

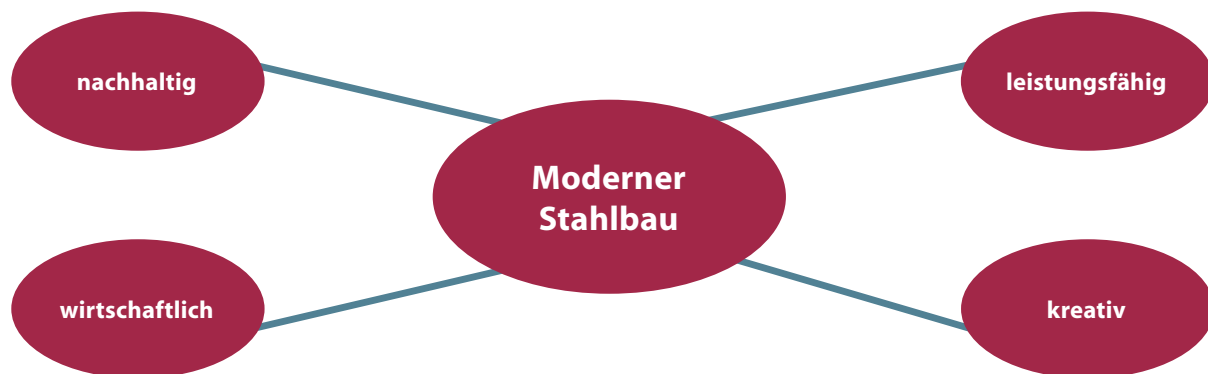


DI-MC

Einfach überzeugend

DILLINGER 

DI-MC ÜBERZEUGT



Als erfolgreicher Stahlbauer oder Konstruktionsingenieur wissen Sie genau, worauf es ankommt.

Sie kennen einerseits die enorme technische Leistungsfähigkeit von Stahl, dem Werkstoff, der Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Nachhaltigkeit wie kein anderer verbindet. Andererseits nutzen Sie virtuos die Spielräume, die

der Werkstoff Stahl bietet, für eine kreative architektonische oder effiziente Gestaltung. Im Ergebnis entstehen Bauwerke, die uns durch ihre Schönheit und Kühnheit immer wieder beeindrucken.

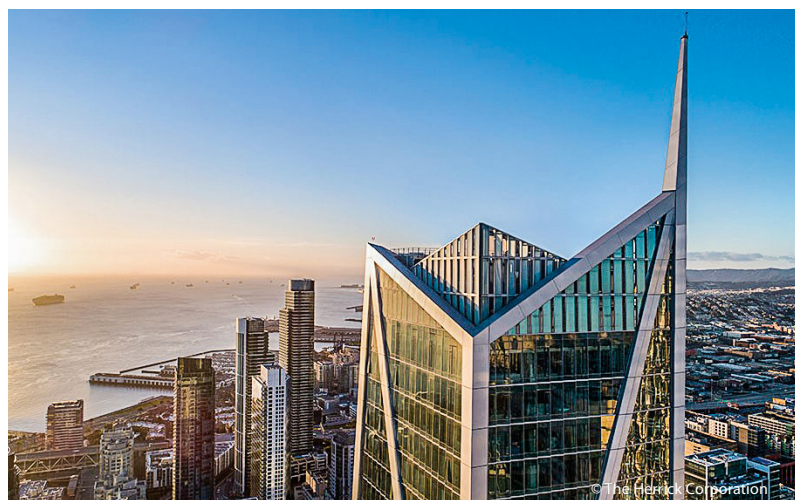
Dabei sind die Rahmenbedingungen, die den Stahl- und Anlagenbau prägen, äußerst ambitioniert: nur eine

höchst effiziente und auf absolute Prozesssicherheit ausgerichtete Fertigung kann die angestrebte Termintreue bei gleichzeitiger Maximierung der Wirtschaftlichkeit sicherstellen. In einem solchen von Effizienz geprägten Umfeld ist eine zuverlässige hohe Stahlqualität unverzichtbar.

