

UDDEHOLM FORMENSTÄHLE

KUNSTSTOFFFORMGEBUNG



Die Angaben in dieser Broschüre basieren auf unserem gegenwärtigen Wissensstand und vermitteln nur allgemeine Informationen über unsere Produkte und deren Anwendungsmöglichkeiten. Sie können nicht als Garantie ausgelegt werden, weder für die spezifischen Eigenschaften der beschriebenen Produkte, noch für die Eignung für die als Beispiel genannten Anwendungsmöglichkeiten.

Klassifiziert gemäß EU-Richtlinie 1999/45/EC

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte unseren Datenblättern zur Materialicherheit („Material Safety Data Sheets“).

Ausgabe 7, 05.2011

Bei Änderungen wird zuerst die englische Version dieser Broschüre aktualisiert.

Sie finden sie auf unserer Website unter www.uddeholm.com



Die Wahl des richtigen Werkzeugstahls ist eine „Schlüsselentscheidung“, um leistungsstarke Werkzeuge zu erhalten. Alle Prozessbeteiligten sind davon direkt oder indirekt betroffen: der Werkzeughersteller, der Werkzeuganwender und der Endkunde. Vertrauen Sie deswegen auf den Werkzeugstahl von Uddeholm. Sie erhalten von uns Material mit ausgezeichneten Eigenschaften, das für zuverlässige Werkzeuge und Komponenten sorgt. Unsere Produkte sind immer auf dem neuesten Stand der Technik. Daher eilt uns der Ruf als weltweit innovativster Werkzeugstahlproduzent voraus.

Uddeholm produziert und liefert hochwertigen schwedischen Werkzeugstahl an mehr als 100.000 Kunden in über 100 Ländern. ASSAB ist unsere hundertprozentige Tochter und vertritt uns in Asien und im Nahen Osten. Gemeinsam sichern wir unsere Position als weltweit führender Anbieter von Werkzeugstählen.

Wo auch immer Sie sich in der Fertigungskette befinden, vertrauen Sie auf Uddeholm. Wir sind Ihr Partner und Werkzeugstahllieferant Nummer 1 für die Werkzeugherstellung und die Gesamtwirtschaftlichkeit Ihrer Produktion.

Einfach gesagt: Leistung zahlt sich aus.

INHALT

Einleitung	4
Produkt Design	5
Formenkonstruktion	6
Formenbau	10
Formen	14
Verfahren	
– Spritzgießen	19
– Formpressen	19
– Blasformen	20
– Extrusion	20
Service bei Uddeholm weltweit	21
Produktprogramm	22
– chemische Zusammensetzung und Eigenschaften	23
Auswahl des Formenstahls	
– allgemeine Empfehlungen	24
– spezielle Empfehlungen	25

Stahl beeinflusst uns auf vielfältige Art und Weise

Kunststoffteile sind Teil unseres täglichen Lebens. Autoteile, Mobiltelefone, Brillen und Computergehäuse werden alle in Formen aus Kunststoffformenstahl hergestellt. Die hohen Anforderungen an die Qualität der Kunststoffteile und der starke Kostendruck machen es oft erforderlich, dass hochwertige Stähle mit besonderen Eigenschaftsprofilen eingesetzt werden müssen. Die Auswahl des passenden Stahls für die Form ist darum von entscheidender Bedeutung.

Hersteller von bekannten Markenartikeln nutzen Uddeholm-Werkzeugstahl in ihrem Produktionsprozess, um den hohen Anforderungen in ihrer Produktion gerecht zu werden. Dabei muss der Stahl sein ganzes Potential abrufen. Die Probleme sind bekannt, die Wahl des richtigen Werkzeugstahls von Uddeholm ist die Lösung.

Der Formenanwender weiß, dass die Kosten für umfassende Wartungen mit in seine Kalkulation gehören. Diese Kosten fallen z. B. für das Nachpolieren, Reinigen und Ersetzen der abgenutzten oder ausgefallenen Teile an. Dazu gehören auch weitere produktionsbedingte Kosten für Ausfallzeiten, Überstunden und zu späte Lieferungen. Am wichtigsten ist aber ein drohender Verlust des Kundenvertrauens.

Der Formenanwender muss zusätzlich die Standzeit und Leistung des Werkzeugs optimieren, um die geringsten Kosten pro produziertem Teil zu erhalten. Hier darf nicht an der falschen Stelle gespart werden, denn die Kosten für den Werkzeugstahl einer Form machen normalerweise nur 5–10 % der Werkzeugkosten aus. Der Einfluss auf die Gesamtkosten ist sogar noch geringer.

Uddeholm sucht nach immer besseren Lösungen für seine Geschäftspartner. Möglich wird dies durch intensive Forschung und fortlaufende Verbesserung unserer Produkte. Dabei orientieren wir uns an den Bedürfnissen unserer Kunden.

Wo immer eine Produktion nach Präzision und optimalen Leistungen von Formen verlangt wird, weltweit der Werkzeugstahl von Uddeholm eingesetzt.

In dieser Broschüre stellen wir unsere qualitativ hochwertigen Kunststoffformenstähle vor. Unser Fokus liegt darauf, unseren Kunden Lösungen für eine kostenoptimierte Produktion anzubieten.



Pulsmesser, Uddeholm Stavax ESR und Uddeholm UHB 11 sind die geeigneten Stahlsorten für die Herstellung.

Produkt Design

Uddeholm kann den Produktentwickler dabei unterstützen, seine Entwürfe in ein Produkt umzusetzen.

Unsere weltweite Organisation liefert hochwertige Formenstähle, die allen Anforderungen der Kunststoffformgebung genügen.

Unser technischer Service bietet Ihnen eine umfassende technische Beratung über den für Sie geeigneten Stahl, die passende Wärmebehandlung und Anwendungsverfahren.

DIE ROLLE DES PRODUKTDESIGNERS

Beim Entwurf eines neuen Formteils muss ein Produktdesigner viele Kriterien beachten.

Neben der reinen Funktion müssen Formteile oft hohen Ansprüchen an Oberflächengüte und Toleranz auch bei Großserien genügen.

Ob diese Anforderungen erfüllt werden, hängt weitgehend von einem guten Design der Einzelteile und der Form, sowie der Ausführung der Form und der Auswahl des besten Formenstahls für die Anwendung ab.

AUSWAHL DES BESTEN FORMENSTAHL

Der Produktentwickler ist an vielen wichtigen Entscheidungen beteiligt. Entscheidungen, die früher oder später auf den ausgewählten Formenstahl zurückkommen.

**Wie wichtig ist die Oberflächengüte?
Muss die Oberfläche hochglanzpoliert sein
oder optische Qualität haben?**

Siehe Seite 10

**Wird die Form durch Fotoätzen strukturiert? Müssen mehrere geätzte Teile
zusammengebaut werden, z.B. Formteile
für die Wageninnenausstattung?**

Siehe Seite 13.

**Wird der ausgewählte Kunststoff korrosiv,
abrasiv oder beides sein?**

Siehe Seite 23.

**Wie wichtig ist es, dass die Toleranzen
innerhalb enger Bereiche eingehalten
werden? Welche Stückzahlen sollen her-
gestellt werden?**

(Die Antwort ist wichtig, da die Produktionsmenge den Grad der Verschleißfestigkeit und andere Eigenschaften, die für das Formenmaterial erforderlich sind, beeinflusst.)

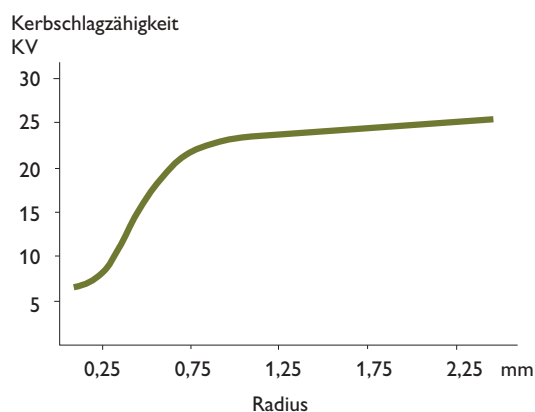
VERMEIDEN SIE SCHARFE KANTEN UND DAMIT SCHWIERIGKEITEN

Ein Beispiel dafür, wie ein erfahrener Produktdesigner die Lebensdauer und Produktivität einer Form erhöhen kann, ist die Vermeidung von scharfen Ecken und Kanten.

Scharfe Kanten an Formteilen, und damit in der Form selbst, sind immer rissgefährdete Stellen, da sich hier die Spannungen erhöhen.

Durch die Vergrößerung der Radien an den Kanten der Formteile, verbessert der Produktdesigner die Schlagzähigkeit der Form erheblich.

Das Ergebnis ist eine stabilere Form, die eine höhere Dauerfestigkeit gegenüber Zuhalte- und Spritzdrücken aufweist.



Auswirkung eines vergrößerten Radius auf die Kerbschlagzähigkeit. Stahltyp: W.-Nr. 1.2344 bei 46–47 HRC. In Längsrichtung aus der Oberfläche entnommene Probe.

Formenkonstruktion

Der Formenkonstrukteur kann einen wesentlichen Beitrag zur optimalen Wirtschaftlichkeit der Werkzeuge leisten, indem er „standardmäßig“ denkt, d.h. Standard-Stahlgrößen und standardmäßig bearbeitete Platten benutzt.

DIE ROLLE DES FORMENKONSTRUKTEURS

Um eine optimale Form zu bauen, muss der Formenkonstrukteur verschiedene Kriterien beachten.

Zusammen mit dem Formenbauer trägt er die Verantwortung, eine Form herzustellen, welche die zuverlässige und wirtschaftliche Produktion des vom Produktdesigners entworfenen Teils möglich macht.

Er sorgt ebenfalls dafür, dass die Form vom Formenbauer so einfach und wirtschaftlich wie möglich hergestellt werden kann.

Ob diese Anforderungen tatsächlich erfüllt werden können, hängt u.a. von der Auswahl des besten Stahls und der optimalen Härte für die jeweilige Form ab.

