

Testprotocol en normen alternatieve materialen *Voor toepassing in geluidschermen*

16 december 2025



Rijkswaterstaat

ProRail  **DEKRA**





Testprotocol en normen alternatieve materialen *Voor toepassing in geluidschermen*

Opdrachtgever : ProRail / RWS
Adres : De Inktpot, Moreelsepark 3
: 3511 EP Utrecht

Uw kenmerk : Opdrachtnummer : 4119372

Ons kenmerk : DR/25/240138/002

Auteur(s) : dr.ir. Jaap Horst

Onderzoek : Jaap Horst

Referent : Ko Coppoolse

Vrijgave : Jaap Horst

Datum : 16 december 2025

Versie : 2.0 definitief



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Verouderingsmechanismen en evaluatie	5
2.1	Verouderingsmechanismen	5
2.2	Evaluatie van het effect van veroudering	5
2.2.1	Connectie met de constructie van het geluidscherm	6
2.2.2	Verdere uitwerking evaluatie van Effect	7
2.3	Toelichting	9
3	Tests en evaluatie, per verouderingsmechanisme	10
3.1	Algemene toetsingscriteria	10
3.2	UV-veroudering	11
3.2.1	Blootstelling	11
3.2.2	Onderbouwing	11
3.3	Ozon veroudering	12
3.3.1	Blootstelling	12
3.3.2	Evaluatie van Effect	12
3.3.3	Criteria Ozon veroudering	12
3.3.4	Onderbouwing	12
3.4	Water absorptie / aantasting	13
3.4.1	Blootstelling	13
3.4.2	Onderbouwing	13
3.5	Bevriezen (Vorst-dooi test)	14
3.5.1	Blootstelling	14
3.5.2	Onderbouwing	14
3.6	Hoge temperatuur veroudering	15
3.6.1	Blootstelling	15
3.6.2	Onderbouwing	15
3.7	Biologische processen	16
3.7.1	Blootstelling	16
3.7.2	Test van Effect	16
3.7.3	Criteria Biologische processen	17
3.7.4	Onderbouwing	17
3.8	Chemicaliën	18
3.8.1	Blootstelling	18
3.8.2	Onderbouwing	18
3.9	Vandalisme (graffiti)	19
3.9.1	Blootstelling	19
3.9.2	Test van Effect	19
3.9.3	Criteria graffitireiniging met hogedruk spuit	19
3.9.4	Onderbouwing	19
3.10	Vandalisme (mechanisch)	20
	Bijlage 1: Conditie visueel bepalen volgens NEN 2767	21



Revisieoverzicht

Versie	Status	Datum	Beschrijving	Auteur
0.1	Concept	18-2-2025	1e concept	Jaap Horst
0.2	Concept	7-3-2025	2e concept	Jaap Horst
0.3	Concept	24-3-2025	3e concept, na o.a. interne review	Jaap Horst
1.0	Definitief	2-4-2025	Definitief na o.a. input RWS en ProRail	Jaap Horst
2.0	Definitief	16-12-2025	Aangepaste versie na input RWS	Jaap Horst



1 Inleiding

In het kader van het IPDG, Innovatieprogramma Duurzame Geluidschermen, zijn tests uitgevoerd aan een veelheid van verschillende duurzame materialen voor toepassing als geluidabsorberend en/of geluidsisolerend element, dan wel in de constructie van de geluidschermen.

RWS heeft besloten om begin 2026 een nieuw project starten, te weten het InnovatieProgramma Biobased Geluidschermen (IPBG). De definitie binnen dit project voor Biobased is: "Biobased bestaat voor minimaal 70% uit hernieuwbare massa (NABB)".

Net als bij het IPDG, moet vooraf worden vastgesteld in hoeverre de toe te passen, vaak innovatieve, materialen de gewenste levensduur kunnen halen. De levensduur van materialen (in algemene zin) wordt bekort door het optreden van verschillende verouderingsmechanismen waaraan de materialen onderhevig zijn. De gevoeligheid van een materiaal voor de verschillende verouderingsmechanismen kan middels tests worden bepaald.

Dit document geeft een overzicht van de uit te voeren verouderingstests, inclusief een beoordelingsmethode om vast te stellen wanneer materialen deze succesvol hebben doorstaan, dan wel dat de materialen te veel worden aangetast.

Let op: deze tests zijn bedoeld als **indicatie** of het betreffende materiaal gevoelig is voor een specifiek verouderingsmechanisme. Op basis van de tests kan geen definitieve uitspraak worden gedaan betreffende de te verwachten levensduur.

Er zijn, vanwege het innovatieve karakter van de materialen, veelal geen test-standaarden beschikbaar voor de testen materialen. Er wordt daarom gebruik gemaakt van tests die zijn vastgelegd voor bestaande materialen met waarschijnlijk een soortgelijke gevoeligheid voor veroudering, zoals bijvoorbeeld kunststoffen of hout.

Uitgangspunt voor de te behalen levensduur is 30 jaar voor de geluidabsorberende en/of geluidsisolerende elementen, en 50 jaar voor de constructie.

Er wordt in dit document onderscheid gemaakt tussen de volgende typen materialen:

- Alternatieve Organische materialen (Zoals bijvoorbeeld vlas, vezelhennep, miscanthus, stro, wilgen)
- Alternatieve Niet-organische materialen (Zoals bijvoorbeeld spuit-aarde en blokken van geperst slib)

Alternatief in bovenstaande betekent dat het materialen zijn die afwijken van de gebruikelijke materialen, zoals staal, aluminium, beton, houtvezelbeton en anderen die zich reeds bewezen hebben. De alternatieve (of innovatieve) materialen kunnen bio-based zijn of gebaseerd op gerecyclede materialen of afvalstromen.

