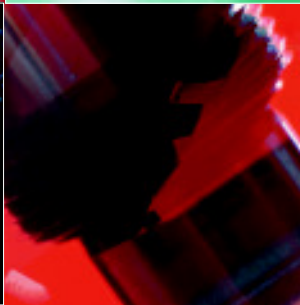


# Härten,

wenn's auf Qualität ankommt

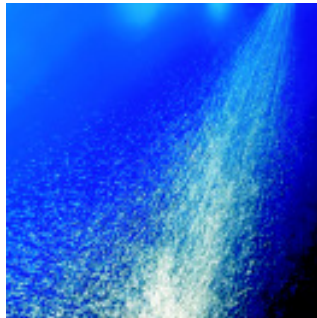




# Schnell realisiert

Je nach Beanspruchung erfährt das verwendete Material speziell darauf abgestimmte Härteverfahren. Die Anwendungsbereiche auf dieser Seite bilden nur eine Auswahl. Auf den folgenden Seiten finden Sie weitere Anwendungsbeispiele.

Besonders kompliziert geformte Werkteile benötigen spezielle Härteverfahren, damit sie maßhaltig bleiben. [Entsprechendes Härteverfahren auf Seite 09](#)



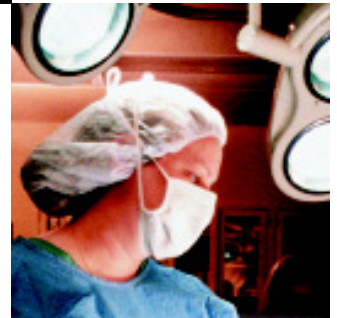
Rechts: Im Bereich der Automation sind preisgünstige Massenartikel und zuverlässige Werkzeuge gefragt. [Entsprechendes Härteverfahren auf Seite 08](#)



Rechts: In manchen Anwendungsbereichen, sind möglichst leichte Materialien und ein hohes Maß an Sicherheit gleichermaßen wichtig. [Entsprechendes Härteverfahren auf Seite 06](#)



Links: Konstruktionen wie Fahrgeschäfte benötigen für langfristige Sicherheit einen harten und verschleißfesten Stahl der zugleich Kernzähigkeit aufweist. [Entsprechendes Härteverfahren auf Seite 05](#)



Oben: Werkzeuge in der Chirurgie oder in der Lebensmittelverarbeitung müssen besonders hohen Ansprüchen genügen. [Entsprechendes Härteverfahren auf Seite 08](#)

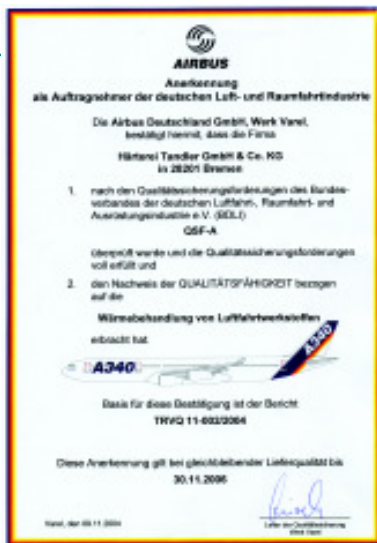
**Präzise  
umgesetzt**

**Langlebig  
im Qualitätserhalt**

## Aktuell...

Neues Verfahren der Härterei Tandler: **Tan-Ox**  
(siehe Seite 8).

Seit dem 09. November 2004 sind wir nach den Qualitätssicherungsforderungen des Bundesverbandes der deutschen Luftfahrt-, Raumfahrt- und Ausrüstungsindustrie e. V. zertifiziert.



## Härten...

... gewinnt in der Technik zunehmend an Bedeutung, da Maschinen immer kleiner und leichter werden und immer größere Kräfte aufnehmen müssen. Gehärtete Maschinenteile erreichen außerdem größere Lebensdauer.

Da jedes Bauteil unterschiedliche Beanspruchungen erfährt, muss das Härteverfahren genau darauf abgestimmt sein. Zahnräder beispielsweise müssen trotz hoher Oberflächenhärte im Kern immer noch zäh sein. Press- und Stanzwerkzeuge müssen dagegen durch und durch hart sein.



## INHALT

- 04 Eine kurze Geschichte des Härten
- 05 Einsatzhärten
- 05 Aufkohlen
- 06 Härten
- 06 Vergüten
- 07 Gasnitrieren
- 07 Salzbadnitrocarburieren
- 08 Vakuumhärten
- 08 Tan-Ox
- 08 QPQ-Behandlung
- 08 Tenifer 30 NO
- 09 Induktionshärten
- 09 Glühen
- 10 Material prüfen
- 10 Beratung
- 10 Trowalisieren
- 11 Ofengrößen





Luftfahrt- und Automobilindustrie stellen ganz besonders hohe Anforderungen an reproduzierbare Qualität.

