

ISOTEC ENERGIE TECHNISCHER BERICHT

Vergleichsbericht: Stückverzinkung (HDG) gegenüber ZM-Beschichtung (Magnelis®-Typ)

Auswirkungen von Methode, Qualität, Konstruktion, Fertigung, Korrosion und Gesamtkosten bei Stahlkonstruktionen für Freiflächen-PV-Anlagen wurden verglichen.

Berichtsnummer	Bericht 5/5
Erstellungsdatum	16.04.2026
Erstellende Stelle	Technische Bewertungsstudie für ISOTEC Energie
Anwendungshinweis	Dieser Bericht wurde auf Grundlage der vom Nutzer hochgeladenen Normen, Herstellerveröffentlichungen, 3.1-Zertifikate und der bis zum 16.04.2026 verifizierten öffentlich zugänglichen Quellen erstellt.

Kritischer Terminologiehinweis: "Magnelis" ist eine eingetragene Marke. In dieser Studie wird zur technischen Genauigkeit soweit möglich der allgemeine Ausdruck "ZM-beschichteter Stahl (Zn-Al-Mg)" verwendet; herstellerspezifische Daten werden gesondert ausgewiesen.

Management-Zusammenfassung

Keine einzelne Beschichtungsmethode ist für alle Bauteile einer PV-Freiflächenanlage absolut überlegen. Die richtige Lösung ist nach Bauteilgeometrie, Wanddicke, Fertigungsmethode, Bodenkontakt, Schweißnahtdichte und angestrebter Lebensdauer festzulegen.

Bei dünnwandigen, rollgeformten, in hohen Stückzahlen gefertigten sekundären Tragelementen bieten hochfeste Stähle mit ZM-Beschichtung Vorteile: geringeres Gewicht, hohes Tragfähigkeits-/Gewichtsverhältnis und eine stabilere Lieferkette.

Bei dicken, geschweißten, komplexen und mit Bohrungen/Hohlräumen versehenen Hauptträgern bleibt die nachträgliche Stückverzinkung (HDG) als dickere, die gesamte Oberfläche abdeckende und nach der Fertigung applizierte Schutzmaßnahme stark.

Der richtige Weg für ISOTEC ist eine Hybridstrategie: bei dünnwandigen sekundären Elementen S420GD/S450GD + ZM430, bei schweren und geschweißten Hauptelementen S355 + anschließende Stückverzinkung.

1. Grundlegender Unterschied der Methoden

Kriterium	Kontinuierliche ZM-Beschichtung (EN 10346)	Nachträgliche Stückverzinkung (TS EN ISO 1461)
Applikationszeitpunkt	Auf der Coil-/Flachprodukt-Stufe	Nach Fertigung des Bauteils
Typische Anwendung	Dünnwandige geformte Profile, Serienfertigung	Geschweißte / schwere / komplexe Fertigungen
Normative Grundlage	EN 10346	TS EN ISO 1461
Fertigungseinfluss	Geringe Verformung, hohe Maßgenauigkeit	Aufgrund des Tauchens nach der Fertigung sind Form- und Strömungsdesign kritisch

Kriterium	Kontinuierliche ZM-Beschichtung (EN 10346)	Nachträgliche Stückverzinkung (TS EN ISO 1461)
Schnittkanten	Selbstheilendes Filmverhalten ist markenabhängig	Nach dem Schneiden keine nackte Oberfläche; das gesamte Teil wird nach der Fertigung beschichtet
Innere Hohlräume	Beschichtung liegt vorher vor, innere Oberflächen werden nach Schließung nicht geschützt	Mit korrekten Be-/Entlüftungen und Entwässerungen können auch Innenflächen beschichtet werden

2. Vergleich von Beschichtungsdicke und -masse

Nach EN 10346 beträgt die typische einseitige Dicke für ZM310 bzw. ZM430 ca. 24 µm bzw. 35 µm. Nach TS EN ISO 1461 steigt die minimale mittlere Verzinkungsdicke bei gefertigten Stahlteilen in Abhängigkeit von der Wanddicke auf höhere Werte wie 45, 55, 70 oder 85 µm.