DER SCHNELLE WEG ZUR PRODUKTIVITÄT DURCH „STANDARDMÄSSIGES“ DENKEN

Die meisten Formenkonstrukteure sind gewohnt, eine ganze Reihe von Standardteilen zu verwenden, z.B. Führungsstifte und Buchsen, Auswerfer-

stifte usw. Da diese Teile leicht und zu wirtschaftlichen Preisen erhältlich sind, helfen sie dem Formenbauer, wertvolle Zeit zu sparen.

Zeit und Kosten können weiter gesenkt werden, indem dieses „standardmäßige“ Denken auch auf Standard-Lagerabmessungen, -Stahlsorten und standardmäßig bearbeitete Platten ausgedehnt wird.

So kann der Formenbauer durch die Verwendung von leicht erhältlichen Stahlsorten in Standardgrößen eine schnelle Lieferung sicherstellen und gleichzeitig die anfänglichen Bearbeitungskosten und Materialabfälle auf ein Minimum reduzieren.

AUSWAHL DES BESTEN FORMENSTAHLS FÜR OPTIMALE WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Wahl der Stahlsorte und der Lieferanten wird oft schon in der Entwurfsphase getroffen, um die Lieferung der Form zu vereinfachen und zu beschleunigen. Damit können Material und Teile rechtzeitig bestellt und die Arbeit besser geplant werden.

Das ist nicht immer einfach. Häufig ist die Wahl der Stahlsorte ein Kompromiss zwischen den Wünschen der Formenbauer und der Formanwender.

Dem Formenbauer ist vor allem an der Bearbeitbarkeit des Stahls, der Polierbarkeit und den Eigenschaften bei der Wärme- und Oberflächen-



behandlung gelegen. Der Formanwender hingegen wünscht eine Form mit guter Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit sowie hoher Druckfestigkeit usw.

OFT VERWENDETE FORMENSTÄHLE

Die am häufigsten eingesetzten Stähle sind:

- vorvergütete Formen- und Rahmenstähle
- durchhärtende Formenstähle
- korrosionsbeständige Formenstähle

(Für weitere Informationen über diese Stahlsorten und ihre Eigenschaften, siehe Seiten 22–23.)

WANN VORVERGÜTETE FORMEN- UND RAHMENSTÄHLE VERWENDET WERDEN SOLLTEN

Diese Stähle werden in erster Linie gebraucht für:

- große Formen
- Formen mit niedrigen Ansprüchen an die Verschleißfestigkeit
- Extrusionswerkzeuge
- hochfeste Rahmenplatten

Diese Stähle werden gehärtet und angelassen geliefert, im Allgemeinen mit einer Härte von 270–400 HB. Vor der Verwendung der Form ist keine Wärmebehandlung erforderlich.

Die Oberflächenhärte kann in vielen Fällen durch Flammhärtung oder Nitrierung verbessert werden (siehe „Wärmebehandlung“, Seite 11). Vorvergütete Formenstähle werden normalerweise für große Formen und für Formen mit mittleren Produktionszyklen benutzt.

VORVERGÜTETE FORMEN- UND RAHMENSTÄHLE VON UDDEHOLM

Uddeholm Impax Supreme ist ein vakuumtgestarter Stahl und weist eine gute Bearbeitbarkeit,



eine ausgezeichnete Homogenität sowie eine hervorragende Polierbarkeit und gleichmäßige Fotoätzigenschaften aufgrund des äußerst geringen Schwefelgehaltes auf.

Uddeholm Nimax ist ein Kunststoffformenstahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt. Er verfügt über sehr gute Schweißigenschaften, eine exzellente Zähigkeit und eine ausgezeichnete Zerspanbarkeit für einen vorvergüteten Stahl mit hoher Härte.

Holdax, der oft für hochfeste Rahmenblöcke und große Formen mit niedrigen Ansprüchen an die Polierbarkeit empfohlen wird, weist eine hervorragende Bearbeitbarkeit auf, die hohe Metallabtragsraten bei tiefen Formen oder tiefen Einsatztaschen ermöglicht. Lieferhärte 310 HB.

Uddeholm Impax Supreme, Uddeholm Holdax und Uddeholm Nimax sind vorvergütete, nicht korrosionsbeständige Stähle. Uddeholm Impax Supreme und Uddeholm Holdax werden mit 290–330 HB ausgeliefert und Uddeholm Nimax mit 360–400 HB.

Uddeholm Ramax HH (high hard) und Uddeholm Ramax LH (low hard) sind vorvergütete, korrosionsbeständige Rahmenstähle. Durch ihren Schwefelgehalt weisen sie eine verbesserte Zerspanbarkeit auf. Uddeholm Ramax HH wird mit einer Härte von ca. 340 HB ausgeliefert und Uddeholm Ramax LH mit ca. 290 HB.

Wenn ein komplett rostfreies Formwerkzeug verlangt wird, können die Stahlsorten Uddeholm Stavax ESR, Uddeholm Mirrax ESR, Uddeholm Polmax, Uddeholm Elmax und Uddeholm Corrax für die Form genommen werden, und in Ergänzung dazu Uddeholm Ramax HH oder Uddeholm Ramax LH für den Formrahmen.



Uddeholm Ramax LH ist ein erstklassiger Werkzeugstahl für Formrahmen, Craftsman Tool & Mold, Aurora, IL, USA.

VERWENDUNG DURCHHÄRTENDER STÄHLE

Durchhärtende Stähle werden meistens verwendet für:

- lange Produktionsserien
- Schutz gegen Abrasion durch bestimmte Formmaterialien
- Schutz gegen hohe Schließ- oder Spritzdrücke
- Verfahren mit hohen Drücken wie dem Formpressen

Diese Stähle werden weichgeglüht geliefert. Sie werden im allgemeinen vorbearbeitet, spannungsarmgeglüht, fertigbearbeitet, gehärtet und auf die erforderliche Härte angelassen und dann fertig geschliffen und häufig poliert oder fotogeätzt.

Durchgehärtete Stähle, die oft für Formeinsätze benutzt werden, werden im Allgemeinen in Rahmenblöcke aus vorvergüteten Stählen wie Uddeholm Holdax, Uddeholm Ramax LH oder Uddeholm Ramax HH eingesetzt.

Durch die Verwendung durchgehärteter Einsätze, z.B. im Bereich 48–60 HRC, ergibt sich eine bessere Verschleißfestigkeit, eine höhere Festigkeit gegenüber Verformung und Eindrücken sowie eine bessere Polierbarkeit.

Der höheren Verschleißfestigkeit kommt insbesondere bei der Verwendung gefüllter oder verstärkter Kunststoffe Bedeutung zu. Die Festigkeit (gegenüber Verformung und Eindrücken) in der Gravur, dem Anschnittquerschnitt und den Trennkanten trägt dazu bei, die Teilequalität zu wahren.

Eine bessere Polierbarkeit ist wichtig, wenn das Formteil hochglanzpoliert sein muss.



Tupperware Kunststoffboxen, gefertigt in einer Form aus Uddeholm Mirrax ESR.

DURCHHÄRTENDE STÄHLE VON UDDEHOLM

Uddeholm Stavax ESR (~1.2083), Uddeholm Mirrax ESR, Uddeholm Polmax (~1.2083), Uddeholm Orvar Supreme (1.2344), Uddeholm Vidar 1 ESR (1.2343) und Uddeholm Unimax sind typische durchhärtende Stähle.

Unsere pulvermetallurgischen Werkzeugstähle Uddeholm Vanadis 4 Extra, Uddeholm Vanadis 10 und Uddeholm Elmax verfügen über die höchste Verschleißfestigkeit.

Uddeholm Vancron 40 besitzt einen anti-adhäsiven Character und kann in vielen Fällen die Belagbildung oder Entformungskräfte reduzieren.



VERWENDUNG KORROSIONSBESTÄNDIGER FORMENSTÄHLE

Wenn eine Form Korrosion ausgesetzt ist, empfiehlt sich unbedingt ein korrosionsbeständiger Formenstahl. Die höheren Anschaffungskosten dieses Stahls sind oft niedriger als eine einzige Nachpolitur oder Neubeschichtung einer Form aus normalem Stahl.

Kunststoffformen können auf mehrere Arten durch Korrosion angegriffen werden.

- Kunststoffe können korrodierende Nebenprodukte abgeben, z.B. PVC.
- Die Korrosion vermindert die Wirksamkeit der Kühlung, wenn Wasserkanäle korrodieren oder sich vollständig zusetzen.
- Und natürlich führt Kondensation, die durch längere Produktionsstillstände und den Betrieb oder die Lagerung unter feuchten Bedingungen verursacht wird, zu Korrosion.

KORROSIONSBESTÄNDIGE FORMENSTÄHLE VON UDDEHOLM

Uddeholm Stavax ESR und Uddeholm Mirrax ESR sind korrosionsbeständige Formenstähle mit hervorragender Polierbarkeit gepaart mit hoher Verschleißfestigkeit und Druckfestigkeit. Uddeholm Mirrax ESR wurde entwickelt, um gehobenen Ansprüchen an die Zähigkeit und Durchhärbarkeit in größeren Querschnitten Rechnung zu tragen.

Uddeholm Polmax ist ebenfalls ein korrosionsbeständiger Formenstahl mit sehr guter Polierbarkeit. Polmax wurde entwickelt, um den Anforderungen von Herstellern hochtechnologischer Produkte wie CDs, Speicherplatten und Linsen zu entsprechen.

Uddeholm Elmax ist ein pulvermetallurgischer Formenstahl mit hoher Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

Uddeholm Corrax ist ein ausscheidungshärtbarer Formenstahl mit sehr gutem Korrosionswiderstand, einfacher Wärmebehandlung und guter Schweißbarkeit.

NICHTEISENMETALLE

Alumec wird zur Herstellung von Prototypenwerkzeugen sowie für kleine und mittlere Serien mit niedrigen Ansprüchen an die Verschleißbeständigkeit empfohlen. Es ist auch ein geeignetes Material für Verfahren mit geringen Drücken, wie für das Herstellen von Blasformen und Schäumungsformen.