Dillinger hat sich über viele Jahre in unzähligen anspruchsvollen Bau- und Energieprojekten als kompetenter und verlässlicher Stahllieferant an der Seite seiner Kunden bewährt. Mit DI-MC bietet Dillinger einen Markenstahl, der als

- Dillinger Premiumprodukt und
- Kombination aus besten mechanischen Eigenschaften mit hervorragenden Verarbeitungseigenschaften

den wachsenden Anforderungen der Branche auf überzeugende Weise gerecht wird.



ÜBERZEUGEND EFFIZIENT... ...UND SCHLANK

Wie alle thermomechanisch gewalzten Stähle erreichen DI-MC Stähle ihre Festigkeitseigenschaften im wesentlichen durch das spezielle Herstellungsverfahren, so dass der Einsatz eines moderaten, schlanken Legierungskonzeptes möglich ist. Dadurch werden beste mechanische Materialeigenschaften gepaart mit hervorragenden Verarbeitungseigenschaften – allen voran einer exzellenten Schweißbarkeit – erreicht. So kann beispielsweise bei der Verwendung von DI-MC Stählen das Vorwärmen der Bauteile beim Schweißen deutlich reduziert werden oder sogar komplett entfallen. Dies

erlaubt eine schnellere Fertigung und führt neben der höheren Wirtschaftlichkeit auch zu einer verbesserten Logistik des gesamten Fertigungsprozesses.

Des Weiteren erlauben die durch thermomechanisches Walzen erreichbaren höheren Festigkeitswerte – ohne Beeinträchtigung der sehr guten Schweißbeignung – eine Reduzierung der statisch notwendigen Blechdicke. Filigranere Konstruktionen, wie sie in moderner Architektur zunehmend anzutreffen sind, sind umsetzbar. Die derart reduzierten konstruktiven Blechquerschnitte wirken sich gleich

mehrfach positiv auf die Kosten- und Ökobilanz einer Konstruktion aus.

- Reduzierte Material- und Schweißkosten,
- ein geringeres Bauteilgewicht und damit einhergehend
- ein deutlich verringerter Transportaufwand

sind die Basis für eine hohe Wirtschaftlichkeit von Fertigung und Montage.

DI-MC entspricht somit explizit dem Grundgedanken für ressourcenschonendes, nachhaltiges Bauen im Wertstoffkreislauf 3R: reduce – reuse – recycle.



EIN ECHTER CHAMPION ...UND EIN WELTREKORD



In der längsten Schrägseilbrücke der Welt, dem Viadukt von Millau in Frankreich, wurden ca. 18.000 t des Dillinger Markenstahls DI-MC 460 verbaut.



Der Mecca Royal Clock Tower enthält 1.500 t DI-MC 460.

DI-MC findet jedoch nicht nur in vielen Rekordbauwerken, wie dem Viadukt von Millau, dem Shanghai Financial Tower oder dem Mecca Royal Clock Tower Anwendung – nein, DI-MC setzt selbst Rekorde.

- Mit einer Blechdicke von 150 mm sind die thermomechanisch gewalzten DI-MC Bleche von Dillinger die aktuell dicksten TM-Bleche der Welt.
- Im Sommer 2017 wurde das weltweit größte TM-Blech mit einem Blechgewicht von > 45 t gewalzt.



Das weltweit größte TM-Blech - ein DI-MC 355 T

DAS DI-MC – REZEPT

Die Herstellung hochwertiger, thermomechanisch gewalzter Qualitätsstähle erfordert eine ausgereifte Technologie, bei der jeder einzelne Fertigungsschritt auf den darauffolgenden abgestimmt ist. Der Werdegang eines DI-MC Bleches beginnt daher bereits im Stahlwerk von Dillinger.

Im Stahlwerk – vom Roheisen zum Blech

Einer der wichtigsten Schritte bei der Herstellung von DI-MC ist die passgenaue Einstellung der chemischen Zusammensetzung gemäß den Designvorgaben.

Thermomechanisch gewalzte Stähle sind durch sehr niedrige Kohlenstoffgehalte und die Verwendung von Mikrolegierungselementen charakterisiert.

DI-MC zeichnet sich darüber hinaus durch tiefste Gehalte an Schwefel und Phosphor sowie durch ausgezeichnete nichtmetallische Reinheitsgrade aus. Dies wird erzielt, indem der Stahl bereits als Roheisen entschwefelt und später in der Sekundärmetallurgie einer speziellen Vakuumbehandlung unterzogen wird.