Abbildung 1. Typische/standardgemäße Dickenniveaus von ZM und nachträglicher Stückverzinkung

Fall	Dickenannahme	Theoretische Gesamtbeschichtungsmasse (für beide Seiten offener Flachware)
ZM310	24–25 µm/Seite	0,31 kg/m ²
ZM430	35 µm/Seite	0,43 kg/m ²
ZM620	50 µm/Seite	0,62 kg/m ²
HDG – Äquivalent 55 µm/Seite	≈55 µm/Seite	≈0,79 kg/m ²
HDG – Äquivalent 70 µm/Seite	≈70 µm/Seite	≈1,01 kg/m ²
HDG – Äquivalent 85 µm/Seite	≈85 µm/Seite	≈1,22 kg/m ²

Hinweis: Die ZM-Werte beziehen sich auf die coilbasierte Gesamtmasse beider Seiten. Die HDG-Äquivalente dienen hier nur dem theoretischen Vergleich für offene, beidseitig flache Produkte; beim tatsächlich gefertigten Teil werden auch Kanten, Bohrungen, Innenflächen und die Geometrie beschichtet, so dass sich der Gesamtzinkverbrauch ändern kann.

3. Auswirkungen der höheren Festigkeit auf das Tragwerksdesign

Wird statt S355 ein S420GD oder S450GD verwendet, sinkt der theoretische Querschnittsflächenbedarf allein nach der Streckgrenze. Diese Reduzierung kann bei dünnwandigen PV-Freiflächenprofilen erhebliche Tonnage- und Logistikvorteile bringen.

Abbildung 2. Theoretischer äquivalenter Massevergleich für ein S355-basiertes System von 100 t nach der Streckgrenze

Vergleich	Berechnung	Ergebnis
S355-Basis anstelle von S420GD	355 / 420	Äquivalente Masse ≈ 84,5 %; theoretische Einsparung ≈ 15,5 %
S355-Basis anstelle von S450GD	355 / 450	Äquivalente Masse ≈ 78,9 %; theoretische Einsparung ≈ 21,1 %

Vergleich	Berechnung	Ergebnis
Hinweis	Lokales Beulen, Verbindungen, Durchbiegung und Fertigungsgrenzen	Die tatsächliche Einsparung bleibt in den meisten Projekten unter dieser theoretischen Obergrenze

4. Korrosionsleistung und Anwendungsgrenzen

Kriterium	ZM-Beschichtung	Stückverzinkung	Bewertung
Atmosphärische Korrosion	In Herstellerveröffentlichungen sehr stark; besonders vorteilhaftes Kantenverhalten	Mit dicker Beschichtung sehr gut; klassische und weithin anerkannte Lösung	Abhängig vom Bauteiltyp
Bodenkontakt	Für Magnelis liegen Felddaten zu ZM430/ZM620 vor; bei anderen Marken ist dies separat abzufragen	Weit verbreitete und verlässliche Lösung für Langzeitanwendungen im Boden	Marken-/Felddaten sind entscheidend
Abrasion	Die Magnelis-Veröffentlichung berichtet höhere Härte und gutes Verhalten in Wüstenbedingungen	Kann dicker, aber weicher sein	In sandigen, abrasiven Umgebungen ist ZM ein starker Kandidat
Nach dem Schweißen	Beschichtung brennt / Reparatur erforderlich	Da das Teil nachträglich getaucht wird, meist vorteilhafter	Bei geschweißten Hauptträgern ist HDG praktischer
Geschnittene Bohrungen/Kanten	Vorteil des selbstheilenden Films	Kein Problem, da nach der Fertigung beschichtet	Beide Methoden sind mit unterschiedlichen Mechanismen stark

EN 1090-2 verlangt, dass bei vorbeschichteten Produkten, die geschweißt werden, das Reparaturverfahren für die Beschichtung vorab definiert wird; bei HDG-Oberflächen, die durch Schweißen beschädigt werden, ist ein zinkreiches Reparatursystem vorab festzulegen. TS 13891 erlaubt, dass eisenbasierte Produkte in PV-Freiflächenkonstruktionen entweder gemäß EN ISO 1461 (Stückverzinkung) oder gemäß EN 10346 (kontinuierliche Schmelztauchbeschichtung) geschützt werden.