Für eine einwandfreie Abwicklung der Aufträge werden die Teile unserer Kunden mit Hilfe von Computern bei der Anlieferung und im Ofen eindeutig identifiziert und die Bearbeitung protokolliert.

## Eine kurze Geschichte des Härten

### Von antiken Rezepturen bis zur Computer gestützten Härtetechnik

Die Entwicklung der heutigen Härtereitechniken geht auf die Anfänge der Eisenerzeugung zurück. Dies geht aus Funden in der Cheopspyramide hervor. Dort fand man Messer aus der Zeit 2900 v. Chr., die aus nickelfreiem Eisen bestanden und deren Schneiden aufgekohlt waren.

**Die Suche nach Wundermitteln** Das Härten von Stahl war lange Zeit eine Domäne des Schmieds. In der zweiten Hälfte des 8. Jh. v. Chr. berichtet der griechische Dichter Homer in den Ilias von Schmieden, die sich auf das Härten von Stahl durch Ablöschen in Wasser verstanden. Die berühmteste Art der Härtung ist im Amelunglied aus dem 4. Jahrhundert beschrieben: Wieland der Schmied zerfeilte ein ungenügendes Schwert zu Spänen. Diese mischte er mit Mehl und Milch und gab sie Vögeln zu fressen. Den ausgeschiedenen Vogelkot glühte er dann, um daraus ein neues „verschleißfestes“ Schwert zusammen zu schweißen.

1939 wurde dieser Versuch erfolgreich wiederholt. Die metallographische Untersuchung zeigte eine gleichmäßige Kohlenstoffeinwanderung und Stickstoffaufnahme in der Randzone, der heutige Begriff des „Nitrocarburierens“. Die Phantasie über „Wundermittel“ für die Härtung kannte bis ins 19. Jahrhundert hinein kaum Grenzen: Blut, Knaben-Urin, Kot, Salmiakgeist, oder Saft von Regenwürmern waren nur einige der ausprobierten Zutaten.

**Neuer Berufsstand Härteschmied** Ab 1100 fertigten die Waffenschmiede in Zusammenarbeit mit dem neuen Berufsstand des Härter. Schriftlich wird die Zunft der Härter 1401 in den Solinger Privilegien erwähnt. Ihre „geheimnisvolle“ Kunst war hoch

angesehen. Sie mussten einen Eid leisten, u.a. die Geheimnisse nur an die Söhne weiterzugeben, und durften das Land nicht verlassen. Die Härtung erfolgte damals durch Aufstreuen und Einbrennen kohlehaltiger Substanzen.

**Aufbruch der Wissenschaft** Erste Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften von Stahl erfolgten 1704. Der Franzose Reamur (1683-1757) nahm als erster das Mikroskop zur Hilfe, um Textur, Gefüge und Struktur der Werkstoffe zu analysieren. 1887 erfolgte die wichtige Erfindung des Thermoelements. Damit waren die Grundvoraussetzungen für Temperaturführung/Genauigkeit geschaffen. Die Wärmebehandlung wurde nachvollziehbar und damit jahrelange Erfahrungen der Härter, Glüh- und Anlassfarben zu bestimmen, hinfällig.

**Durchbruch im 20. Jahrhundert** 1912 wird die Atomordnung in den Kristallen mittels Röntgenstrahlen entdeckt. 1920 begann eine deutsche Chemiefirma mit der Produktion von Salzen für die Wärmebehandlung. Der Durchbruch in der Härtetechnik: Salze haben den entscheidenden Vorteil der Temperaturgenauigkeit und Gleichmäßigkeit gegenüber anderen Medien. Es ist damit möglich, in empfindlichen Bereichen, z. B. des Flugzeugbaus qualitativ und reproduzierbar Wärmebehandlungen durchzuführen. Die Technik anderer Medien, wie die der Schutzgase, ist ebenfalls nicht stehen geblieben. Sie wird fortlaufend verbessert und denen der Salze angepasst. Für alle Bereiche gibt es Vor- und Nachteile, die es abzuwägen gilt.

# Kernzähigkeit

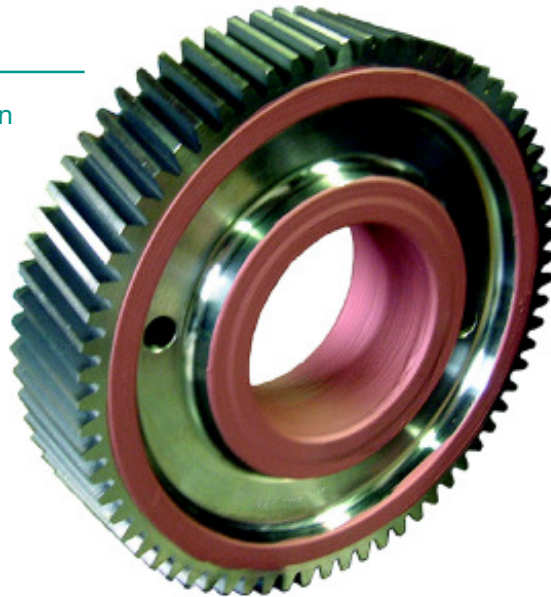
# bei hoher Randschichthärte

Zahnräder , z.B. in Karussell-  
getrieben, sind ständig hohen  
Belastungen ausgesetzt und  
benötigen deshalb extrem harte  
und verschleißfeste Oberflächen  
bei gleichzeitig zähem Kern.