Kupferlegierungen wie Moldmax HH und Moldmax XL kommen dann zum Einsatz, wenn

eine hohe Wärmeleitfähigkeit von Vorteil ist. Sie können einzeln oder in Kombination mit anderen Materialien für Formeinsätze verwendet werden.

DIE RICHTIGE ARBEITSHÄRTE FÜR DIE FORM

Die für die Form gewählte Arbeitshärte und das Wärmebehandlungsverfahren, mit dem diese Härte erreicht werden soll, beeinflussen viele Eigenschaften, wie z.B. Zähigkeit, Druckfestigkeit, Verschleißwiderstand und Korrosionsbeständigkeit.

Allgemein ist zu sagen, dass eine höhere Härte zu einer besseren Festigkeit gegenüber Verschleiß, Druck und Eindrücken führt und dass eine geringere Härte die Zähigkeit verbessert.

Eine übliche Arbeitshärte für einen durchhärtenden Stahl beträgt 46–60 HRC. Die optimale Arbeitshärte hängt unter anderem von der ausgewählten Stahlsorte, der Formengröße, der Lage und Form der Gravur, dem Formdruck und dem Kunststoff ab.

Auf Seite 24–26 finden Sie für verschiedene Kunststoffe und Verfahren empfohlene Stahlsorten und Arbeitshärten.

Informationen zu der Wärmebehandlung von Kunststoffformen finden Sie in der Uddeholm-Broschüre „Wärmebehandlung von Werkzeugstählen“, die Sie anfordern können.



Vorvergütete Stähle wie Uddeholm Impax Supreme oder Uddeholm Nimax sind eine gute Wahl für die Herstellung von Eimern.

Formenbau

Der Formenbau macht einen wesentlichen Teil der gesamten Werkzeugkosten aus. Deshalb ist es von größter Bedeutung, dass das Herstellungsverfahren so einfach wie möglich ist.

DIE ROLLE DES FORMENBAUERS

Eine gut ausgestattete Werkstatt mit kompetenten und erfahrenen Mitarbeitern ist für den Formenbau wichtig.

Ein weiterer, noch wichtigerer Punkt ist jedoch die Wahl des Formenmaterials. Die Anforderungen an den Werkzeugstahl in Bezug auf die Eigenschaften, Qualität, Ausführung und Verfügbarkeit des Stahls sind hoch.

AUSWAHL DES BESTEN STAHLS FÜR DIE GEWÜNSCHTE ANWENDUNG

Der Formenbauer braucht einen Stahl, der nicht nur fehlerfrei, sondern auch leicht zu bearbeiten und zu polieren ist. Bei der Wärmebehandlung sollte sich der Stahl stabil verhalten. In vielen Fällen muss er außerdem für funkenerosive Bearbeitung und/oder Fotoätzen geeignet sein.

FEHLERFREIHEIT

Alle von Uddeholm gelieferten Werkstoffe werden verschiedenen externen und internen Tests einschließlich Ultraschallprüfung unterzogen. Dadurch wird sichergestellt, dass hohe und gleichbleibende Qualitätsnormen eingehalten werden.

GUTE BEARBEITBARKEIT HOHE WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Bearbeitungskosten machen ca. 1/3 der gesamten Fertigungskosten der Form aus. Somit ist eine gute und einheitliche Bearbeitbarkeit von höchster Bedeutung.

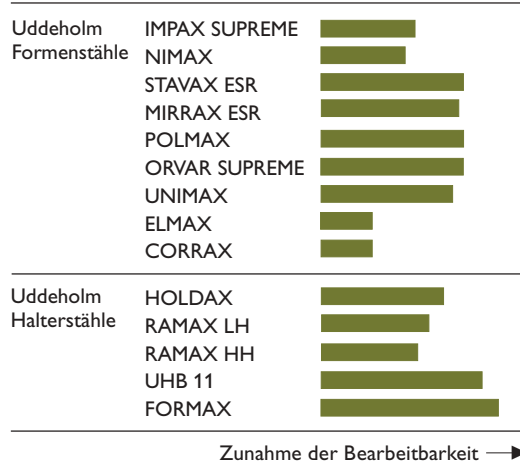
Die meisten Formenstähle von Uddeholm werden im weichgeglühten Zustand geliefert, wodurch optimale Metallabtragsraten für den jeweiligen Stahltyp ermöglicht werden.

Die einzigen Ausnahmen sind die vorvergüteten Formenstähle Uddeholm Impax Supreme, Uddeholm Holdax, Uddeholm Nimax, Uddeholm Ramax LH, Uddeholm Ramax HH und der ausscheidungshärtbare Stahl Uddeholm Corrax, die im lösungsgeglühten Zustand geliefert werden.

In der Tabelle finden Sie einen Leitfaden für den Vergleich der Bearbeitbarkeit einiger Uddeholm-

Stahlsorten. Dieser Leitfaden beruht auf Werkzeugverschleißprüfungen.

Alumec ist exzellent spanend bearbeitbar, was hohe Schnittgeschwindigkeiten möglich macht, die zu geringeren Formenkosten und kürzeren Lieferzeiten führen.



Die Uddeholm Stähle Impax Supreme, Holdax, Nimax und Ramax HH wurden im vorvergüteten Zustand getestet.

WIE WICHTIG IST GUTES POLIEREN?

Manchmal entfallen bis zu 30% der gesamten Kosten für eine Form auf das Polieren. Das ist nicht überraschend, da es sich um einen zeit- und kostenaufwendigen Prozess handelt.

Das Ergebnis hängt weitgehend von den Polierverfahren und einigen anderen Faktoren ab. Zu diesen Faktoren zählt z.B. die Sauberkeit des Stahls, d. h. Typ, Verteilung und Menge der nicht-metallischen Einschlüsse.

Nichtmetallische Einschlüsse werden auf ein Minimum reduziert, wenn der Stahl bei der Herstellung vakuumt gast und/oder dem Elektro-Schlacke-Umschmelz-Verfahren (ESU) unterzogen wird.

Verglichen mit herkömmlichen Stahlproduktionsverfahren verbessert die ESU-Behandlung die Homogenität entscheidend und verringert den Einschlussgehalt auf ein Minimum.



CDs, hergestellt in einer Form aus Uddeholm Polmax.

NICHT MEHR POLIEREN ALS NOTWENDIG!

Insbesondere bei hohen Anforderungen an die Maßtoleranz erfolgt das Polieren nach dem Härten auf einer hartgefrästen oder feinerodierten Oberfläche. Häufig wird aber auch die Formkontur direkt nach dem Härten ohne Hartbearbeitung poliert. Dann spielt die Qualität der Oberfläche vor dem Härten eine wichtige Rolle. Je nachdem welches Wärmebehandlungsverfahren später zum Einsatz kommt, ist es aber nutzlos, über ein bestimmtes Niveau hinaus zu polieren. Die notwendige Oberflächenqualität vor dem Härten und Anlassen kann heutzutage aber auch durch einen dafür abgestimmten Fräsprozess erreicht werden. Wenn Sie weitere Informationen wünschen, fordern Sie die Uddeholm-Broschüre „Polieren von Formenstählen“ an.

WÄRMEBEHANDLUNG

Zweck der Wärmebehandlung fertiger Werkzeuge ist es, geeignete mechanische Eigenschaften zu erhalten, wie z. B. Härte, Zähigkeit und Festigkeit. Aber im Zusammenhang mit der Wärmebehandlung treten auch einige Probleme wie Verzug und Maßänderungen auf, die gelöst werden müssen.



Electrolux Staubsauger.

KEIN VERZUG MIT UDDEHOLM IMPAX SUPREME UND UDDEHOLM NIMAX

Die Werkzeuge sollten nach der Grobzerspannung entspannt werden, um den Verzug weitestgehend zu verringern. So werden die Spannungen, die durch die Bearbeitungsvorgänge entstehen, beseitigt. Bei der anschließenden Bearbeitung wird dann der Verzug, der beim Entspannen entsteht, herausgearbeitet.

Bei der Verwendung eines durchhärtenden Stahls mit maximalen Härten muss aber die Anforderung des minimalen Verzugs eventuell aufgegeben werden, weil nämlich höhere Härte-temperaturen und Abschreckgeschwindigkeiten erforderlich sind. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn dicke Querschnitte gehärtet werden.

Die sicherste Möglichkeit, Verzug zu vermeiden, besteht in der Verwendung eines vorvergüteten Stahls wie z.B. Uddeholm Impax Supreme oder Uddeholm Nimax, für den keine zusätzliche Wärmebehandlung erforderlich ist.

Verschiedene Arten der Oberflächenbehandlung können die Oberflächenhärte lokal heraufsetzen.

WENIGER MASSÄNDERUNG

Beim Härten sind zwar einige Maßänderungen unvermeidlich, aber diese Änderungen können bis zu einem gewissen Grad auch begrenzt und kontrolliert werden. Dies geschieht durch eine langsame und gleichmäßige Erwärmung auf die Austenitierungstemperatur. Die Temperatur sollte nicht zu hoch sein und es sollte ein geeignetes Abschreckmedium oder ein gestuftes Abschrecken gewählt werden.

Uddeholm Stavax ESR, Uddeholm Mirrax ESR, Uddeholm Unimax, Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Vidar 1 ESR, Uddeholm Polmax und Uddeholm Elmax können alle an der Luft gehärtet werden, wenn die Maßstabilität wichtig ist.

Uddeholm Corrax erhält seine gewünschte Härte durch einen Auslagerungsprozess im Temperaturbereich von 500–600°C. Eine Abschreckung ist nicht erforderlich. Dies bedeutet, dass keine Formänderungen auftreten. Es kommt zu einer linearen und homogenen Schrumpfung von ca. 0,1%. Da sich die Schrumpfung so genau vorhersagen lässt, kann sie bei der Konstruktion leicht berücksichtigt werden.

DER SCHNELLE WEG ZUR PRODUKTIVITÄT

Stahl in vorbearbeiteter Form einzukaufen ist eine clevere Art, Kapazitäten in der Werkzeugherstellung für anspruchsvollere Bearbeitungsvorgänge frei zu machen. Viele Stahlsorten sind in unterschiedlichen Abmessungen und Ausführungen erhältlich, z. B. bearbeiteter Stabstahl, Präzisionsflachstahl, vorgeschliffener Werkzeugstahl, P-Platten oder Erodierblöcke. In unseren Bearbeitungszentren sind selbstverständlich individuelle Anarbeitungen auf Anfrage möglich.

