

Donnerstag 16. Oktober 2014

11:30-12:00

Hangsicherungssysteme: neue Maßstäbe an Performance, Nachhaltigkeit und Handling – Kriterienkatalog und Zulassungen bei der Deutschen und Österreichischen Eisenbahn

Michael Arndt, Paolo di Pietro
MACCAFERRI DEUTSCHLAND GmbH

Einleitung und Überblick

Im Sommer 2014 hat das Eisenbahnbundesamt eine EBA Zulassung für ein alternatives Hangvernetzungssystem erteilt. Somit haben die an der Bemessung, Planung, Vergabe und Ausführung beteiligten Fachexperten erstmals die Möglichkeit, zwischen alternativen zugelassenen Konzepten zu wählen und eine Festlegung an den konkreten Projektanforderungen zu orientieren und nicht mehr flächendeckend ein singuläres Lösungskonzept verwenden zu müssen.

Mit der neu erteilten EBA Zulassung tritt nun ein Hersteller auf den Plan, der neben dem zugelassenen Hangvernetzungssystem die gesamte Bandbreite der Schutzmaßnahmen im Steinschlagschutzbereich abdecken kann. Das Portfolio umfasst neben den modularen Vernetzungssystemen mit abgestuften Zugkraftaufnahmepotentialen von 35, 50, 70, 110, 160, 210, 230, 250 kN/m auch nach ETAG 027 geprüfte CE zertifizierte Steinschlagschutzbarrieren in den Energieklassen 500, 750, 1.000, 1.500, 2.000, 3.000, 5.000, 8.600 kJ, Murgang-Barrieren sowie Steinschlagschutzdämme einer stahlgeflecht-basierten Bewehrte Erde Struktur als probate Maßnahme bei höheren Energiepotentialen.

Österreich hat im vergangenen Jahr mit der Veröffentlichung der neuen Ö-Norm ONR 24810:2013 die Messlatte für den Einsatz von technischen Steinschlagmaßnahmen über die Anforderungen der ETAG 027 hinaus weiter verschärft. Die zuständigen Gremien der Österreichischen Bundesbahnen ÖBB haben in der Folge auf der Basis der ONR einen eigenen Kriterienkatalog entwickelt, der neben der Performance nun auch Anforderungen an das Handling und die Nachhaltigkeit formuliert.

Insbesondere der Teilaspekt der Nachhaltigkeit und somit letztlich die Frage des optimalen Korrosionsschutzes spielt in Deutschland bislang im Bereich der Steinschlagschutzlösungen erstaunlicherweise (noch) eine untergeordnete Rolle.

Im Gegensatz zu den Skandinavischen Ländern, in denen ein Großteil der Infrastruktur in Küstennähe verläuft und Steinschlagmaßnahmen somit durch die unmittelbare Nähe zur See erhöhten Korrosionsansprüchen unterliegen, werden Hangvernetzungssysteme derzeit in Deutschland und den zentraleuropäischen Märkten vorwiegend in einfachen verzinkten Stahldrahtvarianten ausgeführt.

Während das Thema der Korrosionsbeständigkeit auch in Deutschland im Bereich des Gabionenbaus zunehmend Eingang gefunden hat und hier mittlerweile Salzsprühnebeltestnachweise von über 3.000 Std gefordert werden, ist das erhebliche Steigerungspotential der Lebensdauer im Bereich der Felssicherungssysteme in Deutschland bislang in der Tat nicht ausreichend thematisiert worden.

Durch neue Entwicklungen im Bereich der organischen Beschichtungstechniken ist inzwischen die gesamte Bandbreite der Vernetzungssysteme mit erhöhtem Korrosionsschutz verfügbar. Prüfberichte eines deutschen akkreditierten Instituts belegen, dass auch nach einer Prüfdauer von über 6.000 Std keinerlei Korrosion nachweisbar ist. Darüber hinaus liefert die im April 2014 veröffentlichte Neufassung der ONR EN 10223-3 im Anhang A klare Hinweise auf die zu erwartenden Lebensdauern für verschiedene Umgebungsbedingungen C2-CX in Abhängigkeit von der verwendeten Beschichtung und konstatiert für organische Beschichtungen einen Zeitraum von bis zu 120 Jahren.

