

# Kunststoffformenstahl



---

Wachstumsmarkt Kunststoff	04
Deutsche Edelstahlwerke – die Experten für Kunststoffformenstahl	06
Prozesssicherheit von der Beratung bis zum Endprodukt	09
Maßarbeit für Werkzeugbauer	09
Wirtschaftlichkeit für Kunststoffverarbeiter	10
Zuverlässigkeit für Kunststoffanwender	10
Technologie und Erfahrung – Ihr Garant für Premiumqualität	11
Umschmelzen nach Maß	13
Individuell abgestimmte Wärmebehandlung	13
Verfahren und Stahl für die Kunststoffverarbeitung	14
Verarbeitungsverfahren und Anwendungsbereiche für den Kunststoffformenstahl	15
Das Spritzgießverfahren	16
Hochleistungsstahl für Spritzgießwerkzeuge	17
Das Pressformverfahren	18

---

---

Hochleistungsstahl für Pressformwerkzeuge	19
Das Kunststoff-Strangpressverfahren	20
Hochleistungsstahl für Kunststoff-Strangpresswerkzeuge	21
Das Blasformverfahren	21
Hochleistungsstahl für Blasformwerkzeuge	22
Herstellung von Großformen	24
Hochleistungsstahl für Großformen	25
Formrahmen	26
Hochleistungsstahl für Formrahmen	26
Werkzeuge für Kunststoff-Extrusionsanlagen	28
Hochleistungsstahl für Kunststoff-Extrusionswerkzeuge	29
Eigenschaftsvergleich des Kunststoffformenstahls	30
Werkstoffdatenblätter	32
Härtevergleichstabelle	60

---

## Wachstumsmarkt Kunststoff

---

Obwohl Kunststoffe erst seit ungefähr 100 Jahren bekannt sind, erstreckt sich ihre heutige Verwendung auf nahezu alle Lebensbereiche.

Sowohl bei Massenartikeln wie Verpackungen oder Mehrwegflaschen als auch bei höherwertigen Artikeln und Zubehörteilen der Konsumgüter-, Freizeit-, Automobil- und Bauindustrie bis hin zu Hightech-Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt sind Kunststoffe nicht mehr wegzudenken.

Der stetige Anstieg des Kunststoffverbrauchs – im Jahr 2003 wurde erstmals die Schwelle von 200 Millionen Tonnen produzierten Kunststoffs weltweit übersprungen – erfordert eine immer effizientere und prozesssichere Verarbeitung, um kostengünstig zu produzieren. Dazu zählt auch die Optimierung des Werkzeugstahls.

Betrachtet man die gesamte Prozesskette der Kunststoffverarbeitung, nimmt der Werkzeug- und Formenbau eine herausragende Stellung ein.

Kunststoffformenstahl spielt deshalb eine maßgebliche Rolle, da er die Grundlage für die Qualität des fertigen Kunststoffproduktes bildet.

Jedes Kunststoffprodukt muss ganz individuelle Anforderungen hinsichtlich Qualität, Optik, Haptik, Oberflächenbeschaffenheit und Beanspruchung erfüllen. Um dies sicherzustellen, ist hochwertiger und spezieller Stahl für das jeweilige Werkzeug, mit dem diese Kunststoffprodukte hergestellt werden, notwendig.

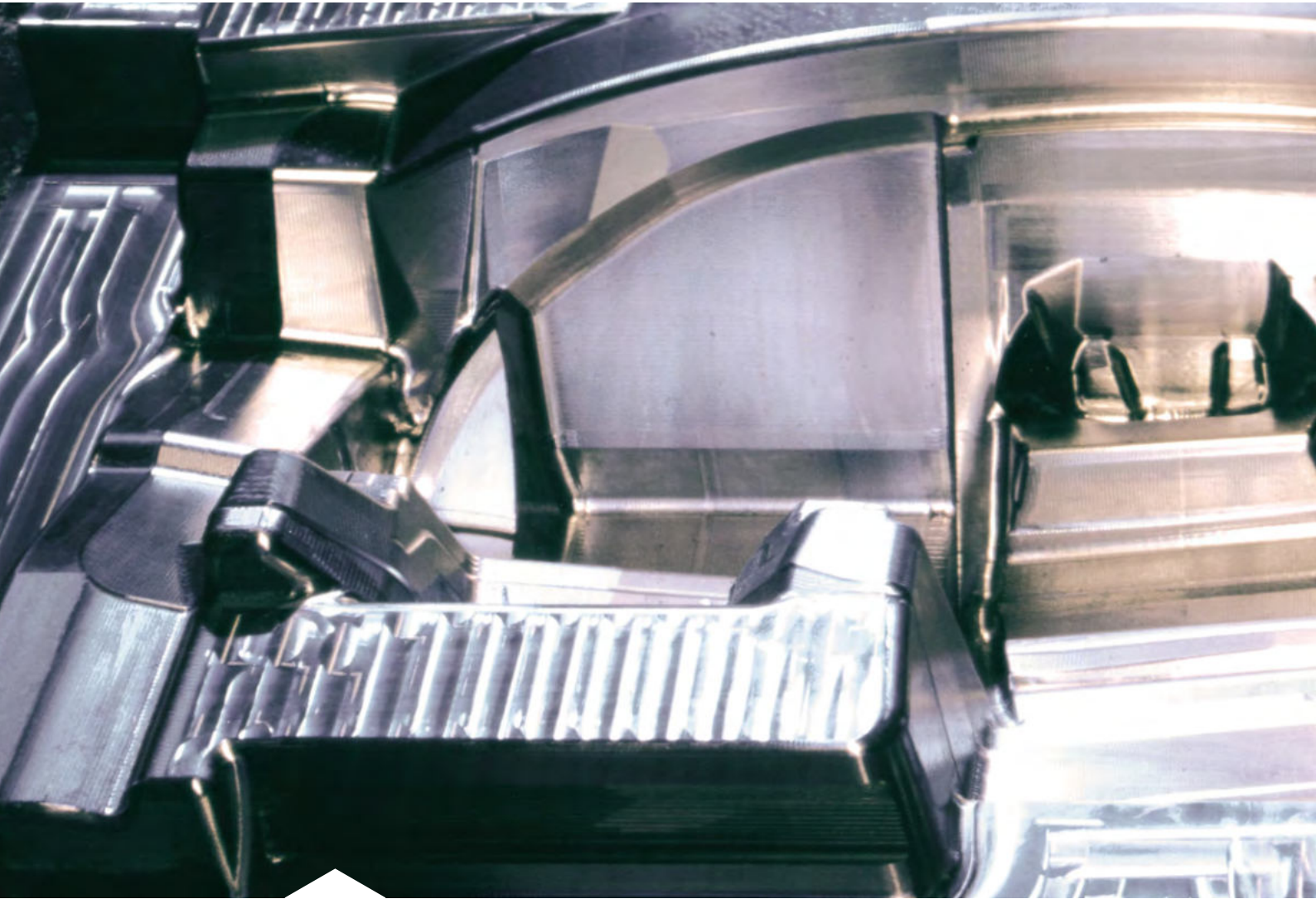
Die Wertigkeit einer Kunststoffoberfläche – ob perfekt strukturiert oder makellos hochglänzend – ist immer nur so gut wie die Oberflächenbeschaffenheit des Werkzeugs, in dem das Kunststoffprodukt geformt wurde.

Je besser ein Werkzeugstahl auf die Anforderungen des Kunststoffproduktes abgestimmt ist, desto besser ist die Qualität des endgültigen Produktes.









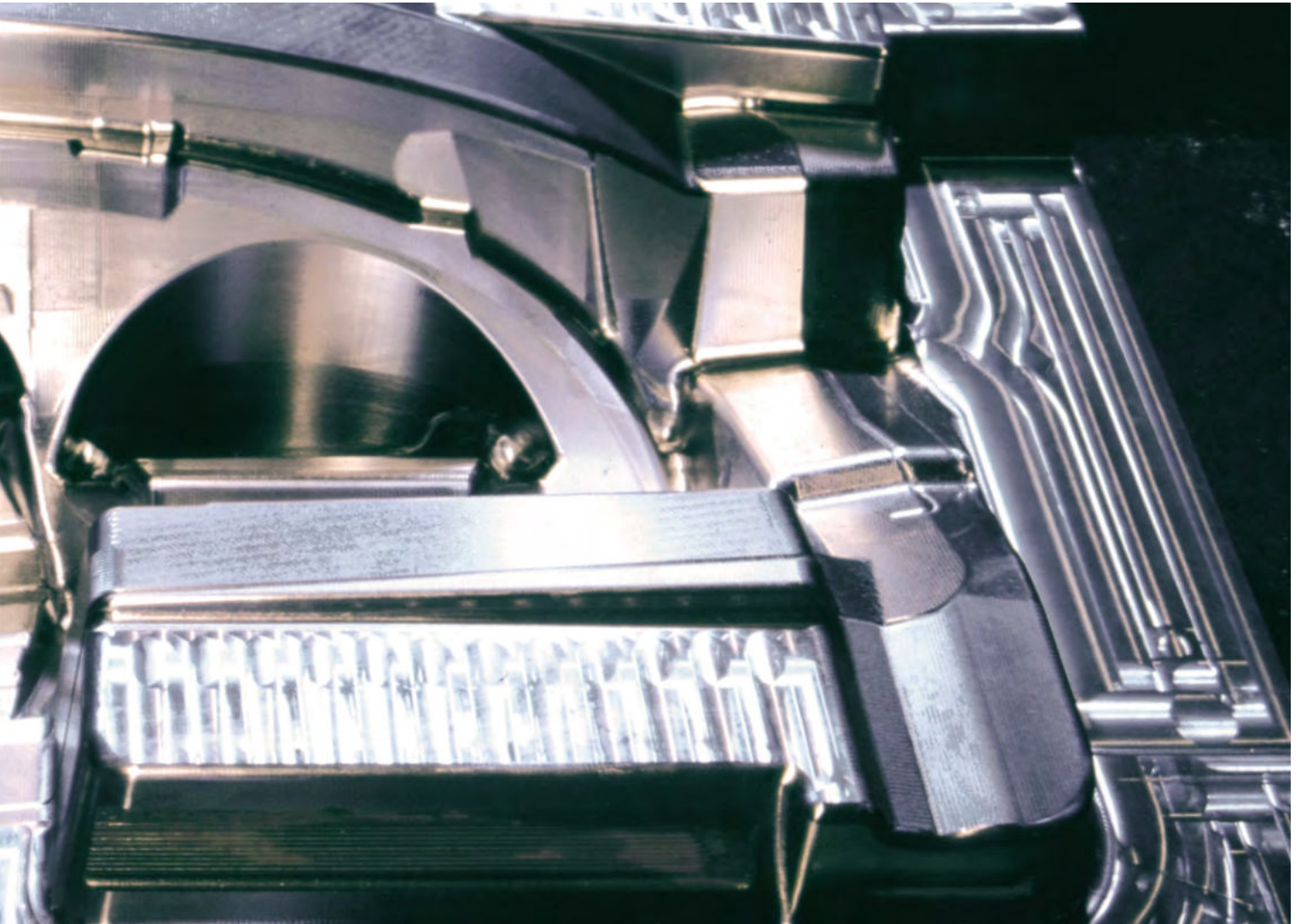
## Deutsche Edelstahlwerke – die Experten für Kunststoffformenstahl

Der Kunststoffformenstahl der Deutschen Edelstahlwerke zeichnet sich durch zwei Eigenschaften aus. Einerseits sorgt er für höchste Stahlqualität, andererseits können die Stahleigenschaften individuell und optimal auf die unterschiedlichsten Anforderungen an das jeweilige Werkzeug bzw. an das Kunststoffprodukt abgestimmt werden.

Durch die Verwendung modernster Technologie erfüllt der Kunststoffformenstahl der Deutschen Edelstahlwerke höchste Anforderungen hinsichtlich:

- » Reinheitsgrad
- » Polierbarkeit
- » Gleichmäßigkeit in Härte- und Gefügestruktur
- » Verschleißbeständigkeit
- » Temperaturbeständigkeit
- » Bearbeitbarkeit
- » Zähigkeit und Härte
- » Wärmeleitfähigkeit

Um sowohl Werkzeugbauern als auch Kunststoffverarbeitern und industriellen Anwendern optimale Voraussetzungen zu bieten, reicht die Dienstleistung der Deutschen Edelstahlwerke weit in den



Bereich der kunden- und anwendungsspezifischen Beratung und Produktentwicklung hinein.

Die Entscheidung für den perfekten Werkzeugstahl beginnt bei den Deutschen Edelstahlwerken mit der Beratung durch unsere Spezialisten für Kunststoff-formenstahl.

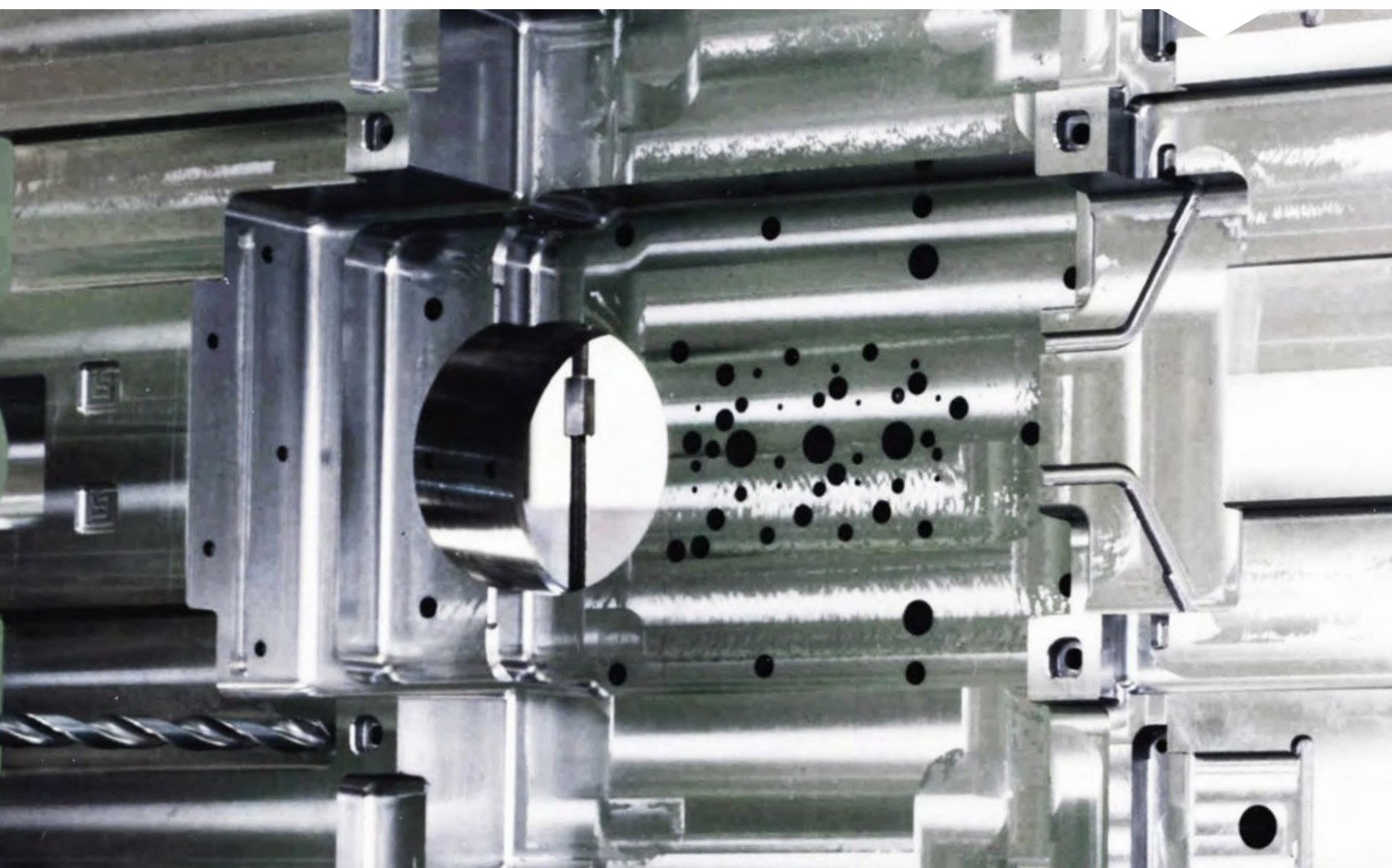
Gemeinsam mit dem Werkzeugbauer werden hier die Ansprüche an das Endprodukt, die Beanspruchung der Kunststoffform und die Anforderungen an den benötigten Stahl definiert.

Die Deutschen Edelstahlwerke liefern individuelle Abmessungen ab Lager.

Von der kundenspezifischen Anarbeitung der Produkte über die Teilefertigung bis hin zu passgenauen Formenteilen bieten wir unseren Kunden die Entscheidungsmöglichkeit zu bestimmen, wie weit diese Anarbeitung gehen soll.

Darüber hinaus liefern die Deutschen Edelstahlwerke neben einer breiten Palette konventionellen Stahls auch Sonderwerkstoffe wie z. B. Ferro-Titanit®.







## Prozesssicherheit von der Beratung bis zum Endprodukt

Die Werkzeuge für die Kunststoffverarbeitung sind sowohl in ihren Anforderungen als auch in ihrer Funktionsweise sehr unterschiedlich. Entscheidenden Einfluss auf die Qualität und Wirtschaftlichkeit der Kunststoffproduktion hat deshalb die richtige Auswahl und Behandlung des Stahls.

Um dies zu gewährleisten, haben wir ein erfahrenes Team von Spezialisten für Kunststoffformenstahl. Gemeinsam mit dem Werkzeugbauer bilden sie ein perfektes Team, um die optimale Stahlqualität für das individuelle Anforderungsprofil des endgültigen Kunststoffproduktes zu definieren.

Neben dem Know-how unserer Stahlspezialisten stützen wir uns auch auf unsere modernen Produktionsanlagen sowie unsere jahrzehntelange Erfahrung in allen Bereichen der Wärmebehandlung.

Darüber hinaus trägt unser aktives und zertifiziertes Qualitätssicherungssystem (DIN EN 14001, DIN EN ISO 9001, QS 9000, VDA 6.1 TS 16949, KTA 1401) dazu bei, den individuell abgestimmten Stahl in stets gleichbleibender Qualität zu produzieren.

## Maßarbeit für Werkzeugbauer

Wir bieten Ihnen kompetente Beratung von der Auswahl des besten Stahls bis hin zur Neuentwicklung spezifischen Werkzeugstahls. Dabei haben Sie nicht nur die Wahl zwischen verschiedenen Lieferformen aus unserem umfangreichen Liefer- und Lagerprogramm, sondern entscheiden auch, ob das Werkzeug von uns angearbeitet oder sogar einbaufertig geliefert werden soll.

Die Deutschen Edelstahlwerke liefern Ihnen den ausgewählten Stahl zuverlässig, schnell, in jeder gewünschten Menge und in stets gleichbleibender Qualität. Und das in allen wichtigen Märkten weltweit, über das Distributionsnetzwerk der Swiss Steel Group.

Von der Produktion des Stahls bis zur Bearbeitung liefern wir unseren Kunden Maßarbeit. Damit sie Form für Form das gleiche Maß an Präzision erzielen.

### **Die Vorteile, die sich für den Werkzeugbauer ergeben, sind:**

- » hoher Reinheitsgrad
- » ausgezeichnete Polierfähigkeit
- » beste Narbätzbarkeit
- » gleichmäßige Gefügestruktur
- » optimale Zerspanbarkeit
- » reproduzierbare Wärmebehandlung
- » kürzeste Lieferzeiten
- » kompetente Beratung
- » Entwicklung neuen Stahls

## Wirtschaftlichkeit für Kunststoffverarbeiter

---

Hohe Standzeiten und gleichbleibend hohe Qualität bei jedem Kunststoffprodukt sind die allgemeinen Erwartungen des Kunststoffverarbeiters an das Werkzeug. Um das zu erreichen, müssen die Werkzeuge optimal auf die jeweiligen Eigenschaften des verwendeten Kunststoffes und die Anforderungen an das fertige Kunststoffprodukt abgestimmt sein.

Durch innovative Werkstofftechnologie sowie langjähriges Know-how in der Produktion von Edelstahl-Langprodukten sind wir in der Lage, genau den Stahl bereitzustellen, der exakt auf die jeweiligen mechanischen, thermischen und chemischen Anforderungen der Kunststoffprodukte zugeschnitten ist. Unsere Techniker stehen aber auch dann mit Rat und Tat zur Verfü-

gung, wenn Standzeitprobleme bei Werkzeugen auftreten. Durch Schadensanalysen und Werkstoffprüfungen sind sie in der Lage, Erkenntnisse für eine schnelle und nachhaltige Schadensbehebung zu liefern.