Naast veroudering zijn er andere materiaaleigenschappen welke de toepasbaarheid van een materiaal in een geluidscherm in de praktijk (sterk) kunnen beïnvloeden:

- Brandwerendheid (eis bestaat reeds)
- Vandalisme-gevoeligheid

Voor vandalisme-gevoeligheid worden eisen voorgesteld in dit document, dan uitsluitend waar het gaat over:

- Graffiti: reinigbaarheid met chemische middelen;



- Graffiti: reinigbaarheid met de hogedrukspuit;
- Aantasting door knaagdieren of vogels.

Andere methoden van graffiti-reiniging kunnen worden voorgesteld door de leverancier van het materiaal, en in een praktijk-proef worden beoordeeld. De graffiti-middelen uit § 3.9 moeten daarbij worden gebruikt.

2 Verouderingsmechanismen en evaluatie

2.1 Verouderingsmechanismen

Eisen worden gesteld om de bestandheid van de materialen tegen de volgende verouderingsmechanismen te testen:

- UV-veroudering, al dan niet in combinatie met blootstelling aan vocht
- Ozonveroudering
- Waterabsorptie
- Bevriezen (Vorst-dooi test)
- Hoge temperatuur veroudering (eventueel in combinatie met vorst-dooi)
- Afbraak door biologische processen, zoals bacteriën of schimmelvorming
- Aantasting door chemicaliën, met name weerstand tegen reinigingsmiddelen waarvan doorgaans graffiti-reinigingsmiddelen zijn de enige zijn die op geluidschermen worden toegepast.
- Aantasting door vandalisme (mechanisch)
- Aantasting door vandalisme, reiniging van graffiti

De gesimuleerde, versnelde, veroudering wordt zoveel als mogelijk uitgevoerd volgens geaccepteerde internationale of nationale normen. Aangezien er voor biobased materialen geen normen bestaan, zijn hiervoor methodes genomen voor materialen waarvan de basis dezelfde is: kunststoffen en rubbers zijn ook organische materialen met koolstof-ketens als hoofdstructuur. Voor elk van deze verouderingsmechanismen bestaan tests, waarbij de veroudering meestal versneld wordt uitgevoerd. Voor deze versnelde veroudering worden in de bijbehorende norm(en) vaak verschillende condities voorgesteld. Het gaat daarbij met name om:

- De intensiteit (in het geval van zonlicht bijvoorbeeld feller, of minder fel licht en bovendien met verschillende golflengtespectra)
- De tijdsduur van de test (bijvoorbeeld 500 uur, 1000 uur, 2000 uur).

Hiervoor is steeds een keuze gemaakt en zo goed mogelijk onderbouwd, aangezien de verschillende normen hiervoor vaak alleen richtwaarden geven.

Middels “expert judgement” zal moeten worden vastgesteld welke proeven relevant zijn voor een toe te passen materiaal. Niet alle proeven zijn relevant voor alle materialen.

2.2 Evaluatie van het effect van veroudering

Ná de veroudering moet het effect van de gesimuleerde veroudering worden geëvalueerd. Dit kan worden gedaan op basis van de volgende aspecten:



- Aantasting visueel: verandering van het oppervlak, scheurvorming of afbrekende deeltjes / brokken, breuk
- Verandering van de massa
- Verandering van de afmetingen of volume
- Aantasting mechanisch: afname van de sterkte of toename van de brosheid (= lage impactsterkte)
- Verandering van de akoestische eigenschappen (absorptie met name)
- Visuele verandering: Verkleuring, verandering van glans

2.2.1 Connectie met de constructie van het geluidscherm

In alle gevallen en voor alle materialen is het wenselijk dat de effecten van veroudering beperkt blijven. Maar, er is wel degelijk een verband met de functie van het materiaal in het geluidscherm; met name of het een constructieve functie heeft of niet.

Wanneer er sprake is van een **constructieve functie** is verandering van mechanische sterkte of stijfheid van een materiaal van groot belang.

Wanneer een materiaal niet constructief wordt gebruikt, maar als “vulling” bijvoorbeeld voor het verkrijgen van de gewenste akoestische eigenschappen, is de mechanische stijfheid ondergeschikt. In dat geval kunnen wel degelijk tests worden uitgevoerd van de mechanische sterkte, met als doel de mogelijkheid van scheurvorming en/of verbrossen op de lange termijn vast te stellen.

Daarnaast kunnen componenten worden **afgeschermd** tegen bepaalde invloeden; denkbaar zijn met name afscherming tegen licht of voorkomen dat een materiaal nat kan worden doordat deze afgedekt worden door andere componenten in het geluidscherm. Ook in dat geval is nat worden, of in elk geval invloed van vocht niet geheel uit te sluiten.

Verder bestaan er verschillende **constructievormen**.



De gespoten aarde wand en schanskorf constructies zijn geheel of gedeeltelijk zwaartekracht constructies, zoals een stenen stapelmuur. Voor deze constructievormen zijn trek- of buigspanningen niet of minder relevant. Zwaartekracht zorgt er (deels) voor dat de elementen blijven staan, feit blijft vanzelfsprekend dat ook deze constructies de windbelasting moeten kunnen weerstaan. Van belang voor deze constructies is dat ze vormvast blijven en niet afbrokkelen als gevolg van wind en weer.