Im Gegensatz zu einer einheitlichen Standardproduktlösung, die für die gesamte Hangsicherung einen Netztyp festlegt, der sich an der Maximalanforderung orientiert, kann durch das modulare Vernetzungssystem ein erhebliches Einsparungspotential erzielt werden, dass in Teilen in den erhöhten Korrosionsschutz re-investiert werden kann.

Im Ergebnis ist somit ein deutlich korrosionsstabileres und somit nachhaltigeres Hangsicherungssystem realisierbar, dass in der Kombination der Faktoren im Großteil der Anwendungsfälle ohne Mehrkosten realisierbar sein dürfte.

Der folgende Beitrag wird im Wesentlichen die unterschiedlichen Anforderungen in Deutschland und Österreich gegenüberstellen und auf Anwendungsbereiche der gesamten Bandbreite der verfügbaren Steinschlagschutzmaßnahmen und die Details des Korrosionsschutzes eingehen.

Österreichs führende Rolle als Impulsgeber für die internationale Weiterentwicklung von Steinschlagschutzlösungen – Die ONR 24810:2013

Österreich ist nicht das einzige Land, das auf einem erheblichen Teil seines Territoriums von hohen Bergen umgeben ist. Die Schweiz, Teile Deutschlands aber natürlich auch Norwegen haben ebenfalls über viele Generationen Erfahrungen mit den Naturgefahren und deren technischer Beherrschung sammeln können.

Allerdings ist es gerade Österreich, das die im Rahmen der ETAG 027 auf europäischer Ebene festgelegten Anforderungen an technische Steinschlagschutzlösungen mit der Erarbeitung der ONR 24810:2013 „Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandsetzung“ konsequent weiterentwickelt hat.

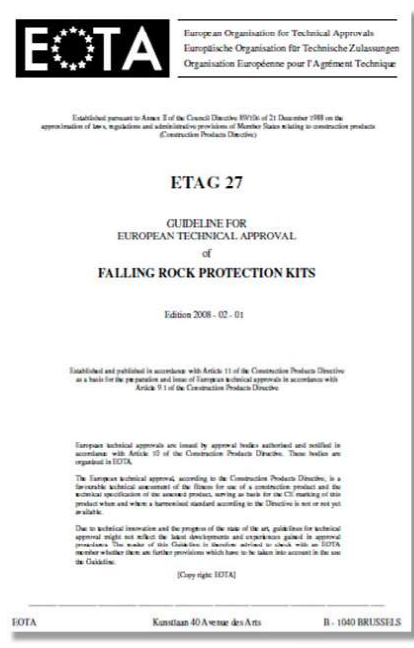
Die WLV (Wildbach und Lawinverbau) fasst in einer themenbezogenen Veröffentlichung im Heft 171-2013 „Risikomanagement für Infrastrukturen“ die wesentlichen Inhalte der Norm wie folgt zusammen:

„Es werden Verfahrensweisen für die Erhebung der Eingangsparameter für die Ermittlung der maßgeblichen Einwirkungen mit den hierfür anzusetzenden Teilsicherheitsbeiwerten definiert.



Auf der Widerstandsseite werden die anzusetzenden Abminderungsfaktoren der Bauwerkswiderstände für die zu führenden Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise beschrieben.

Im Normenwerk wird neben Primärsicherungen (Verhinderung der Ablösung von Steinschlagprozessen) und Sekundärmaßnahmen in der Sturzbahn (Auffangnetze, Galerien, Steinschlagschutzdämme) auch auf die Überwachung und Instandhaltung mit den jeweils anzusetzenden Inspektionsintervallen Bezug genommen.“



die wildbach lebensministerium.at

WLV-Richtlinie für den Eignungsnachweis und risikobezogene Zusatzkriterien für Steinschlagschutznetze
Stand 1.1.2013

ONR 24810
Technischer Steinschlagschutz —
Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung

Technical protection against rockfall — Terms and definitions, effects of actions, design, monitoring and maintenance
Protection technique contre les chutes de pierre — Termes et définitions, effets, calcul des structures, surveillance et maintenance