### **Die Vorteile, die sich für den Kunststoffanwender ergeben, sind:**

- » hervorragende Wärmeleitfähigkeit
- » bester Verschleißwiderstand
- » höchste Druckfestigkeit
- » Härte und Zähigkeit
- » Korrosionsbeständigkeit
- » geringe Wartungskosten
- » niedriger Formpflegeaufwand
- » extreme Formstabilität
- » gute Reparaturschweißbarkeit

## Zuverlässigkeit für Kunststoffanwender

---

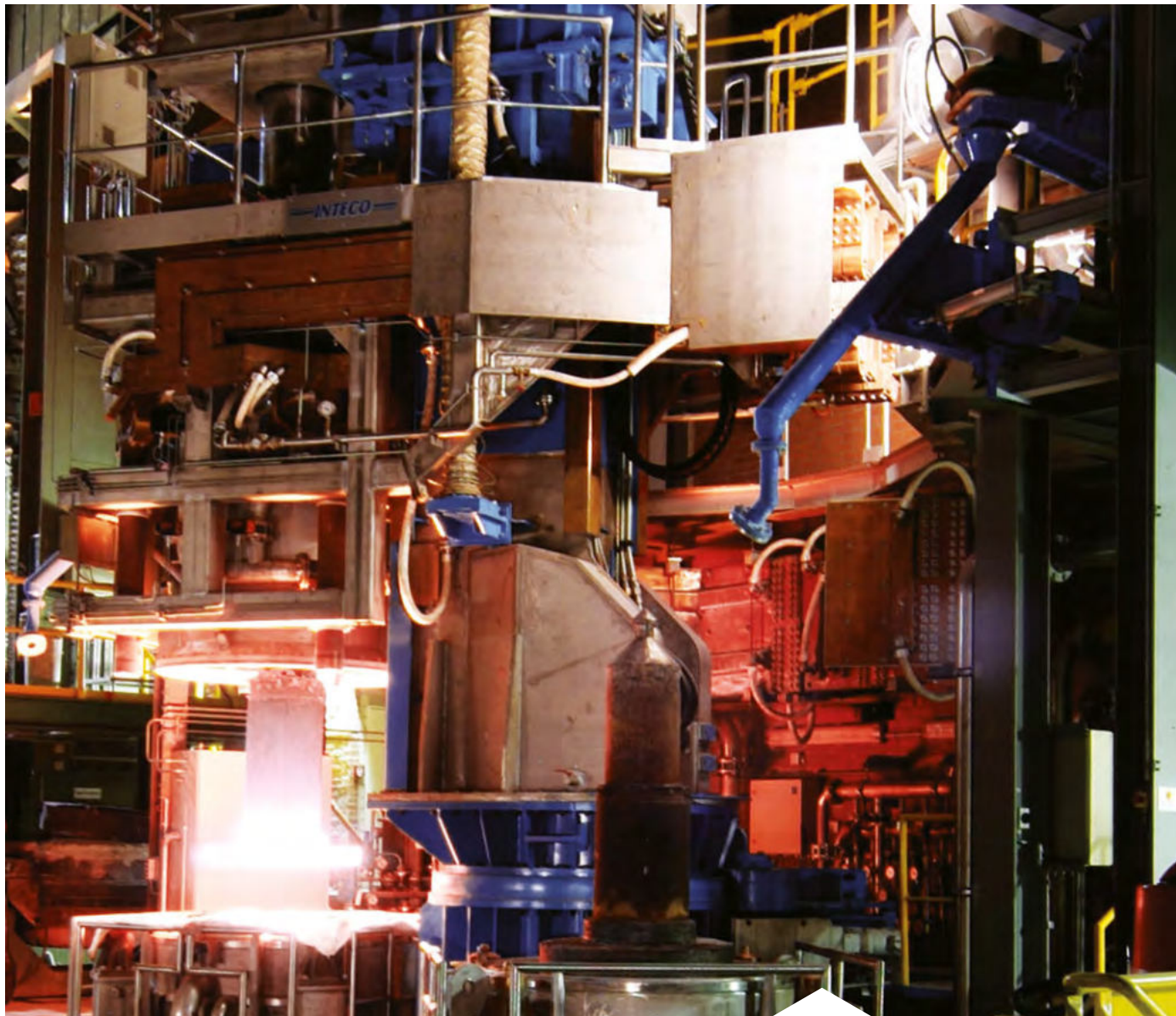
Die Verarbeitungsqualität des endgültigen Kunststoffproduktes wird entscheidend von der Qualität des Kunststoffformenstahls geprägt. Es ist deshalb empfehlenswert, die Spezialisten für Kunststoffformenstahl der Deutschen Edelstahlwerke bereits frühzeitig – möglichst schon in der Entwicklungsphase – einzubinden. Unser Know-how und die technische Beratung bedeuten Sicherheit für die Produktion von Anfang an. So lassen sich im Vorfeld alle Faktoren optimal abstimmen und so Produktionskosten minimieren.

Die Deutschen Edelstahlwerke liefern die ausgewählten Stahlqualitäten oder vorgearbeitete Werkzeuge weltweit an die jeweiligen Werkzeugbauer, die die Kunststoffform herstellen. Dabei garantiert unser weltweites Versorgungsnetz der Swiss Steel Group Lieferzuverlässigkeit und höchste Qualität vor Ort.

### **Die Vorteile, die sich für den Kunststoffanwender ergeben, sind:**

- » technische Beratung
- » kurze Lieferzeiten
- » langjähriges Know-how
- » jederzeit reproduzierbare Kunststoffoberflächen
- » gleichbleibende Qualität





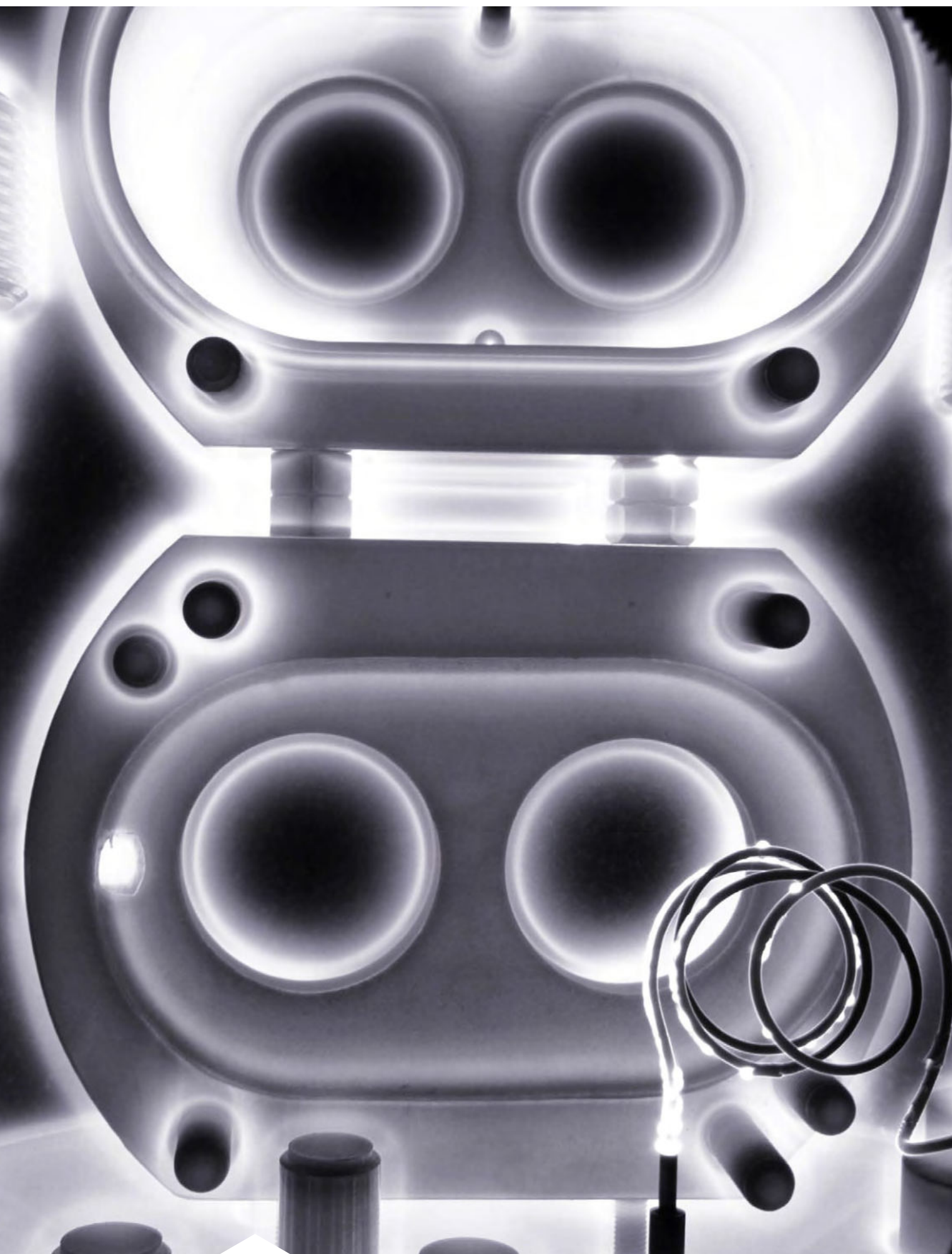
## Technologie und Erfahrung – Ihr Garant für Premiumqualität

Die Stahlerzeugung in unseren modernen Stahlwerken ist die Basis für die Reinheit und Homogenität unseres Werkzeugstahls. Durch präzise legierungs- und verfahrenstechnische Vorgaben für die Erschmelzung, Formgebung und Wärmebehandlung werden genau definierte Eigenschaften erzielt.

Der Werkzeugstahl der Deutschen Edelstahlwerke wird in 130-Tonnen-Elektrolichtbogenöfen erschmolzen. Anschließend erfolgt die analytische Feinabstimmung

im Pflannenofen, bevor der Stahl vor dem Abguss vakuumtgest wird.

Zum Vergießen der metallurgisch fertig behandelten Schmelzen kommen bei den Deutschen Edelstahlwerken, je nach Abmessung des Endproduktes, zwei Gießverfahren zur Anwendung: das Bogen- und optimierte Vertikal-Stranggießverfahren oder – für große Schmiedeabmessungen – das Blockgussverfahren.





## Umschmelzen nach Maß

---

Für Werkzeugstahl, an den besonders hohe Ansprüche hinsichtlich Homogenität, Zähigkeit und Reinheitsgrad gestellt werden, stehen bei den Deutschen Edelstahlwerken mehrere Elektro-Schlacke-Umschmelzöfen (ESU) und Lichtbogen-Vakuumöfen (LBV) zur Verfügung.

Die Entscheidung, welches der Verfahren das geeignete ist, wird durch die gewünschte Qualität definiert, die der umgeschmolzene Stahl erreichen soll. Mit dem Elektro-Schlacke-Umschmelzverfahren wird ein deutlich besserer sulfidischer Reinheitsgrad gegenüber nicht umgeschmolzenem Stahl erzielt. Beim Lichtbogen-Vakuumverfahren wird dagegen besonders der oxidische Reinheitsgrad verbessert.

## Individuell abgestimmte Wärmebehandlung

---

Die Eingliederung der ehemaligen Thyssen-Härtereien in die Unternehmensgruppe der Deutschen Edelstahlwerke lässt uns auf eine jahrzehntelange Tradition in allen Bereichen der Wärmebehandlung aufbauen. Dadurch können wir die gesamte Produktionskette – von der Stahlerzeugung über die Anarbeitung bis zur Veredelung durch Wärmebehandlung – aus einer Hand und in den wichtigsten Märkten der Welt anbieten. So schaffen wir die Voraussetzungen für optimale Werkzeugqualität.

In unseren weltweiten Härtereien der Swiss Steel Group stehen uns neben Vakuum-Härteöfen auch Schutzgasanlagen und Plasmanitrieranlagen für thermochemische Behandlungen zur Verfügung. Dank computergesteuerter Prozessabläufe von der Wareneingangskontrolle bis zum fertigen wärmebehandelten Produkt ist eine Reproduzierbarkeit der Wärmebehandlung zu jeder Zeit gewährleistet.

### **Unser Kunden-Plus!**

Durch ein von uns entwickeltes Präzisionshärteverfahren in der Schutzgasanlage sind wir in der Lage, den Verzug schlanker Bauteile wie z. B. Leisten auf ein Minimum zu reduzieren.



## Verfahren und Stahl für die Kunststoffverarbeitung

Da die Verfahren bei der Verarbeitung von Kunststoffen sehr unterschiedlich sind, kann das Anforderungsprofil der Werkzeuge aus Kunststoffformenstahl gravierende Unterschiede aufweisen. Deshalb sind auch unterschiedliche Stahlqualitäten notwendig, um ein perfektes Kunststoffprodukt zu erzielen.

Die Deutschen Edelstahlwerke liefern für jedes Verfahren und für alle Anwendungsbereiche der Kunststoffverarbeitung den optimalen Werkzeugstahl.

Auf den folgenden Seiten wird der wichtigste Stahl der Deutschen Edelstahlwerke für Werkzeuge der einzelnen Verarbeitungsverfahren und Anwendungsbereiche vorgestellt.

### **Im Einzelnen ist das Kunststoffformenstahl für:**

- » Spritzgießverfahren
- » Pressformverfahren
- » Strangpressverfahren
- » Blasformverfahren
- » Großformen
- » Formrahmen
- » Werkzeuge für das Extrudieren



# Verarbeitungsverfahren und Anwendungsbereiche des Kunststoffformenstahls

Kunststoffformenstahl	Spritz- gießen	Form- pressen	Strang- pressen	Blas- formen	Groß- formen	Form- rahmen	Extrusions- werkzeuge
Formadur® 2083	●	●	●				
Formadur® 2083 Superclean	●	●	●				
Formadur® 2085	●	●				●	
Formadur® 2162	●	●					
Formadur® 2190 Superclean	●	●					
Formadur® 2311	●	●		●	●		
Formadur® 2312	●	●			●	●	
Formadur® 2316	●	●	●	●	●		●
Formadur® 2316 Superclean	●	●	●	●	●		●
Thermodur® 2343 EFS	●	●					●
Thermodur® 2343 EFS Superclean	●	●					●
Thermodur® 2344 EFS	●	●					●
Thermodur® 2344 EFS Superclean	●	●					●
Cryodur® 2357	●	●					
Formadur® 2361	●	●					●
Cryodur® 2363	●	●					
Cryodur® 2379	●	●					●
Cryodur® 2709	●	●					
Formadur® 2711	●	●			●		
Formadur® 2738	●	●		●	●		
Formadur® 2764	●	●					
Cryodur® 2767	●	●					
Cryodur® 2842	●	●					
Formadur® 2891							●
Cryodur® 2990	●	●					●
Rapidur® 3343	●	●					
Formadur® PH X Superclean	●	●	●	●			●
Formadur® PH 42 Superclean	●	●	●	●			
Formadur® 320	●	●		●	●	●	
Corroplast®	●	●		●		●	



## Das Spritzgießverfahren

Spritzgießen ist das bedeutendste Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus Thermoplasten. Es wird aber auch bei der Verarbeitung von Duroplasten und Elastomeren eingesetzt. Mit Hilfe des Spritzgießverfahrens können sowohl kleine Teile wie Zahnräder für Uhren als auch große Teile wie Stoßfänger oder Kotflügel für Automobile hergestellt werden. Beim Spritzgießverfahren wird der geschmolzene Kunststoff in ein Werkzeug gespritzt, das den Formhohlraum bildet. Hier erhält der Kunststoff die gewünschte Form und kühlt ab. Die Oberflächenqualität des im Spritzguss hergestellten Endproduktes wird dabei entscheidend von drei Faktoren beeinflusst: dem verwendeten Kunststoff, den Verfahrensparametern sowie dem Spritzgießwerkzeug.

Die grundlegenden Aufgaben der Spritzgießform bestehen darin, die Schmelze aufzunehmen, zu verteilen, auszuformen, abzukühlen und damit in einen festen Zustand zu überführen sowie das Spritzteil auszuwerfen. Von großer Bedeutung ist deshalb der richtige Stahl für die thermische Auslegung des Werkzeugs, da Unterschiede in der Werkzeugoberflächentemperatur oder in den Wanddicken unterschiedliche Abkühlbedingungen zur Folge haben und so die Formteileigenschaften beeinflussen.

# Hochleistungsstahl für Spritzgießwerkzeuge

Neben einer breiten Palette von weltweit etabliertem Standardstahl in höchster Qualität bieten die Deutschen Edelstahlwerke für Spritzgießwerkzeuge auch Stahl mit besonderen Eigenschaften an (siehe dazu auch die Produkttabelle mit Eigenschaftsvergleich). Stellvertretend für das Gesamtsortiment ist hier folgender Stahl herausgestellt:

**Formadur® PH X Superclean** ist ein extrem korrosionsbeständiger, ausscheidungshärtbarer und umgeschmolzener Stahl mit herausragender Polier- und Schweißbarkeit. Typische Einsatzbereiche dieses hochreinen Stahls sind z. B. Scheinwerferformen für die Automobilindustrie, für Brillengläser oder Bauteile in der chemischen Industrie bzw. für die Luftfahrt.

**Formadur® PH 42 Superclean** ist ein aushärtbarer, umgeschmolzener Kunststoffformenstahl, der herausragende Eigenschaften bei Polier- und Schweißbarkeit sowie sehr gute Zähigkeit und Narbätzbarkeit aufweist. Der Stahl eignet sich besonders für hochbelastete Kunststoffspritzformen.

**Corroplast®** ist ein kohlenstoffarmer, rostfreier Werkzeugstahl, der sich mit geringem Aufwand zerspanen lässt als jeder andere bisher bekannte rostfreie Kunststoffformenstahl. Da Corroplast® in einer Härte von 320 HB geliefert wird, benötigt er keine zusätzliche Wärmebehandlung. Corroplast® wird für Formrahmen sowie Kunststoffformen mit Standardanforderungen an die Polierfähigkeit eingesetzt, die eine Beständigkeit gegenüber Schwitz- und Kühlwasser aufweisen müssen.

**Cryodur® 2709** zeichnet sich durch sehr gute Eigenschaften bei Zähigkeit, Polierbarkeit, Narbätzbarkeit und Schweißbarkeit aus. Der martensitaushärtbare Kaltarbeitsstahl wird für formschwierige, extrem biegebeanspruchte Formkerne und Formen eingesetzt.

**Cryodur® 2357** ist ein Stahl mit einer guten Zähigkeit die auch bei hoher Härte gewährleistet ist. Aufgrund seiner Legierungszusammensetzung eignet sich der Stahl bis zu mittleren Wandstärken für Lufthärtung, größere Querschnitte sind in Öl abzuschrecken. Die gute Polierfähigkeit in Verbindung mit einem hohen Verschleißwiderstand sowie guter Druckfestigkeit macht den Stahl universell im Formenbau einsetzbar.





## Das Pressformverfahren

Beim Formpressen wird eine pulverige, körnige oder tablettierte, zumeist vorgewärmte Pressmasse in die Pressform gefüllt. Durch Druck und Wärmeeinwirkung wird die Pressmasse plastifiziert und so verformt, dass das entstehende Kunststoffteil den Hohlraum des Werkzeugs vollständig ausfüllt.

Die entscheidenden Prozessparameter für ein Pressformwerkzeug sind Druck und Temperatur.

Bei den Formplatten sowie allen konturgebenden Teilen des Werkzeugs ist daher zu beachten, dass die Formtemperatur im Betrieb die Anlasstemperatur und damit die Anlassbeständigkeit des Stahls nicht überschreitet. Darüber hinaus ist Verschleißbeständigkeit eine der vorrangigsten Anforderungen an den Werkzeugstahl, da die in den Formmassen enthaltenen Füllstoffe einen sehr hohen Verschleiß bewirken können. Das gilt z. B. für glasfaserhaltige Kunststoffe.



## Hochleistungsstahl für Pressformwerkzeuge

Für Pressformwerkzeuge bieten wir neben einem umfangreichen Standardsortiment von vergütetem, geglühtem bzw. lösungsgeglühtem Stahl in höchster Qualität auch Stahlsorten mit besonderen Eigenschaften.

Alle Stahlsorten zeichnen sich durch hohe Verzugsarmut und gute Bearbeitungseigenschaften aus. Nachfolgend sind zwei Stahlsorten mit besonderen Eigenschaften aus unserem Produktsortiment aufgeführt (siehe dazu auch die Produktabelle mit Eigenschaftsvergleich):

**Formadur® 320** ist ein vorvergüteter Hochleistungsstahl für die Herstellung von Formen und Werkzeugen größter Abmessungen. Der Lieferzustand des Stahls ist vergütet auf 280 – 325HB bzw. auf 310 – 355 HB. Der Stahl hat eine sehr gute Narbätzbarkeit, Zerspanbarkeit, Nitrierbarkeit und Schweißbarkeit. Gegenüber bisher gebräuchlichem Stahl weist er eine erhöhte Durchvergütbarkeit und Wärmeleitfähigkeit auf. Wegen seiner verbesserten Zähigkeit

und seiner gleichmäßigen Härte über den gesamten Querschnitt empfiehlt sich dieser Hightech-Stahl für den Bau größerer und komplizierter Pressformen wie z. B. für Stoßfänger, Innenraumverkleidungen, Spülen oder Ähnliches.

**Cryodur® 2990** ist ein neu entwickelter, ledeburitischer Kaltarbeitsstahl mit hoher Härte, guter Zähigkeit und hoher Anlassbeständigkeit bei gleichzeitig sehr hohem Verschleißwiderstand. Seine hohe Druckfestigkeit sowie die hohe Widerstandsfähigkeit gegen abrasiven und adhäsiven Verschleiß verleihen diesem Spezialstahl ein ideales Eigenschaftsprofil für die Verwendung bei Schließleisten und Kunststoffformen.