Daarnaast is er de standaard **stijl + paneel** constructievorm (foto rechts, voorbeeld, niet biobased) waar belastingen a.g.v. o.a. wind en eigen gewicht afgedragen worden via de panelen naar de stijlen. Voor deze constructievorm zijn buig- en treksterktes belangrijk.

Binnen deze vorm is er ook een mogelijke toepassing van innovatieve materialen als akoestisch absorberende vulling. Voor deze toepassing zijn buig- en treksterktes ook niet relevant.

2.2.2 Verdere uitwerking evaluatie van Effect

Visueel: Volgens NEN 2767, zie voor een uitleg Bijlage 1. De NEN 2767 – schaal loopt van 1 t/m 6. Hierbij is 1 geen of zeer geringe, niet ernstige en qua omvang beperkte schade, en 6 zeer ernstige en omvangrijke schade.

Het is verstandig om vóór veroudering foto's te maken zodat ná veroudering het verschil kan worden bekeken, dan wel dat een niet blootgestelde referentie beschikbaar blijft.

Afmetingen: Bepalen van verandering van de afmetingen, krimp of uitzetten kan duiden op een mechanische verandering die de eigenschappen kan beïnvloeden.

Massa: Bepaal verandering van de massa als gevolg van wateropname of uitdroging.

Soortelijke massa (dichtheid): Feitelijk de combinatie van afmetingen en massa. Echter, in sommige gevallen zijn afmetingen niet eenvoudig te meten (bij een poreus materiaal bijvoorbeeld). Het volume en de soortelijke massa kunnen in die gevallen worden gemeten door de massa boven water en in water te meten.

Akoestische eigenschappen (geluidabsorptie en geluidisolatie)

De **geluidabsorptie** kan worden beoordeeld met het instrument Sonocat.

De geluidabsorptie kan worden gemeten aan proefstukken met een minimale afmeting van 200 x 200 mm en de in de praktijk toe te passen dikte. Deze grootte kan eventueel worden bereikt door meerdere kleine samples samen te voegen tot één sample, bijvoorbeeld met 4 samples van 100 x 100 mm.

Deze methode met het Sonocat meetinstrument (van het bedrijf Soundinsight) kan geluidabsorptie betrouwbaar meten op een relatief klein oppervlak. Dit betekent kleine scans op een klein oppervlak, en wordt door 4Silence aangeduid als "short scans".. Deze test is niet volgens de normen voor het bepalen van de geluidabsorptie van een geluidscherm (EN 1793-1 of EN 1793-5). De resultaten zijn vergelijkbaar met in-situ metingen volgens EN 1793-5, en kunnen worden omgerekend naar de diffuse veld geluidabsorptiecoëfficiënt volgens EN1793-1.

De **geluidisolatie** is met name afhankelijk van spleten en gaten, en van verlies aan massa van een paneel. Het doen van een meting aan een klein proefstuk is niet zinvol omdat dit onvoldoende representatief is voor een gerealiseerd geluidscherm. Van het effect op geluidisolatie kan een inschatting gemaakt worden op basis van de resultaten voor o.a. verandering van afmetingen (krimp) en massa, in combinatie met de constructiewijze. Bij een gewichtsafname van 30% neemt de geluidisolatie af met ca 3,0 dB.

Mechanisch, proefstukken: Wanneer van toepassing worden van het materiaal mechanische eigenschappen bepaald. Afhankelijk van het type materiaal kan dit bijvoorbeeld zijn:

- EN 310, Buigsterkte hout
- EN 12390-5, Buigsterkte beton
- ISO 178, Buigsterkte kunststof
- ISO 179-1, Slagsterkte kunststof
- ISO 527-1, Treksterkte kunststof
- ISO 604, compressiesterkte kunststof

Bij het IPDG-project bleek het praktisch om proefstukken met afmetingen van 50 x 70 x 240 mm voor te schrijven voor "grove" materialen, en 30 x 30 x 150 voor meer compacte materialen. Van deze proefstukken kan relatief eenvoudig de buigsterkte worden bepaald, volgens één van bovenstaande normen. Aangezien het in alle gevallen vergelijkende metingen zijn (vergelijking met niet-blootgestelde proefstukken), is uitvoering bij iets andere condities dan in deze normen voorgeschreven geen issue.



Foto 1: Proefstukken van Bio-Based materiaal, 240 x 70 x 50 mm



In alle gevallen moeten de mechanische eigenschappen worden vergeleken met die van niet-blootgestelde referenties. Er moeten dus altijd meer proefstukken worden gemaakt dan wat wordt blootgesteld aan veroudering.

Visuele verandering: Verkleuring, verandering van glans. Indien de esthetiek van een geluidscherm van groot belang is, zouden deze aspecten kunnen worden toegevoegd. In dit document worden ze niet meegenomen.

Overig: Bij twijfels over andere materiaaleigenschappen dan hierboven genoemd, zoals bijvoorbeeld vormvastheid of lange termijn kruip kunnen hiervoor aanvullende tests worden uitgevoerd.

2.3 Toelichting

Bij elke blootstellingsmethode is een toelichting toegevoegd, waarin is onderbouwd waarom bepaalde tests zijn voorgeschreven op de manier zoals vastgelegd. Bij de uiteindelijke eisen zoals die met deelnemers binnen het IPBG worden gedeeld, is het niet noodzakelijk die onderbouwing mee te leveren. Maar, in geval van vragen, kan deze wel steeds worden geraadpleegd.