## Aufkohlen...

...zu härtende Partien selbst bestimmen  
durch mechanische Bearbeitung  
zwischen Aufkohlen und Härten.

Der Kohlenstoff als wichtigstes  
Legierungselement des Stahles wird  
der Oberfläche durch kohlen-  
stoffabgebende Gase oder Salze  
bei etwa 900 °C eindiffundiert. Wie  
tief die C-Atome eindringen, lässt  
sich genau steuern. Durch anschlie-  
ßendes Härten entstehen extrem harte  
und verschleißfeste Oberflächen.



Oben: Das Aufkohlen im  
Gas bietet den Vorteil,  
dass bestimmte Partien  
abgedeckt oder isoliert  
werden können und  
daher partiell weich  
bleiben. Erkennbar im  
Bild - die abdeckende  
rötliche Paste.

Unten: Zahnräder , z.B.  
in Karussellgetrieben,  
sind ständig hohen Be-  
lastungen ausgesetzt.



Links: Das Material  
(hier Zahnräder) wird  
mit einer speziellen  
Vorrichtung in den  
Ofen gefahren und  
anschließend bei ca  
900 °C aufgekocht.

## Einsatzhärten...

... für hohe Randschichthärte bei gleichzeitiger  
Gefügestärke des Stahlkernes.

Unter Einsatzhärten versteht man ein Härten nach  
vorhergegangenem Aufkohlen. Es wird dort ange-  
wendet, wo ein Werkstück neben hoher Kern-  
zähigkeit eine harte, verschleißfeste Oberfläche  
haben muss. Die hierfür verwendeten Stähle  
haben niedrige Kohlenstoffgehalte und sind je  
nach gewünschter Kernfestigkeit legiert.



## harter, verschleißfester Stahl

Oben: Bergsteiger und Freeclimber müssen sich auf langfristig anhaltende Qualität ihrer Seilhaken verlassen können. Durch Erwärmen und anschließendes Abschrecken ergibt sich ein harter, verschleißfester Stahl.

## Härten...

...für einen harten, verschleißfesten Stahl.

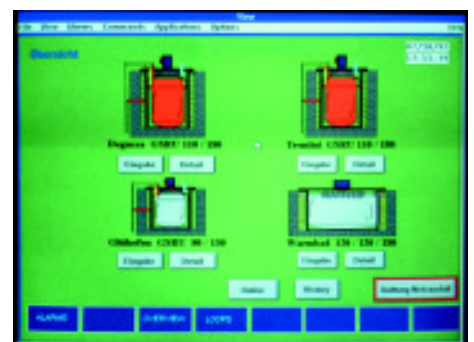
In diesem Härtevorgang wird das Material auf eine angepasste Temperatur erwärmt und nachfolgend in Wasser, in Öl, einem Warmbad oder an der Luft (Martensitbildung) abgeschreckt. Das Ergebnis ist bei geeignetem Grundwerkstoff ein harter, verschleißfester Stahl.

## genau festgelegte Festigkeit und Dehnung

## Vergüten

... für genau festgelegte Festigkeit und Dehnung.

Die beim Härten erreichte Höchststärke des Stahles wird durch genau gesteuertes Anlassen verringert. Die Festigkeit und Zähigkeit des Stahles können auf diese Weise der Praxis gerecht erstellt werden.



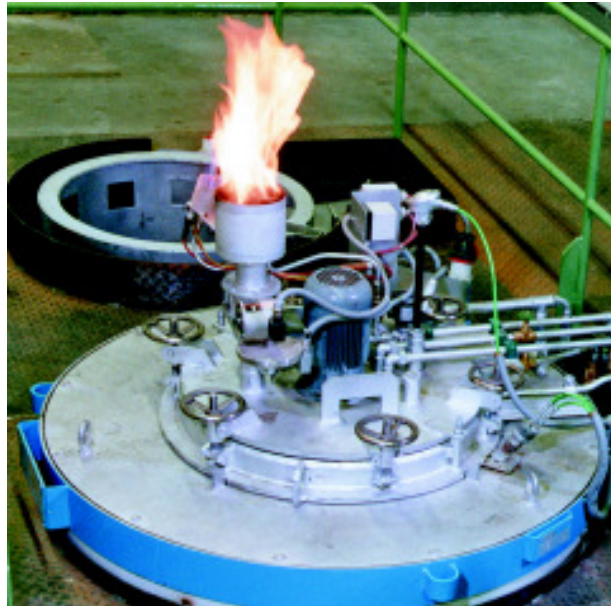
# ••• harter und verschleißfester Stahl

Statt stärkerer Materialdicke bieten sich für Anwendungsbe-  
reiche, in denen es zugleich  
auf geringes Gewicht und  
Qualitätssicherheit ankommt,  
Härteverfahren für verschleiß-  
feste Oberflächen an.