## Das Kunststoff-Strangpressverfahren

Das Strangpressen ist ein Umformverfahren zur Herstellung von strangartigen Halbzeugen oder Endlosprodukten aus Kunststoff wie z. B. Profilen oder Rohren in einem endlosen Strang. Dabei wird der zu verarbeitende plastifizierte Kunststoff aus einer Druckkammer über ein Extruderwerkzeug durch eine Matrizenöffnung gepresst. Durch entsprechend geformte Matrizenprofile lassen sich so auch komplizierte Strangquerschnitte pressen.

Entscheidend beim Strangpressen ist die Maß- und Formbeständigkeit der Matrize, damit präzise Profile bzw. Produkte von gleichbleibend hoher Qualität erzeugt werden. Widerstandsfähigkeit gegen mechanischen Verschleiß und/oder Korrosion ist deshalb die Hauptanforderung, die an den Stahl für das Werkzeug gestellt wird.



# Hochleistungsahl für Kunststoff-Strangpresswerkzeuge

Für Strangpresswerkzeuge liefern wir neben dem etablierten Standardstahl in höchster Qualität (vergütet bzw. gegläht) auch Stahlsorten mit besonderen Eigenschaften.

Aus unserem Gesamtsortiment (siehe dazu auch die Produkttabelle mit Eigenschaftsvergleich) sind hier folgende Stahlsorten herausgestellt:

**Formadur® 2316** ist unser Standardstahl, der im vergüteten Zustand mit einer Einbauhärtigkeit von ca. 300 HB geliefert wird. Bedingt durch den erhöhten Chromgehalt hat der Stahl eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit. In puncto Polierbarkeit, Schweißbarkeit und Zerspanbarkeit weist der Stahl gute Eigenschaften auf. Formadur® 2316 wird bevorzugt für Formen zur Verarbeitung von korrodierend wirkenden Kunststoffen sowie für Formeinsätze, Breitschlitzdüsen, Profilmatrizen und Kalibrierungswerkzeuge

verwendet.

**Formadur® PH X Superclean** ist ein extrem korrosionsbeständiger, ausscheidungs-härtbarer und umgeschmolzener Stahl mit herausragender Polier- und Schweißbarkeit. Dieser hochreine Premiumstahl ist eine Weiterentwicklung des Formadur® 2316 mit verbessertem Verschleißwiderstand und hoher Maßstabilität nach dem Zerspanen. Eingesetzt wird Formadur® PH X Superclean u. a. für hochbeanspruchte Matrizen für Endlos- oder Hohlprofile, die z. B. bei Fensterrahmen verwendet werden.

## Das Blasformverfahren

Blasformen ist der übliche Herstellungsprozess von Kunststoffhohlkörpern wie z. B. Flaschen, Kanistern und ähnlichen Behältern. Darüber hinaus werden mit diesem Verfahren aber auch Flach- und Schlauchfolien produziert. Die Blaswerkzeuge sind mehrteilig aufgebaut.

Bei der Herstellung von Hohlkörpern wie z.B. Flaschen wird ein Vorformling mit Hilfe eines Blasdorns und mit Druckluft ausgeformt. Die Fertigung von Flachfolien erfolgt bei diesem Verfahren über Breitschlitzdü-

sen. Schlauchfolien werden mittels Blasköpfen produziert. Blaswerkzeuge unterliegen an den Schließkanten einem erhöhten Verschleiß. Diese mechanisch stark beanspruchten Teile sollten daher auswechselbar und aus hochfestem Stahl sein.

Von Bedeutung für die Qualität und Leistungsfähigkeit des Blasformwerkzeugs ist z. B. bei der PET-Verarbeitung die Kühlung. Bei der Auswahl des Werkstoffes sollten deshalb besonders wärmeleitfähiger Stahl berücksichtigt werden.

# Hochleistungsstahl für Blasformwerkzeuge

Für Blasformwerkzeuge bieten wir ein abgerundetes Sortiment von vergütetem, sehr verzugsarmen Stahl in höchster Qualität.

Ob für den Einsatz als Breitschlitzdüse, Blaskopf oder als Werkzeug für Hohlkörper wie Flaschen oder Kanister – jeder der aufgeführten Stahlsorten eignet sich optimal für die unterschiedlichen Blasformwerkzeuge.

Das Produktprogramm der Blasformwerkzeuge (siehe dazu auch die Produkttabelle mit Eigenschaftsvergleich) besteht aus folgenden Stahlsorten:

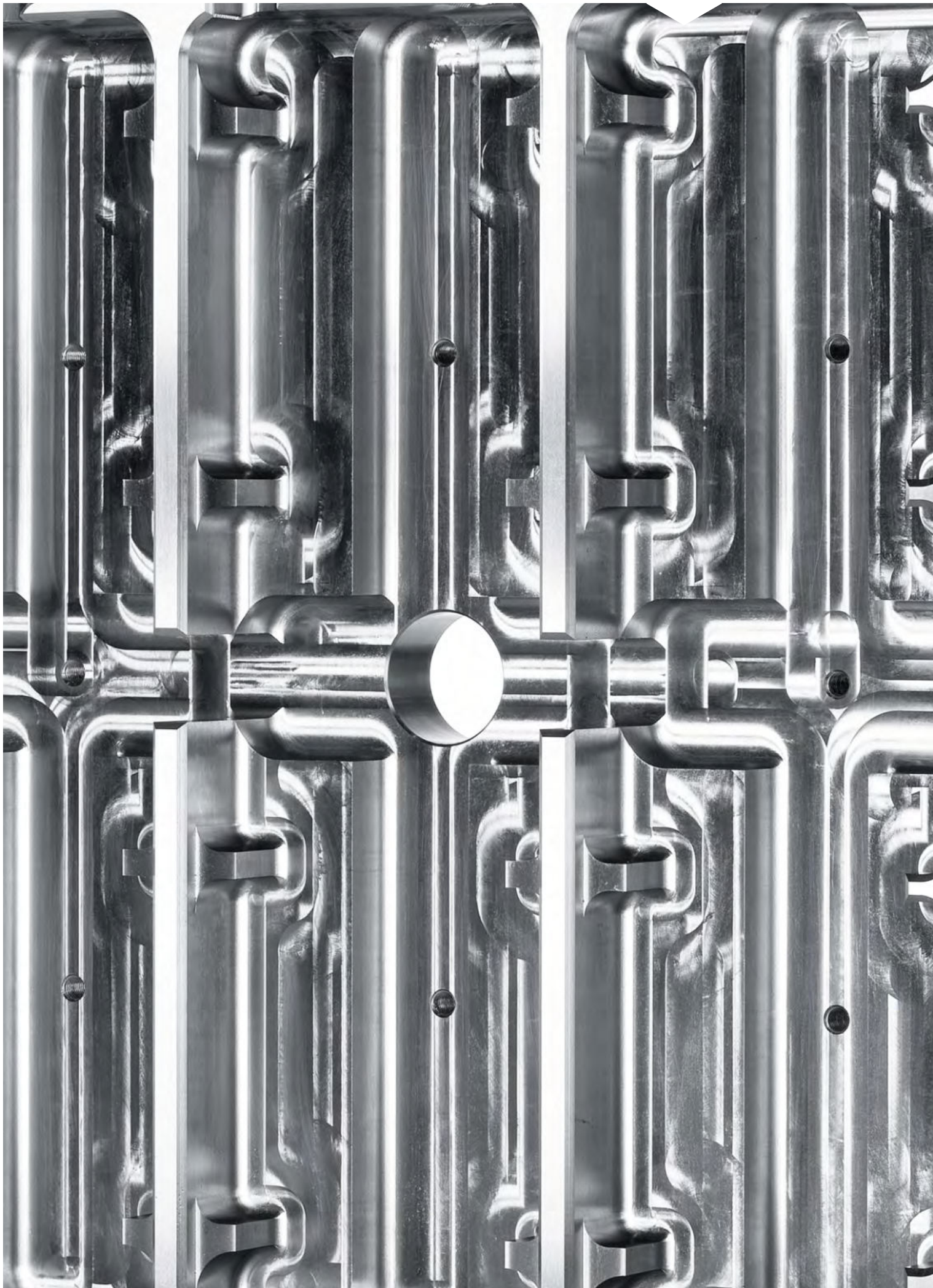
**Corroplast®** ist ein kohlenstoffarmer, rostfreier Werkzeugstahl, der sich mit geringerem Aufwand zerspanen lässt als jeder andere bisher bekannte rostfreie Kunststoffformenstahl. Da Corroplast® mit einer Härte von 320 HB geliefert wird, benötigt er keine zusätzliche Wärmebehandlung. Corroplast® wird für Formrahmen sowie Kunststoffformen mit Standardanforderungen an die Polierfähigkeit eingesetzt, die eine Beständigkeit gegenüber Schwitz- und Kühlwasser aufweisen müssen.

**Formadur® 2311** ist der vergütete Standardstahl, der in der Härte 280 bis 325 HB geliefert wird. Der mit geringsten Schwefelanteilen produzierte Stahl zeichnet sich durch gute Zerspanbarkeit, Nitrierbarkeit und Schweißbarkeit aus und verfügt bereits über einen guten Verschleißwiderstand und ausreichend hohe Festigkeit. Die Durchverfügbarkeit dieses Stahls ist auf ca. 400 mm Dicke begrenzt.

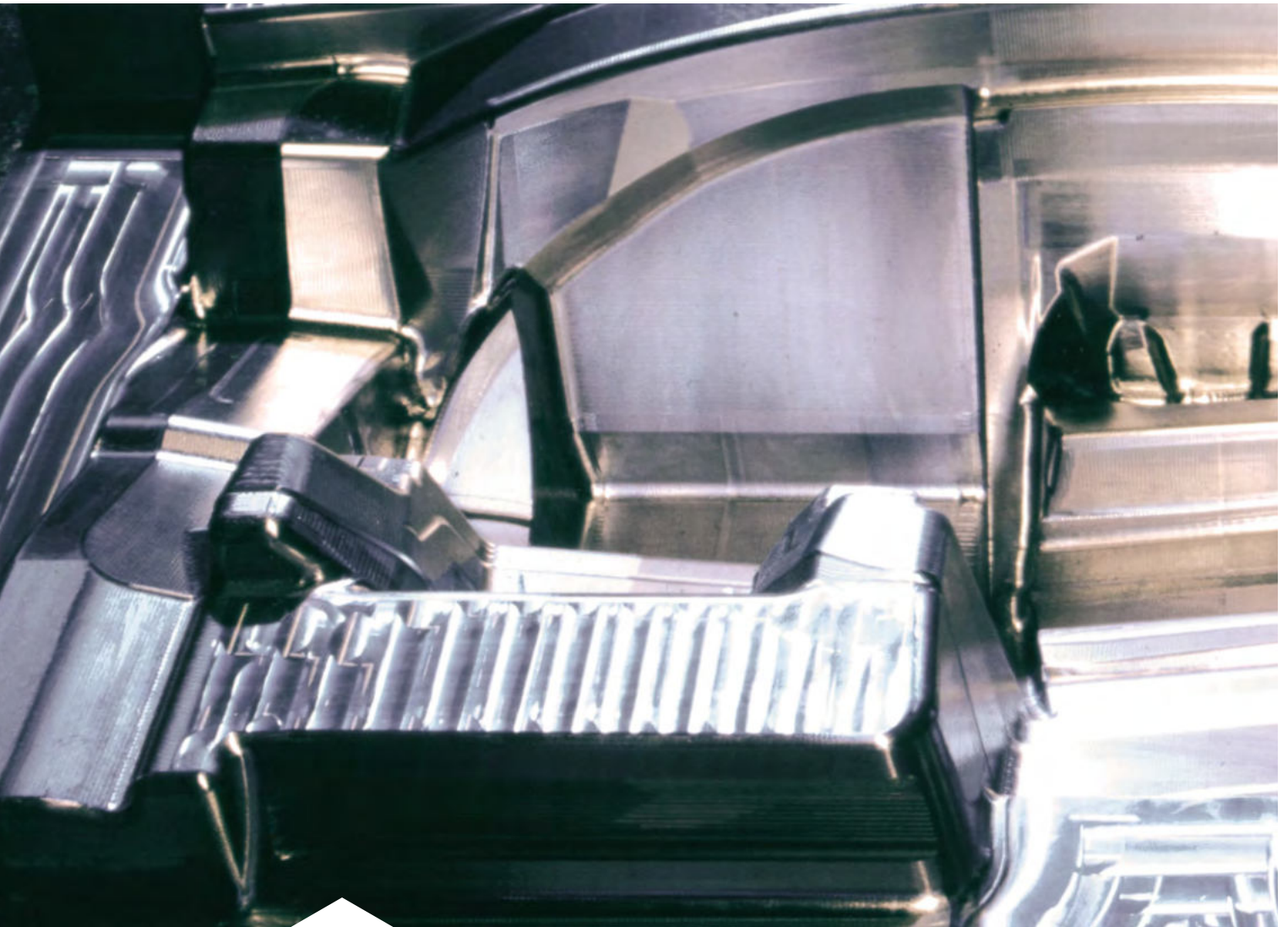
**Formadur® 2738** ist ein vergüteter Kunststoffformenstahl mit einer Lieferhärte von 280 bis 325 HB. Der Stahl ist die Weiterentwicklung von Formadur® 2311. Er zeichnet sich durch gute Zerspanbarkeit und Polierbarkeit aus. Gegenüber Formadur® 2311 weist er eine bessere Durchverfügbarkeit (größer als 400 mm Dicke) auf.

**Formadur® 2316 und Formadur® 2316 Superclean** sind Standardstahlsorten, die im vergüteten Zustand mit einer Einbauhärte von ca. 300 HB geliefert werden. Bedingt durch den erhöhten Chromgehalt haben die Stahlsorten eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit. In puncto Polierbarkeit, Zerspanbarkeit und Schweißbarkeit weisen sie gute Eigenschaften auf. Die korrosionsbeständigen Stahlsorten werden hauptsächlich dort eingesetzt, wo chemisch aggressive Kunststoffe wie z. B. PVC verarbeitet werden.

**Formadur® PH X Superclean** ist ein extrem korrosionsbeständiger, ausscheidungshärtbarer und umgeschmolzener Stahl mit herausragender Polier- und Schweißbarkeit. Dieser hochreine Premiumstahl ist eine Weiterentwicklung des Formadur® 2316 mit verbessertem Verschleißwiderstand und hoher Maßstabilität nach dem Zerspanen.







## Herstellung von Großformen

Im Fahrzeug- und Automobilbau steigt der Anteil der eingesetzten Kunststoffteile stetig. Dabei werden die benötigten Formen immer größer, so dass Stahlblöcke mit Querschnitten bis zu 2 Metern und Gewichten bis zu 100 Tonnen notwendig werden. Die besonderen Anforderungen, die dabei an die Werkzeuge zur Erstellung der Kunststoffformteile gestellt werden, liegen einerseits in den großen Abmessungen, z. B. für Stoßfänger, Kotflügel oder Motorhauben, andererseits in der verlangten Oberflächenqualität begründet, da die Kunststoffteile einbaufertig hergestellt werden.

Die verwendeten Werkzeuge müssen sich deshalb durch eine gute Zerspanbarkeit und hohe Maßstabilität auszeichnen, um stabile und verzugsarme Ausführungen zu gewährleisten.

### Unser Kunden-Plus!

Als besonderen Service bieten die Deutschen Edelstahlwerke ihren Kunden die Bearbeitung von Großformen. Dabei reicht die elektronische Übermittlung von CAD-Daten der unterschiedlichsten Systeme aus, um die Großformen innerhalb kürzester Lieferzeit herzustellen.

# Hochleistungsstahl für Großformen

Unser Sortiment des hochwertigen Kunststoffformenstahls für Großformen umfasst vergütete Stahlsorten, der sich durch hohe Durchhärthbarkeit, gute Zerspanbarkeit und beste Polier- und Narbätzbarkeit auszeichnet.

Das Produktprogramm umfasst folgende Stahlsorten (siehe dazu auch die Produkttafel mit Eigenschaftsvergleich):

**Formadur® 2311** ist der vergütete Standardstahl, der mit der Härte 280 bis 325 HB geliefert wird. Der mit geringsten Schwefelanteilen produzierte Stahl zeichnet sich durch gute Narbätzbarkeit, Schweißbarkeit, Zerspanbarkeit und Nitrierbarkeit aus und verfügt bereits über einen guten Verschleißwiderstand und ausreichend hohe Festigkeit. Die Durchvergütbarkeit dieses Stahls ist auf ca. 400 mm Dicke begrenzt.

**Formadur® 2312** ist ein vorvergüteter Kunststoffformenstahl mit einer Lieferhärte von 280 bis 325 HB. Bedingt durch den erhöhten Schwefelgehalt hat der Stahl eine sehr gute Zerspanbarkeit. Weiterhin ist er gut nitrierbar. Allerdings sind die Narbätzbarkeit und Polierbarkeit eingeschränkt.

**Formadur® 2711** ist ein vergüteter und zäher Kunststoffformenstahl mit hohem Reinheitsgrad. Der Stahl wird in den Lieferhärten 355 bis 400 HB (vkt., flach) bzw. 370 bis 410 HB (rund) geliefert, hat eine ausgezeichnete Narbätzbarkeit, ist hochglanzpolierbar und hartverchrombar. Gegenüber Formadur® 2738 weist er eine höhere Druckfestigkeit auf. Formadur® 2711 wird bevorzugt für Kunststoffformen mit erhöhten Anforderungen an die Druckfestigkeit und den Verschleißwiderstand eingesetzt.

**Formadur® 2738** ist ein vergüteter Kunststoffformenstahl mit einer Lieferhärte von 280 bis 325 HB. Der Stahl ist die Weiterentwicklung von Formadur® 2311. Er zeichnet sich durch gute Zerspanbarkeit und Polierbarkeit aus und ist narbungsgeeignet. Gegenüber Formadur® 2311 weist er eine bessere Durchvergütbarkeit auf. Formadur® 2738 wird für Kunststoff-Großformen mit tiefgehender Gravur und hoher Kernbeanspruchung eingesetzt.

**Formadur® 320** ist ein vergüteter Kunststoffformenstahl mit einer Lieferhärte von 280 – 325 HB bzw. von 310 – 355 HB. Er ist sehr gut narbungsgeeignet und gut zerspanbar, polierbar und schweißbar. Gegenüber Formadur® 2738 weist er eine nochmals verbesserte Durchvergütbarkeit auf. Formadur® 320 empfiehlt sich für Werkzeuge und Formen größter Dimension, wie z. B. für Stoßfänger, Kunststoffcontainer, Gehäuse von Fernsehgeräten oder Instrumententafeln.

## Formrahmen

---

Bei einem zweiteiligen Konstruktionsprinzip besteht das Werkzeug aus einem Formrahmen und entsprechenden Formeinsätzen. In einem Formrahmen können je nach Größe des zu fertigenden Kunststoffproduktes bis zu 192 Formeinsätze, so genannte Kavitäten, integriert sein.

Typische Produkte, die mit Formrahmen hergestellt werden, sind z. B. Verschlüsse von Getränkeflaschen und PET-Vorformlinge.