Es ist immer möglich, ein geeignetes Vormaterial für die vorliegenden Aufträge zu finden und damit unnötige und teure Bearbeitungen zu verringern.

Für alle Größen ist eine Bearbeitungszugabe vorgesehen, um die Endbearbeitung nach Standardabmessungen zu ermöglichen.

BEARBEITETE STÄBE

Die Verwendung von bearbeiteten Stäben als Ausgangsmaterial bringt für einen Werkzeugbauer beträchtliche Vorteile mit sich, die sich günstig auf die Gesamtkosten des Stahls auswirken.

- Gewichtsmäßig kann weniger Material gekauft werden, so dass der Abfall wesentlich verringert wird.
- Für die Entfernung der entkohlten Randzonen fallen keine Bearbeitungskosten an.
- Die Fertigungszeit wird verkürzt, so dass die Planung einfacher und Berechnungen genauer werden.

FUNKENEROSIVE BEARBEITUNG

Bei der Herstellung von Formkonturen mit Hilfe der Funkenerosion sind einige wichtige Punkte zu beachten, um zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen. Bei diesem Vorgang wird die Oberflächenschicht des Stahls neu gehärtet und damit spröde. Dadurch kann es zur Rissbildung und einer kürzeren Lebensdauer des Werkzeugs kommen. Um dieses Problem zu vermeiden, sollten die folgenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden:

- schließen Sie die funkenerosive Bearbeitung mit einem ausreichenden Schlichten ab, d.h. mit geringer Stromstärke und hoher Frequenz
- die beeinflusste Randschicht sollte durch Polieren oder Läppen abgetragen werden
- wenn die durch Funkenerosion hergestellte

Oberflächenstruktur in der fertigen Form genutzt werden soll, sollte sie bei einer Temperatur von ca. 25°C unter der letzten Anlass-temperatur erneut angelassen werden

- wenn die durch Funkenerosion entstandene Fläche durch Fotoätzung texturiert werden soll, ist es wichtig, dass die gesamte beeinflusste Oberfläche durch Schleifen usw. sorgfältig abgetragen wird

Weitere Informationen finden Sie in der Uddeholm-Broschüre „Funkenerosive Bearbeitung von Werkzeugstählen“.



DRAHTERODIEREN

Mit diesem Verfahren können komplizierte Formen leicht aus Stahlblöcken herausgeschnitten werden. Gehärtete Stähle enthalten aber auch immer Spannungen, und wenn große Stahlmengen in nur einem Arbeitsgang entfernt werden, kann Verzug oder sogar Rissbildung auftreten.

Diese Schwierigkeiten können dadurch vermindert werden, dass das Werkstück vor der Wärmebehandlung auf herkömmliche Art bearbeitet wird, bis es annähernd die endgültige Form hat.

WIESO WIRD FOTOÄTZEN IMMER BELIEBTER?

Kunststoffformteile mit einer gemusterten Oberfläche werden immer beliebter. Und die Musterrung mittels Fotoätzung wird häufig anstelle des Polierens zur Oberflächenbearbeitung des Formwerkzeugs angewandt.

Durch die Fotoätzung erhält das Produkt eine gut aussehende, haltbare Oberfläche, die gegenüber kleineren Kratzern und leichter Beschädigung relativ unempfindlich ist.

WIE WIRD DAS FOTOÄTZEN EIN ERFOLG?

Die durch Fotoätzen erzielten Ergebnisse hängen nicht nur von dem Verfahren und dem verwandten Formmaterial ab. Auch die Art der Behandlung des Werkzeugs bei der Fertigung ist von großer Bedeutung. Deshalb sollten die folgenden Punkte beachtet werden.

- Wenn sich mehrere Formeneinsätze in einem Werkzeug befinden und diese mit dem gleichen Muster geätzt werden sollen, sollten für diese Teile die Faserrichtung und der Formenstahl identisch sein (vorzugsweise aus demselben Stab oder Block).
- Schließen Sie den Bearbeitungsvorgang mit Entspannung und nachfolgender Endbearbeitung ab.
- Im Allgemeinen bringt es keine Vorteile, wenn Schleifmittel mit einer feineren Körnung als 220 für eine Oberfläche benutzt werden, die fotogeätzt werden soll.
- Funkenerodierte Oberflächen sollten immer geschliffen oder poliert werden. Andernfalls ist das Ergebnis der Ätzung nicht zufriedenstellend.
- Flammhärtung vor der Fotoätzung sollte vermieden werden.
- In manchen Fällen kann ein geschweißtes Werkzeug fotogeätzt werden. Voraussetzung ist,

dass in der Schweißnaht das selbe Material wie im Werkzeug selbst benutzt wird und fachgerechte Schweißungen mit Vor- und Nachbehandlung durchgeführt werden. In diesen Fällen sollte dem Fotoätzer der geschweißte Bereich angegeben werden.

- Wenn ein Werkzeug nitriert werden soll, ist dies nach der Fotoätzung zu tun.
- Die Oberfläche der Formgravur wird durch die Ätzstruktur stark vergrößert, was Entformprobleme mit sich bringen kann. Es wird empfohlen, den Winkel der Entformungsschrägen mit dem Fotoätzer zu bestimmen.

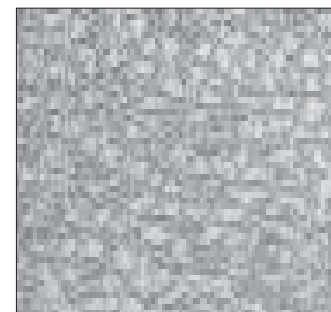
UDDEHOLM STÄHLE UND FOTOÄTZEN

Uddeholm Impax Supreme, Uddeholm Nimax, Uddeholm Unimax, Uddeholm Orvar Supreme und Uddeholm Vidar 1 ESR erbringen außerordentlich gute und gleichbleibende Ergebnisse aufgrund ihres geringen Schwefelgehaltes.

Uddeholm Stavax ESR, Uddeholm Mirrax ESR, Uddeholm Elmax, Uddeholm Corrax und Uddeholm Polmax lassen sich auf das gewünschte Muster fotoätzen, bedürfen jedoch wegen ihrer Korrosionsbeständigkeit eines etwas anderen Ätzverfahrens.



In einem Auto gibt es einige Kunststoffteile mit einer Ätzstruktur.



Fotogeätzte Oberflächen.

Formen

Durch den Einsatz von Uddeholm-Material kommt der Formenbetreiber einem zuverlässigen und produktiven Werkzeug einen bedeutenden Schritt näher.

DIE ANSPRÜCHE DER HERSTELLER VON KUNSTSTOFFFORMTEILEN

Der Hersteller erwartet die pünktliche Lieferung seiner Form. Und er erwartet, dass er damit eine bestimmte Menge von Teilen mit einer vorgegebenen Qualität zu möglichst niedrigen Kosten produzieren kann.

Die wichtigsten Ansprüche des Herstellers sind:

- ein verlässliches Datum für die Lieferung der Form, was die leichte Verfügbarkeit geeigneter Formenmaterialien voraussetzt
- eine verlässliche Leistung der Form in Bezug auf eine gleichbleibend hohe Produktionsrate, eine einheitliche Qualität der Formteile, eine lange Lebensdauer der Form und niedrige Wartungskosten der Form
- Verfügbarkeit von Ersatzmaterialien und -teilen

Alle diese Forderungen können als „Zuverlässigkeit des Werkzeugs“ zusammengefasst werden.

ZUVERLÄSSIGE WERKZEUGE

Die Zuverlässigkeit des Werkzeugs hängt von Faktoren wie der ständigen Verfügbarkeit geeigneter Formenmaterialien und -teile, der Leistung des Formenstahls und der gegenseitigen Austauschbarkeit der Formenteile ab.

VERFÜGBARKEIT VON FORMENSTÄHLEN

Die ständige Verfügbarkeit von Formenstählen ergibt sich aus dem lokalen Bestand, einem verlässlichen Lieferservice und einer umfassenden Produktpalette.

LAGERHALTUNG

Dem Lagerort des Bestands kommt große Bedeutung zu, wenn ein guter Lieferservice gewährleistet werden soll.

Innerhalb unserer weltweiten Marketingorganisation legen wir großen Wert darauf, unsere Abmessungen und die Lagermenge an die Bedürfnisse der individuellen Märkte anzupassen.

VERLÄSSLICHER LIEFERSERVICE

Unser ausgedehntes Netz von Uddeholm-Standorten sowie unsere umfangreiche Produktpalette bilden die Grundlage unseres Lieferservices. Jedes unserer Lager hat ein gut funktionierendes Logistiksystem.

UMFASSENDE PRODUKTPALETTE

Kurz gesagt sind wir in der Lage, ein breites Spektrum an Formen- und Rahmenstählen zu liefern. Für uns sind kompetente fachliche Beratung und umfassende Informationen sehr wichtige Aspekte unseres Services.

LEISTUNG DER FORMENSTÄHLE UND ZUVERLÄSSIGE WERKZEUGE

Die Leistung des Formenstahls hat einen entscheidenden Einfluss auf die Zuverlässigkeit des Werkzeugs. Die Werkstoffe für Formen und Einsätze werden deshalb gemäß den zu formenden Kunststoffarten, der Serienlänge, dem angewandten Formverfahren und der Art des Produkts ausgewählt.

Die Leistung des Formenstahls hängt von der Verschleißfestigkeit, der Druckfestigkeit, der Korrosionsbeständigkeit, der Wärmeleitfähigkeit und der Zähigkeit ab.

Bei unserem Formenstahlprogramm haben wir uns auf nur einige Stahlsorten konzentriert, von denen sich jede für spezifische Anwendungen eignet. Damit ist nicht nur die ständige Verfügbarkeit sichergestellt. Der Formenbauer und der Anwender erhalten so die Gelegenheit, mit den Eigenschaften (z.B. Bearbeitbarkeit, Ansprechen auf Wärmebehandlung usw.) und der Leistungsfähigkeit eines jeden Stahls besser vertraut zu werden.