ACIS 13.200

Zusammengestellt

Schadensfolgeklasse CC	Merkmale	Beispiele
CC 1	Geringe Folgen für Menschenleben und kleine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Landwirtschaftliche Gebäude ohne regelmäßigen Personenverkehr, wie Scheunen, Gewächshäuser
CC 2	Mittlere Folgen für Menschenleben, beträchtliche wirtschaftlich, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Wohn- und Bürogebäude, öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen, wie Bürogebäude
CC 3	Hohe Folgen für Menschenleben oder sehr große wirtschaftliche oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Tribünen, öffentliche Gebäude mit hohen Versagensfolgen, wie Konzerthallen

Avangeldatum: 2013-01-15

Während die ETAG 027 auf europäischer Ebene Mindestanforderungen festlegt, die eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen am Markt angebotenen Produkte bezüglich deren Produkteigenschaften und Produktleistungsparameter ermöglichen soll, umfassen die Festlegungen der ONR 24810:2013 einen deutlichen weiteren Bereich und stellen gewissermaßen eine nahezu allumfassende Gesamtbetrachtung der potentiellen Einflussfaktoren dar, die für eine korrekte Bemessung und Konzeptauswahl herangezogen werden müssen.

Aber welche Bedeutung hat das Regelwerk für die Weiterentwicklung von Steinschlagschutzlösungen?

Die Formulierung von Anforderungen in Bereichen die bislang von der ETAG 027 unberücksichtigt geblieben sind, offenbart Verbesserungspotentiale in Produktdetails der jeweiligen Hersteller, die den Prozess der Produktweiterentwicklung durch Anpassungen des Produktdesigns oder der verwendeten Werkstoffe bereits beschritten haben. Dies umfasst neben der bei den flexiblen Steinschlagschutzbarrieren viel diskutierten Fragestellung des zulässigen Randspaltes zwischen Netz und

Stütze bei Randfeldern und Reihenunterbrechungen vgl. 6.2.7.6 der Norm aber auch die für alle eingesetzten Komponenten zu beantwortende Frage der Lebensdauer und damit insbesondere den Themenbereich Korrosionsschutz.

Das Regelwerk entfaltet allerdings erst mit der Umsetzung in aktuellen Ausschreibungen oder dem Eingang in generelle Standardanforderungen seine Wirkung. In diesem Zusammenhang spielt die ÖBB (Österreichische Bundesbahnen) eine herausgehobene Rolle.

Umsetzungsdruck der Auftraggeberseite: der Kriterienkatalog der ÖBB

Bereits im Verlauf der Erarbeitung der ONR 24810:2013 also noch vor deren abschließenden Veröffentlichung hat die ÖBB in Anlehnung an die wesentlichen Inhalte des Normentwurfes unter dem Titel: „Kriterienkatalog der ÖBB-Infrastruktur AG über die Eignung von Steinschlagschutznetzen sowie von Schutznetz-Sonderkonstruktionen“ einen eigenen Kriterienkatalog herausgegeben, der sich rasch zu einer bindenden Voraussetzung für die Bewertung und Vergabe von Aufträgen im Wirkungsbereich der ÖBB entwickelte. Somit hat die ÖBB hier als maßgeblicher Auftraggeber eine Pionierrolle übernommen, die Anforderungen schnell und flächendeckend umzusetzen.

Kriterienkatalog v 1.0.2
Steinschlagschutznetze/Schutznetz-Sonderkonstruktionen



Kriterienkatalog der ÖBB-Infrastruktur AG über die Eignung von Steinschlagschutznetzen sowie von Schutznetz-Sonderkonstruktionen

Erstellungsdatum: 2012-03-30

Version: 1.0.2

Während ein einzelnes Planungsbüro bei der Bewertung der Sicherungsmaßnahmen im konkreten Einzelfall außerhalb des ÖBB Wirkungskreises einen gewissen Ermessensspielraum hat, welche der in der Norm aufgeführten Anforderungen es in welcher Ausprägung für die Formulierung der Ausschreibung heranziehen möchte, legt der Kriterienkatalog der ÖBB hier klare Mindestanforderungen fest. Auch bei den im Kriterienkatalog aufgeführten Zusatzanforderungen werden Festlegungen getroffen, die in Teilen sogar weit über die Anforderungen der Norm hinaus gehen. Dies betrifft unter anderem die Forderungen nach einem absoluten zulässigen Randspalt-Maß im Gegensatz zu den prozentualen Vorgaben der Norm aber auch eine längere Lebensdauererwartung.