3 Tests en evaluatie, per verouderingsmechanisme

In dit hoofdstuk wordt per verouderingsmechanisme een voorstel gegeven van zowel de gesimuleerde veroudering als volgens welke norm en bij welke parameters deze moet worden uitgevoerd. Daarnaast wordt ook steeds aangegeven op welke wijze moet worden geëvalueerd welk effect de verouderingstest heeft gehad. Als laatste wordt een voorstel gedaan voor welke verandering als gevolg van veroudering toelaatbaar is of niet. Daarbij wordt een indeling gemaakt in de volgende 3 categorieën:

- 1) Geen veroudering die de levensduur verkort
- 2) Duidelijke meetbare veroudering, deze kan de levensduur verkorten, mogelijk moeten maatregelen genomen worden
- 3) Sterk effect van de verouderingstest, materiaal is als zodanig niet geschikt voor toepassing in een geluidscherm.

3.1 Algemene toetsingscriteria

De criteria voor categorie 3, sterk effect van de verouderingstest, zijn nog steeds een relatief geringe verandering in het materiaal. Voor de meeste tests zijn de criteria opgesteld zoals in onderstaande tabel. Bijvoorbeeld categorie 3 bij de visuele evaluatie volgens NEN 2767 is nog ver van de maximale categorie 6. Maar, bij categorie 3 kunnen er na de verouderingstest al ernstige beschadigingen in het eindstadium zijn (bijvoorbeeld een scheur).

Voor wat betreft de verandering van de sterkte: De bepaling van de mechanische sterkte is niet alleen bedoeld voor materialen die deel uitmaken van de constructie; wanneer de mechanische sterkte meetbaar afneemt, kan dit bij langere blootstelling (De blootstellingstest simuleert in het algemeen niet 30 jaar) resulteren in scheuren, afbrokkelingen of uit elkaar vallen van het materiaal. Voor materialen die een dragende functie hebben in de constructie, is het criterium strenger gekozen, zie de tabel hieronder.

	Geen effect	Meetbare veroudering	Sterk effect veroudering
Visueel (NEN 2767)	≤ 1	$> 1, \leq 3$	> 3
Verandering afmetingen:	$< 1 \%$	$\geq 1 \%, \leq 3 \%$	$> 3 \%$
Verandering massa:	$< 1 \%$	$\geq 1 \%, \leq 3 \%$	$> 3 \%$
Verandering soortelijke massa (dichtheid):	$< 1 \%$	$\geq 1 \%, \leq 3 \%$	$> 3 \%$
Verandering in geluidabsorptie in dB	$< 0,5 \text{ dB}$	$\geq 0,5 \leq 1,5 \text{ dB}$	$> 1,5 \text{ dB}$
Verandering sterkte: - Constructieve toepassing	$< 2 \%$	$\geq 2 \%, \leq 8 \%$	$> 8 \%$
Verandering sterkte: - Niet constructief	$< 5 \%$	$\geq 5 \%, \leq 20 \%$	$> 20 \%$

Tabel 1: Criteria zoals toe te passen voor de indeling in “geen effect”, “Sterk effect” en de categorie daartussen, “meetbaar effect”.

Bij enkele verouderingsmechanismen staan de criteria in de norm zelf, en zijn dus afwijkend van wat staat in Tabel 1, in dat geval staan de criteria in die paragraaf apart genoemd.

3.2 UV-veroudering

3.2.1 Blootstelling

Volgens NEN-EN-ISO 4892-2, Cyclus A1, 2000 uur.

Test condities:	Stap 1: 102 min Droog, $0.51W(m^2.nm)$ @340 nm, Black Standard 65°C, Temperatuur 40°C, RH 50% Stap 2 : 18 min. sproeien, $0.51W(m^2.nm)$ @340 nm Daglicht filters Waterspray Direct op de samples
Testduur	2000 uur

Let op dat de proefstukken die blootgesteld worden geschikt zijn voor de tests waarmee het effect moet worden vastgesteld, zie § 2.2.1.

3.2.2 Onderbouwing

De keuze voor de blootstellingstest volgens ISO 4892-2, Cyclus A1, 2000 uur is gemaakt op basis van:

- Positieve ervaringen tijdens het IPDG-project, de methode is onderscheidend.
- De cyclus A1 is gekozen omdat wateropname bij organische materialen een issue kan zijn, en het effect van licht kan versterken.
- Een blootstellingsduur van 1000 uur is vaak al voldoende om te weten of licht een verouderend effect heeft op een materiaal. Dit is in dit geval verdubbeld, om meer zekerheid te hebben.



Foto 2: Blootgesteld en aangetast sample van Mycelium,
Foto: M2Labs

Voor de bepaling van het effect zijn minimaal de volgende tests nodig:

- Visuele inspectie op scheurtjes, afgebroken deeltjes of andere afwijkingen
- Bepaling van de afmetingen of massa om inzicht te krijgen in krimp, uitzetting, wateropname en uitdroging. Hierbij moet wel de massa van eventuele afbrekende deeltjes worden verrekend.
- Bij sommige materialen heeft het zin om de verandering van de mechanische sterkte te bepalen. Dat kan niet altijd, bijvoorbeeld als een materiaal een heel open, vezelige structuur heeft. De bepaling van de mechanische sterkte is niet alleen bedoeld voor materialen die deel uitmaken van de constructie; wanneer de mechanische sterkte meetbaar afneemt, kan dit bij langere blootstelling (De blootstellingstest simuleert geen 30 jaar!) resulteren in scheuren, afbrokkelingen of uit elkaar vallen van het materiaal.