VERSCHLEISSFESTIGKEIT

Die geforderte Verschleißfestigkeit hängt von der Kunststoffart, dem Füllstoff, der Menge der Zusätze, der Serienlänge, den Toleranzen usw. ab.

Die Verschleiß- und Druckfestigkeit von Formenstählen variiert aufgrund der unterschiedlichen Ansprüche stark. Grundsätzlich lassen sie sich in zwei Gruppen einordnen: *Vorvergütete Formenstähle* für mittlere Anforderungen, z.B. Uddeholm Impax Supreme, Uddeholm Nimax, Uddeholm Holdax und Uddeholm Ramax HH.

Durchhärtende Formenstähle für hohe Anforderungen, z.B. Uddeholm Stavax ESR, Uddeholm Mirrax ESR, Uddeholm Polmax, Uddeholm Corrax, Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Vidar 1 ESR, Uddeholm Unimax und Uddeholm Elmax.

Die Oberfläche *vorvergüteter Formenstähle* kann behandelt werden, um die Verschleißfestigkeit zu verbessern, z.B. durch Nitrierung. Durchgehärtete Stähle bieten aber die beste Kombination aus Verschleißwiderstand und Druckfestigkeit.

Die Verschleißfestigkeit *vollständig gehärteter Stähle* kann durch Oberflächenbehandlungen oder -beschichtungen wie Nitrierung oder Hartverchromung noch weiter verbessert werden. Solche Oberflächenbehandlungen werden vorzugsweise erst dann durchgeführt, wenn die Form abgenommen wurde, da eine weitere Bearbeitung schwierig sein kann. Es ist zu beachten, dass die Korrosionsfestigkeit von Uddeholm Stavax ESR, Uddeholm Mirrax ESR, Uddeholm Polmax, Uddeholm Corrax und Uddeholm Elmax durch Nitrierung vermindert wird.

Die pulvermetallurgischen Stähle Uddeholm Elmax, Uddeholm Vanadis 4 Extra und Uddeholm Vanadis 10 sind äußerst verschleißfest. Sie empfehlen sich für kleine Formen, Einsätze und Kerne, die Abriebbeanspruchung ausgesetzt sind. Uddeholm Vancron 40 kann in vielen Fällen die Belagbildung oder Entformungskräfte reduzieren.

DRUCKFESTIGKEIT

Die erforderliche Druckfestigkeit wird durch das Kunststoff-Formverfahren, die Spritz- und Schließdrücke und die Toleranzen des fertigen Formteils bestimmt. Während des Formens konzentrieren sich die Druckkräfte auf die Trennflächen des Werkzeugs.

Lokales Härten, z.B. Flammhärten, kann die Druckfestigkeit auf das erforderliche Maß erhöhen, wenn vorvergütete Stähle benutzt werden.



Zahnbürsten, die in einer Form aus Uddeholm Stavax ESR produziert werden.

KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

Die Oberflächenqualität der Formteile sollte sich während der Produktion nicht verschlechtern, wenn Kunststoffteile mit einer hohen und konstanten Produktionsrate und einem gleichbleibenden Niveau hergestellt werden sollen. Korrosion, mit der sich daraus ergebende Gefährdung der Produktionseffizienz, kann auf verschiedene Arten auftreten.

- Bestimmte Kunststoffarten können bei der Produktion korrodierende Nebenprodukte abgeben. Ein Beispiel dafür ist die von PVC erzeugte Salzsäure. Diese Erscheinung kann minimiert werden, indem die für dieses Material empfohlene Massentemperatur, die im Allgemeinen ca. 160°C beträgt, nicht überschritten wird.
- Das Kühlmittel kann korrodierend sein. Dadurch kann sich die Kühleffizienz verringern oder die Kühlkanäle können sich sogar vollständig zusetzen.
- Die Produktion in einer feuchten oder korrodierenden Atmosphäre oder längere Lagerung kann die Oberfläche durch Wasser, Kondensation und schließlich Rost in der Gravur beschädigen, wodurch die Oberflächenbeschaffenheit der Produkte verschlechtert wird.

Sämtliche oben genannte Probleme schaffen eine Nachfrage nach Einsatz- und Rahmenmaterialien mit einem gewissen Grad an Korrosionsbeständigkeit.

Uddeholm Corrax hat den besten Korrosionswiderstand und wird deshalb in allen Bereichen eingesetzt, bei denen Korrosion das Hauptproblem darstellt, wie etwa bei der Verarbeitung von korrosiven Kunststoffen. Uddeholm Stavax ESR und Uddeholm Mirrax ESR sind korrosionsbeständige Formenstähle mit hoher Reinheit und Homogenität. Die höchste Reinheit besitzt Uddeholm Polmax, der zusätzlich höchste Anforderungen an die Polierfähigkeit erfüllt.

Uddeholm Elmax vereint Korrosionsbeständigkeit mit Verschleißfestigkeit. Uddeholm Ramax LH oder Uddeholm Ramax HH sind korrosionsbeständige Formenaufbaustähle mit einer sehr guten Bearbeitbarkeit. Durch die Verwendung von Uddeholm Ramax Stählen für Rahmen werden die rostfreien Eigenschaften auf die gesamte Form ausgedehnt.

WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Die Produktionsrate eines Werkzeugs hängt überwiegend von der Fähigkeit der Form ab, die Wärme vom geformten Kunststoff an das Kühlmittel abzuführen. Bei einem hochlegierten Stahl verringert sich der Wärmeleitfähigkeitskoeffizient etwas im Vergleich zu niedriglegiertem Stahl. Untersuchungen zeigen aber deutlich, dass der Kunststoff aufgrund seiner im Vergleich zu Stahl geringeren Wärmeleitfähigkeit für den Wärmefluss ausschlaggebend ist.



Einsätze für den Spritzguss aus Uddeholm Unimax zur Herstellung von Rotoren.

Wenn eine hohe und einheitliche Produktionsrate angestrebt wird, ist jedoch eine gute Korrosionsbeständigkeit sehr viel wichtiger. Die sich daraus ergebenden Wärmeabfuhereigenschaften in den Kühlkanälen werden durch sie positiv beeinflusst. Die Verwendung von rostfreiem Formstahl wie Uddeholm Stavax ESR oder Uddeholm Mirrax ESR ist dabei oft die Antwort.

Wenn Formmaterial mit guter Korrosionsbeständigkeit und gleichzeitig sehr hoher Wärmeleitfähigkeit verlangt wird, bieten wir verschiedene Kupferlegierungen an.

Moldmax HH und Moldmax XL sind hochfeste Legierungen mit guter Wärmeleitfähigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Verschleißfestigkeit und Polierfähigkeit.

Neben der höheren Produktionsrate verringert die höhere Wärmeleitfähigkeit der Kupferlegierungen auch den Verzug (z.B. das Einfallen dünner Wände).

ZÄHIGKEIT

Rissbildung ist das Schlimmste, was einer Form passieren kann. Komplizierte Formkonturen, kleine Radien, scharfe Kanten, dünne Wände und abrupte Querschnittänderungen sind heute an der Tagesordnung. Deshalb ist die Zähigkeit eine der wichtigsten Eigenschaften, die ein Formstahl haben sollte.

Die Bruchzähigkeit eines Werkstoffs ist ein Maß für seine Fähigkeit, der Rissausbreitung von einer lokalen Spannungsspitze aus zu widerstehen, wenn dieser Werkstoff Zugspannungen unterliegt. In der Praxis treten diese Spannungserhöher als durch Bearbeitungen entstandene Oberflächenfehler, anfängliche Ermüdungsrisse, Einschlüsse oder als fehlerhafte Struktur aufgrund inkorrektur Wärmebehandlung auf. Wir sind uns der Bedeutung der Zähigkeit voll bewusst.

Wir benutzen die neueste metallurgische Technologie, um dem Formstahl eine optimale Zähigkeit zu verleihen. Durch die Anwendung von Verfahren wie Vakuumgasung und Elektro-Schlacke-Umschmelzung haben alle unsere Stähle die derzeit besten Zähigkeitseigenschaften. Diese erhöhte Zähigkeit ist nicht nur an der Oberfläche, sondern auch zur Mitte des Stahls hin klar ersichtlich.

ADHÄSION

Beim Spritzgießen von Kunststoffteilen mit hohen Anforderungen an die Oberflächenqualität, z.B. bei optischen Teilen, können starke adhäsive Kräfte auftreten. Durch das Haften der Kunststoffteile auf der Formoberfläche können diese nicht oder nur sehr schwer entformt werden. Auch die Oberflächenqualität der Teile kann durch die starken adhäsiven Kräfte beeinträchtigt werden. Durch die Verwendung des stickstofflegierten pulvermetallurgischen Stahls Vancron 40, können die Entformungskräfte beträchtlich reduziert werden. Denn aufgrund der dichten Verteilung von Nitriden besitzt der Stahl eine geringe Neigung zur Adhäsion. Eine bessere Entformbarkeit wurde beim Spritzgießen von z.B. PC und COC (Cyclo-Olefin-Copolymere) festgestellt.

Die geringe Neigung zur Adhäsion dürfte auch die Ursache dafür sein, dass die Belagbildung bei vielen/manchen Kunststoffen, z.B. beim Spritzgießen von POM, deutlich geringer ist.

Der niedrige Gehalt an nicht-metallischen Einschlüssen und die Struktur der Nitride schaffen eine gute Voraussetzung für das hochglanz polieren von Uddeholm Vancron 40.

PET-Flaschen werden in zwei Schritten hergestellt. Erstens: Spritzgießen der Preformen. Zweitens: Blasformen der Preformen zur fertigen Flasche. Uddeholm Stavax ESR wird zur Herstellung von Preformen empfohlen.



Spritzgießen

Das Spritzgießen ist ein Formgebungsprozess, bei dem erhitzte Thermoplaste, Duroplaste oder Elastomere unter Hochdruck in eine relativ kalte Kavität eingespritzt werden und dort erstarren. Spritzgießen ist ein Hochleistungsprozess. Die Formen können komplizierte Geometrien aufweisen und sehr teuer sein.