## Hochleistungsstahl für Formrahmen

---

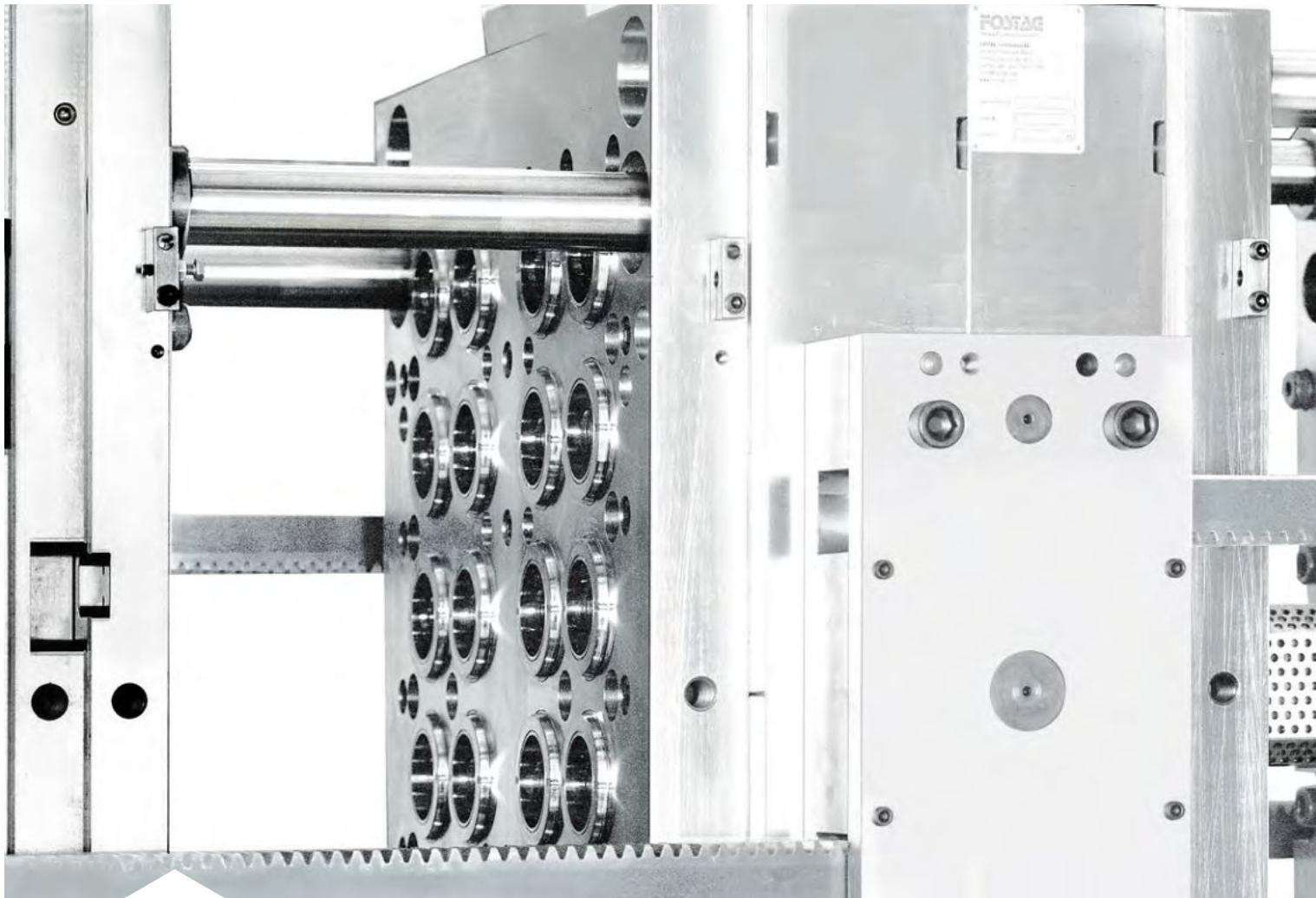
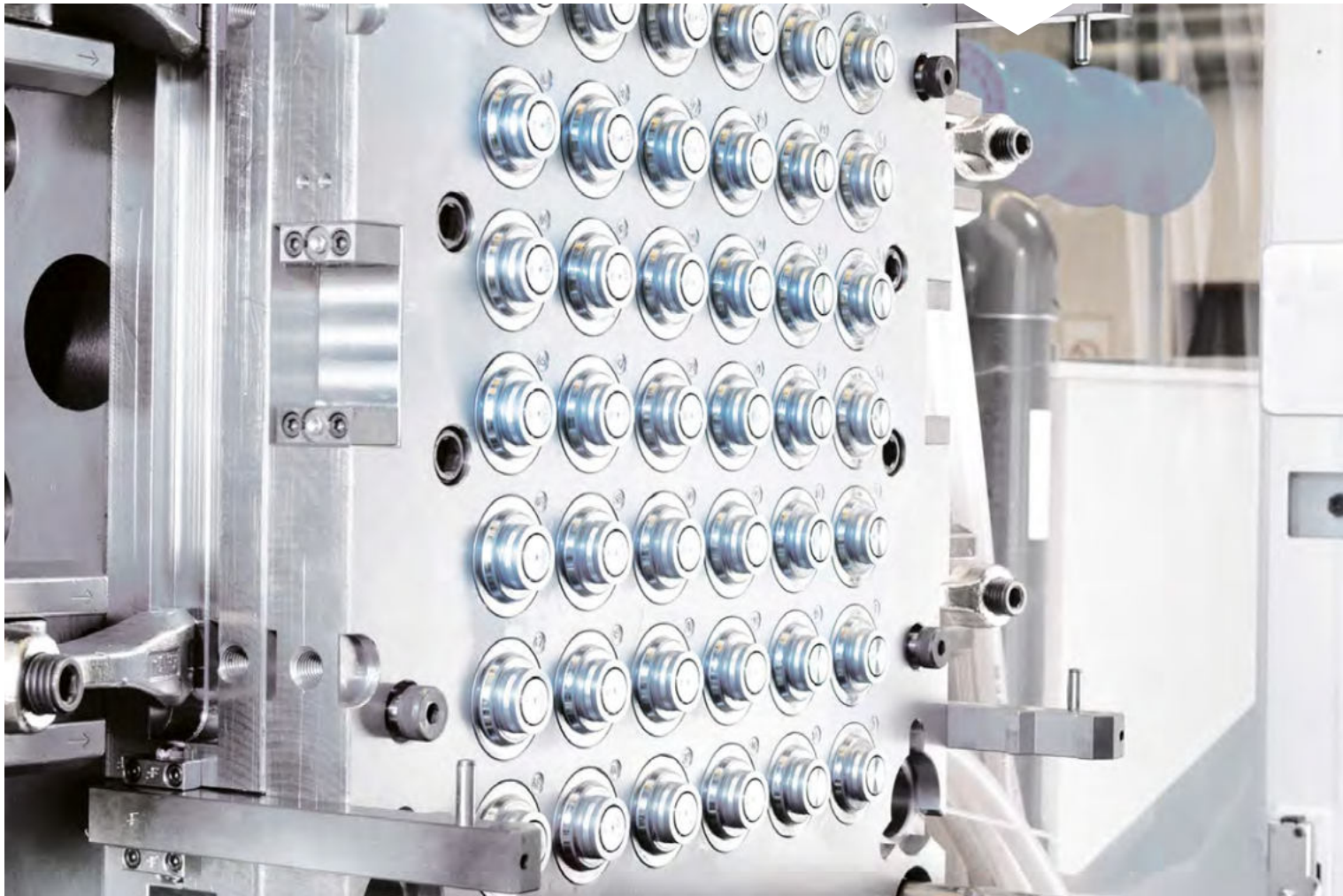
Unser Sortiment umfasst vorvergütete Stahlsorten mit hervorragender Bearbeitbarkeit. Darüber hinaus steht korrosionsbeständiger und besonders verzugsarmer Stahl sowie Stahl mit höherer Druckfestigkeit zur Verfügung (siehe dazu auch die Produkttabelle mit Eigenschaftsvergleich).

**Formadur® 2085** kombiniert die ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit mit der wirtschaftlichen Zerspanbarkeit geschwefelten Kunststoffformenstahls. Daher ist der vergütete Stahl perfekt für Formrahmen geeignet. Die Lieferhärte von Formadur® 2085 beträgt 280 bis 325 HB.

**Formadur® 2312** ist ein vorvergüteter Kunststoffformenstahl mit einer Lieferhärte von 280 bis 325 HB. Der Stahl hat eine sehr gute Zerspanbarkeit und gute Nitrierbarkeit. Allerdings sind die Narbätzbarkeit und Polierbarkeit durch den erhöhten Schwefelgehalt eingeschränkt.

**Corroplast®** ist ein kohlenstoffarmer, rostfreier Werkzeugstahl, der sich mit geringerem Aufwand zerspanen lässt als jeder andere bisher bekannte rostfreien Kunststoffformenstahl. Da Corroplast® mit einer Härte von 320 HB geliefert wird, benötigt der Stahl keine zusätzliche Wärmebehandlung. Corroplast® eignet sich besonders bei höheren Korrosionsbelastungen. Weitere Vorteile sind die hohe Zähigkeit, extreme Spannungsarmut, äußerst geringe Eigenspannungen und die gute Schweißbarkeit.





## Werkzeuge für Kunststoff-Extrusionsanlagen

---

Für das Plastifizieren, Transportieren und Verdichten des geschmolzenen Kunststoffes sind Extrusionswerkzeuge notwendig.

Für die unterschiedlichen Werkzeuge der Extrusionsanlage wie Zylinder, Schnecken, Schnecken spitzen, Rücklauf sperren und

andere Teile liefern die Deutschen Edelstahlwerke ein auf diese Anforderungen abgestimmtes Stahl-Sortiment. Dabei handelt es sich entweder um vergüteten und verzugsarmen Stahl mit hohem Verschleißwiderstand oder um nachträglich zu härten den Stahl.

# Hochleistungsstahl für Kunststoff-Extrusionswerkzeuge

Neben dem für die normale Anwendung meist im vergüteten Zustand gelieferten Stahl wie z. B. Formadur® 2891 erzeugen die Deutschen Edelstahlwerke speziellen Hochleistungsstahl, der besondere Anforderungen erfüllt. Zu diesen spezifischen Anforderungen zählt höchster Verschleißwiderstand bei guter Zähigkeit und Torsionsfestigkeit, der nachfolgend aufgeführte Stahlsorten auszeichnet (siehe dazu auch die Produktabelle mit Eigenschaftsvergleich).

**Cryodur® 2990** ist ein neu entwickelter, ledeburitischer Kaltarbeitsstahl mit hoher Härte, guter Zähigkeit und hoher Anlassbeständigkeit bei gleichzeitig sehr hohem Verschleißwiderstand. Seine hohe Druckfestigkeit sowie die hohe Widerstandsfähigkeit gegen abrasiven und adhäsiven Verschleiß verleihen diesem Spezialstahl ein ideales Eigenschaftsprofil für die Verwendung bei Schließleisten und Kunststoffformen.

**Formadur® 2891** ist ein aluminiumlegierter Nitrierstahl für Extruder. Er findet Verwendung als Plastifizierungswerkzeug, für Schneckenzyylinder und Extruderschnecken.

**Thermodur® 2343 EFS** und **Thermodur® 2343 EFS Superclean** sind bei extremer Anforderung an die Torsionsfestigkeit und Zähigkeit die erste Wahl. So sind z. B. oberflächenbehandelte Schnecken aus diesem Hochleistungsstahl selbst für schwierigste Einsätze optimal geeignet.



# Eigenschaftsvergleich des Kunststoffformenstahls

Marke	Verschleiß- widerstand	Korrosions- beständigkeit	Zähigkeit	Polierbarkeit
Formadur® 2083	● ●	● ●	●	● ●
Formadur® 2083 Superclean	● ●	● ●	● ●	● ●
Formadur® 2085	●	● ●	●	○
Formadur® 2162	● ●	●	●	● ● ●
Formadur® 2190 Superclean	● ●	● ●	●	● ● ●
Formadur® 2311	●	●	●	●
Formadur® 2312	●	●	●	○
Formadur® 2316	●	● ●	●	● ●
Formadur® 2316 Superclean	●	● ●	●	● ●
Thermodur® 2343 EFS	● ●	●	● ●	● ●
Thermodur® 2343 EFS Superclean	● ●	●	● ● ●	● ● ●
Thermodur® 2344 EFS	● ●	●	● ●	●
Thermodur® 2344 EFS Superclean	● ●	●	● ●	● ●
Cryodur® 2357	● ●	●	● ●	● ●
Formadur® 2361	● ● ●	● ●	●	●
Cryodur® 2363	● ●	●	●	●
Cryodur® 2379	● ● ●	●	○	○
Cryodur® 2709	● ●	●	● ● ●	● ● ●
Formadur® 2711	●	●	●	●
Formadur® 2738	●	●	●	●
Formadur® 2764	● ●	●	● ●	● ● ●
Cryodur® 2767	● ●	●	● ●	● ●
Cryodur® 2842	● ●	●	●	● ●
Formadur® 2891	● ● ●	●	● ●	○
Cryodur® 2990	● ● ●	●	●	●
Rapidur® 3343	● ● ●	●	●	○
Formadur® PH X Superclean	●	● ● ● ●	● ● ●	● ● ● ●
Formadur® PH 42 Superclean	●	●	● ●	● ● ● ●
Formadur® 320	●	●	●	● ●
Corroplast®	●	● ●	● ●	●

Narbätzbarkeit	Schweißbarkeit	Zerspanbarkeit	Nitrierbarkeit
• •	•	• •	•
• •	•	• •	•
○	•	• • •	•
• • •	• •	• • •	•
• •	•	• •	• •
• •	• •	• •	• •
○	•	• • •	• •
• •	• •	• •	•
• •	• •	• •	•
• •	• •	• •	• •
• •	• •	• •	• •
• •	• •	• •	• •
• •	• •	• •	• •
• •	• •	• •	• •
• •	•	• •	-
○	○	•	• • •
•	○	• •	•
○	○	•	•
• • •	• • •	• •	• •
• •	• •	• •	• •
• •	• •	• •	• •
• • •	• •	• •	-
• •	• •	• •	-
• •	○	• •	-
○	○	• •	• • •
○	○	• •	•
•	○	•	•
• • •	• • • •	• •	• •
• • •	• • • •	• •	• •
• • •	• • •	• • •	• •
•	• • • •	• • • •	• •

# Werkstoffdatenblätter

Nachfolgend die wichtigsten Werkstoffe im Bereich Kunststoff-formenstahl mit ihren Werkstoffeigenschaften, der Normenzuordnung, physikalischen Eigenschaften und Hinweisen zur Verwendung und Wärmebehandlung.

**Formadur® 2083/2083 Superclean**

**Formadur® 2085**

**Formadur® 2162**

**Formadur® 2190 Superclean**

**Formadur® 2311**

**Formadur® 2312**

**Formadur® 2316/ 2316 Superclean**

**Thermodur® 2343 EFS/2343 EFS Superclean**

**Thermodur® 2344 EFS/ 2344 EFS Superclean**

**Cryodur® 2357**

**Formadur® 2361**

**Cryodur® 2363**

**Cryodur® 2379**

**Cryodur® 2709**

**Formadur® 2711**

**Formadur® 2738**

**Formadur® 2764**

**Cryodur® 2767**

**Cryodur® 2842**

**Formadur® 2891**

**Cryodur® 2990**

**Rapidur® 3343**

**Formadur® PH X Superclean**

**Formadur® PH 42 Superclean**

**Formadur® 320/320 Superclean**

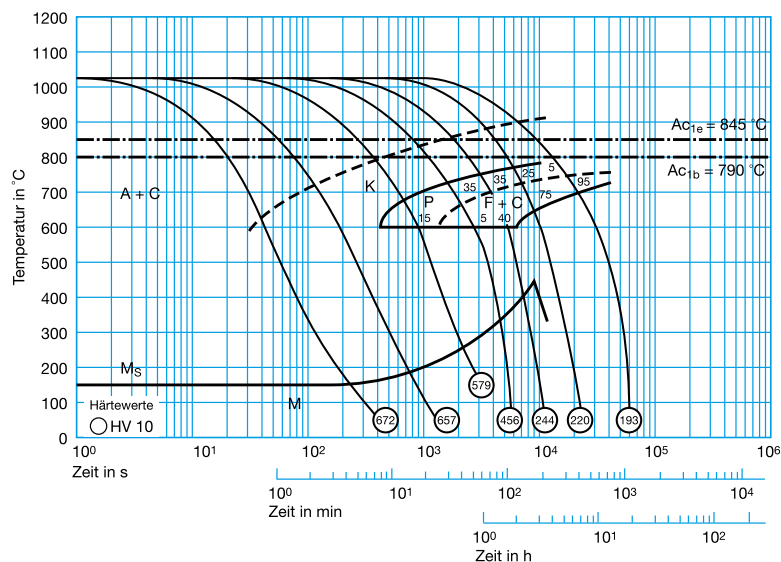
**Corroplast®**



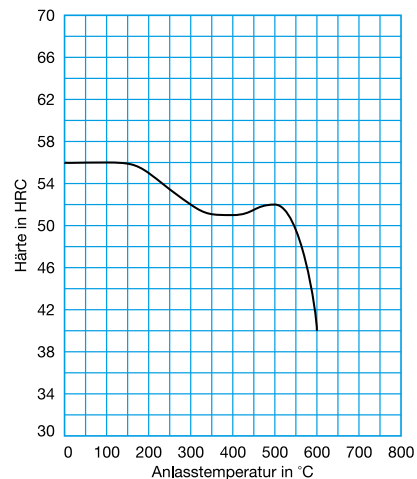
## Formadur® 2083/2083 Superclean

X40Cr14		C 0,40 Cr 13,00								
Werkstoff-eigenschaften	Korrosionsbeständig, gute Polierbarkeit. Für höchste Anforderungen an die Polierbarkeit empfehlen wir Formadur® 2083 Superclean umgeschmolzen zu verwenden.									
Normenzuordnung	AISI 420					AFNOR Z40C14				
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient									
	bei °C	20 - 100	20 - 150	20 - 200	20 - 250	20 - 300	20 - 350	20 - 400	20 - 450	20 - 500
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	11,1	11,3	11,6	11,8	12,0	12,3	12,4	12,5	12,6
	Vergütet									
	Wärmeleitfähigkeit bei °C	23	150	300	350	400	500			
	W/(m • K)	22,6	24,0	24,6	24,9	24,4	23,7			
	Vergütet									
Verwendungshinweise	Formen zur Verarbeitung von korrodierend wirkenden Kunststoffen.									
Wärmebehandlung	Weichglühen °C	Abkühlen			Glühhärte HB					
	760 – 800	Ofen			Max. 230					
	Härten °C	Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC					
	1000 – 1050	Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C			56					
	Anlassen °C									
	HRC	100	200	300	400	500	600			
		56	55	52	51	52	40			

### Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



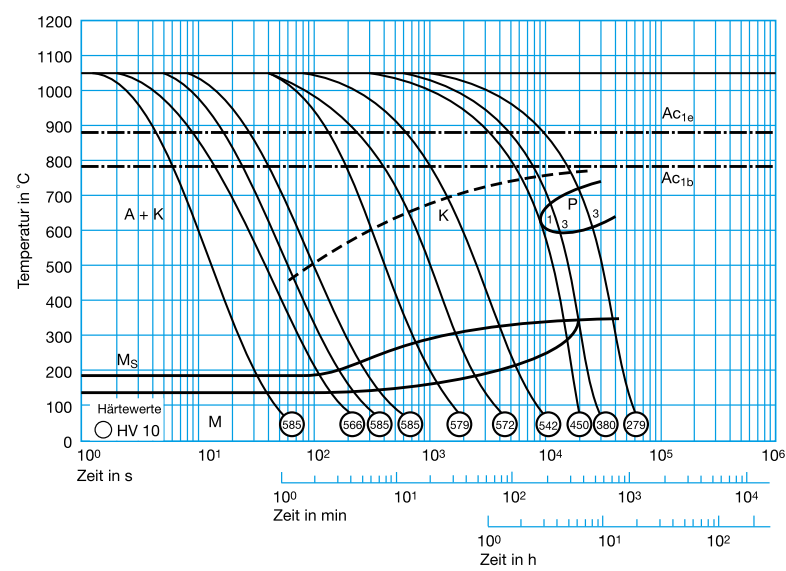
### Anlassschaubild



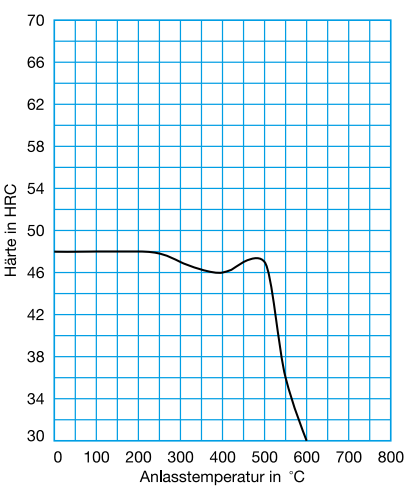
Formadur® 2085

X33CrS16										C 0,33	Cr 16,00	S 0,05	Ni 0,50
Werkstoff-eigenschaften	Vergüteter korrosionsbeständiger Formrahmenstahl, Lieferhärte 280 bis 325 HB. Verbesserte Zerspanbarkeit gegenüber Formadur® 2316.												
Normenzuordnung	AISI ~420FM												
Verwendungshinweise	Formrahmen, Aufbauteile, Kunststoffformen.												
Wärmebehandlung	Weichglühen °C			Abkühlen			Glühhärte HB						
	850 – 880			Ofen			Max. 230						
	Härten °C			Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC						
	1000 – 1050			Öl			48						
	Anlassen °C			100	200	300	400	450	500	550	600		
HRC			48	48	47	46	47	47	36	30			