Criteria: zie § 3.1



3.3 Ozon veroudering

Ozon veroudering treedt met name op bij rubbers of rubberachtige materialen welke onder een trekspanning staan. Bij bio-based materialen is invloed van ozon niet bij voorbaat uit te sluiten.

3.3.1 Blootstelling

Volgens ISO 1431-1, Statische test Procedure A, 20% rek, 50 PPHM ozonconcentratie, 96 uur.

Let op dat de proefstukken die blootgesteld worden geschikt zijn voor de tests waarmee het effect moet worden vastgesteld.

3.3.2 Evaluatie van Effect

Visueel: ISO 1431-1: Controleer het oppervlak op scheurtjes

Mechanisch: Wanneer van toepassing worden van het materiaal mechanische eigenschappen bepaald. Dit zal in de meeste gevallen zijn volgens:

- ISO 37, Treksterkte rubber
- ISO 178, Buigsterkte kunststof
- ISO 527-1, Treksterkte kunststof

In alle gevallen moeten de mechanische eigenschappen worden vergeleken met die van niet-blootgestelde referenties.

3.3.3 Criteria Ozon veroudering

	Geen effect	Meetbare veroudering	Sterk effect veroudering
Visueel (ISO 1431-1)	Geen scheurtjes		Scheurtjes of gebroken
Afname sterkte:	< 3 %	$\geq 3 \%, \leq 10 \%$	> 10 %
Afname breukrek:	< 5 %	$\geq 5 \%, \leq 20 \%$	> 20 %

3.3.4 Onderbouwing

De keuze voor de blootstellingstest volgens ISO 1431-1, Statische test, Procedure A, 20% rek, 50 PPHM ozonconcentratie, 96 uur is gemaakt op basis van:

- Positieve ervaringen in het verleden, de methode is onderscheidend.
- Een blootstellingsduur van 72 uur is vaak al voldoende om te weten of ozon een verouderend effect heeft op een materiaal. Dit is in dit geval verhoogd tot 96 uur, om meer zekerheid te hebben.

Voor de bepaling van het effect is in de norm ISO 4131-1 voorgeschreven dat het oppervlak moet worden geïnspecteerd op het optreden van scheurtjes. Daaraan kan eventueel een meting van de sterkte / breukrek ná blootstelling worden toegevoegd, maar dit is niet gebruikelijk.

Criteria: De test-norm schrijft de criteria voor: geen scheurtjes zichtbaar. Bij rubberachtige materialen is vaak een afname van de breukrek cruciaal als veroudering is opgetreden.

3.4 Water absorptie / aantasting

3.4.1 Blootstelling

Volgens ISO 62, Onderdompelen in water bij 40 °C gedurende 14 dagen

Let op dat de proefstukken die blootgesteld worden geschikt zijn voor de tests waarmee het effect moet worden vastgesteld.

3.4.2 Onderbouwing

De blootstelling is een simpel onderdompelen in water gedurende 14 dagen, de ISO 62 norm is één van de normen volgens welke dit kan worden gedaan. Er is gekozen voor water bij vanwege 40 °C, aangezien bij een verhoogde temperatuur t.o.v. kamertemperatuur het effect groter zal zijn.



Foto 3: Blootstelling van proefstukken aan water, omdat het materiaal (geperste hennep blokken) drijft, zijn deze verzwaard met een plaat glas.

Voor de bepaling van het effect zijn minimaal de volgende tests nodig:

- Visuele inspectie op scheurtjes, afgebroken deeltjes, kleur-/glansverandering of andere afwijkingen. Bij alleen blootstelling aan water is het niet waarschijnlijk dat er zulke aantasting plaatsvindt.
- Bepaling van de afmetingen en massa geven inzicht in uitzetting en wateropname.
- Bij sommige materialen heeft het zin om de verandering van de mechanische sterkte te bepalen. Dat kan niet altijd, bijvoorbeeld als een materiaal een heel open, vezelige structuur heeft. De bepaling van de mechanische sterkte is niet alleen bedoeld voor materialen die deel uitmaken van de constructie; wanneer de mechanische sterkte meetbaar afneemt, kan dit bij langere blootstelling (De blootstellingstest simuleert geen 30 jaar!) resulteren in scheuren, afbrokkelingen of uit elkaar vallen van het materiaal.

3.5 Bevriezen (Vorst-dooi test)

De vorst-dooitest is niet nodig voor materialen die geen water opnemen. Gezien de onzekerheden rond de mogelijke inhomogeniteit van materialen, houdt dit in dat wanneer de wateropname (zie § 3.4) minder dan 1 % (gewichtsperscentage) is, geen vorst-dooi test uitgevoerd hoeft te worden.

Eventueel kan de vriestest ook worden uitgevoerd in combinatie met hoge temperatuurs-veroudering, zie § 3.5.1 en § 3.6.

3.5.1 Blootstelling

Volgens EN 12371, 100 cycli

In de norm wordt afwisselend 6 uur gevoren (in lucht) en 6 uur ontdooit (in water). Dit nadat (vóór de eerste cyclus) de sample minimaal 24 uur ondergedompeld is in water. Deze manier van uitvoering houdt in dat bij elke cyclus handwerk nodig is. Er zijn bovendien niet veel cycli per week mogelijk, slechts 5, doordat er 12 uur zit tussen begin en eind van een cyclus.