13 Kriterienkatalog Eignung Steinschlagschutznetze zum Schutz von Objekten der Schadensfolgeklasse CC3

Darüber hinausgehend werden auf Grund der für Bahnstrecken maßgeblichen hohen Schadensfolgeklasse CC3 gemäß ON EN 1990 für beaufschlagte Netzreihen folgende Nachweise gefordert:

1. Restnutzhöhe $\geq 50\%$ (Restnutzhöhenklasse A ist zwingend erforderlich)
2. Kein Bruch des Primärnetzes, der Trag- oder Bodenseile oder Abspannungen oder deren Teilquerschnitte (Litzen). Einzeldrähte sofern es sich nicht um komplette Litzen handelt, dürfen brechen.
3. Keine Bildung von seitlichen Netzöffnungen nach dem Lastfall mit maximalem Horizontalabstand Stütze/Netz $\geq 0,2\text{m}$. Für den Fall dass sich dauerhafte seitliche Öffnungen zwischen Netz und Randstütze $\geq 0,2\text{m}$ ausschließlich im Randfeld ergeben, muss eine Verlängerung der Netzreihe oder eine Abdeckung durch Schleppnetze angeboten werden. Ihre Eignung ist mittels 1:1 Versuchen nachzuweisen.
4. Keine Bildung von Öffnungen zwischen Primärnetz und oberem Tragsseil mit einem Vertikalabstand $\geq 0,2\text{ m}$ auf dem Niveau unterhalb der Restnutzhöhe nach dem Lastfall. Für den Fall, dass sich dauerhafte Öffnungen zwischen Netz und oberem Tragsseil ergeben, muss eine Abdeckung durch Schleppnetze angeboten werden. Ihre Eignung ist mittels 1:1 Versuchen nachzuweisen.
5. Keine Bildung von Öffnungen zwischen Primärnetz, dem unteren Tragsseil sowie dem Untergrund mit einem Vertikalabstand $\geq 0,2\text{ m}$. Für den Fall, dass sich dauerhafte Öffnungen zwischen Netz, dem unteren Tragsseil sowie dem Untergrund ergeben, muss eine Abdeckung durch Sacknetze angeboten werden. Ihre Eignung ist mittels 1:1 Versuchen nachzuweisen.
6. Nahtseile, Befestigung des Primärnetzes an den Tragsseilen: Ein Bruch der Verbindung ist nicht zulässig.

Diese Anforderungen 1 bis 6 können durch einen Nachweis der Eignung über eine Europäische Technische Zulassung gem. ETAG 027 oder durch gleichwertige 1:1 Versuche gemäß Kapitel 3.2 erfolgen.


Die ÖBB in ihrer Rolle als Multiplikator beschleunigt hier maßgeblich die Umsetzungsgeschwindigkeit und somit auch den Innovationsdruck auf die Hersteller in Richtung der Entwicklung nachhaltiger Steinschlagschutzsysteme mit besserer Performance und optimiertem Korrosionsschutz.

Alternative Strategie Zulassung: das Konzept der Deutschen Bahn

Die Deutsche Bahn setzt bei der Eignungsfeststellung von Produkten für Anwendungen der Bahn auf die Strategie von Zulassungen. Nahezu alle eingesetzten Produkte, darunter auch ein Großteil der Geokunststoffe müssen sich dem regelmäßig wiederkehrenden Prozess einer HPQ (Herstellerbezogener Produktqualifikation) unterziehen.

Die herstellerbezogene Produktqualifikation (HPQ) ist Teil der Qualitätspolitik der Deutschen Bahn AG und besteht aus einer Betriebsbewertung und der Untersuchung von Produkten in externen durch die Bahn akkreditierten Prüflabors. Eine HPQ hat eine Gültigkeitsdauer abhängig vom Produkt von 1-2 Jahren.

Für den Bereich der Hangvernetzungen ist das Eisenbahnbundesamt EBA zuständig. Voraussetzung für die Erteilung einer EBA Zulassung sind umfangreiche Prüfungen in einem durch die Bahn akkreditierten Prüflabor, eine umfangreiche Dokumentation und Systembeschreibung sowie die detaillierte Erläuterung der zugrundeliegenden Bemessungssoftware, die vor Freigabe von einem externen Gutachter geprüft wird. Die EBA Zulassung ist nach Erteilung für 5 Jahre gültig.