Leistungsfähigkeit der Formen

Die Leistung der Form kann durch die Wahl des Formmaterials beeinflusst werden. Dabei werden unterschiedliche Leistungsmerkmale je nach Anforderung verschieden gewichtet:

- die Standzeit der Form
- die Qualität des Kunststoffteils
- die Produktivität

STANDZEIT

Die Standzeit der Form wird durch unterschiedliche Mechanismen bestimmt:

- Verschleiß
- Oberflächendefekte
- Deformation
- Korrosion

Verschleiß kann durch verstärkte Kunststoffe oder sehr lange Produktionsserien entstehen. Oberflächendefekte können schon während der Formherstellung in Folge von Polierfehlern oder Fehlern bei der funkenerosiven Bearbeitung auftreten. Deformation entsteht oft durch einen zu hohen Schließdruck. Korrosion hingegen tritt auf, wenn korrosive Kunststoffe, wie PVC, verarbeitet werden. Aber auch aggressiv wirkende Medien, wie Kühlwasser oder feuchte Luft, können zu Korrosion führen.

QUALITÄT DES KUNSTSTOFFTEILS

Die Qualität des Kunststoffteils wird aufgrund des Aussehens und der Funktion beurteilt. Wenn Formen hochglanz poliert werden sollen, ist die Wahl des richtigen Stahls wichtig. Der Stahl muss rein sein und eine niedrige Anzahl an Einschlüssen vorweisen. Ungleichmäßige Formtemperaturen können sich negativ auf die Toleranzen auswirken. Deswegen ist die Lage und Größe der Kühlkanäle und die richtige Wahl des Formmaterials von entscheidender Bedeutung. Materialien wie Aluminium oder Kupfer bieten sich in einigen Fällen als Material für Formen an, da sie über eine hohe Wärmeleitfähigkeit verfügen.

PRODUKTIVITÄT

Auch die Produktivität kann manchmal durch die Wahl des Formmaterials beeinflusst werden, z. B. durch die Wahl eines Materials mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit.

Anforderungen an das Formmaterial

Die Wahl des richtigen Formmaterials ist abhängig von der Anzahl der Schüsse, dem Kunststoffmaterial, der Größe der Form und der benötigten Oberflächengüte. Die folgenden grundlegenden Materialeigenschaften sollten dabei beachtet werden:

- Festigkeit und Härte
- Zähigkeit
- Verschleißfestigkeit
- Reinheit
- Korrosionsbeständigkeit
- Wärmeleitfähigkeit
- Anti-adhäsives Verhalten

Formpressen

Das Formpressen ist eine Technik, die hauptsächlich für das Formen warmaushärtbarer Kunststoffe angewandt wird. Dabei wird die Pressmasse in eine offene Formkavität gefüllt. Die Form wird geschlossen, und unter Hitze und Druck härtet das Material aus.

Das Formpressen wird oft für glasfaserverstärkte Kunststoffe angewandt. Einige Vorteile für das Formpressen sind z. B.:

- kein Verlust von Kunststoffmaterialien (kein Anguss-Verteiler-System)
- ein Minimum an Eigenspannungen in dem Teil
- geeignet für sehr schwere Teile
- preiswertere Ausrüstung

Einschränkungen:

- schwierig für die Formgebung von komplexen Teilen mit Vertiefungen und kleinen Löchern
- Entstehung von Grat möglich

Anforderungen an das Formmaterial

Wichtige Eigenschaften sind:

- Verschleißfestigkeit
- Festigkeit und Härte

Normalerweise werden Stähle mit einer hohen Härte verwendet. Bei großen Formen wird oftmals vorvergütetes Material genommen.

Blasformen

Blasformen ist ein Prozess, bei dem Thermoplaste zu einem Hohlkörper geformt werden. Ein Rohling aus heißem Kunststoff wird mit Druckluft aufgeblasen und an die Kontur des Werkzeugs angepresst und abgekühlt.

Für verschiedene Anwendungen existieren unterschiedliche Blasform-Verfahren:

- Extrusionsblasformen
- Spritzblasformen

Beim Extrusionsblasformen wird ein Rohling extrudiert und in eine Blasform eingeführt. Hier wird er mit Druckluft aufgeblasen. Dadurch wird er an die kühlen Formwände gedrückt und verfestigt sich dort.

Es gibt zwei Arten des Extrusionsblasformens: die Kontinuierliche Blasrohling-Extrusion und die Intermittierende Blasrohling-Extrusion.

Beim Spritzblasen wird zunächst ein Rohling hergestellt, durch Extrusion oder Spritzguss. Dieser wird später in die gewünschte Form geblasen.

Anforderungen an das Formmaterial

Die Anforderungen an den Formenstahl sind verschieden, je nachdem, ob er für die Herstellung der Preformen, durch Spritzgießen oder Extrusion oder das Blasformen gebraucht wird. Das Blasformen ist ein Niederdruckverfahren, bei dem die Ansprüche an die Stärke und an die Verschleißfestigkeit sehr moderat sind. Für einige Teile der Form, wie Abquetsch- oder Halsbereiche, könnte ein Material mit höherer Festigkeit besser geeignet sein. PVC ist ein gebräuchliches Material für Flaschen. Hierbei können Korrosionsprobleme auftreten. Blasformen ist ein Prozess mit hoher Produktivität, weshalb die Zykluszeiten von großer Wichtigkeit sind.

Eigenschaften des Formmaterials

Wichtige Eigenschaften des Formmaterials sind:

- mittlere Anforderungen an die Festigkeit
- Korrosionsbeständigkeit
- Wärmeleitfähigkeit

Empfehlungen zum Formmaterial:

Materialien, die im Bereich Blasformen am häufigsten vorkommen, sind Aluminiumlegierungen. Sie werden zusammen mit Einsätzen aus einem Material mit höherer Härte verwendet. Stahl wird auch verwendet, in einigen Fällen sogar im weichgeglühten Zustand.

Extrusion

Extrusion ist ein kontinuierliches Verfahren, bei dem heißes, plastifiziertes Material durch eine Matrize gepresst wird. Dadurch entsteht ein Profil mit dem Querschnitt der Matrize. Eine rotierende Schnecke transportiert das Material durch den Zylinder und durch die Matrize, die das Material formt. Das extrudierte Profil durchläuft ein Kühlmedium. Wenn es genügend abgekühlt ist, wird es in die gewünschte Länge geschnitten. Die Abkühlung erfolgt durch Raumluft, ein Bad mit kontrollierter Temperatur oder Druckluft.

Normalerweise erhält das Profil in der Kalibrierung seine letztendliche Größe. Die Abkühlung ist ein sensibler Prozess, bei dem man beachten muss, dass das produzierte Teil innerhalb der Toleranzen bleibt und sich nicht verzieht.

Anforderungen an das Formmaterial

Beim Extrudieren kommen viele Konstruktionsteile zum Einsatz.

Die Kalibriereinheiten werden zwecks schneller Abkühlung aus Aluminium gemacht. Das Werkzeug besteht allerdings meistens aus Stahl. Die Anforderungen an die Festigkeit sind moderat. Bei der Extrusion von PVC-Profilen wird eine gute Korrosionsbeständigkeit verlangt. Bei Profilen aus verstärkten Kunststoffen ist die Verschleißbeständigkeit von entscheidender Bedeutung.

Üblicherweise verfügen vorvergütete Stahlsorten über eine ausreichende Festigkeit für den normalen Extrusionsprozess.

Manchmal werden die Matrizen jedoch nitriert, um eine bessere Verschleißbeständigkeit zu erhalten.

Gleichbleibend hochwertige Werkzeugstähle und gleichbleibend zuverlässigen Service finden Sie bei Uddeholm weltweit. Eine Leistung, die Ihnen nur Uddeholm bietet!

LAGERHALTUNG IN IHRER NÄHE

Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung in der Kunststoffindustrie, kennen wir die Abmessungen, Qualitäten und Toleranzen, die benötigt werden. Wir verfügen über ein umfassendes Lager-Netzwerk an strategisch wichtigen Orten.



SCHWEISSZUSATZWERKSTOFFE

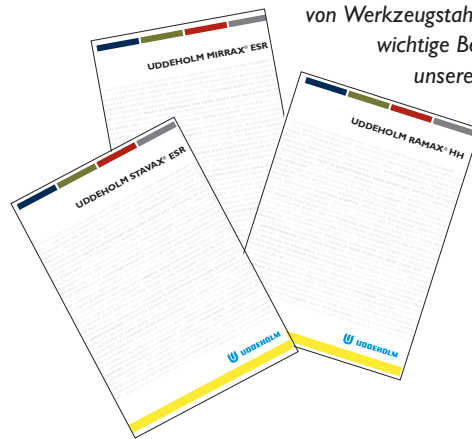
Für eine erfolgreiche Reparaturschweißung ist es von außerordentlicher Bedeutung, dass die Schweißzusatzwerkstoffe genau auf den Formstahl abgestimmt sind. Dies gilt vor allem dann, wenn die geschweißte Oberfläche durch Fotoätzen oder Polieren nachbearbeitet werden soll. Wir bieten Schweißzusatzwerkstoffe an zum Schweißen von den Uddeholmstählen Impax Supreme, Nimax, Unimax, Corrax, Stavax ESR und Moldmax. Sie sind als WIG-Draht erhältlich.

Uddeholm Impax Supreme ist auch als beschichtete Elektrode für das Lichtbogenhandschweißen erhältlich.

ALLES AUS EINER HAND

Werkzeugstahl für Kaltarbeit, einschließlich vorgeschliffenem und präzisionsgeschliffenem Flachstahl in Standardlängen, Hohlstahl, Stahl für Kunststoffformen sowie Warmarbeitsstahl zum Druckgießen, Gesenkschmieden und Strangpressen — bei uns finden Sie alles.

Broschüren über die Auswahl, die Wärmebehandlung und die Anwendung von Werkzeugstahl sind sehr wichtige Bestandteile unseres Services.