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



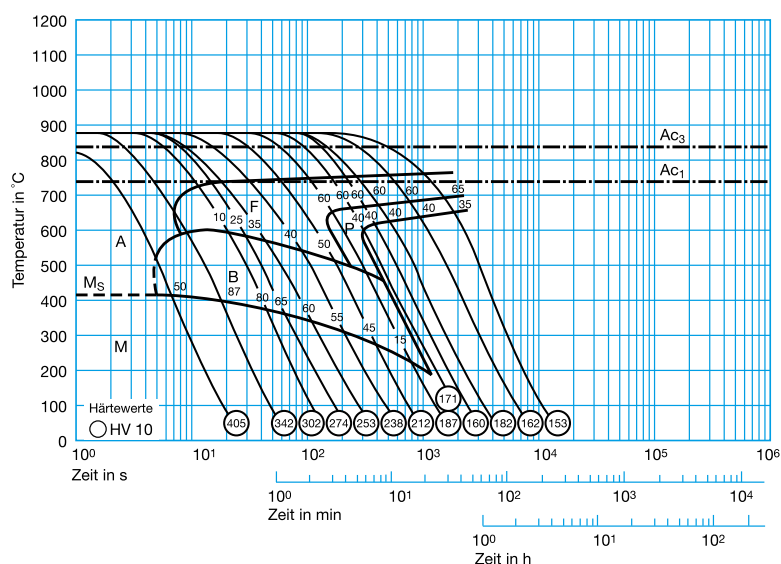
Anlassschaubild



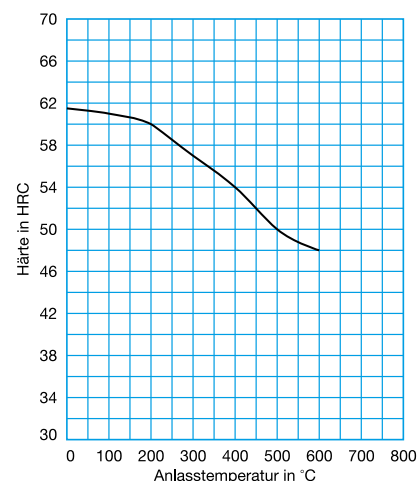
# Formadur® 2162

21MnCr5		C 0,21   Mn 1,30   Cr 1,20						
Werkstoff-eigenschaften	Einsatzstahl, polierfähig, kalteinsenkbar.							
Normenzuordnung	AISI ~P2							
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient							
	bei °C	20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 400	20 - 500	20 - 600	20 - 700
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	12,2	12,9	13,5	13,9	14,2	14,5	14,8
	Wärmeleitfähigkeit bei °C	20	350	700				
	W/(m • K)	39,5	36,5	33,5				
Verwendungshinweise	Hochglanzpolierte Kunststoffformen, Führungssäulen.							
Wärmebehandlung	Weichglühen °C		Abkühlen			Glühhärte HB		
	670 – 710		Ofen			Max. 210		
	Einsetzen °C	Zwischen-glühen °C	Härten °C	Abschrecken		Oberflächenhärte nach dem Abschrecken HRC		
	870 – 900	620 – 650	810 – 840	Öl oder Warmbad, 180 – 220 °C		62		
	Anlassen °C		100	200	300	400	500	600
	HRC		61	60	57	54	50	48

## Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



## Anlassschaubild

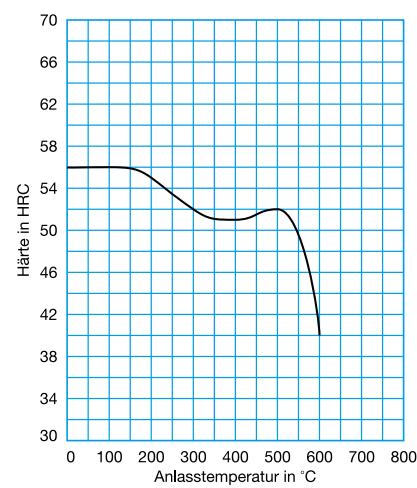




Formadur® 2190 Superclean

(X37Cr13)	C 0,37   Si 0,90   Mn 0,50   Cr 13,60   V 0,30									
Werkstoff-eigenschaften	Korrosionsbeständig, sehr gute Polierbarkeit.									
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient									
	bei °C	20 - 100	20 - 150	20 - 200	20 - 250	20 - 300	20 - 350	20 - 400	20 - 450	20 - 500
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	10,7	11,0	11,2	11,5	11,7	11,9	12,1	12,3	12,4
	Vergütet									
	Wärmeleitfähigkeit bei °C	23	150	300	350	400	500			
	W/(m • K)	21,5	23,2	23,9	24,3	24,2	24,0			
	Vergütet									
Verwendungshinweise	Formen zur Verarbeitung von korrodierend wirkenden Kunststoffen.									
Wärmebehandlung	Weichglühen °C		Abkühlen				Glühhärte HB			
	760 – 800		Ofen				Max. 230			
	Härten °C		Abschrecken				Härte nach dem Abschrecken HRC			
	1000 – 1050		Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C				56			
	Anlassen °C		100	200	300	400	500	600		
	HRC	56	55	52	51	52	40			

Anlassschaubild

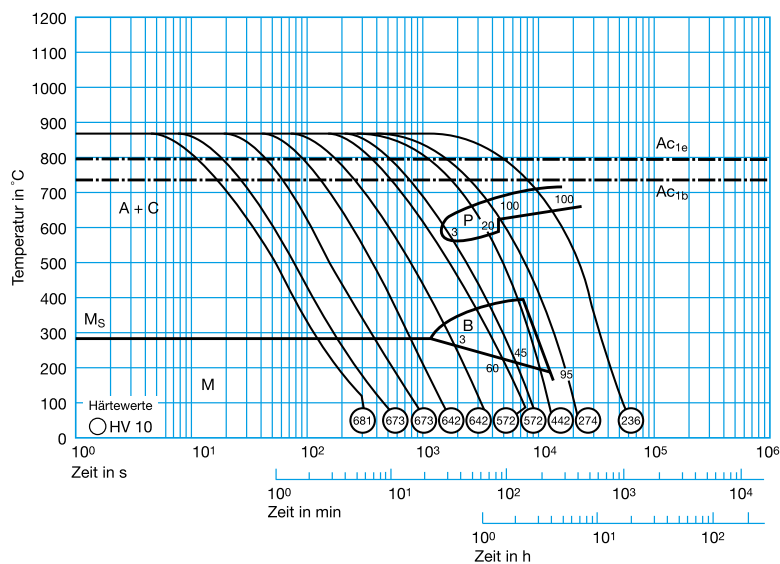


Der in Klammern gesetzte Kurzname ist nicht standardisiert in EN ISO 4957.

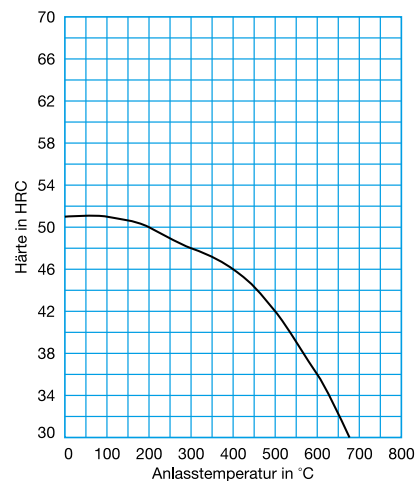
## Formadur® 2311

40CrMnMo7											C 0,40	Mn 1,50	Cr 1,90	Mo 0,20
Werkstoff-eigenschaften	Vergüteter Kunststoffformenstahl, Lieferhärte 280 bis 325 HB. Gute Zerspanbarkeit, narbungsgeeignet, bessere Polierfähigkeit gegenüber Formadur® 2312.													
Normenzuordnung	AISI P20													
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient													
	bei °C		20 - 100	20 - 150	20 - 200	20 - 250	20 - 300	20 - 350	20 - 400	20 - 450	20 - 500			
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)		12,6	12,8	13,0	13,3	13,5	13,7	13,9	14,1	14,3			
	Vergütet													
	Wärmeleitfähigkeit bei °C		23	150	300	350	400	500						
	W/(m • K)		32,5	32,9	31,3	30,2	29,5	27,4						
	Vergütet													
Verwendungshinweise	Kunststoffformen, Formrahmen für Kunststoff- und Druckgießformen, Rezipientenmäntel.													
Wärmebehandlung	Weichglühen °C		Abkühlen				Glühhärte HB							
	710 – 740		Ofen				Max. 235							
	Härten °C		Abschrecken				Härte nach dem Abschrecken HRC							
	840 – 870		Öl oder Warmbad, 180 – 220 °C				51							
	Anlassen °C													
	HRC		100	200	300	400	500	600	700					
			51	50	48	46	42	36	28					

## Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



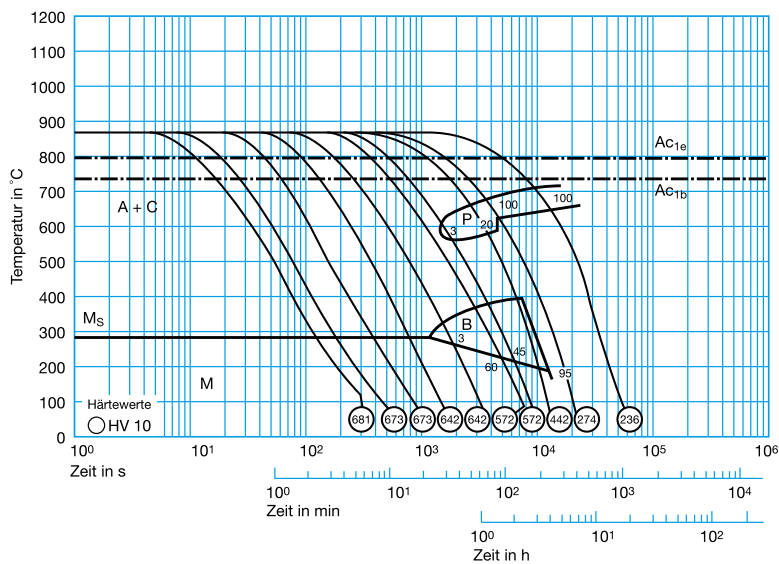
## Anlassschaubild



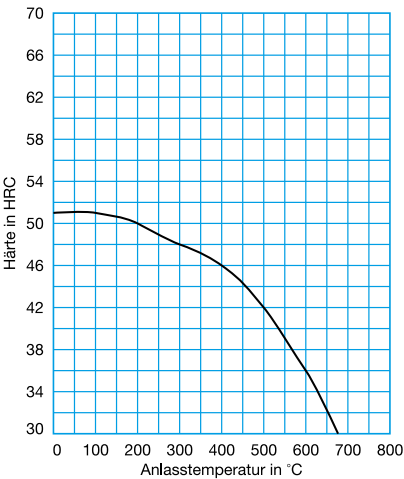
Formadur® 2312

40CrMnMoS8-6 <sup>1)</sup>									C 0,40   Si 0,35   Mn 1,50   Cr 1,90   Mo 0,20   S 0,05								
Werkstoff-eigenschaften		Vergüteter Kunststoffformenstahl, Lieferhärte 280 bis 325 HB. Verbesserte Zerspanbarkeit gegenüber Formadur® 2311.															
Normenzuordnung		AISI P20+S															
Physikalische Eigenschaften		Wärmeausdehnungskoeffizient															
		bei °C		20 - 100			20 - 200			20 - 300							
		10 <sup>-6</sup> m/(m • K) Geglüht		12,5			13,4			13,9							
		10 <sup>-6</sup> m/(m • K) Vergütet		12,3			13,0			13,7							
		Wärmeleitfähigkeit bei °C		100		150		200		250		300					
		W/(m • K) Geglüht		40,2		40,9		40,3		40,0		39,0					
W/(m • K) Vergütet		39,8		40,4		40,4		39,9		39,0							
Verwendungshinweise		Kunststoffformen, Formrahmen für Kunststoff- und Druckgießformen, Rezipientenmäntel.															
Wärmebehandlung		Weichglühen °C				Abkühlen				Glühhärte HB							
		710 – 740				Ofen				Max. 235							
		Härten °C				Abschrecken				Härte nach dem Abschrecken HRC							
		840 – 870				Öl oder Warmbad, 180 – 220 °C				51							
		Anlassen °C		100		200		300		400		500		600		700	
		HRC		51		50		48		46		42		36		28	

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



Anlassschaubild



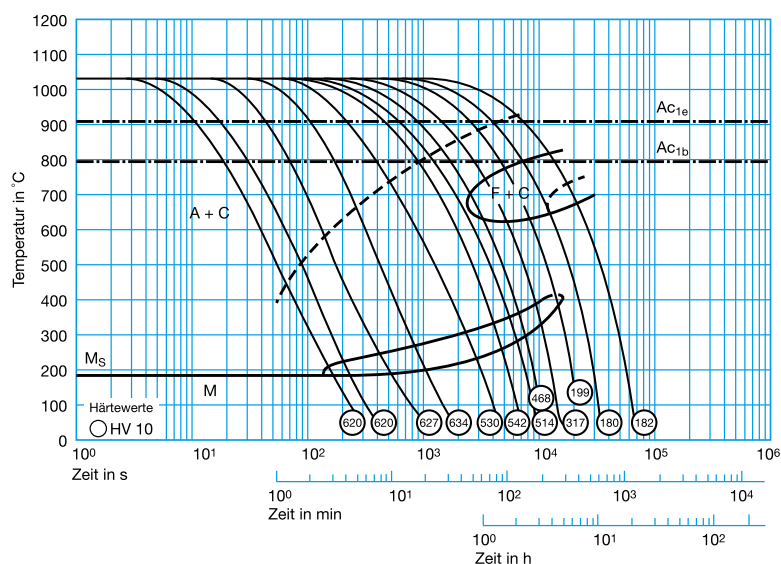
<sup>1)</sup> S kann auf 0,05 % bis 0,10 % angehoben werden und Ni kann entfallen.



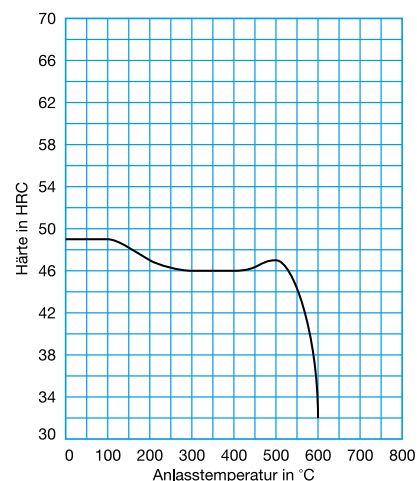
## Formadur® 2316/2316 Superclean

X38CrMo16		C 0,36 Cr 16,00 Mo 1,20									
Werkstoff-eigenschaften	Erhöhte Korrosionsbeständigkeit gegenüber Formadur® 2083, gute Polierbarkeit. Üblicherweise wird dieser Stahl vergütet mit einer Einbauhärte von ca. 300 HB geliefert.										
Normenzuordnung	AISI 420mod										
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient										
	bei °C	20 - 100	20 - 150	20 - 200	20 - 250	20 - 300	20 - 350	20 - 400	20 - 450	20 - 500	
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	10,5	10,7	10,8	10,9	11,1	11,3	11,5	11,6	11,7	
	Vergütet										
	Wärmeleitfähigkeit bei °C	23	150	300	350	400	500				
	W/(m • K)	23,5	24,2	24,3	24,4	24,1	23,2				
	Vergütet										
Verwendungshinweise	Formen zur Verarbeitung von korrodierend wirkenden Kunststoffen.										
Wärmebehandlung	Weichglühen °C	Abkühlen				Glühhärte HB					
	760 – 800	Ofen				Max. 230					
	Härten °C	Abschrecken				Härte nach dem Abschrecken HRC					
	1020 – 1050	Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C				49					
	Anlassen °C										
	HRC	100	200	300	400	500	600				
		49	47	46	46	47	32				

### Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



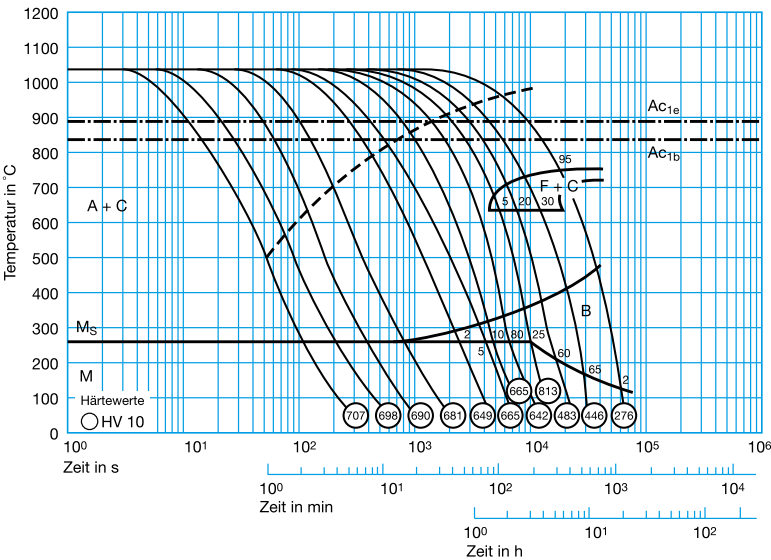
### Anlassschaubild



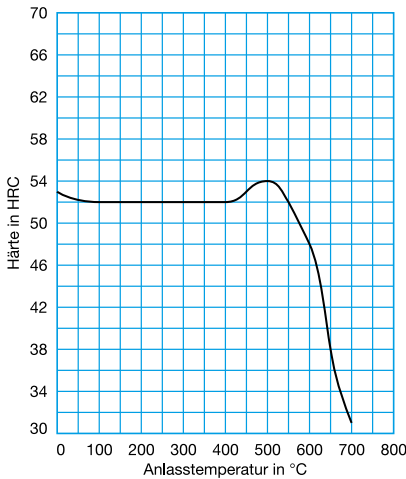
Thermodur® 2343 EFS/2343 EFS Superclean

X37CrMoV5-1											C 0,38	Si 1,00	Cr 5,30	Mo 1,30	V 0,40
Werkstoff-eigenschaften		Hohe Warmfestigkeit und Zähigkeit. Gute Wärmeleitfähigkeit und Warmrissunempfindlichkeit. Bedingt wasserkühlbar.													
Normenzuordnung		AISI H11				AFNOR Z38CDV5									
Physikalische Eigenschaften		Wärmeausdehnungskoeffizient													
		bei °C		20 - 100	20 - 150	20 - 200	20 - 250	20 - 300	20 - 350	20 - 400	20 - 450	20 - 500			
		10 <sup>-6</sup> m/(m • K)		11,7	11,9	12,2	12,4	12,6	12,8	13,0	13,1	13,3			
		Vergütet													
		Wärmeleitfähigkeit bei °C		23	300	400	500								
		W/(m • K)		24,4	28,2	28,9	28,8								
		Vergütet													
Verwendungshinweise		Universell verwendbarer Warmarbeitsstahl. Druckgieß- und Strangpresswerkzeuge für die Leichtmetallverarbeitung, Schmiedegesenke, Formen, Schnecken und Zylinder für die Kunststoffverarbeitung, Armierungsringe, Warmscherenmesser. Für höchste Anforderungen empfehlen wir, Thermodur® 2343 Superclean (ESU) zu verwenden.													
Wärmebehandlung		Weichglühen °C				Abkühlen			Glühhärte HB						
		750 – 800				Ofen			Max. 230						
		Spannungsarmglühen °C				Abkühlen									
		Ca. 600 – 650				Ofen									
		Härten °C				Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC						
		1000 – 1030				Luft, Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C			54						
		Anlassen °C				100	200	300	400	500	550	600	650	700	
		HRC				52	52	52	52	54	52	48	38	31	

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



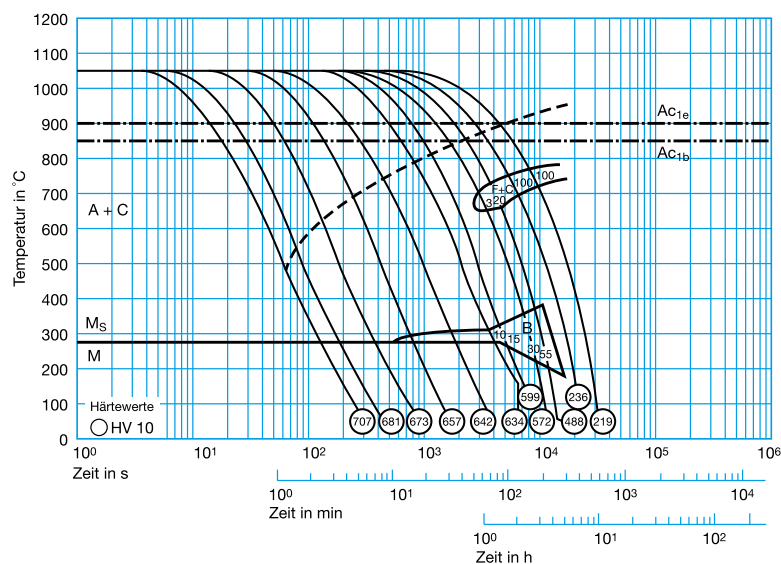
Anlassschaubild



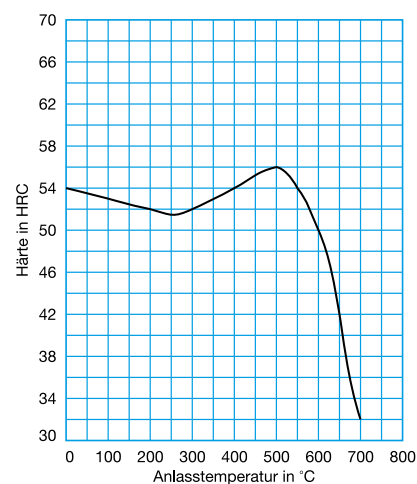
# Thermodur® 2344 EFS/2344 EFS Superclean