 **Eisenbahn-Bundesamt**

Zentrale

Betreff: Zulassung für das Böschungsstabilisierungssystem Steelgrid HR 30

Bezug:

Anlagen:

1. Übereinstimmungskennzeichen des EBA	5. Installationsdetails 01
2. Technische Daten	6. Installationsdetails 02
3. Ankerplatte	7. Nachweis/Bemessung des Geflechtes
4. Laplink Nr. 7	

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit o. g. Schreiben beantragten Sie die Zulassung für das Böschungsstabilisierungssystem Steelgrid HR 30 für den Einsatz bei den Eisenbahnen des Bundes.

Hierzu ergeht folgender





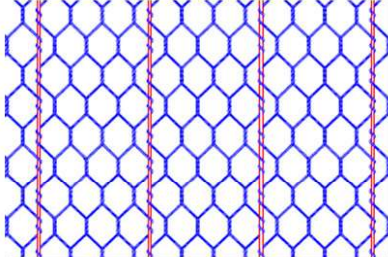
Bescheid:

I. Ich erteile die Zulassung zur Betriebsprobung für das Böschungsstabilisierungssystem Steelgrid HR 30 für den Einsatz bei den Eisenbahnen des Bundes.

Die Zulassung ist befristet bis zum 31.05.2019.

Diese Zulassung hat 13 Seiten und 7 Anlagen und darf nur vollständig verwendet werden.

Die Zulassung umfasst nicht die Prüfung und Bewertung von Umweltschutzbelangen.



Im Gegensatz zu Österreich wo ein Hersteller nach erfolgter Weiterentwicklung der Produkte und entsprechender Vorlage der Prüfberichte den Nachweis der Erfüllung des Kriterienkatalogs verhältnismäßig schnell führen kann und dann unmittelbar bei aktuellen Ausschreibungen Berücksichtigung findet, führt in Deutschland der Weg in ein Projekt der Deutschen Bahn ohne entsprechende Zulassung nur über die sogenannte Zulassung im Einzelfall - ZiE. Die ZiE ist allerdings so aufwendig und zeitintensiv, dass eine Berücksichtigung bei einer konkreten Ausschreibung schon allein aus Zeitgründen in aller Regel aussichtslos ist.

Zudem sind die Fachexperten beim Eisenbahnbundesamt aufgrund der Fülle an Anträgen auf EBA Zulassungen sehr stark belastet. Um dennoch die hohe fachliche Qualität bei der Bearbeitung der Anträge sicherzustellen, entstehen so längere Bearbeitungsdauern - oder genauer: Vorlaufzeiten bis zur Bearbeitung - ohne Verschulden der handelnden Fachexperten.

Kommt jetzt Bewegung in den Markt der Steinschlagschutzlösungen? Aktueller Status

Als einer der führenden Hersteller von Steinschlagschutzlösungen erfüllt MACCAFERRI den Kriterienkatalog der ÖBB und hat für das Hangvernetzungssystem STEELGRID HR die EBA Zulassung erhalten.

Kempfert + Partner Geotechnik



Kempfert Geotechnik GmbH
Höckelinger Straße 25 a
97082 Würzburg
Tel: 0930 79039-0
Fax: 0930 79039-10
Mail: wwg@k+p-geotechnik.de
Geschäftsführer
Dr.-Ing. Marc Raithel
Registrierungsamt
Amberg-Weiching Würzburg
HRB 15099
Ust-Identifikationsnummer
DE311884108
Arbeitsbereiche
Erlangen
Biberach
Pödingen
Hofheim
Münster
Standorte
Konstanz
Würzburg
Hamburg
Partner
Dr.-Ing. U. Bärner
Ust-Identifikationsnummer
DE311884108

Gutachterliche Stellungnahme

(Bericht Nr. 1)

Bewertung des Nachweisverfahrens zur Bemessung des Maschensystems Maccaferri Steelgrid HR 30

bearbeitet im Auftrag

Eisenbahn-Bundesamt
Zentrale Bonn / Büro München
Arnulfstr. 9/11
80335 München
über
MACCAFERRI Deutschland GmbH
Kurfürstendamm 226
10719 Berlin

Die erforderlichen Prüfungen wurden auf einer 3m x 3m großen Prüfeinrichtung des Labors der TU Cottbus unter Federführung des von der Deutschen Bahn akkreditierten Gutachters Prof.-Dr. Wichter erfolgreich durchgeführt.

