfall zu einer Barriere im Flusslauf führen, die einen massiven Rückstau und somit einen extrem schnellen Anstieg des Pegels flussaufwärts auslösen kann. Der Vortrag des ausführenden Ingenieurbüros stellt diesen Effekt am Beispiel der Oder im Bereich der Stadt Schwedt vor. Sicherlich eine der spektakulärsten Maßnahmen wurde von der russischen Luftwaffe im Rahmen von Bombardierungen einer Eisversetzung am Oderbruch im Winter 1946/47 - wenn auch nur mit mäßigem Erfolg – durchgeführt.

Einen Überblick über die Beanspruchung der Deichoberflächen durch Eis bieten die im Folgenden zitierten Ausschnitte aus der o.g. Dissertation von Dr. Schuh, S. 210:

„ (...) Außenböschungen von Deichen können bei einem Eishochwasser z.B.

- durch auf die Deiche geschobenes Eis,
- durch Eisschollen oder Eisfelder, die durch ihre rotierenden Bewegungen Gras und Boden aus den Deichen herausreißen,
- durch auflaufendes Treibeis, das Bäume auf dem Deich entwurzeln kann,
- durch eine parallel zur Fließrichtung den Deich tangierende Eisschlammmasse und
- durch vorherigen Regen oder durch ein infolge Hochwassers aufgeweichten Deich

geschädigt bzw. belastet werden. (...)“

Das Biberschutzgitter mit aufextrudierter Wirrgelegematte MacMat R Steel bildet mit der Vegetation eine armierte Oberfläche, bei der die Wurzeln durch die Wirrgelegematte und die Maschenöffnungen des Stahlgeflechtes eine zusätzliche Rückverankerung mit dem anstehenden Boden bilden und somit eine Verstärkung der Oberfläche gegen mechanische Belastungen bewirken.

Dieser Oberflächenarmierungseffekt kann auch einen positiven Beitrag zur Reduzierung der Schäden infolge Eislast / Eisanprall leisten.

Dass die Eindringtiefe bei starken mechanischen Belastungen auf Erdkörper durch die Sicherung der Oberfläche mit Stahlgeflecht erheblich reduziert werden kann, zeigen auch Erfahrungen aus der Felssicherung und dort insbesondere aus dem Bereich der Steinschlagschutzwälle. Die überzeugenden Ergebnisse der Steinschlagschutzwälle sind im Wesentlichen auf den Aufbau des Damms nach dem

Prinzip der bewehrten Erde zurückzuführen, jedoch trägt auch der reine Oberflächenarmierungseffekt einen erheblichen Anteil zum Gesamtverformungsverhalten bei.

### **13. Überströmung - Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Oberfläche gegen Überströmen**

Die aktuellen zurückliegenden Hochwasserereignisse der vergangenen Jahre sind aufgrund der neuen Medien, die es jedermann erlauben überall und zu jedem Zeitpunkt Foto- und Videodokumente zu erstellen und mit einer breiten Öffentlichkeit zu teilen, umfassend dokumentiert. Auch der Einsatz der neuen leicht handhabbaren Drohnen hat viel Informationsmaterial aus bislang nur beschränkt zugänglichen Perspektiven geliefert.

Der zerstörerische Einfluss von unplanmäßigen Überströmungsvorgängen an Deichanlagen wurde so in nie gekanntem Umfang und Detailaufnahmen dokumentiert, Das Versagen der Deiche setzte sehr häufig auf der luftseitig überströmten Flanke bereits nach überraschend kurzer Überströmdauer ein.

Der positive Einfluss des Biberschutznetzes mit integrierter Wirrgelegematte auf die Widerstandsfähigkeit der Oberfläche gegen Überströmungsvorgänge wurde unter Federführung der Universität für Bodenkunde BoKu in Wien, 2000 und der Technischen Universität TU Wien 2012 in einem 1:1 Modellüberströmungsversuch in Zusammenarbeit mit der Firma KRISMER bestätigt.

Bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten in Kombination mit größeren Durchfluss-mengen - also bei planmäßigen Überströmungsbereichen den sog. „Spillways“ - kann der Überströmungsschutz der Oberfläche durch den Wechsel von Biberschutznetzes mit integrierter Wirrgelegematte - MacMat R Steel auf Reno Flussmatratzen, die neben der Armierungsfunktion aufgrund der Steinfüllung für eine zusätzliche Auflast sorgen, weiter verbessert werden.

In diesem Zusammenhang sind umfangreiche Untersuchungen an folgenden Instituten durchgeführt worden: Laboratories of Colorado State University in FORT COLLINS, USA, SOGREAH of Grenoble, Frankreich, University of South Wales, Australien, INCYTH of Ezeira, Argentinien.