X40CrMoV5-1										
C 0,40 Si 1,00 Cr 5,30 Mo 1,40 V 1,00										
Werkstoff-eigenschaften	Hoher Warmverschleißwiderstand, hohe Warmfestigkeit und Zähigkeit. Gute Wärmeleitfähigkeit und Warmrissunempfindlichkeit. Bedingt wasserkühlbar.									
Normenzuordnung	AISI H13		AFNOR Z40CDV5							
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient									
	bei °C	20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 400	20 - 500	20 - 600	20 - 700		
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	10,9	11,9	12,3	12,7	13,0	13,3	13,5		
	Wärmeleitfähigkeit bei °C	23	350	700						
	W/(m • K) Geglüht	27,2	30,5	33,4						
	Vergütet Vergütet	25,5	27,6	30,3						
Verwendungshinweise	Universell verwendbarer Warmarbeitsstahl. Druckgieß- und Strangpresswerkzeuge für die Leichtmetallverarbeitung, Schmiedegesenke, Formen, Schnecken und Zylinder für die Kunststoffverarbeitung, nitrierte Auswerfer, Warmscherenmesser. Für höchste Anforderungen empfehlen wir, Thermodur® 2344 Superclean (ESU) zu verwenden.									
Wärmebehandlung	Weichglühen °C	Abkühlen				Glühhärte HB				
	750 - 800	Ofen				Max. 230				
	Härten °C	Abschrecken				Härte nach dem Abschrecken HRC				
	1010 – 1030	Luft, Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C				54				
	Anlassen °C	100	200	300	400	500	550	600	650	700
	HRC	53	52	52	54	56	54	50	42	32

## Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



## Anlassschaubild

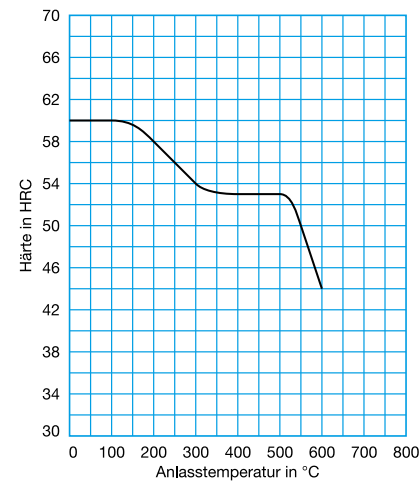




Cryodur® 2357

(50CrMoV1315)	C 0,50	Si 0,30	Mn 0,70	Cr 3,35	Mo 1,60	V 0,25
Werkstoff-eigenschaften	Hohe Zähigkeit, hoher Verschleißwiderstand, hohe Druckfestigkeit und Maßhaltigkeit, gute Polierbarkeit.					
Normenzuordnung	AISI S7					
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient					
	bei °C	20 - 200		20 - 400		
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	12,2		12,5		
	Wärmeleitfähigkeit bei °C	20		200		400
	W/(m • K)	28,9		30,0		31,0
Verwendungshinweise	Kaltarbeitsstahl für Stanzwerkzeuge, Formwerkzeuge, Schrottscheren, Lochstempel, Einsenkstempel, Prägestempel, Abgratwerkzeuge, Kunststoffformen und Tablettierpressstempel.					
Wärmebehandlung	Weichglühen °C		Abkühlen		Glühhärte HB	
	810 - 850		Ofen		Ca. 220	
	Spannungsarmglühen °C		Abkühlen			
	Ca. 600		Ofen			
	Härten °C		Abschrecken		Härte nach dem Abschrecken HRC	
	920 – 970		Luft oder Öl		60 – 62	
	Anlassen °C	100	200	300	400	500
	HRC	60	58	54	53	53
					550	600
					50	44

Anlassschaubild

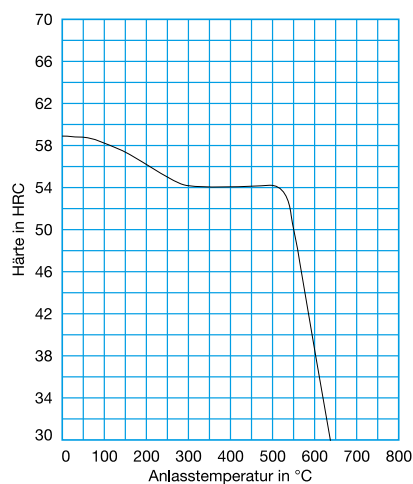


Der in Klammern gesetzte Kurzname ist nicht standardisiert in EN ISO 4957.

## Formadur® 2361

X91CrMoV18		C 0,90   Si < 1,00   Cr 18,00   Mo 1,00   V 0,10							
Werkstoff-eigenschaften	Korrosionsbeständiger Kunststoffformenstahl mit sehr guter Verschleißbeständigkeit.								
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient								
	bei °C	20 - 200	20 - 200	20 - 300	20 - 400				
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	10,5	11,0	11,0	12,0				
	Wärmeleitfähigkeit bei °C								
	20								
	W/(m • K)								
	29								
Verwendungshinweise	Kunststoffformen, Spritzdüsen, Ventileile, Kugellager.								
Wärmebehandlung	Weichglühen °C		Abkühlen			Glühhärte HB			
	800 – 850		Langsam, z. B. Ofen			Max. 265			
	Härten °C		Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC			
	1000 – 1050		Öl			59			
	Anlassen °C								
	HRC		100	200	300	400	500	550	600
			58	56	54	54	54	50	40

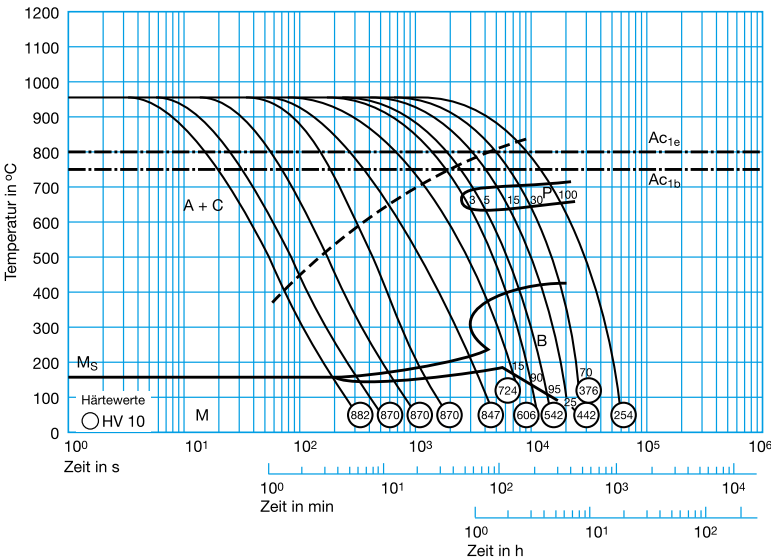
## Anlassschaubild



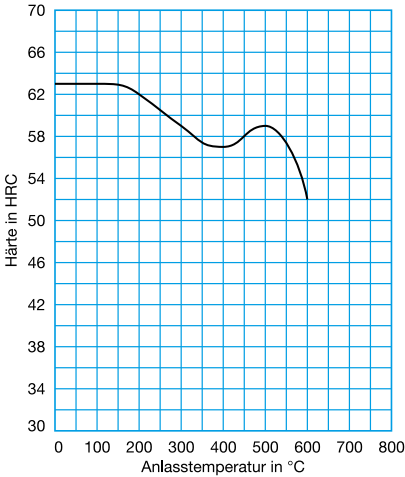
Cryodur® 2363

X100CrMoV5								C 1,00			Si 0,30	Mn 0,50	Cr 5,00	Mo 0,95	V 0,20	
Werkstoff-eigenschaften		Geringe Maßänderung bei der Wärmebehandlung. Hoher Verschleißwiderstand, gute Zähigkeit.														
Normenzuordnung		AISI A2					AFNOR Z100CDV5									
Physikalische Eigenschaften		Wärmeleitfähigkeit bei °C W/(m • K)			20		350		700							
					15,8		26,7		29,1							
Verwendungshinweise		Schneidwerkzeuge, Rollen, Scherenmesser, Kaltpilgerdorne, Kaltprägewerkzeuge, Formen für die Kunststoffverarbeitung.														
Wärmebehandlung		Weichglühen °C 800 – 840				Abkühlen Ofen				Glühhärte HB Max. 231						
		Spannungsarmglühen °C Ca. 650				Abkühlen Ofen										
		Härten °C 930 – 970				Abschrecken Luft, Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C				Härte nach dem Abschrecken HRC 63						
		Anlassen °C HRC				100 63		200 62		300 59		400 57		500 59		600 52

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



Anlassschaubild



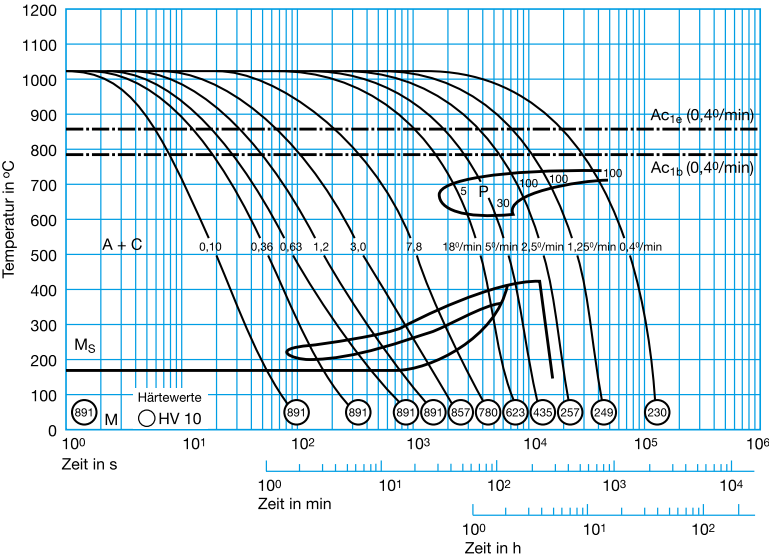


## Cryodur® 2379

X153CrMoV12										
C 1,55 Si 0,30 Mn 0,35 Cr 12,00 Mo 0,75 V 0,90										
Werkstoff-eigenschaften	Ledeburitischer 12%iger Cr-Stahl. Höchster Verschleißwiderstand, gute Zähigkeit. Beste Schneidhaltigkeit und Anlassbeständigkeit, nitrierbar nach Sonderwärmebehandlung.									
Normenzuordnung	AISI D2		AFNOR Z160CDV12							
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient									
	bei °C		20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 400				
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)		10,5	11,5	11,9	12,2				
	Wärmeleitfähigkeit bei °C		20	350	700					
	W/(m • K)		16,7	20,5	24,2					
Verwendungshinweise	Gewindewalzrollen und -backen, Kaltfließpresswerkzeuge, Schneid- und Stanzwerkzeuge für Blechdicken bis 6 mm, Feinschneidwerkzeuge bis 12 mm. Kaltpilgerdorne, Kreisscherenmesser, Tiefziehwerkzeuge, Schließeleisten und Kunststoffformen mit hohem Verschleißwiderstand.									
Wärmebehandlung	Weichglühen °C		Abkühlen			Glühhärte HB				
	830 – 860		Ofen			Max. 250				
	Spannungsarmglühen °C		Abkühlen							
	650 –700		Ofen							
	Härten °C		Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC				
	1000 – 1050		Luft, Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C			63				
	Anlassen °C		100	200	300	400	500	525	550	600
	HRC		63	61	58	58	58	60	56	50
Sonder-wärmebehandlung	Härten °C		Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC				
	1050 – 1080		Luft, Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C			61				
	Anlassen °C (dreimal)		100	200	300	400	500	525	550	600
	HRC		61	60	58	59	62	62	57	50

Cryodur® 2379

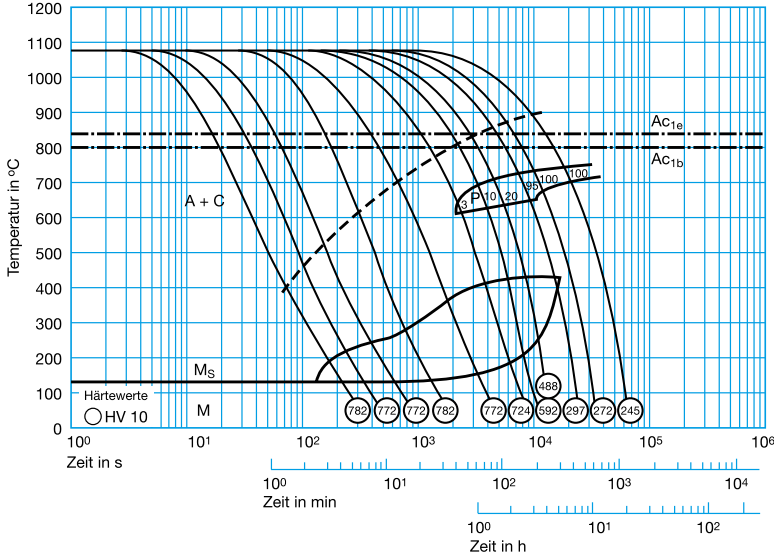
Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild,  
Härtetemperatur: 1030 °C



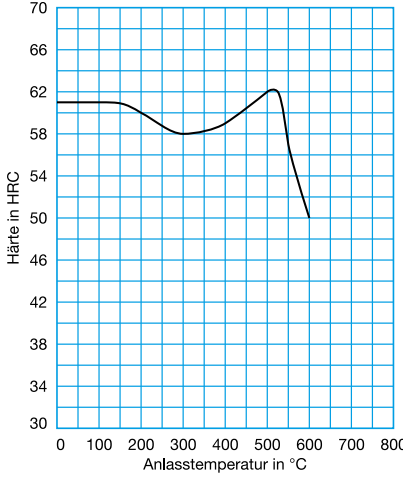
Anlassschaubild



Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild,  
Härtetemperatur: 1080 °C



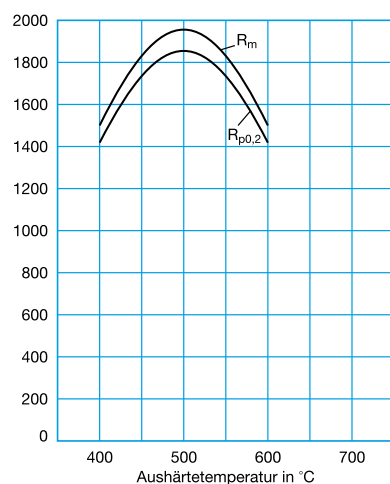
Anlassschaubild



## Cryodur® 2709

(X3NiCoMoTi18-9-5) C < 0,02 Mo 5,00 Ni 18,00 Co 10,00 Ti 1,00										
<b>Werkstoff-eigenschaften</b>	Verzugsarm, ausscheidungshärtend, hohe Streckgrenze und Zugfestigkeit bei guter Zähigkeit.									
<b>Normenzuordnung</b>	AISI 18MAR300									
<b>Physikalische Eigenschaften</b>	<b>Wärmeausdehnungskoeffizient</b>									
	bei °C	20 - 100	20 - 150	20 - 200	20 - 250	20 - 300	20 - 350	20 - 400	20 - 450	20 - 500
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	10,1	10,3	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,5	11,8
	<b>Ausgelagert</b>									
	<b>Wärmeleitfähigkeit bei °C</b>									
		23	150	300	350	400	500			
	W/(m • K)	18,4	20,4	22,7	23,2	23,5	24,0			
	<b>Ausgelagert</b>									
<b>Verwendungshinweise</b>	Armierungen für Kaltfließpresswerkzeuge, formschwierige Leichtmetall-Druckgieß- und Kunststoffformen.									
<b>Wärmebehandlung</b>	<b>Lösungsglühen °C</b>			<b>Abkühlen</b>			<b>Glühhärt HB</b>			
	820 – 850			Wasser			Max. 340			
	<b>Ausscheidungshärte °C</b>			<b>Erreichbare Härte HRC</b>						
	490 / 6 Std. (Luft)			Ca. 55						

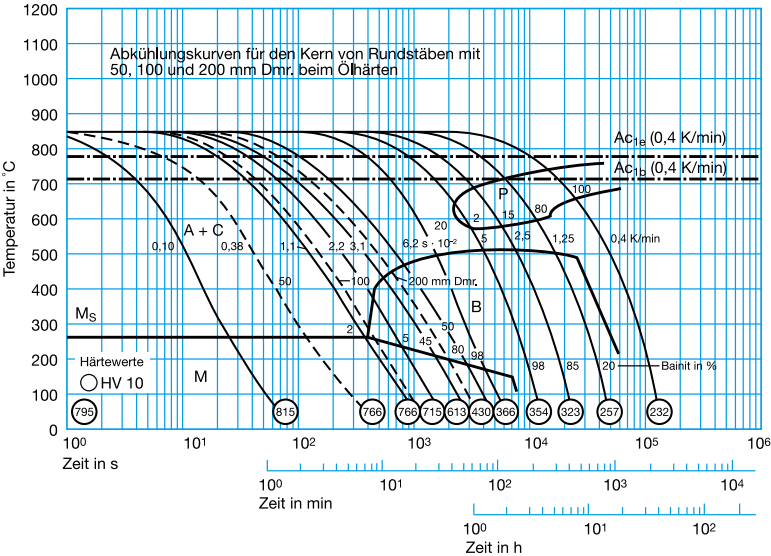
## Auslagerungsdiagramm



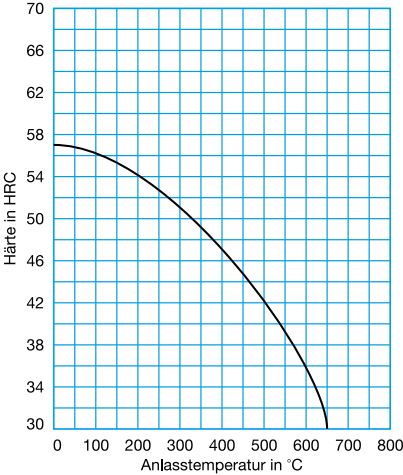
Formadur® 2711

54NiCrMoV6										
C 0,55   Cr 1,10   Ni 1,70   Mo 0,50   V 0,10										
Werkstoff-eigenschaften	Vergüteter Kunststoffformenstahl, Lieferhärte 355 bis 400 HB (vkt., flach) bzw. 370 bis 410 HB (rd.). Höhere Druckfestigkeit gegenüber Formadur® 2738, gute Polierbarkeit.									
Normenzuordnung	AISI ~L6									
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient									
	bei °C	20 – 100	20 – 150	20 – 200	20 – 250	20 – 300	20 – 350	20 – 400	20 – 450	20 – 500
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	12,2	12,5	12,7	13,0	13,3	13,5	13,8	13,9	14,1
	Vergütet									
	Wärmeleitfähigkeit bei °C	23	150	300	350	400	500			
	W/(m • K)	30,5	32,1	30,8	29,6	28,7	26,5			
	Vergütet									
Verwendungshinweise	Kunststoffformen mit erhöhten Anforderungen an die Druckfestigkeit und den Verschleißwiderstand.									
Wärmebehandlung	Weichglühen °C		Abkühlen			Glühhärte HB				
	650 – 700		Ofen			Max. 240				
	Härten °C		Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC				
	830 – 870		Luft oder Öl			57				
	Anlassen °C									
	HRC	100	200	300	400	450	500	550	600	650
		56	54	51	47	44	42	39	36	30

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



Anlassschaubild

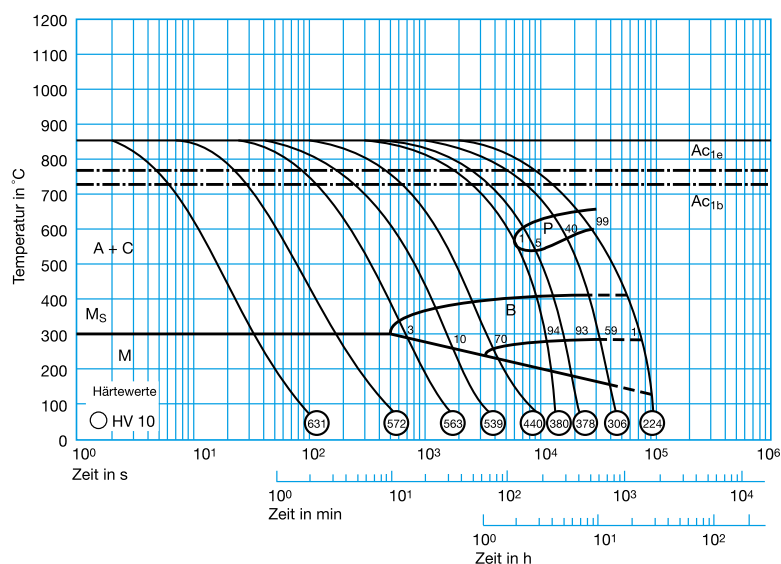




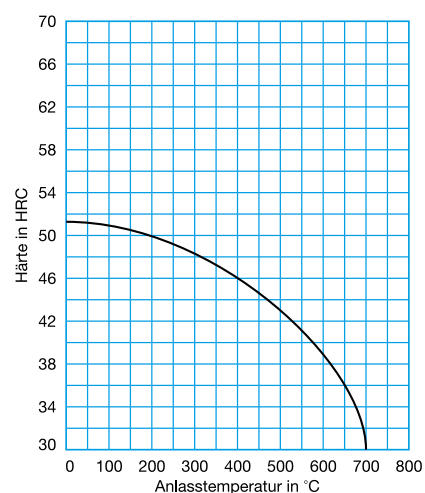
## Formadur® 2738

40CrMnNiMo8-6-4								
C 0,40   Mn 1,50   Cr 1,90   Ni 1,00   Mo 0,20								
Werkstoff-eigenschaften	Vergüteter Kunststoffformenstahl, Lieferhärte 280 – 325 HB. Gute Zerspanbarkeit, narbungsgeeignet, bessere Durchvergütbarkeit gegenüber Formadur® 2311, gute Polierbarkeit.							
Normenzuordnung	AISI P20+Ni							
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient							
	bei °C	20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 400	20 - 500	20 - 600	20 - 700
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	11,1	12,9	13,4	13,8	14,2	14,6	14,9
	Wärmeleitfähigkeit bei °C	20	350	700				
	W/(m • K)	34,5	33,5	32,0				
Verwendungshinweise	Kunststoff-Großformen mit tiefgehender Gravur und hoher Kernbeanspruchung. Formadur® 2738 ist die logische Weiterentwicklung des vergüteten Kunststoffformenstahles Formadur® 2311 für Großformen, denn auch diese müssen eine hohe Kernfestigkeit aufweisen. Der zusätzliche Nickelgehalt von 1 % erhöht die Durchvergütbarkeit. Durch Mikrolegieren und Vakuumbehandlung besitzt Formadur® 2738 hervorragende Merkmale: gute Zerspanbarkeit, beste Polierfähigkeit, hohe Narbätzsicherheit.							
Wärmebehandlung	Weichglühen °C	Abkühlen			Glühhärte HB			
	710 – 740	Ofen			Max. 235			
	Härten °C	Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC			
	840 – 870	Polymer oder Öl			51			
	Anlassen °C	100	200	300	400	500	600	700
	HRC	51	50	48	46	42	39	28

### Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



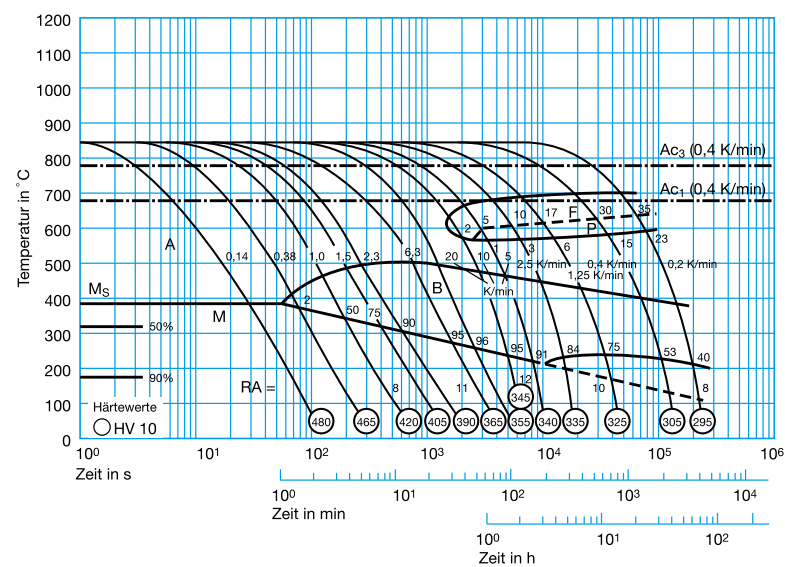
### Anlassschaubild



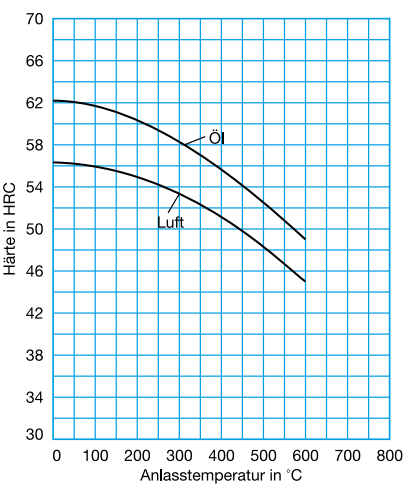
Formadur® 2764

(X19NiCrMo4)		C 0,19   Cr 1,30   Mo 0,20   Ni 4,10									
Werkstoff-eigenschaften		Einsatzstahl, hohe Kernfestigkeit, gute Polierbarkeit.									
Normenzuordnung		AISI ~P21									
Physikalische Eigenschaften		Wärmeausdehnungskoeffizient									
		bei °C		20 - 100		20 - 200		20 - 300   20 - 400			
		10 <sup>-6</sup> m/(m • K)		12,1		13,0		13,1   13,5			
		Wärmeleitfähigkeit bei °C		20		350		700			
		W/(m • K)		33,5		32,5		32,0			
Verwendungshinweise		Hochbeanspruchte Kunststoffformen.									
Wärmebehandlung		Weichglühen °C			Abkühlen				Glühhärte HB		
		620 – 660			Ofen				Max. 250		
		Spannungsarmglühen °C			Abkühlen						
		600			Ofen						
		Einsetzen °C		Zwischenglühen °C		Härten °C		Abschrecken in		Oberflächenhärte nach dem Abschrecken HRC	
		860 – 890		600 – 630		780 – 810		Öl oder Warmbad, 180 – 220 °C		62	
		860 – 890		600 – 630		800 – 830		Luft		56	
Anlassen °C				100		200		300   400   500   600			
nach der Ölhärtung HRC				62		60		58   56   52   49			
nach der Lufthärtung HRC				56		55		53   51   48   45			

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild

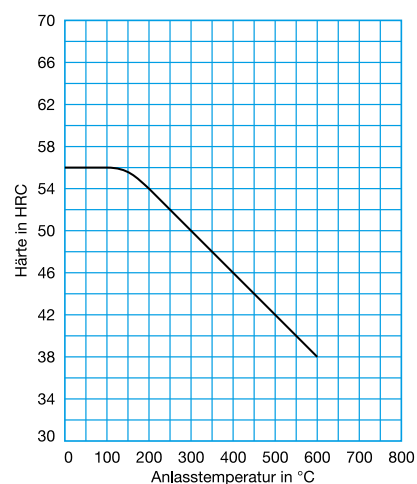


Anlassschaubild



Der in Klammern gesetzte Kurzname ist nicht standardisiert in EN ISO 4957.

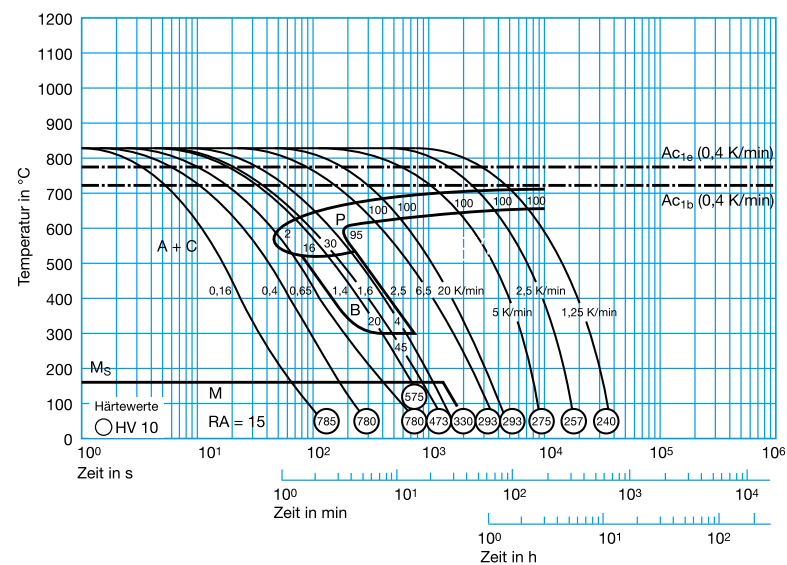
## Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



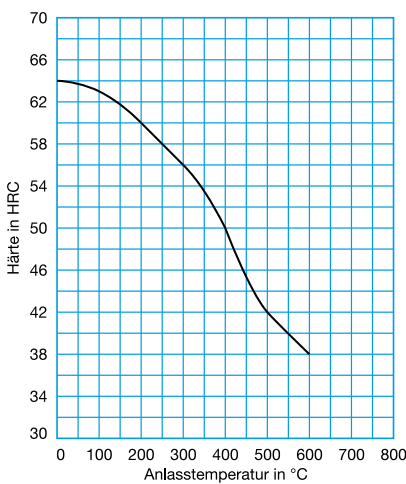
Cryodur® 2842

90MnCrV8		C 0,90	Si 0,20	Mn 2,00	Cr 0,40	V 0,10
Werkstoff-eigenschaften	Gute Schneidhaltigkeit, hohe Härtebarkeit, maßbeständig bei der Wärmebehandlung.					
Normenzuordnung	AISI O2		AFNOR 90MV8			
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient bei °C		20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 400
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)		12,2	13,2	13,8	14,3
	Wärmeleitfähigkeit bei °C		20	350	700	20 - 500
	W/(m • K)		33,0	32,0	31,3	20 - 600
						20 - 700
						15,0
						15,3
Verwendungshinweise	Universell verwendbarer Werkzeugstahl, Schneid- und Stanzwerkzeuge bis 6 mm Blechdicke, Gewindeschneidwerkzeuge, Reibahlen, Kaliber, Messwerkzeuge, Kunststoffformen, Scherenmesser, Führungsleisten.					
Wärmebehandlung	Weichglühen °C	Abkühlen		Glühhärte HB		
	680 – 720	Ofen		Max. 220		
	Spannungsarmglühen °C	Abkühlen				
	Ca. 650	Ofen				
	Härten °C	Abschrecken		Härte nach dem Abschrecken HRC		
	790 – 820	Öl oder Warmbad, 180 – 220 °C		64		
	Anlassen °C	100	200	300	400	500
	HRC	63	60	56	50	42

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



Anlassschaubild

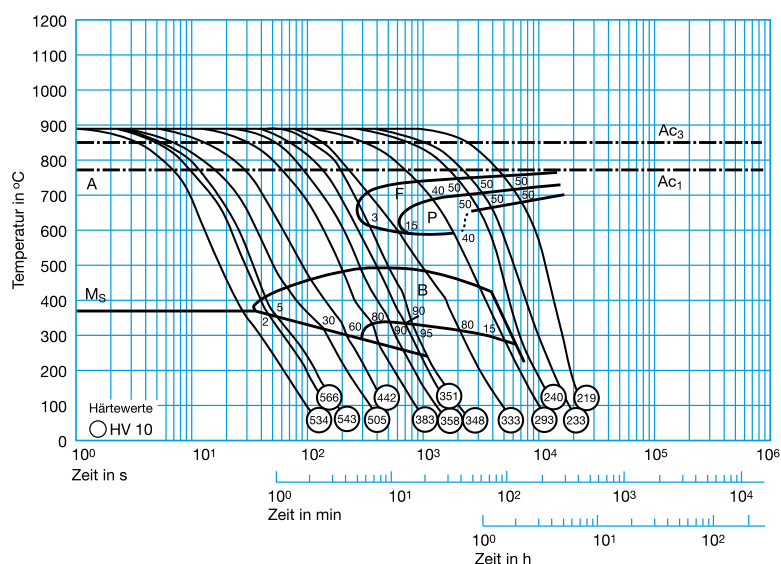




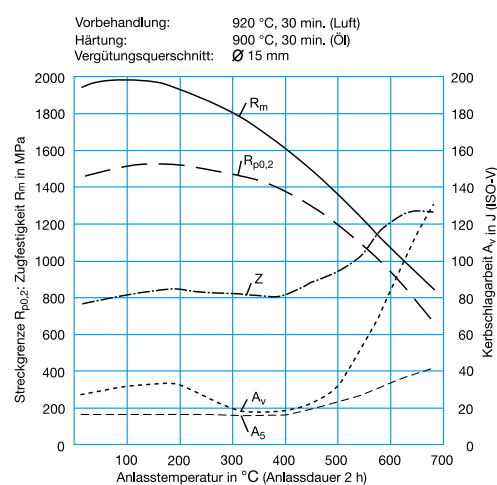
## Formadur® 2891

34CrAlNi7 C 0,35 Si 0,40 Al 1,00 Cr 1,70 Mo 0,20 Ni 1,00						
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Verschiedene Behandlungszustände, vergütet QT.					
	<b>Wärme- behandlungs- durchmesser in mm</b>	<b>Streckgrenze in MPa, <math>R_{p0,2}</math> min.</b>	<b>Zugfestigkeit in MPa, <math>R_m</math></b>	<b>Bruch- dehnung in %, A min.</b>	<b>Bruchein- schnürung in %, Z min.</b>	<b>Kerbschlag- arbeit (ISO-V) in J, Av min.</b>
	16 – 40	680	900 – 1100	10	–	30
	> 40 – 100	650	850 – 1050	12	–	30
	> 100 – 160	600	800 – 1000	13	–	35
	> 160 – 250	600	800 – 1000	13	–	35
<b>Verwendungshinweise</b>	Al-haltiger Nitrierstahl für große Querschnitte, geeignet für Kolbenstangen, Extruder, Zylinder, Zahnräder und Ringe.					
<b>Härte in verschiedenen Behandlungs- zuständen</b>	<b>Weichgeglüht HB</b> Max. 248		<b>Nitriert, Oberflächenhärte HV1</b> Ca. 950			
<b>Wärmebehandlung</b>	<b>Weichgeglüht HB</b> 680 – 720	<b>Härten</b> Ofen	<b>Abschrecken</b> Polymer oder Öl	<b>Anlassen °C</b> 580 – 700		<b>Nitrieren °C</b> 480 – 570
<b>Wärmeausdehnung</b>	<b>Temperatur in °C</b> <b>Linearer Wärmeausdehnungs- koeffizient <math>\alpha \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}</math></b>		-191 – +16	20 – 100	20 – 200	20 – 300
			9,1	11,1	12,1	12,9
						13,5
						13,9

## Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



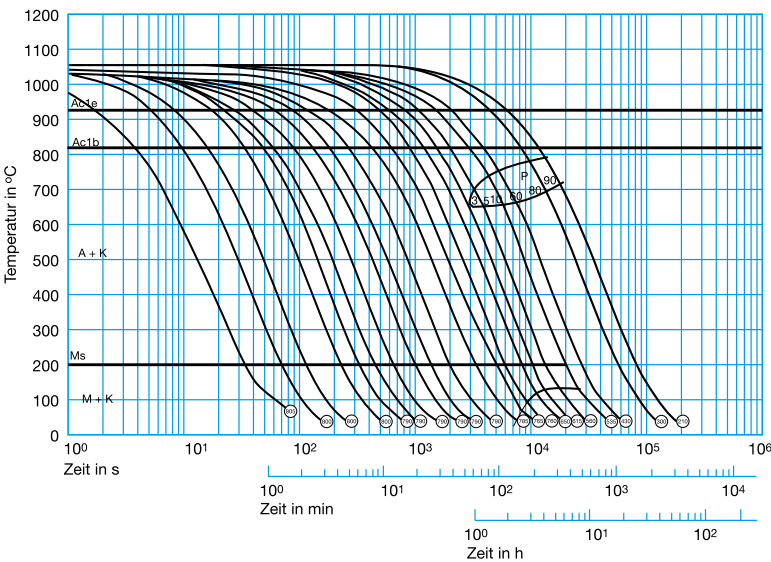
## Anlassschaubild



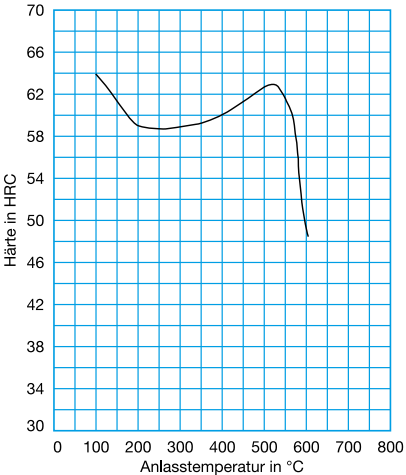
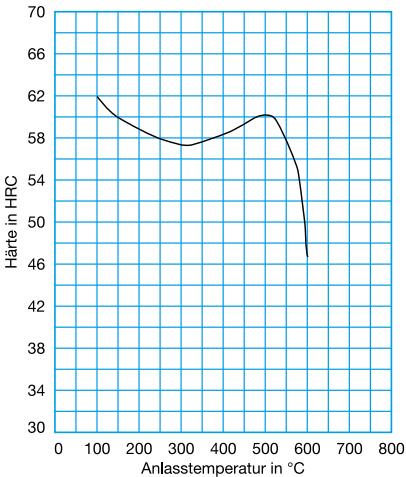
Cryodur® 2990

(~X100CrMoV8-1-1) C 1,00 Si 0,90 Cr 8,00 Mo 1,60 V 1,60										
Werkstoff-eigenschaften	Neu entwickelter ledeburitischer Kaltarbeitsstahl mit hoher Härte, guter Zähigkeit und hoher Anlassbeständigkeit bei gleichzeitig hohem Verschleißwiderstand.									
Physikalische Eigenschaften	Wärmeausdehnungskoeffizient									
	bei °C	20 - 100	20 - 150	20 - 200	20 - 250	20 - 300	20 - 350	20 - 400	20 - 450	20 - 500
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	11,4	11,6	11,7	11,9	12,0	12,1	12,3	12,4	12,6
	Wärmeleitfähigkeit bei °C									
	W/(m • K)	RT	100	150	200	300	400	500		
		24,0	25,9	26,8	27,1	27,4	27,2	26,8		
Verwendungshinweise	Schneid- und Stanzwerkzeuge, Feinschneidwerkzeuge, Gewindewalzbacken und -rollen, Kreisscherenmesser, Kaltpilgerdorne, Schliebleisten und Kunststoffformen, Kaltfließpresswerkzeuge und Tiefziehwerkzeuge, Holzbearbeitungswerkzeuge, Kaltwalzen.									
Wärmebehandlung	Weichglühen °C	Abkühlen			Glühhärt					
	830 – 860	Ofen			Max. 250					
	Spannungsarmglühen °C	Abkühlen								
	Ca. 650	Ofen								
	Härten °C	Abschrecken			Härte nach dem Abschrecken HRC					
	1030 <sup>1)</sup> – 1080 <sup>2)</sup>	Luft, Öl oder Warmbad, 500 – 550 °C			62 – 64					
	Anlassen °C	100	200	300	400	500	525	550	575	600
	<sup>1)</sup> HRC	62	59	57	58	60	60	59	55	46
	<sup>2)</sup> HRC	64	59	59	60	63	63	61	57	48

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



Anlassschaubilder  
Oben: Härten bei 1030 °C  
Unten: Härten bei 1080 °C

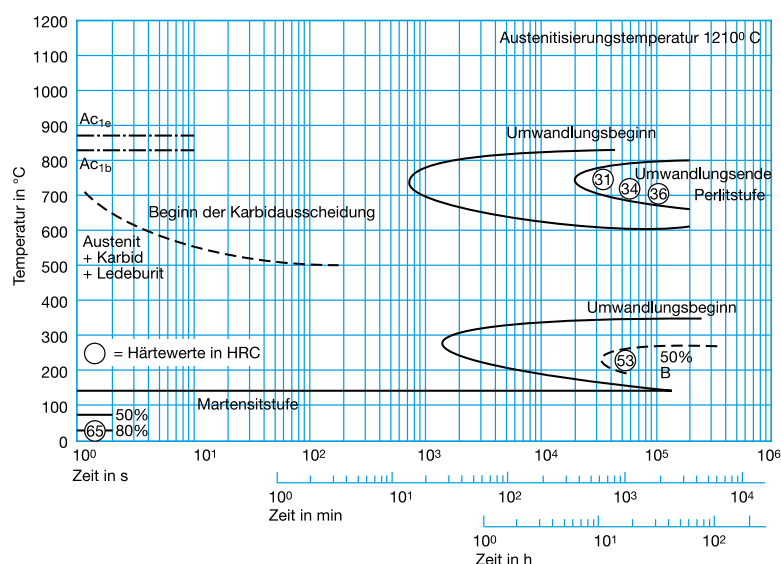


Der in Klammern gesetzte Kurzname ist nicht standardisiert in EN ISO 4957.