Chair for Soil Mechanics and
Ground Engineering / Geotechnics

Prof. Dr.-Ing. L. Wichter

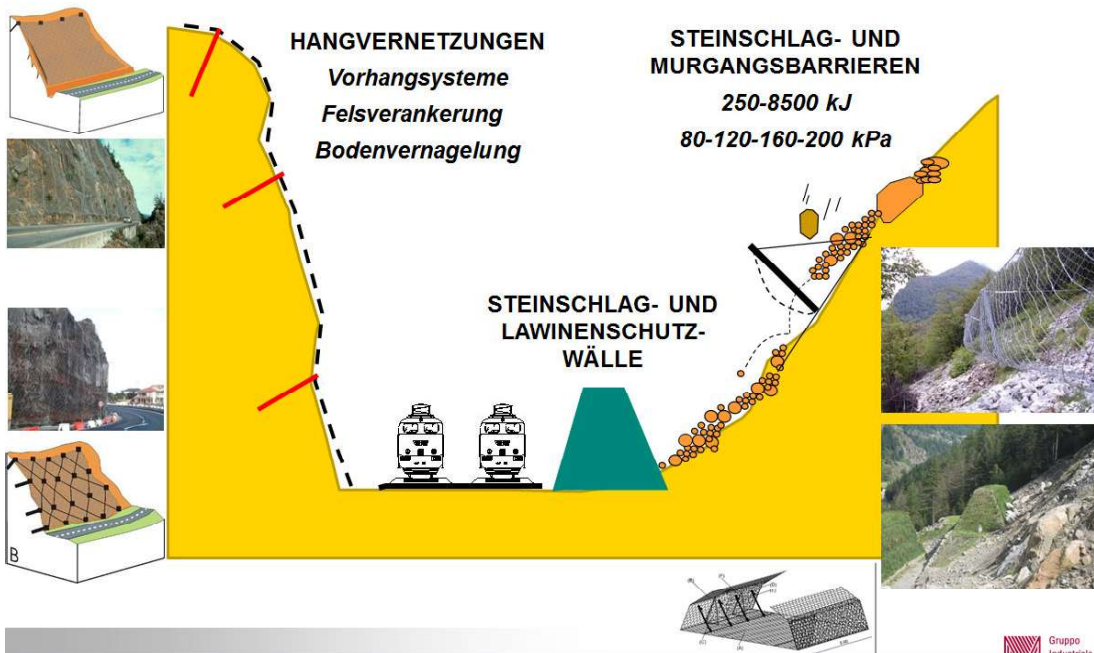
BTU Cottbus - P.O. Box 10 13 44 - D-03013 Cottbus



Tensile Testing on Wire Mesh with Longitudinal Ropes;
MAC.RO.SYSTEM - STEELGRID HR 30

Die Bemessungssoftware MacRo1 wurde durch das Ingenieurbüro Prof. Dr. Kempfert & Partner aus Würzburg unter Leitung von Herrn Dr. Raithel evaluiert.

Die gesamte Bandbreite an Hangsicherungskonzepten von der Vernetzung über flexible Barrieren bis hin zu Steinschlagschuttdämmen wird abgedeckt.



Fangnetz-Struktur (Funktionsmodul)

Halte-Struktur (Stützen)

Verbindungskomponenten (Seile, Schakel, Klemmen...)

Bremselemente

Verankerung (ACHTUNG: nicht Teil des ETAG-Kits)

FALLSTUDIE

Elastizitätsmodul [kPa]	Einschlag Bergseite [m]	Abwischen Talseite [m]
75000	0.74	0.17
90000	0.71	0.07
110000	0.62	0.17

Im Bereich des Korrosionsschutzes bestätigt die ON EN 10233-3 für die polymerummantelten Stahldrahtgeflechte eine Lebensdauer auch unter aggressiven Umgebungsbedingungen C₃-C_X von 120 Jahren die weit über die Forderungen der ONR 24810:2013 hinausgeht.