Wat een effectieve en efficiënte methode is (Uitgevoerd tijdens IPDG) is om elk volledig nat sample (na 24 uur onderdompelen) in een afsluitbare plastic zak te doen, met 100 ml extra water. De complete afgesloten zak met inhoud wordt vervolgens gedurende 100 cycli afwisselend 6 uur gevoren bij -20 °C en 6 uur ontdooit bij +30 °C. Dit kan in een automatische temperatuurkast, waardoor per week 14 cycli mogelijk zijn.



Foto 4: Materiaal van geperste vezels, na de vorst-dooi test (nog in plastic zak). Materiaal is volledig uiteen gevallen.

Combinatie met hoge-temperatuur veroudering is mogelijk door het ontdooien niet bij + 30 °C uit te voeren, maar bij + 70 °C. Op die manier wordt het materiaal in totaal ca. 600 uur blootgesteld aan de verhoogde temperatuur.

3.5.2 Onderbouwing

De keuze voor deze vorst-dooi test is gemaakt op basis van:

- Positieve ervaringen tijdens het IPDG-project, de methode is onderscheidend.
- Uitvoerbaarheid, de cycli kunnen geautomatiseerd plaatsvinden.
- 100 cycli is relatief veel, zeker in verhouding tot andere normen voor vorst-dooi tests. Op deze wijze heeft de schade, die zich, afhankelijk van het materiaal, soms slechts langzaam ontwikkelt, de tijd om een meetbaar effect te hebben. In de praktijk zijn 100 cycli voor een periode van 30 jaar nog relatief weinig.



Foto 5: Proefstuk van geperste aarde ná vorst-dooi test, ernstige aantasting.



Voor de bepaling van het effect zijn minimaal de volgende tests nodig:

- Visuele inspectie op scheurtjes, afgebroken deeltjes of andere afwijkingen
- Bepaling van de afmetingen of massa geven inzicht in krimp, uitzetting, wateropname en uitdroging. Ook geeft het mogelijk een kwantificatie van deeltjes die afbreken.
- Bij sommige materialen heeft het zin om de verandering van de mechanische sterkte te bepalen. Dat kan niet altijd, bijvoorbeeld als een materiaal een heel open, vezelige structuur heeft.

3.6 Hoge temperatuur veroudering

Als gevolg van fysische processen kunnen wijzigingen in materialen optreden; dit proces verloopt veel sneller bij verhoogde temperatuur. Uitgaande van een maximale temperatuur in de praktijk van ca. 40 °C, wordt verouderd bij 70 °C. Voor veel materialen geldt dat bij een hogere temperatuur dan 70 °C andere processen kunnen optreden dan bij de optredende temperaturen in de praktijk, daarom wordt geen hogere temperatuur gekozen.

Hoge temperatuur veroudering kan ook worden uitgevoerd in combinatie met de vries-dooi test, zie 3.5.1. Voor materialen die water opnemen wordt die methode aanbevolen. Voor materialen die geen water opnemen is bevrozing niet aan de orde, en is de hier beschreven methode aan te bevelen.

3.6.1 Blootstelling

Naar ISO 188; 336 uur blootstelling aan verhoogde temperatuur in een oven bij 70 °C.

3.6.2 Onderbouwing

De keuze voor de blootstelling bij 70 °C gedurende 336 uur is gemaakt op basis van:

- Een versnelling van veroudering die in de praktijk kan optreden,
- Bij hogere temperaturen dan 70 °C kunnen verouderingsmechanismen optreden die in de praktijk niet voorkomen.
- Een blootstellingsduur van 168 uur is vaak al voldoende om te weten of hoge temperatuur een verouderend effect heeft op een materiaal. Dit is in dit geval verdubbeld, om meer zekerheid te hebben.

Voor de bepaling van het effect zijn minimaal de volgende tests nodig:

- Visuele inspectie op scheurtjes, afgebroken deeltjes of andere afwijkingen
- Bepaling van de afmetingen en massa geven inzicht in krimp of uitwasemen van bestanddelen.
- Bij sommige materialen heeft het zin om de verandering van de mechanische sterkte te bepalen. Dat kan niet altijd, bijvoorbeeld als een materiaal een heel open, vezelige structuur heeft. De bepaling van de mechanische sterkte is niet alleen bedoeld voor materialen die deel uitmaken van de constructie; wanneer de mechanische sterkte meetbaar afneemt, kan dit bij langere blootstelling (De blootstellingstest simuleert niet 30 jaar!) resulteren in scheuren, afbrokkelingen of uit elkaar vallen van het materiaal.

3.7 Biologische processen

Van nature hebben biobased materialen bestanddelen waar andere organismen zoals schimmels of bacteriën op kunnen groeien. Biologische afbraak is daarom een belangrijk mechanisme dat de levensduur kan bekorten.

3.7.1 Blootstelling

Volgens ISO846:

Methode A: schimmelgroei test

Testmonsters worden blootgesteld aan een gemengde suspensie van schimmelsporen in aanwezigheid van een relatieve vochtigheid van $\geq 95\%$.

Methode A is geschikt voor de beoordeling van de inherente weerstand van materialen tegen schimmelaantasting in de afwezigheid van ander organisch materiaal.