Tabelle 1 vergleicht typische Schmelzenanalysen von DI-MC mit vergleichbaren normalisierten Baustählen. Die zulässigen Höchstwerte der einzelnen Legierungselemente für DI-MC Güten können den entsprechenden Werkstoffblättern von Dillinger entnommen werden.

	Blechdicke	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ni	Cu	Cr
S355J2+N	50 mm	0,17	0,45	1,50	0,012	0,002	-	-			-
	100 mm	0,17	0,45	1,50	0,012	0,002	-	-			-
DI-MC 355	50 mm	0,09	0,36	1,53	0,012	0,001	geringfügige Legierung eines oder mehrerer Elemente				
	100 mm	0,06	0,34	1,55	0,012	0,001	geringfügige Legierung eines oder mehrerer Elemente				
S460NL	50 mm	0,17	0,30	1,65	0,015	0,003	-	0,17	0,17	max. 0,08	-
	100 mm	0,17	0,30	1,65	0,015	0,003	-	0,17	0,17	max. 0,08	-
DI-MC 460	50 mm	0,07	0,39	1,64	0,013	0,0008	geringfügige Legierung eines oder mehrerer Elemente				
	100 mm	0,07	0,39	1,64	0,013	0,0008	geringfügige Legierung eines oder mehrerer Elemente				

Tabelle 1: Typische Werte für Legierungselemente in Gew.-% von DI-MC 355 und DI-MC 460 bei einer Blechdicke von 50 mm und 100 mm im Vergleich zu konventionellen Baustählen von Dillinger

DIE TM-WALZUNG MACHT ES

Thermomechanische Walzung

Aufgrund des moderaten Legierungskonzeptes sind die zur Beschreibung der Schweißbeugung eines Stahls dienenden Kenngrößen (z.B. die Kohlenstoffäquivalente CEV, CET und der P_{cm} -Wert) bei DI-MC Stählen deutlich reduziert. Tabelle 2 gibt typische Werte für CE, CET und P_{cm} eines DI-MC 355 und eines DI-MC 460 in Abhängigkeit von der Blechdicke wieder.

Die thermomechanische (TM) Walzung wird im Unterschied zu den klassischen Walzverfahren nicht nur als Formgebungsverfahren, sondern auch gezielt zur Einstellung von mechanischen Eigenschaftskombinationen genutzt. Um die Homogenität dieser Eigenschaften zu erzielen, muss bei der Walzung mit höchstmöglicher Verformung gearbeitet werden.

Dillinger stehen hierzu als Vormaterial Brammen bis 600 mm Dicke aus Stranggussanlagen im Senkrechtgießverfahren zur Verfügung.

Das TM-Walzen ist als ein Prozess definiert, der

- auf ein Gefüge mit feiner effektiver Korngröße zielt,
- eine günstige Kombination der Gebrauchseigenschaften ermöglicht,
- auf die Stahlzusammensetzung abgestimmt ist und
- eine nach Zeit und Temperatur gesteuerte Abfolge der folgenden Schritte darstellt:
 - **Brammenerwärmung:** mit definierter Ziehtemperatur;
 - **Walzen:** nach einem festgelegten Stichplan mit Fertigwalzen im nicht rekristallisierenden Austenit oder Ferrit-Austenit-Zweiphasengebiet;
 - **Kühlung:** entweder an Luft, im Stapel oder beschleunigt in der Kühlstrecke auf eine definierte Kühlendtemperatur. Die Produktionslinien von Dillinger für TM-Bleche sind mit modernsten Wasserkühlstrecken zur beschleunigten Abkühlung (accelerated cooling, ACC) ausgerüstet. Durch den Einsatz dieser Anlagen ist die Herstellung von hochwertigen TM-Grobblechen in Dicken bis zu 150 mm möglich.
 - Gegebenenfalls zusätzliche **Wärmebehandlung** (Anlassen).