Eine solche Überströmungsfläche mit Reno Flussmatratzen ist auf einer Fläche von ca. 5.000 qm im Frühjahr/Sommer 2015 in Österreich an der HWS Kamp einem Nebenfluss der Donau in der Nähe von Krems an der Donau in der Ausführung.

### **14. Außerordentlich flexibel bei ungewöhnlichen Geometrien leicht anpassbar Geringe Empfindlichkeit gegenüber Setzungen und Deformationen**

Die als Rollenware gelieferten Biberschutznetze sind im Gegensatz zu den im DVWK Merkblatt 247/1997 empfohlenen Stahlgittern aus geschweißten Paneelen ausgesprochen flexibel und lassen sich bereits im Prozess der Installation auch an ungewöhnliche Geometrien anpassen.

Im Gegensatz zu „steifen“ Bauformen, die im Wasserbau häufig in Betonbauweise ausgeführt werden, bieten die „semi-steifen“ Konzepte, zu denen Vernetzungen aber auch doppeltgedrillte Gabionen und Flussmatratzen zu rechnen sind, durch deren bedingte Verformbarkeit gerade bei Anwendungen im Wasserbau enorme Deformationsreserven bei unplanmäßiger Beanspruchung beispielsweise infolge von Setzungen oder mechanischem Anprall.

## **15. Umweltunbedenklichkeitsnachweis - Schutz bedrohter Arten der Fauna & Flora bei Verlegung in der wachstumsarmen Periode ohne Beeinträchtigung des gewachsenen Oberbodens**

Im Umfeld von Deichanlagen bilden sich aufgrund der beschränkten Zugänglichkeit und der behutsamen Unterhaltung durch geschultes und sensibilisiertes Personal häufig einzigartige Biotope, die Raum und Ruhe für die Entwicklung einer großen Artenvielfalt bieten. Es ist daher sehr erfreulich und nicht allzu überraschend, dass im Vorfeld anstehender Sanierungs- und Ertüchtigungsbauvorhaben häufig eine Wiederansiedlung längst verdrängt vermuteter bedrohter Arten der Flora und Fauna festgestellt werden kann.

Je nach Art und Seltenheit werden diese Bereiche der Deichabschnitte bislang von den Sanierungsmaßnahmen ausgeschlossen, da eine Neuprofilierung der Oberflächen und der damit verbundene Abtrag des Oberbodens unweigerlich zu einem massiven Eingriff in das Biotop führen würde. Der Oberboden beherbergt neben dem Wurzelwerk teils seltener Pflanzenarten auch Käfer und Engerlinge seltener Falter, wie der Auszug aus einer aktuellen Anfrage belegt:

„(...) Wegen vermuteter Vorkommen der europäisch geschützten Schmetterlingsart *Maculinea nausithous* (Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling), die durch ihre spezielle Lebensweise eng an die nur in diesem Abschnitt vorkommende Futterpflanze *Sanguisorba officinalis* (Großer Wiesenknopf) gebunden ist, wurde der Deichabschnitt von Bibersicherungsmaßnahmen völlig ausgelassen, weil man mit den Naturschutzbehörden keine Einigung erzielen konnte. Ein Biberschutz ist wegen der zahlreichen Kleingewässer, die wasserseitig praktisch unmittelbar an den Deichschutzstreifen grenzen, dringend erforderlich.“

Lösungskonzept und Nachweis der Umweltunbedenklichkeit nach M Geok E:

In Bereichen mit Vorkommen besonders gefährdeter Arten der Fauna und Flora kommt das polymerummantelte Biberschutznetz mit integrierter Wirrgelegematte zum Einsatz, dass in der wachstumsarmen Periode (Winterperiode) unmittelbar auf den unbearbeiteten Untergrund aufgelegt und mit Erdnägeln fixiert wird.

In der folgenden Wachstumsperiode entwickelt sich die anstehende unberührte Vegetation ungehindert durch das Wirrgelege hindurch und bildet nach kurzer Zeit oberhalb des Wirrgeleges eine geschlossene Vegetationsoberfläche, die durch diese Maßnahme eine zusätzliche Stabilisierung gegen mechanische und hydraulische Einwirkungen, wie beispielsweise den in anderen Abschnitten des Konzeptes beschriebenen Eisanprall, oder die Erosionsbelastungen aus Überströmungsvorgängen, erhält.

Weder die Öffnungsweite des polymerummantelten Stahldrahtgeflechtes noch die des Wirrgeleges stellen eine Barriere für die Kleinlebewesen im Oberboden dar. Das Polypropylen-Wirrgelege ist aufgrund des geringen Filament-Durchmessers sehr flexibel und schränkt den Ein- und Austritt der Kleinlebewesen zwischen Oberboden und Umgebung nicht ein.

Beeinträchtigungen der Umwelt (Boden/Wasser/Luft) durch die eingesetzten Materialien beispielsweise durch Ausgasen, Eluate (Löslichkeiten) oder chemische Reaktionen mit den Umgebungsstoffen können bei der Verwendung der Biberschutznetze mit (oder ohne) Wirrgelege ausgeschlossen werden.