HERVORRAGENDER TECHNISCHER KUNDENDIENST

Unsere Metallfachleute und Außendiensttechniker sind Ihnen bei der Materialauswahl im Planungsstadium behilflich und stehen Ihnen auch später in Fragen der Wärmebehandlung, des Polierens und der Bearbeitung mit Rat und Tat zur Seite.



Uddeholm bietet auch Laserschweißdraht für Uddeholm Nimax und Uddeholm Stavax ESR an.

Produktprogramm

UDDEHOLM FORMENSTÄHLE IMPAX SUPREME (1.2738)	Vorvergüteter Ni-Cr-Mo-Stahl mit einer Lieferhärte von 290–330 HB und hervorragenden Polier- und Fotoätzigenschaften. Geeignet für eine breite Palette von Spritzformen, Blasformen und Extrusionsformen.
NIMAX	Ein Kunststoffformenstahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt mit einer Härte von 360–400 HB. Exzellente Zähigkeit, Bearbeitbarkeit und Schweißbarkeit. Gute Polierbarkeit und Fotoätzbarkeit.
STAVAX ESR / MIRRAX ESR (1.2083/Sonderanalyse)	Durchhärtende rostfreie Formenstähle mit hoher Korrosionsbeständigkeit und sehr guter Polierbarkeit.
POLMAX (~1.2083)	Durchhärtender rostfreier Formenstahl mit hoher Korrosionsbeständigkeit und äußerst guter Polierbarkeit.
CORRAX	Ein ausscheidungshärtbarer Formenstahl mit unübertroffenem Korrosionswiderstand, einfacher Wärmebehandlung und guter Schweißbarkeit.
ORVAR SUPREME (1.2344)	Vielseitiger, durchhärtender 5%-iger Cr-Formen- und Matrizenstahl mit guter Verschleißfestigkeit und Polierbarkeit, der sich auch sehr gut beschichten lässt.
VIDAR 1 ESR (1.2343)	Durchhärtender 5%-iger Cr-Formen und Matrizenstahl mit guter Verschleißfestigkeit und Polierbarkeit, der sich sehr gut beschichten lässt. Im Unterschied zu Orvar Supreme eher für größere Formen geeignet, mit hohen Anforderungen an die Zähigkeit und Polierbarkeit.
UNIMAX	Exzellent durchhärtbarer 5%-iger Cr-Formenstahl mit höchster Zähigkeit bei Härten zwischen 52 und 58 HRC. Durch die relativ hohe Härte besitzt er eine sehr gute Druck- und Verschleißfestigkeit. Darüber hinaus lässt er sich sehr gut beschichten und polieren.
RIGOR (1.2363)	Durchhärtender Stahl, empfohlen für sehr lange Produktionsabläufe für kleinere komplizierte Formteile.
ELMAX VANADIS 4 EXTRA VANADIS 10	Pulvermetallurgische Formenstähle mit sehr hoher Maßbeständigkeit, guter Polierfähigkeit und hoher Verschleißfestigkeit. Elmax ist korrosionsbeständig. Vanadis 4 Extra weist die höchste Zähigkeit auf, während Vanadis 10 der verschleißfesteste Stahl ist. Geeignet für sehr lange Produktionsabläufe bei kleinen, komplizierten Formen und/oder abrasiven Kunststoffen.
VANCRON 40	Uddeholm Vancron 40 ist ein stickstofflegierter pulvermetallurgischer Stahl. Er zeichnet sich durch gute Gleiteigenschaften, d.h. einen hohen Widerstand gegen Kaltaufschweißungen und adhäsiven Verschleiß, aus. Die geringe Neigung zur Adhäsion kann in der Kunststoffverarbeitung die Belagbildung reduzieren und die Entformung des Kunststoffteils erleichtern.
UDDEHOLM RAHMENSTÄHLE HOLDAX (1.2312)	Vorvergüteter Mn-Cr-Mo-Stahl mit sehr guter Bearbeitbarkeit und hoher Zugfestigkeit (~1000 N/mm ²)
RAMAX HH, RAMAX LH	Vorvergüteter, korrosionsbeständiger Formenstahl mit guter Bearbeitbarkeit, hoher Festigkeit und guter Korrosionsfestigkeit.
ALUMINIUM- SONDERLEGIERUNG ALUMEC 89	Hochfeste Al-Legierung mit einer Lieferhärte von ~160 HB. Empfohlen für Prototyp-Formen, für kurze Produktionsserien und für Verfahren mit geringen Drücken mit geringen Anforderungen an Härte und Verschleißfestigkeit.
KUPFER-LEGIERUNG MOLDMAX HH MOLDMAX XL	Hochfeste Kupferlegierung mit hoher Wärmeleitfähigkeit. Geeignet für Anwendungen wie Abquetschbacken und Flachenhalsringe beim Blasformen, Kerne und Einsätze beim Spritzgießen sowie Einspritzdüsen und Verteiler für Heißkanalsysteme.

CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG

UDDEHOLM FORMENSTÄHLE	RICHTANALYSE %									UNGEFÄHRER LIEFER- ZUSTAND Brinell
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	S		
IMPAX SUPREME	0,37	0,3	1,4	2,0	1,0	0,2	–	–		310
NIMAX	0,1	0,3	2,5	3,0	1,0	0,3	–	–		380
UNIMAX	0,5	0,2	0,5	5,0	–	2,3	0,5	–		185
ORVAR SUPREME	0,39	1,0	0,4	5,2	–	1,4	0,9	–		180
VIDAR 1 ESR	0,38	1,0	0,4	5,0	–	1,3	0,4	–		180
STAVAX ESR	0,38	0,9	0,5	13,6	–	–	0,3	–		190
MIRRAX ESR	0,25	0,3	0,5	13,3	1,3	0,3	0,35	+N		250
POLMAX	0,38	0,9	0,5	13,6	–	–	0,3	–		190
CORRAX	0,03	0,3	0,3	12,0	9,2	1,4	–	Al 1,6		330
RIGOR	1,0	0,3	0,6	5,3	–	1,1	0,2	–		215
ELMAX	1,7	0,8	0,3	18,0	–	1,0	3,0	–		280
VANADIS 4 EXTRA	1,4	0,4	0,4	4,7	–	3,5	3,7	–		230
VANADIS 10	2,9	0,5	0,5	8,0	–	1,5	9,8	–		275
UDDEHOLM RAHMENSTÄHLE										
HOLDAX	0,4	0,4	1,5	1,9	–	0,2	–	0,07		310
RAMAX HH	0,12	0,2	1,3	13,4	1,6	0,5	0,2	0,1 +N		340
RAMAX LH	0,12	1,0	1,4	14,0	0,4	0,2	0,1	0,13 +N		290

EIGENSCHAFTEN

EIGENSCHAFT	IMPAX SUPREME	NIMAX	CORRAX	VIDAR 1 ESR	ORVAR SUPREME	STAVAX ESR	MIRRAX ESR	POLMAX	UNIMAX	RIGOR	ELMAX	VANADIS 4 EXTRA	RAMAX HH	RAMAX LH	HOLDAX
Normale Härte HRC (HB)	(~310)	(380)	46	48	52	52	52	52	58	60	58	60	(~340)	(~290)	(~310)
Verschleißfestigkeit	3	4	5	6	7	7	7	7	8	9	9	9	4	3	3
Zähigkeit	9	10	7	8	6	5	6	5	6	3	4	5	3	3	4
Druckfestigkeit	4	5	6	6	7	7	7	7	8	9	9	9	5	4	4
Korrosionsbeständigkeit	2	2	10	3	3	8	9	8	3	2	6	2	7	7	2
Bearbeitbarkeit**	5	5	4	9	9	8	7	8	7	5	3	4	6	7	7
Polierbarkeit	7	7	7	8	8	9	9	10	8	5	8	8	4	4	4
Schweißbarkeit	6	7	6	4	4	4	4	4	4	2	2	2	5	6	6
Nitrierbarkeit	6	5	–	10	10	–	–	–	8	8	–	8	–	–	5
Ätzbarkeit	8	8	8*	9	9	8*	8*	8*	9	5	8*	8	3	3	3

* Spezialprozess erforderlich ** Geprüft im Lieferzustand

Die Eigenschaften der Stahlsorten für die Hauptform und die Halter wurden von 1 bis 10 bewertet, wobei 10 die höchste Wertung ist. Das sind natürlich nur annähernde Vergleiche, die aber bei der Auswahl des Stahls hilfreich sein können.

Anmerkung: Die Stahlsorten können nicht „absolut“ verglichen werden, indem die jeweiligen „Punkte“ addiert werden. Nur einzelne Eigenschaften sollten verglichen werden.

Auswahl des Formenstahls

ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN

PROZESS	MATERIAL	UDDEHOLM STAHL/MATERIAL	HÄRTE HRC (HB)
SPRITZGIESSEN	Thermoplaste – vorvergüteter Formenstahl	ALUMEC 89 IMPAX SUPREME RAMAX HH NIMAX	(~160) 33 (~310) 37 (~340) 40 (~380)
	– durchgehärteter Formenstahl	CORRAX MIRRAX ESR ORVAR SUPREME STAVAX ESR POLMAX VIDAR 1 ESR UNIMAX ELMAX VANADIS 4 EXTRA	36–50 45–50 45–52 45–52 45–52 45–52 50–58 56–60 58–64
	Duroplaste	UNIMAX ELMAX RIGOR VANADIS 4 EXTRA	52–58 56–60 58–60 58–64
FORMPRESSEN	Duroplaste	MIRRAX ESR STAVAX ESR ORVAR SUPREME UNIMAX ELMAX VANADIS 4 EXTRA	45–50 45–52 45–52 52–58 56–60 58–62
BLASFORMEN	Allzweck	ALUMEC 89 IMPAX SUPREME NIMAX	(~160) 33 (~310) 40 (~380)
	PVC	CORRAX RAMAX HH STAVAX ESR MIRRAX ESR	36–50 37 (~340) 45–52 45–50
EXTRUSION	Allzweck	IMPAX SUPREME NIMAX	33 (~310) 40 (~380)
	PVC	CORRAX RAMAX HH MIRRAX ESR STAVAX ESR	36–50 37 (~340) 45–50 45–52
HALTERMATERIAL	1. Hochfest, vorvergütet	HOLDAX	33 (~310)
	2. Wie 1, plus Korrosionsbeständigkeit für Produktionsabläufe mit geringer Wartung, auch für „hygienische“ Betriebsbedingungen, normalerweise keine Beschichtung erforderlich.	RAMAX LH RAMAX HH	32 (~290) 37 (~340)