Blechdicke	50 mm	100 mm
DI-MC 355		
CEV [%]	0,33	0,33
CET [%]	0,21	0,21
P_{cm}	0,18	0,17
DI-MC 460		
CEV [%]	0,37	0,39
CET [%]	0,25	0,25
P_{cm}	0,19	0,19

Tabelle 2: Typische Werte für CE, CET und P_{cm} bei DI-MC 355 und DI-MC 460

DI-MC – weltweit gefragt: Das Shanghai World Financial Center, gebaut mit 23.000 t Stahl von Dillinger, davon 7.700 t DI-MC



In den Walzwerken von Dillinger erfolgt die eigentliche Walzung an besonders leistungsfähigen Quarto-Reversiergerüsten.

Bei niedrigen Endwalztemperaturen bringen sie die erforderlichen hohen Drehmomente und Walzkräfte auf, um eine maximale Verformung je Walzstich zu ermöglichen. Eine schnelle und exakte Prozessregelung und -steuerung gewährleistet höchste Qualität und Reproduzierbarkeit der Walzergebnisse.

Im Diagramm 1 ist der Walzprozess beim TM-Walzen schematisch dargestellt.

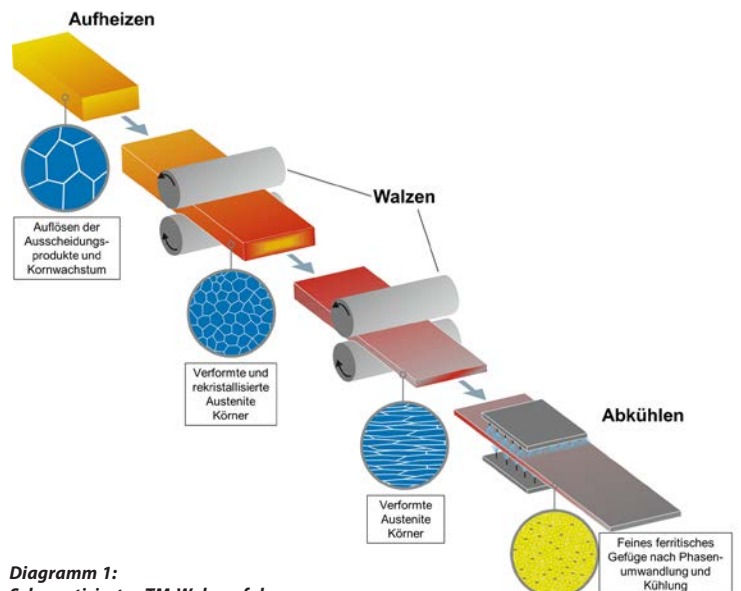


Diagramm 1:
Schematisiertes TM-Walzverfahren

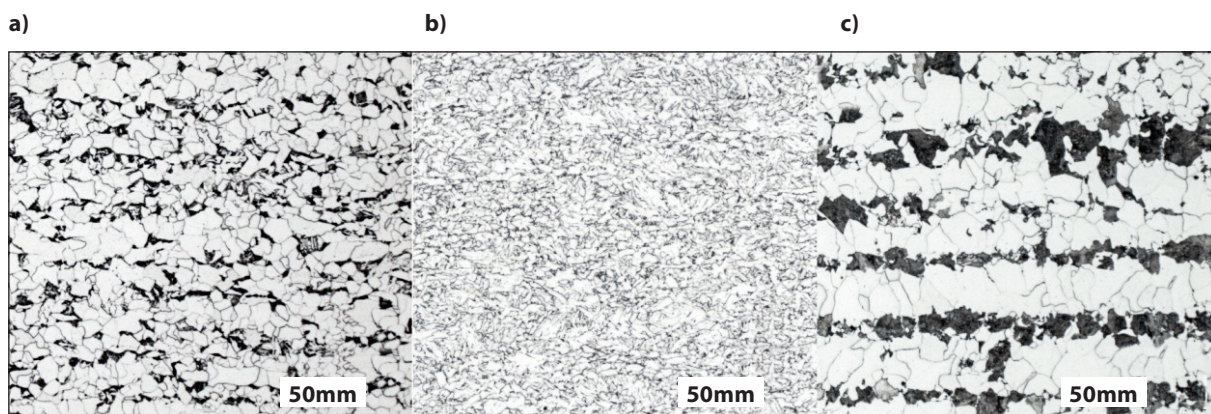
ÜBERZEUGEND FEINKÖRNIIG

Feines Gefüge – Garant für beste Eigenschaftskombination

Thermomechanisches Walzen führt zu einem sehr feinkörnigen perlitar-men Gefüge im Stahl. Dieses typische Gefüge der TM-Stähle ist der Garant für die optimale Kombination aus Zähigkeit und Festigkeit. Der