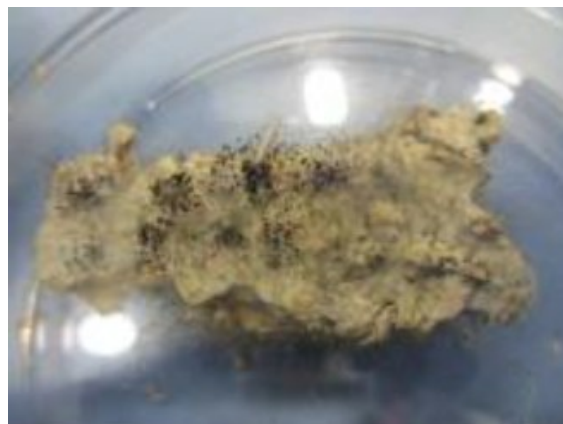


Foto 6: Voorbeeld van een sample met ernstige schimmelgroei. Foto: Ostthüringische Materialprüfgesellschaft für Textil und Kunststoffe mbH

Methode C: Resistentie tegen bacteriën

De werking van bacteriën op testmonsters wordt beoordeeld met een onvolledig medium zonder koolstofbron.

Voor componenten die deels in de grond zijn ingegraven is er ook: Methode D; Resistentie tegen bacteriën in contact met grond

Voor deze "Resistance to microbially active soil (soil-burial test)" worden samples volledig begraven in natuurlijke grond met een bekend waterhoudend vermogen en een bepaald vochtgehalte

3.7.2 Test van Effect

Visueel: Volgens ISO846.

Mechanisch: Het is niet gebruikelijk om ná de test volgens ISO 846 mechanische tests uit te voeren, bovendien lenen de samples die gebruikt worden bij tests volgens ISO 846 zich daar niet voor. Bij twijfel over de integriteit van een materiaal na blootstelling zijn mogelijke tests:

- EN 310, Buigsterkte hout
- EN 12390-5, Buigsterkte beton
- ISO 178, Buigsterkte kunststof
- ISO 604, compressiesterkte

Deze tests zullen veelal moeten worden uitgevoerd op aangepaste, kleinere, proefstukken en met het blootgestelde oppervlak in trek bij de buigtests.

**3.7.3 Criteria Biologische processen**

	Geen effect	Meetbaar effect	Sterk effect veroudering
Schimmels (ISO846), Growth intensity	≤ 1	2	≥ 3
Bacteriën (ISO846), Growth intensity	0		1
Verandering sterkte: - Constructieve toepassing	$< 2 \%$	$\geq 2 \%, \leq 8 \%$	$> 8 \%$
Verandering sterkte: - Niet constructief	$< 5 \%$	$\geq 5 \%, \leq 20 \%$	$> 20 \%$

3.7.4 Onderbouwing

De ISO 846 is de enige bekende norm voor het testen van het effect van schimmels en bacteriën. De keuze hiervoor was derhalve eenvoudig, verdere overwegingen:

- Positieve ervaringen tijdens het IPDG-project, de methode is onderscheidend.
- In dat project is steeds getest volgens methode A en C, waarbij schimmels in de praktijk voor afbraak van materiaal geacht worden het grootste effect te hebben.
- Voor materialen die deels in de grond zijn ingegraven kan methode D worden toegevoegd.

Voor de bepaling van het effect schrijft de norm :

- Beoordeling conform norm
- Evaluatie van de achteruitgang van de materiaaleigenschappen is mogelijk door bepaling van de buigsterkte. De bepaling van de mechanische sterkte is niet alleen bedoeld voor materialen die deel uitmaken van de constructie; wanneer de mechanische sterkte meetbaar afneemt, kan dit bij langere blootstelling (De blootstellingstest simuleert geen 30 jaar!) resulteren in scheuren, afbrokkelingen of uit elkaar vallen van het materiaal.

3.8 Chemicaliën

De materialen in geluidschermen zullen onder normale omstandigheden niet worden blootgesteld aan chemicaliën. Het is evenwel mogelijk dat reiniging noodzakelijk blijkt te zijn, in de meeste gevallen zal het dan gaan om graffiti-verwijdering.

3.8.1 Blootstelling

Conform ISO 175, Blootstelling bij 23 °C voor 1 uur en 1 dag. Onderdompeling in de van toepassing zijnde reinigingsmiddelen, met name de te gebruiken of de gangbare graffiti-verwijderingsmiddelen. De materialen worden blootgesteld aan de reinigingsmiddelen in de dubbele gebruiksconcentratie (behalve wanneer het middel gebruiksklaar wordt aangeleverd).

Hieraan kan worden toegevoegd een test van de effectiviteit; zijn gangbare graffiti-verven te verwijderen met de beoogde reinigingsmiddelen, bij gebruik van deze reinigingsmiddelen conform voorschrift van de leverancier.

De aanbevolen middelen voor het aanbrengen van graffiti zijn de volgende: Acrylverf zwart en Tectyl zwart. Zie foto rechts. Hier is ook witte acrylverf toegepast, met name voor donkere of zwarte materialen is dit noodzakelijk.



3.8.2 Onderbouwing

De keuze voor deze onderdompelingstest conform o.a. ISO 175, 23 °C voor 1 uur en 1 dag is gemaakt op basis van:

- Positieve ervaringen tijdens vele projecten waarin compatibiliteit van materialen met reinigingsmiddelen is getest, de methode is onderscheidend.
- De blootstellingsduur hoeft niet erg lang te zijn, aangezien de materialen in de praktijk niet lang zullen worden blootgesteld aan dit reinigingsmiddel. Ook zal hetzelfde oppervlak niet heel erg vaak gereinigd worden.
- Tijdens IPDG is ook nog witte verf gespoten, alsmede viltstift. Deze beide voegen niet veel toe aan de evaluatie van de werking van reinigingsmethodes.