Ein entsprechender Nachweis ist im Rahmen der Umweltunbedenklichkeitsprüfung nach M Geok E am Institut der KIWA-TBU in Greeven erfolgreich geführt worden.

## 16. Ausblick

Die Biberschutznetze finden auch in Deutschland zunehmend Eingang in aktuelle Deichsanierungsprojekte. Mittlerweile sind Deichanlagen in Brandenburg, Sachsen und Bayern mit dem Schutzkonzept ausgerüstet. Ausschreibungen in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen werden noch im aktuellen Jahr zu weiteren Deichsanierungsmaßnahmen mit Wühl- und Nagetierschutz führen.

Aber auch andere Tierarten können die Oberflächen von Deichen gefährden. Neben Kaninchen, die ebenfalls Tunnel anlegen, werden inzwischen Wildschweine mehr und mehr als Gefahr eingestuft.

Wildschweine werden nicht unmittelbar der Spezies „Wühl- und Nagetiere“ zugeordnet, sie graben auch keine Tunnelbauten in Deichanlagen, dennoch werden in zunehmendem Maße Schäden der Grasnarbe durch Wildschweineinwirkung auch an Deichen gemeldet. Interessanterweise konzentrieren sich die Schäden auf die luft- und wasserseitigen Flanken der Deichbauwerke und betreffen seltener das angrenzende Vorland. Dieser Effekt wird nach Aussagen der zuständigen Behörden dem Umstand zugeordnet, dass der Deichkörper aufgrund seiner beschränkten Zugänglichkeit und den ausgewogenen Feuchtigkeitsverhältnissen eine größere Artenvielfalt und Bestandsdichte an Kleinlebewesen (z.B. Würmer, Engerlinge, etc.) im Vergleich zum Vorland aufweist und dadurch für Wildschweine interessant wird.

Da einer intakten Grasnarbe im Hochwasserfall eine entscheidende Rolle für die Verhinderung von Oberflächenerosion zukommt, besteht ein Interesse an geeigneten nachhaltigen technischen Schutzmaßnahmen. Die Biberschutznetze mit aufextrudiertem Wirrgelege bilden mit dem Wurzelwerk der Grasnarbe eine geschlossene Einheit und erschweren es den Wildschweinen, die Narbe flächig zu durchwühlen. Damit der Wildschweinzahn durch das Sechseckgeflecht behindert werden kann, darf das Netz nicht zu tief liegen, da sonst der Oberboden über der Vernetzung abgeschält werden könnte.

Aufgrund der geringmächtigen Überdeckung von nur wenigen Zentimetern wäre ein ausgewachsenes Wildschwein in der frühen Phase der ersten Wachstumsperiode nach der Installation, in der noch kein ausreichender Verbund des Wirrgeleges mit dem Wurzelwerk und dem Untergrund entstanden ist im Zweifel in der Lage, das Netz anzuheben und den Anwachsprozess zu stören. Um dies zu unterbinden müssen die Netze bei der Anwendung als Wildschweinschutz im Rahmen der Installation mit dem Untergrund verbunden werden. Dies erfolgt mit einfachen Erdnägeln oder Stahlkrampen in einem festgelegten Raster. Das Raster orientiert sich an den Untergrundbedingungen sowie der Größe und Geometrie der Vernetzungsfläche.

Die Erfahrungen aus dem Deichabschnitt gegenüber der Insel Rügen in Mecklenburg-Vorpommern finden Eingang in aktuelle Planungen zur Wildschwein-Abwehr, bei denen derzeit verschiedene potentielle Ausführungsvarianten analysiert und bewertet werden.

Dass Wildschweine mittlerweile auch die natürliche Scheu vor Menschen und Siedlungen verloren haben, zeigen u.a. Beispiele aus Berlin und Brandenburg. Es ist aus Sicht der Tiere nachvollziehbar, dass die gepflegten Gärten und Parkanlagen eine große Anziehungskraft ausüben. Im Herbst liefern Laubbäume wie Eichen und Buchen große Mengen an Früchten, das ordentlich zu Haufen aufgeschichtete Laub ist

voller Kleinlebewesen, die Komposthaufen liefern immer etwas Schmackhaftes und im Frühjahr finden sich in den Parkanlagen in großer Zahl die besonders schmackhaften Blumenzwiebeln.

Es wird also auch zukünftig ein breites Feld für weitere Forschungsarbeiten und zu entwickelnde Nachweisverfahren geben.

Maccaferri stellt sich den Fragestellungen und arbeitet zielgerichtet mit akkreditierten Instituten zusammen, um den Erkenntnisstand weiter auszubauen und einen technischen Beitrag zur nachhaltigen Sicherheit der Deiche beizutragen.