beispielhafte Vergleich des Gefüges von einem an Luft abgekühlten DI-MC 355 und einem beschleunigt gekühlten DI-MC 460 mit dem Gefüge eines vergleichbaren, normalisierten Baustahls lässt deutlich die

charakteristischen Unterschiede in Korngröße und Perlitanteil (schwarz gefärbte Bereiche) erkennen.



Die Gefüge eines TM-gewalzten DI-MC 355 (a) und eines DI-MC 460 (b) im Vergleich zu einem normalisierten Gefüge (c)



DI-MC – sicheres Standbein der erneuerbaren Energie: Offshore Wind Park Thanet, gebaut mit thermomechanisch gewalztem Stahl von Dillinger

DIE WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN...

Moderne höherfeste Baustähle sind nicht nur für eine kosteneffiziente, nachhaltige Bauweise von Vorteil. Klassischerweise werden sie vor allem auch dort eingesetzt, wo der Werkstoff hohen Beanspruchungen ausgesetzt und besondere Sicherheit für eine Stahlkonstruktion gefordert ist. Deshalb legen die bekannten Regelwerke, wie beispielsweise EN 10025-4, mechanisch-technologische Mindestanforderungen an derar-

tige Stähle fest. Mit DI-MC ist es gelungen, diese Anforderungen nicht nur zu erfüllen, sondern in vielen Punkten deutlich zu übertreffen.

Festigkeit

In Tabelle 3 sind die Mindestwerte für die Streckgrenze der DI-MC Markenstähle angegeben. Die Forderungen der EN 10025-4 werden nicht nur

eingehalten, sondern können von DI-MC Stählen sogar noch übertroffen werden. So können die DI-MC Stähle bis zu einer Blechdicke von 150 mm optional auch mit erhöhten Festigkeitseigenschaften (z.B. einer Mindeststreckgrenze von 355 MPa bzw. 460 MPa unabhängig von der Blechdicke) geliefert werden.

	Streckgrenze $R_{p_{0,2}}$ [MPa]					
	Blechdicke [mm]					
	$d \leq 16$	$16 < d \leq 40$	$40 < d \leq 63$	$63 < d \leq 80$	$80 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$
DI-MC 355	355	345	335	325	325	320
DI-MC 355 + Bestelloption 1	355					
DI-MC 460	460	440	430	410	400	385
DI-MC 460 + Bestelloption 1	460					