EUROPEAN STANDARD
EN 10223-3
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

December 2013

ICS 77.140.65 Supersedes EN 10223-3:1997

Deutsche Fassung

Stahldraht und Drahterzeugnisse für Zäune und Drahtgeflechte - Teil 3: Stahldrahtgeflecht mit sechseckigen Maschen für bauwirtschaftliche Zwecke

Steel wire and wire products for fencing and netting - Part 3: Hexagonal steel wire mesh products for civil engineering purposes Fils et produits treillis en acier pour clôtures et grillages - Partie 3: Produits en grille à mailles hexagonales en acier pour applications industrielles

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee ECSS/TC 106 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben

Diese Norm entspricht dem CEN Rep. den 1 Tisch

Die 1 und 1 war vorgel.

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

ÖNORM EN 10223-3: 2014
DIN EN 10223-3:2014

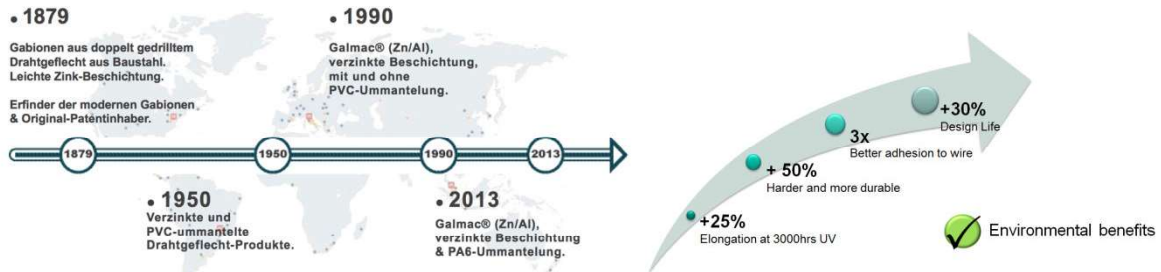
NEUE THEMEN

Tabelle A.1 — Beschreibung der Umgebung am Einsatzort und Anforderungen an Beschichtung/Überzug des Drahtes

Umgebungslevel am Einsatzort ^a (nach EN ISO 9223:2012, Tabelle 4)	Beschichtungs- material aus Kunststoff	Überzug	Klasse ^b (EN 10244-2)	Angemessene Gebrauchs- dauer des Erzeugnisses (Jahr)
Geringe Aggressivität: (C2) Trockene Bedingungen	—	Zink	A	25
	—	Zn95%/Al5%- Legierung	A	> 50
Gemäßigte Klimazone, atmosphä- rische Umgebung mit geringer Luftverunreinigung, z. B.: ländliche Gebiete, kleine Städte (über 100 m über dem Meeresspiegel), Trockene oder kalte Klimazone, atmosphärische Umgebung mit kurzzeitiger Feuchtigkeit, z. B.: Wüsten, subarktische Gebiete.	—	Zn90%/Al10%- Legierung	A	> 120
	—	Zink	A	10
Mittlere Aggressivität: (C3) Trockene Bedingungen	—	Zn95%/Al5%- Legierung	A	25
	—	Zn90%/Al10%- Legierung	A	> 50
Gemäßigte Klimazone, atmosphä- rische Umgebung mit mäßiger Luftverunreinigung oder mit geringer Beeinflussung durch Chloride, z. B. Stadtgebiete, Küs- tenbereiche mit geringen Ab- lagerungen von Chloriden, z. B. subtropische und tropische Klima- zone, Atmosphäre mit geringer Verunreinigung.	Polyvinylchlorid (PVC)	Zn95%/Al5%- Legierung	A	> 120
	Polyamid (PA6)	E	E	120
	Polyvinylchlorid (PVC)	Zn90%/Al10%- Legierung	A	> 120
	Polyamid (PA6)	E	E	> 120

Eine neue Generation mit einer Polymerummantelung aus PA6 bestätigt weitere deutliche Verbesserungen des Korrosionsschutzes (3 x bessere Adhesion, Dehnung nach UV Beanspruchung 25% verbessert, 50 % härtere Oberfläche, 30 % höhere Ergebnis beim beschleunigten Alterungstest = längere Lebensdauer)

Zeitstrahl Beschichtungsgenerationen



Die einzelnen Lösungskonzepte und die Details zu den Produkteigenschaften werden im Folienvortrag weiter ausgeführt.