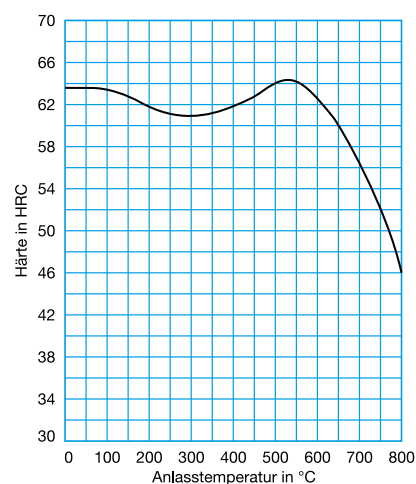
# Rapidur® 3343

HS6-5-2C		C 0,90	Si 0,30	Mn 0,30	Cr 4,10	Mo 5,00	V 1,90	W 6,40
Werkstoff-eigenschaften	Standardmarke des Schnellarbeitsstahls. Infolge seines gut ausgewogenen Legierungsaufbaues hohe Zähigkeit und gute Schneidfähigkeit, daher vielseitige Verwendungsmöglichkeiten. Dieser Stahl wird unter der Bezeichnung Rapidur® 3341 auch mit erhöhtem S-Gehalt (S = 0,12 %) geliefert.							
Normenzuordnung	AISI M2		AFNOR Z85WDCV06-05-04-02					
Physikalische Eigenschaften	Wärmeleitfähigkeit bei °C	20	350	700				
	W/(m • K)	32,8	23,5	25,5				
Verwendungshinweise	Kunststoffformen mit erhöhtem Verschleißwiderstand, Schnecken.							
Wärmebehandlung	Weichglühen °C	770 - 860			Abkühlen	Glühhärte HB		
					Ofen	Max. 269		
	Spannungsarmglühen °C	630 – 650			Abkühlen			
					Ofen			
	1. Vorwärmen °C	2. und 3. Vorwärmen °C	Härten <sup>1)</sup> °C		Abschrecken in	Anlassen °C	Härte nach dem Anlassen HRC	
	Bis ca. 400							
	im Luftumwälzofen	a) 850	1190 - 1230		a) Warmbad, 550 °C	Mind.	64 - 66	
		b) 850 und 1050			b) Öl	zweimal,		
					c) Luft	530 - 560		
<sup>1)</sup> Bei formschwierigen Werkzeugen für die Kaltumformung wird empfohlen, die Härtetemperatur an der unteren Grenze des angegebenen Bereichs zu wählen. Die Härtetemperaturen gelten für Salzbadhärtung. Bei Vakuumhärtung empfiehlt sich eine Senkung um 10 °C bis 30 °C.								

## Isothermes Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



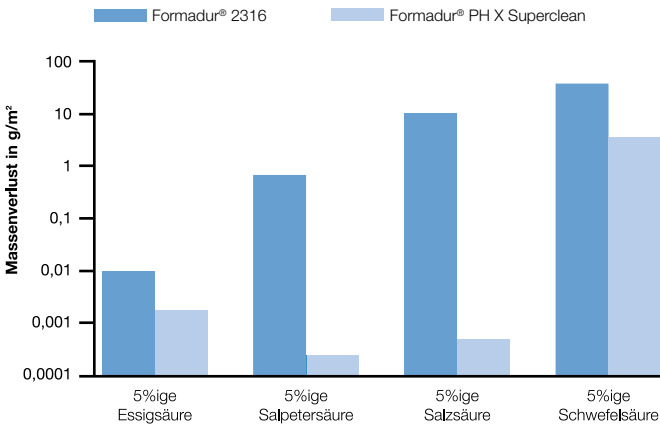
## Anlasssschaubild



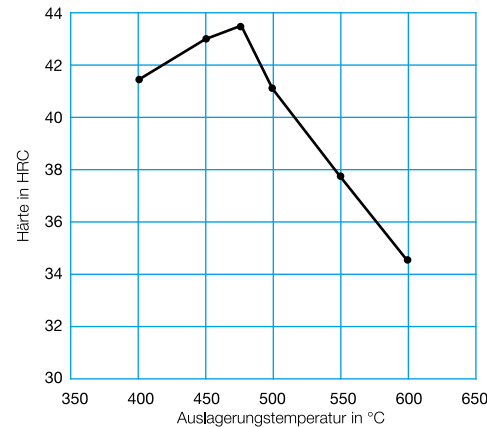
Formadur® PH X Superclean

(X5CrNiCuNb15-5) C 0,05 Cr 15,00 Ni 4,50 Cu 3,50 Nb +										
Werkstoff-eigenschaften	Formadur® PH X Superclean ist ein hoch korrosionsbeständiger, ausscheidungshärtbarer Stahl mit hoher Festigkeit bei gleichzeitig guter Zähigkeit. Formadur® PH X Superclean wird umgeschmolzen, was ihm eine ausgezeichnete Polierfähigkeit verleiht. Im Vergleich zu Formadur® 2316 ist die Korrosionsbeständigkeit deutlich verbessert, die Lieferhärte erhöht und das Reparaturschweißen vereinfacht.									
Physikalische Eigenschaften	<b>Wärmeausdehnungskoeffizient</b>									
	bei °C	20 - 100	20 - 150	20 - 200	20 - 250	20 - 300	20 - 350	20 - 400	20 - 450	20 - 500
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	10,4	10,6	10,9	11,1	11,4	11,5	11,7	11,9	12,0
	<b>Ausgelagert</b>									
Verwendungshinweise	<b>Wärmeleitfähigkeit bei °C</b>									
		23	150	300	350	400	500			
	W/(m • K)	16,8	20,1	22,1	22,8	23,3	24,1			
	<b>Ausgelagert</b>									
Wärmebehandlung	Formadur® PH X Superclean wird üblicherweise im ausgelagerten Zustand mit einer Härte von ca. 40 HRC geliefert.									

Massenverlustschaubild



Auslagerungsdiagramm



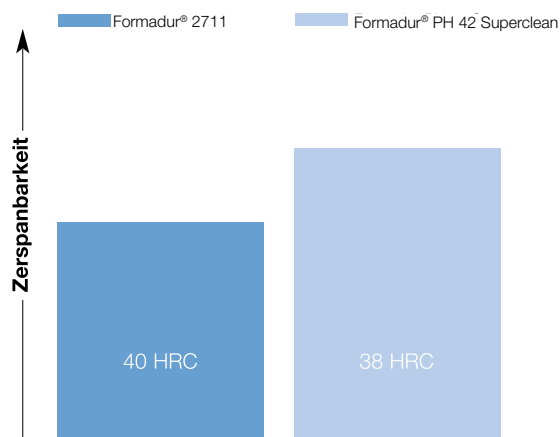
Der in Klammern gesetzte Kurzname ist nicht standardisiert in EN ISO 4957.



## Formadur® PH 42 Superclean

(15NiCuAl12-10-10) C 0,15 Mn 1,50 Ni 3,00 Cu 1,00 Al 1,00										
<b>Werkstoff-eigenschaften</b>	Lieferhärte ca. 38 HRC (ca. 1250 MPa). Aushärtbarer, umgeschmolzener Kunststoffformenstahl mit sehr guter Polier- und Narbätzbarkeit. Gute Zerspan-, Erodier-, Schweiß- und Nitrierbarkeit. Verbesserte Druckfestigkeit durch höhere Lieferhärte im Vergleich zu konventionellem Kunststoffformenstahl.									
<b>Physikalische Eigenschaften</b>	<b>Wärmeausdehnungskoeffizient bei °C</b>	20 – 100	20 – 150	20 – 200	20 – 250	20 – 300	20 – 350	20 – 400	20 – 450	20 – 500
	<b>10<sup>-6</sup> m/(m • K)</b>	12,6	12,8	13,0	13,3	13,5	13,7	13,9	14,0	14,2
	<b>Ausgelagert</b>									
	<b>Wärmeleitfähigkeit bei °C</b>	23	150	300	350	400	500			
<b>Verwendungshinweise</b>	<b>W/(m • K)</b>	25,7	29,4	29,8	29,6	29,2	28,2			
	<b>Ausgelagert</b>									
	<b>Elastizitätsmodul bei °C</b>	20								
	<b>MPa</b>	206000								
<b>Wärmebehandlung</b>	Formadur® PH 42 Superclean wird lösungsgeglüht und ausgelagert mit einer Einbauhärte von ca. 38 HRC geliefert. Eine nachträgliche Wärmebehandlung ist nicht erforderlich. Nach einem Reparaturschweißen wird ein erneutes Auslagern bei 500 °C über eine Stunde empfohlen.									
<b>Besondere Hinweise</b>	Aufgrund seiner ausgewogenen Zusammensetzung und seiner hohen Homogenität besitzt Formadur® PH 42 Superclean auch bei erhöhter Lieferhärte von ca. 38 HRC eine vergleichbare Zerspanbarkeit wie Formadur® 2311/2738. Gegenüber Formadur® 2711 konnte die Zerspanbarkeit (bei ungefähr gleicher Härtelage) deutlich verbessert werden.									

## Zerspanbarkeit

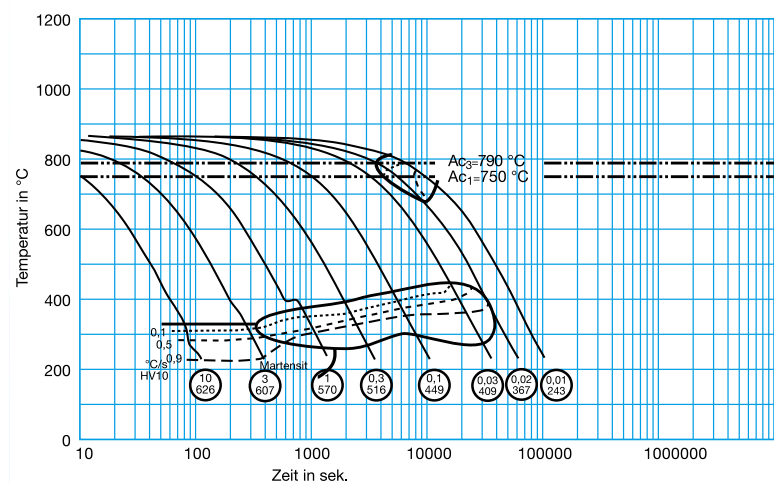


Zerspanbarkeitsvergleich von konventionellem Kunststoffformenstahl Formadur® 2711 mit Formadur® PH 42 Superclean.

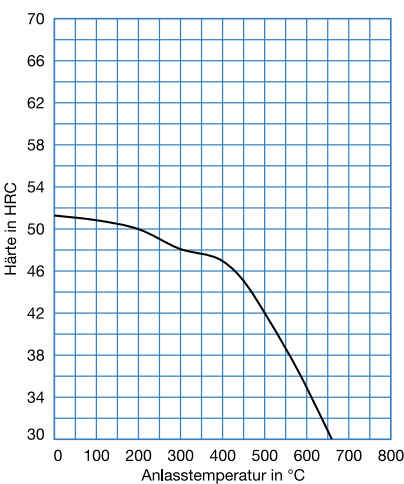
Formadur® 320/320 Superclean

C 0,34 Mn 0,80 Cr 1,70 Ni 0,50 Mo 0,40								
Kurzbeschreibung	Vergüteter Kunststoffformenstahl mit verbesserter Durchverfügbarkeit gegenüber 1.2738. Gut zerspanbar, polierbar, schweißbar, narbungsgeeignet. Zwei Lieferhärten stehen zur Auswahl: 280 – 325 HB und 310 – 355 HB. Formadur® 320 bietet wesentliche Verbesserungen speziell für den Bau größerer und komplizierter Formen. Gezielte Analysemodifikationen sowie zusätzliche schmelz- und sekundärmetallurgische Maßnahmen verleihen Formadur® 320 herausragende Eigenschaften. Für höchste Anforderungen empfehlen wir, Formadur® 320 Superclean (ESU) zu verwenden.							
Physikalische Eigenschaften	<b>Wärmeausdehnungskoeffizient</b>							
	bei °C	20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 400	20 - 500	20 - 600	20 - 700
	10 <sup>-6</sup> m/(m • K)	11,1	12,9	13,4	13,5	13,8	14,1	14,3
	<b>Wärmeleitfähigkeit bei °C</b>	20	350	700				
	<b>W/(m • K)</b>	36,0	37,4	33,0				
Hauptanwendung	Formadur® 320 eignet sich insbesondere für großformatige Kunststoffspritz- und -pressformen mit tiefen Gravuren und hohen Anforderungen an die Kernfestigkeit, z. B. Stoßfängerformen, Formen für Heckklappen, Kotflügel, Spoiler, Instrumententafeln, TV-Gehäuse und vieles mehr. Bei einer Lieferhärte von 310 – 355 HB ist ein maximaler Verschleißwiderstand garantiert.							
Wärmebehandlung	<b>Weichglühen °C</b>		<b>Abkühlen</b>			<b>Glühhärte HB</b>		
	710 – 740		Ofen			Max. 235		
	<b>Härten °C</b>		<b>Abschrecken</b>			<b>Härte nach dem Abschrecken HRC</b>		
	820 – 850		Polymer oder Öl			51		
	<b>Anlassen °C</b>		100	200	300	400	500	600
	<b>HRC</b>	51	50	48	47	42	35	28

Kontinuierliches Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



Anlassschaubild



C 0,05 Mn 1,30 S 0,15 Cr 12,50 Zusätze +										
<b>Werkstoff-eigenschaften</b>	Corroplast ist ein neuer korrosionsbeständiger, hervorragend zerspanbarer Kunststoffformenstahl mit einer Lieferhärte von ca. 320 HB. Der abgesenkte Kohlenstoffgehalt verleiht Corroplast eine verbesserte Schweißbarkeit.									
<b>Physikalische Eigenschaften</b>	<b>Wärmeausdehnungskoeffizient bei °C</b>	20 – 100	20 – 150	20 – 200	20 – 250	20 – 300	20 – 350	20 – 400	20 – 450	20 – 500
	<b>10<sup>-6</sup> m/(m • K)</b>	10,3	10,6	10,9	11,1	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0
	<b>Ausgelagert</b>									
	<b>Wärmeleitfähigkeit bei °C</b>	23	150	300	350	400	500			
	<b>W/(m • K)</b>	24,6	25,7	25,8	25,7	25,4	24,7			
<b>Verwendungshinweise</b>	<b>Ausgelagert</b>									
	<b>Dichte bei °C</b>	20								
	<b>kg/dm<sup>3</sup></b>	7,7								
	<b>Elastizitätsmodul bei °C</b>	20	150	350						
	<b>MPa</b>	214600	208600	198000						
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Grundplatten, Aufbauteile, Kunststoffformen mit Standardanforderungen an die Polierfähigkeit, die eine Beständigkeit gegenüber Schwitz- und Kühlwasser aufweisen müssen.									
	Im Lieferzustand									
	<b>Wärmebehandlungs-durchmesser in mm</b>	<b>Streckgrenze in MPa, R<sub>p0,2</sub> min.</b>		<b>Zugfestigkeit in MPa, R<sub>m</sub></b>		<b>Bruchdehnung in %, A min.</b>		<b>Brucheinschnürung in %, Z min.</b>		
	170	890		1100		13		42		

## Zerspanbarkeit von X33CrS16 und Corroplast® in % (Härte 325 HB)

<b>Vorfräsen</b>	X33CrS16	100 %
	Corroplast	140 %
<b>Fertigfräsen</b>	X33CrS16	100 %
	Corroplast	135 %
<b>Schleifen</b>	X33CrS16	100 %
	Corroplast	135 %
<b>Bohren</b>	X33CrS16	100 %
	Corroplast	150 %
<b>Gewinde-schneiden</b>	X33CrS16	100 %
	Corroplast	140 %

# Härtevergleichstabelle

Zugfestigkeit	Brinellhärte		Vickershärte	Rockwellhärte		
	Kugелеindruck					
R <sub>m</sub> MPa	mm d	HB	HV	HRB	HRC	HR 30 N
255	6,63	76,0	80	–	–	–
270	6,45	80,7	85	41,0	–	–
285	6,30	85,5	90	48,0	–	–
305	6,16	90,2	95	52,0	–	–
320	6,01	95,0	100	56,2	–	–
335	5,90	99,8	105	–	–	–
350	5,75	105	110	62,3	–	–
370	5,65	109	115	–	–	–
385	5,54	114	120	66,7	–	–
400	5,43	119	125	–	–	–
415	5,33	124	130	71,2	–	–
430	5,26	128	135	–	–	–
450	5,16	133	140	75,0	–	–
465	5,08	138	145	–	–	–
480	4,99	143	150	78,7	–	–
495	4,93	147	155	–	–	–
510	4,85	152	160	81,7	–	–
530	4,79	156	165	–	–	–
545	4,71	162	170	85,0	–	–
560	4,66	166	175	–	–	–
575	4,59	171	180	87,1	–	–
595	4,53	176	185	–	–	–
610	4,47	181	190	89,5	–	–
625	4,43	185	195	–	–	–
640	4,37	190	200	91,5	–	–
660	4,32	195	205	92,5	–	–
675	4,27	199	210	93,5	–	–
690	4,22	204	215	94,0	–	–
705	4,18	209	220	95,0	–	–
720	4,13	214	225	96,0	–	–
740	4,08	219	230	96,7	–	–
755	4,05	223	235	–	–	–
770	4,01	228	240	98,1	20,3	41,7



Zugfestigkeit	Brinellhärte		Vickershärte	Rockwellhärte		
	Kugeleindruck					
R <sub>m</sub> MPa	mm d	HB	HV	HRB	HRC	HR 30 N
785	3,97	233	245	–	21,3	42,5
800	3,92	238	250	99,5	22,2	43,4
820	3,89	242	255	–	23,1	44,2
835	3,86	247	260	(101)	24,0	45,0
850	3,82	252	265	–	24,8	45,7
865	3,78	257	270	(102)	25,6	46,4
880	3,75	261	275	–	26,4	47,2
900	3,72	266	280	(104)	27,1	47,8
915	3,69	271	285	–	27,8	48,4
930	3,66	276	290	(105)	28,5	49,0
950	3,63	280	295	–	29,2	49,7
965	3,60	285	300	–	29,8	50,2
995	3,54	295	310	–	31,0	51,3
1030	3,49	304	320	–	32,2	52,3
1060	3,43	314	330	–	33,3	53,6
1095	3,39	323	340	–	34,4	54,4
1125	3,34	333	350	–	35,5	55,4
1155	3,29	342	360	–	36,6	56,4
1190	3,25	352	370	–	37,7	57,4
1220	3,21	361	380	–	38,8	58,4
1255	3,17	371	390	–	39,8	59,3
1290	3,13	380	400	–	40,8	60,2
1320	3,09	390	410	–	41,8	61,1
1350	3,06	399	420	–	42,7	61,9
1385	3,02	409	430	–	43,6	62,7
1420	2,99	418	440	–	44,5	63,5
1455	2,95	428	450	–	45,3	64,3
1485	2,92	437	460	–	46,1	64,9
1520	2,89	447	470	–	46,9	65,7
1555	2,86	(456)	480	–	47,7	66,4
1595	2,83	(466)	490	–	48,4	67,1
1630	2,81	(475)	500	–	49,1	67,7
1665	2,78	(485)	510	–	49,8	68,3

# Härtevergleichstabelle

Zugfestigkeit	Brinellhärte		Vickershärte	Rockwellhärte		
	Kugeleindruck					
R <sub>m</sub> MPa	mm d	HB	HV	HRB	HRC	HR 30 N
1700	2,75	(494)	520	–	50,5	69,0
1740	2,73	(504)	530	–	51,1	69,5
1775	2,70	(513)	540	–	51,7	70,0
1810	2,68	(523)	550	–	52,3	70,5
1845	2,66	(532)	560	–	53,0	71,2
1880	2,63	(542)	570	–	53,6	71,7
1920	2,60	(551)	580	–	54,1	72,1
1955	2,59	(561)	590	–	54,7	72,7
1995	2,57	(570)	600	–	55,2	73,2
2030	2,54	(580)	610	–	55,7	73,7
2070	2,52	(589)	620	–	56,3	74,2
2105	2,51	(599)	630	–	56,8	74,6
2145	2,49	(608)	640	–	57,3	75,1
2180	2,47	(618)	650	–	57,8	75,5
–	–	–	660	–	58,3	75,9
–	–	–	670	–	58,8	76,4
–	–	–	680	–	59,2	76,8
–	–	–	690	–	59,7	77,2
–	–	–	700	–	60,1	77,6
–	–	–	720	–	61,0	78,4
–	–	–	740	–	61,8	79,1
–	–	–	760	–	62,5	79,7
–	–	–	780	–	63,3	80,4
–	–	–	800	–	64,0	81,1
–	–	–	820	–	64,7	81,7
–	–	–	840	–	65,3	82,2
–	–	–	860	–	65,9	82,7
–	–	–	880	–	66,4	83,1
–	–	–	900	–	67,0	83,6
–	–	–	920	–	67,5	84,0
–	–	–	940	–	68,0	84,4

Umrechnungen von Härtewerten nach dieser Umrechnungstabelle sind nur annähernd richtig. Siehe DIN 50150, Dezember 1976.

Verfahrens / Verfahrensparameter		
Brinellhärte ( Errechnet aus: $HB = 0,95 \cdot HV$ )  $(0,102 F/D^2 = 30)$ $D = 10$	Durchmesser des Kugeleindrucks in mm	d
	$\text{Härtezahl} = \frac{0,102 \cdot 2 F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$	HB
Vickershärte	Diamantpyramide Prüfkräfte $\geq 50$ N	HV
Rockwellhärte	Kugel 1,588 mm ( $1/16''$ ) Prüfgesamtkraft = 98 N	HRB
	Diamantkegel Prüfgesamtkraft = 1471 N	HRC
	Diamantkegel Prüfgesamtkraft = 294 N	HR 30 N

Swiss Steel Group  
[www.swisssteel-group.com](http://www.swisssteel-group.com)

**Deutsche Edelstahlwerke  
Specialty Steel GmbH & Co. KG**

Austr. 4  
58452 Witten

Telefon: +49 (0)2302 29 - 0  
Fax: +49 (0)2302 29 - 4000

[info@dew-stahl.com](mailto:info@dew-stahl.com)  
[www.dew-stahl.com](http://www.dew-stahl.com)