5. Plus-/Minus-Analyse aus Sicht von Fertigung, Logistik und Qualitätsmanagement

Kriterium	ZM-Beschichtung – Vorteil	ZM-Beschichtung – Nachteil	HDG – Vorteil	HDG – Nachteil
Beschaffung und Serienfertigung	Coil, Roll-Forming, hohe Geschwindigkeit	Markenunterschiede beeinflussen die Performance	Nach der Fertigung einmalige Komplettbeschichtung	Zusätzlicher Prozess und Transportbedarf
Maßhaltigkeit	Hoch	Dünnere Beschichtung kann anfälliger für Schäden sein	Beschichtung sehr robust	Risiko tauchbedingter Verzerrung

Kriterium	ZM-Beschichtung – Vorteil	ZM-Beschichtung – Nachteil	HDG – Vorteil	HDG – Nachteil
Geschweißte Fertigung	Eingeschränkt; Reparatur erforderlich	Lohnkostenanstieg	Natürlichere Wahl	Belüftungs-/Entwässerungsdesign erforderlich
Masse	Geringere Beschichtungsmasse	Bei hoher Aggressivität ist eine dickere Klasse erforderlich	Dicker Schutz	Erhöhung der Tonnage und Einfluss auf Kesselkapazität
Baustellenmontage	Mit leichten Profilen schnell	Vorsicht nach dem Schneiden / Bohren	Dicke und robuste Oberfläche	Logistik schwerer Bauteile

6. Beste Auswahl nach PV-Freiflächen-Element

Elementtyp	Empfohlene Lösung	Begründung
Pfetten / dünnwandige Sekundärprofile wie C-, Z-, Sigma	S420GD oder S450GD + ZM430	Hohe Festigkeit + geringe Tonnage + Vorteil der Serienfertigung
Schienen und leichte Unterkonstruktionselemente	Hochfestes ZM-beschichtetes Profil oder Aluminium	Schnelle Montage und geringes Gewicht
Geschweißte Hauptträger, dicke Fußplatten, komplexe Knotenpunkte	S355 + nachträgliche Stückverzinkung	Sicherer, wenn die gesamte Oberfläche nach der Fertigung beschichtet wird
In den Boden gerammte schwere Posten / langzeitiger Bodenkontakt	HDG oder markenspezifisches ZM430/ZM620 entsprechend Projekt- und Felddaten	Bodendaten sind markenabhängig
Schnittstellen mit Kontakt zu Edelstahl / Aluminium	In beiden Methoden Isolierung und Kontrolle galvanischer Paarung	Beschichtungswahl allein reicht nicht

7. Endentscheidung

Für ISOTEC ist der einzige und richtige Weg eine Hybridstrategie: Bei dünnwandigen, in hoher Stückzahl gefertigten Sekundärelementen soll S420GD/S450GD + ZM430 nach EN 10346 standardisiert werden; bei dicken, geschweißten oder geometrisch komplexen Hauptelementen soll S355 + anschließende Stückverzinkung nach TS EN ISO 1461 verwendet werden. ZM620 oder Lieferantenäquivalent für C5, Bodenkontakt und hohe Abrasion ist nur projektspezifisch mit Nachweis einzusetzen.

Quellen

TS EN 10346:2015 – Baustähle, Definition von ZM, Beschichtungsmasse und Prüfregime.

TS EN ISO 1461:2022 – Mindestkriterien für Verzinkungsdicke/-masse.

TS EN 1090-2:2018 – Abschnitte 10.4, 10.5 und 10.9.

TS 13891:2019 – Korrosionsschutzansatz bei PV-Freiflächenkonstruktionen.

ArcelorMittal Magnelis®-Fachpublikationen – Abschnitte zu Auslegungslbensdauer, Abrasion und Bodenverhalten.

ISOTEC Produktkatalog – ISOGROUND Materialstruktur und Garantieinformationen.