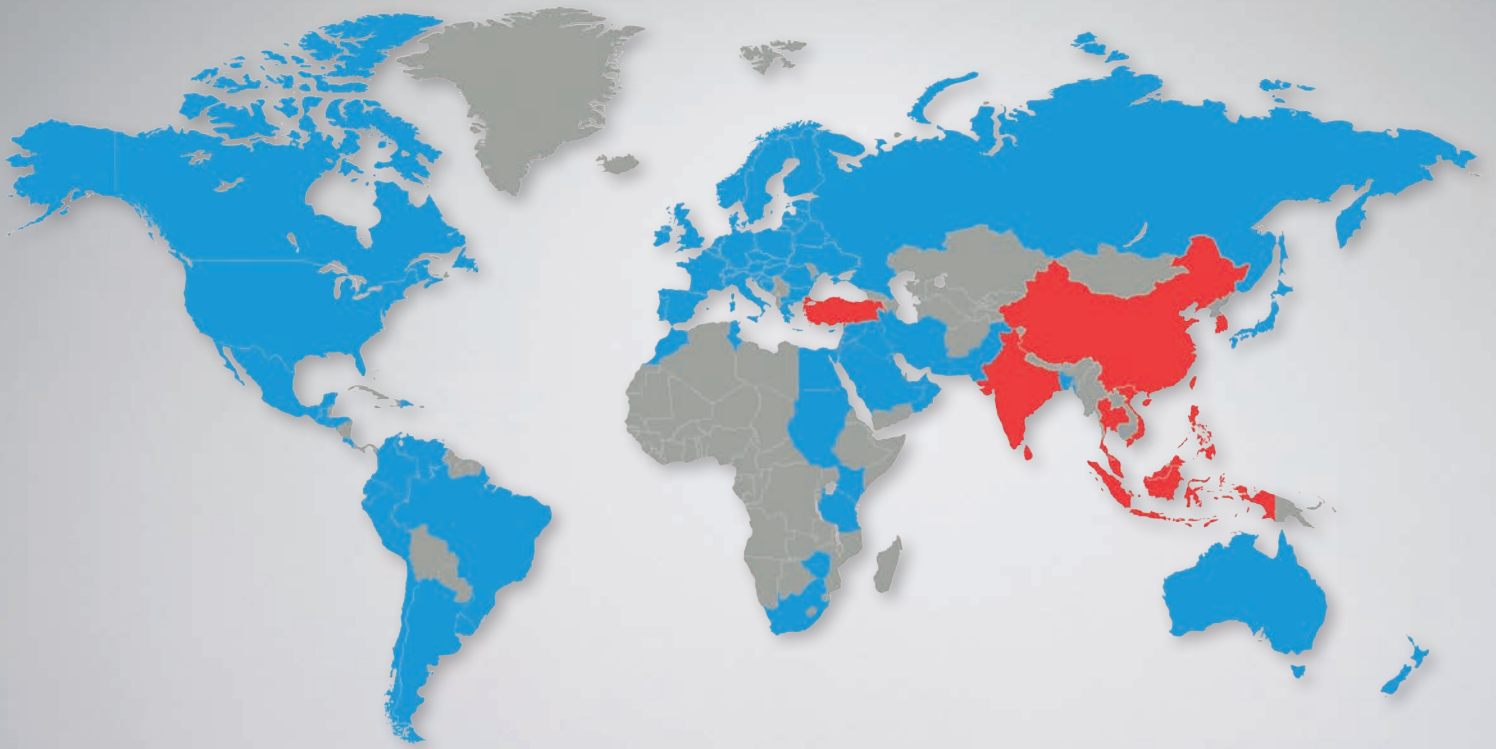
SPEZIELLE EMPFEHLUNGEN

SPEZIELLE FORDERUNGEN	BEISPIEL	UDDEHOLM STAHL/MATERIAL	HÄRTE HRC (HB)
GROBE FORMEN	Für Karosserieteile, einschl. Armaturenbrett, Stoßfänger, Blenden usw.	ALUMEC 89 IMPAX SUPREME CORRAX MIRRAX ESR ORVAR SUPREME VIDAR 1 ESR NIMAX	(~160) 33 (~310) 36–46 36–50 36–50 36–50 40 (~380)
	Wie oben, mit geringen Ansprüchen an Oberflächengüte	HOLDAX RAMAX HH	33 (~310) 37 (~340)
HOCHGLANZ	Zum Formen optischer/medizinischer Teile, klare Abdeckungen/Blenden, Datenträger	MIRRAX ESR STAVAX ESR POLMAX ORVAR SUPREME VIDAR 1 ESR UNIMAX ELMAX VANADIS 4 EXTRA	45–50 45–52 45–52 45–52 45–52 54–58 56–60 58–62
KOMPLEXE FORMEN	1. Für große Autoteile/Haushaltsartikel	IMPAX SUPREME CORRAX MIRRAX ESR NIMAX VIDAR 1 ESR	33 (~310) 34–46 36–50 40 (~380) 45–50
	2. Für kleine Teile mit geringen Anforderungen an Verschleiß	IMPAX SUPREME CORRAX NIMAX	33 (~310) 34–46 40 (~380)
	3. Für kleine Teile mit hohen Anforderungen an Verschleiß, z.B. elektrische/elektronische Formteile	MIRRAX ESR ORVAR SUPREME STAVAX ESR UNIMAX ELMAX VANADIS 4 EXTRA RIGOR VANADIS 10	48–50 50–52 50–52 54–58 56–60 58–64 60–62 60–64
ABRASIVE FORMMATERIALIEN	Verstärkte/gefüllte Formmaterialien; technische Thermo- und Duroplaste	MIRRAX ESR ORVAR SUPREME STAVAX ESR UNIMAX ELMAX RIGOR VANADIS 4 EXTRA VANADIS 10	48–50 50–52 50–52 54–58 56–60 58–62 58–64 60–64

SPEZIELLE EMPFEHLUNGEN

SPEZIELLE FORDERUNGEN	BEISPIEL	UDDEHOLM STAHL/MATERIAL	HÄRTE HRC (HB)
LANGE PRODUKTIONS-ABLÄUFE	Für thermoplastische Teile, z.B. Einmalbestecke, Behälter und Verpackungen	MIRRAX ESR STAVAX ESR ORVAR SUPREME VIDAR 1 ESR UNIMAX ELMAX VANADIS 4 EXTRA	45–50 45–52 45–52 45–52 54–58 56–60 58–64
KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT	1. Für korrodierende Formmaterialien, z.B. PVC 2. Für feuchte Form-/Formlagerbedingungen 3. Allgemeine Beständigkeit der Oberfläche gegenüber Flecken-/Rostbildung 4. Korrosionsbeständigkeit der Kühlkanäle	RAMAX LH CORRAX RAMAX HH MIRRAX ESR STAVAX ESR ELMAX	32 (~290) 34–50 37 (~340) 45–50 45–52 56–60
FOTOÄTZEN	1. Vergüteter Stahl	IMPAX SUPREME NIMAX	33 (~310) 40 (~380)
	2. Durchgehärteter Stahl	MIRRAX ESR ORVAR SUPREME VIDAR 1 ESR STAVAX ESR UNIMAX ELMAX VANADIS 4 EXTRA	45–50 45–52 45–52 45–52 54–58 56–60 58–64
HOHE WÄRMELEITFÄHIGKEIT	Für Spritzgieß- und Blasformen, Kerne und Einsätze Teile für Heißkanalsysteme	MOLDMAX XL MOLDMAX HH	~30 ~40

MOLDMAX® ist ein eingetragener Produktname von Materion Brush Performance Alloys, Ohio, registriert.



Netzwerk der Extraklasse

UDDEHOLM ist auf allen Kontinenten tätig. Deshalb können wir Sie mit qualitativ hochwertigem, schwedischem Werkzeugstahl versorgen und vor Ort betreuen – ganz gleich, wo Sie sich befinden. ASSAB ist unsere hundertprozentige Tochter und vertritt uns als exklusiver Vertriebspartner in vielen Teilen der Erde. Gemeinsam sichern wir unsere Position als weltweit führender Anbieter von Werkzeugstählen.

UDDEHOLM ist der weltweit führende Anbieter von Werkzeugstahl. Diese Position haben wir erreicht, weil wir immer unser Bestes geben, um die tägliche Arbeit unserer Kunden zu erleichtern. Aufgrund langjähriger Erfahrung und intensiver Forschungsarbeit sind wir in der Lage, für jede Herausforderung bei der Werkzeugherstellung eine überzeugende Lösung zu finden. Dieser Anspruch ist hoch, aber unser Ziel ist so klar wie nie zuvor: Wir wollen Ihr Partner und Werkzeugstahllieferant Nr. 1 sein.

Die globale Ausrichtung unseres Unternehmens garantiert Ihnen, dass Sie immer und überall Werkzeugstahl in der gleichen, hohen Qualität erhalten. ASSAB ist unsere hundertprozentige Tochter und vertritt uns als exklusiver Vertriebspartner in vielen Teilen der Erde. Gemeinsam sichern wir unsere Position als der international führende Anbieter von Werkzeugstählen. Hierfür haben wir ein weltweites Netzwerk aufgebaut. Daher ist immer ein Uddeholm- oder ASSAB-Mitarbeiter in Ihrer Nähe, um Sie vor Ort zu beraten oder zu unterstützen. Unser wichtigstes Ziel ist dabei, Ihr Vertrauen in eine langfristige Partnerschaft zu erhalten. Wir wissen, dass man sich Vertrauen verdienen muss – jeden Tag aufs Neue.

Weitere Informationen finden Sie unter www.uddeholm.com, www.assab.com oder unter unserer lokalen Website.