Tabelle 3: Mindestwerte für die Streckgrenze von DI-MC Markenstählen

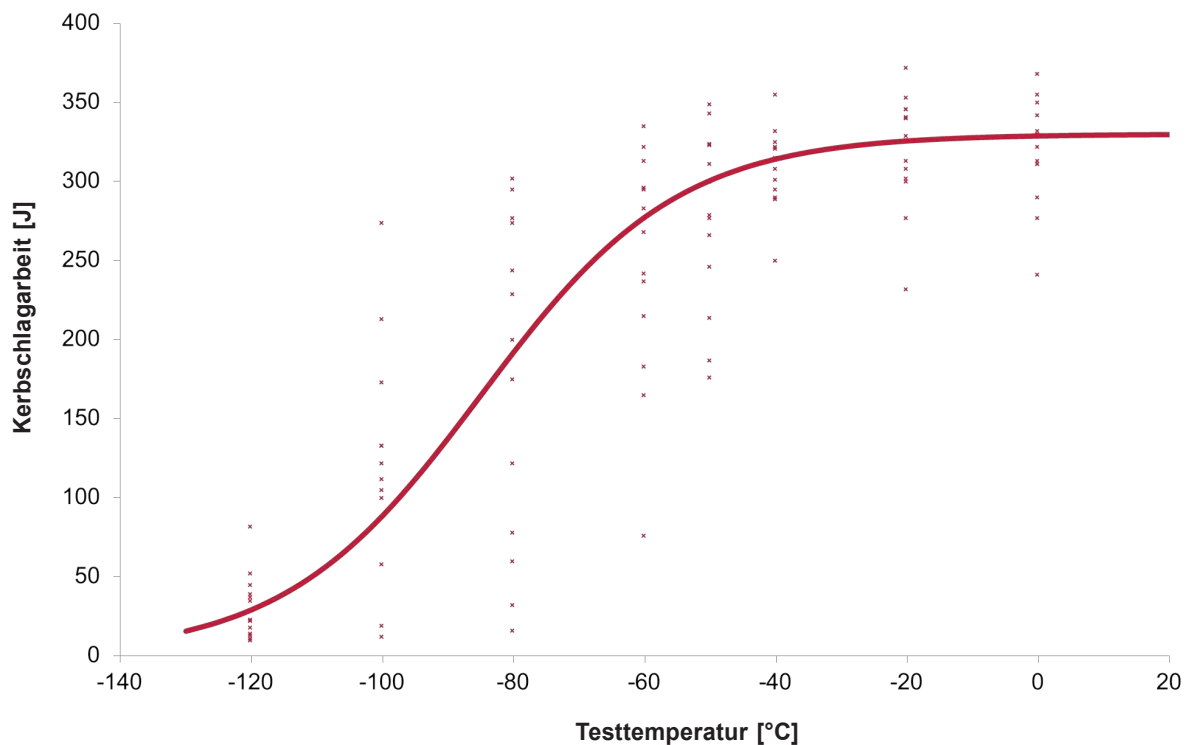
...SIND MEHR ALS ÜBERZEUGEND

Zähigkeit

Ausgezeichnete Zähigkeitseigenschaften, die deutlich über die Mindestanforderungen in EN 10025-4 hinausgehen, sind ein weiteres wichtiges Merkmal der DI-MC Stähle. Das belegen die hohen Werte für die Kerbschlagarbeit, welche bis in den Tieftemperaturbereich hinein erhalten bleiben.

Vor allem die deutlich ausgeprägte Hochlage und die niedrige Übergangstemperatur (T_{27J} oder T_{40J}) fallen bei DI-MC Stählen ins Auge. Da Fertigungsschritte wie Schweißen, Kaltumformen etc. im Allgemeinen zu einer Erhöhung der Übergangstemperatur führen, bieten die Zähigkeitsreserven von DI-MC ein

hohes Maß an Sicherheit sowohl in der Bauteilfertigung als auch im späteren Betrieb.



Typische Kerbschlagarbeit-Temperatur-Kurven für 50 mm dicke Bleche aus DI-MC 355 T



Oberflächeneigenschaften

Nicht nur die „inneren“ Werte von DI-MC können überzeugen. Thermomechanisch gewalzte Bleche weisen im Vergleich zu den im Ofen normalisierten Blechen darüber hinaus deutlich verbesserte Oberflächeneigenschaften auf. So platzt bei normalisierten Blechen die im Normalisierungs-ofen durch Oxidation erzeugte grobe Zunderschicht vereinzelt ab und hinterlässt eine raue, unebene Oberfläche. Die Oberfläche eines thermomechanisch gewalzten Bleches hingegen zeichnet sich durch eine feine, ebene Walzhaut aus. Dies erleichtert die Weiterverarbeitung und erlaubt eine schnellere Bauteilfertigung.

DI-MC – glänzend in Form: Oberfläche eines thermomechanisch gewalzten Bleches



Kontakt

Ihren Ansprechpartner erfahren Sie von unserem Koordinierungsbüro in Dillingen:

Telefon: +(49) 6831/47 22 23

Telefax: +(49) 6831/47 33 50

oder besuchen Sie unsere Website:

<http://www.dillinger.de/kontakt>

DILLINGER 

AG der Dillinger Hüttenwerke
Postfach 1580 · 66748 Dillingen/Saar · Deutschland
Telefon: +(49) 6831/47 3456 · Telefax: +(49) 6831/47 99 2146
E-Mail: info@dillinger.biz · <http://www.dillinger.de>