Voor de bepaling van het effect zijn minimaal de volgende tests nodig:

- Visuele inspectie op scheurtjes of andere afwijkingen
- Bepaling van de afmetingen of massa geven inzicht in krimp en uitzetting.
- Gezien het oppervlakkige karakter van de blootstelling, alleen het oppervlak en dat gedurende korte duur, zullen eigenschappen zoals sterkte in de meeste gevallen niet meetbaar veranderen.



3.9 Vandalisme (graffiti)

De materialen zullen door spuiten van graffiti waarschijnlijk niet worden aangetast, maar het reinigen kan wel de integriteit aantasten. Dit kan bijvoorbeeld door reinigen met chemicaliën (zie § 0), of met de hogedruk spuit.

De aanbevolen middelen voor het aanbrengen van graffiti zijn de volgende: Acrylverf zwart en Tectyl zwart.

3.9.1 Blootstelling

Testen van het materiaal of het geluidscherm met een hogedrukspuit, bij een voor dit doel gebruikelijke druk en tijdsduur. Dit uit te voeren ná opspuiten van verf, zodat ook kan worden gecontroleerd of de graffiti daadwerkelijk verwijderd of minder zichtbaar wordt.

Reinigen met hogedruk bij 50 bar, met warm water (60 °C) of koud water.

Wanneer materiaal aangetast wordt kan bijvoorbeeld de druk worden verlaagd.

3.9.2 Test van Effect

Visueel: Volgens NEN2767.

3.9.3 Criteria graffitireiniging met hogedruk spuit

	Geen effect	Meetbaar effect	Sterk effect veroudering
Visueel (NEN 2767)	≤ 1	> 1 , ≤ 3	> 3

3.9.4 Onderbouwing

Bij het IPDG-project zijn meerdere methodes van reinigen geëvalueerd, zowel naar effectiviteit, snelheid als beschadigen van het materiaal. In de meeste gevallen is gereinigd met een hogedrukspuit, bij 50 en 100 bar. Bij 100 bar was er bij meerdere materialen ernstige schade aanwezig.

Enkele materialen konden met de hogedrukspuit niet gereinigd worden, en zijn daarom gereinigd met verschillende typen graffiti-reinigingsmiddel (ook dat met wisselend succes), zie § 0.



Foto 7: Voorbeeld van effect van reinigen met hoge-druk spuit. Graffiti is grotendeels verwijderd, aantasting is relatief beperkt.



3.10 Vandalisme (mechanisch)

Het is mogelijk dat schade ontstaat doordat vogels of andere dieren gebruik maken van het Biobased materiaal als voeding/woning.

Het is vooralsnog niet mogelijk om een test uit te voeren die de gevoeligheid voor dit soort “afname van materiaal” kan simuleren, middels een test van blootstelling.

Er wordt daarom voorgesteld om, wanneer een Biobased materiaal hiervoor gevoelig kan zijn, constructieve aanpassingen te eisen, zodat verwijderen van materiaal niet, of slechts in beperkte mate mogelijk is.

Daarbij kan worden gedacht aan het afdekken van de buitenzijde met een voor die toepassing geschikt gaas, met voldoende kleine openingen zodat met name knaagdieren en vogels slechts zeer beperkt toegang hebben. Muizen kunnen door zeer kleine openingen kruipen. De maaswijdte van het gaas moet dus klein genoeg zijn. De aanbevolen maaswijdte is maximaal 6 mm. Verder moet de draad van het gaas stevig genoeg zijn om te voorkomen dat muizen het kunnen buigen of doorkauwen. Een draad van ongeveer 0,5 mm tot 1 mm in diameter is meestal sterk genoeg.

Vanzelfsprekend zal ook het gaas een voldoende levensduur moeten hebben, en bij twijfel moeten worden getest. Ook moet het gaas compatibel zijn met het toegepaste Biobased-materiaal.

**Bijlage 1: Conditie visueel bepalen volgens NEN 2767**

De conditie van producten wordt vastgesteld middels onderstaande tabel, welke is gebaseerd op NEN 2767. Per sample wordt de aantasting bepaald op basis van:

- **Omvang:** Op hoeveel samples (of hoe groot gedeelte van het oppervlak) komt de aantasting voor. Hierbij (waar van toepassing) alleen het blootgestelde oppervlak beschouwen.
- **Intensiteit:** Is de aantasting in het begin-, gevorderd- of eindstadium
- **Ernst:** Is de aantasting gering, serieus of ernstig. Gaat het bijvoorbeeld alleen over verkleuring, of treden er scheurtjes op of breken er deeltjes uit.

Conditiematrix					
Ernst: 1. Gering 2. Serieus 3. Ernstig	Omvang				
	Incidenteel (<2%)	Plaatselijk (2-10%)	Regelmatig (10-30%)	Aanzienlijk (30-70%)	Algemeen (>70%)
Intensiteit ↓					
Beginstadium (gering)	□ 1 □ 1 □ 1	□ 1 □ 1 □ 1	□ 1 □ 1 □ 2	□ 1 □ 2 □ 3	□ 2 □ 3 □ 4
Gevorderd stadium (duidelijk)	□ 1 □ 1 □ 1	□ 1 □ 1 □ 2	□ 1 □ 2 □ 3	□ 1 □ 3 □ 4	□ 3 □ 4 □ 5
Eindstadium (sterk)	□ 1 □ 1 □ 2	□ 1 □ 2 □ 3	□ 1 □ 3 □ 4	□ 2 □ 4 □ 5	□ 4 □ 5 □ 6

Tabel 2: Conditie-beoordelingsmatrix volgens NEN 2767.