## Gasnitrieren...

... für besondere Oberflächenhärte  
und Verschleißfestigkeit.

Im Vergleich zum Salzbadnitrocarburieren bietet das Gasnitrieren bzw. Gasnitrocarburieren tiefere Nitrierschichten, benötigt aber auch deutlich längere Behandlungszeiten. Beim Salzbadnitrocarburieren wie beim Gasnitrieren ist die Oberflächenhärte vom vorherigen Vergütungszustand und dem Anteil der Legierungselemente im Grundwerkstoff abhängig. Es besteht die Möglichkeit, bestimmte Bereiche am Bauteil, z.B. Gewindebohrungen, vor dem Nitrieren zu schützen.



## Oberflächenhärte und Verschleißfestigkeit



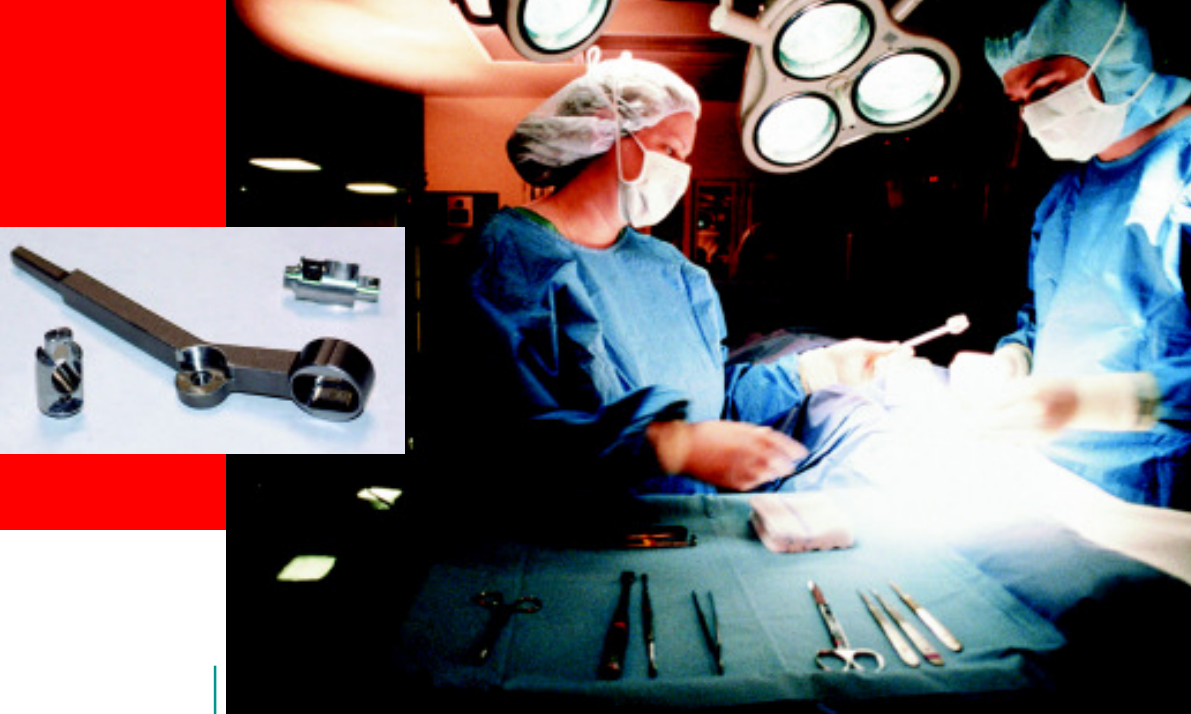
Links: Erhöhte Gleitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit durch Salzbadnitrocarburieren sind in der Industrie gefragt, wenn es auf Präzisionsanwendungen bei geringstem Härteverzug ankommt.

## Salzbadnitrocarburieren

... für Gleitfähigkeit, Verschleißfestigkeit und Korrosionsschutz.

In die Stahloberfläche wird nicht wie beim Aufkohlen nur Kohlenstoff eingebettet, sondern neben geringen Mengen Kohlenstoff vor allem auch Stickstoff eindiffundiert. Dadurch erhöht sich die Gleitfähigkeit und auch die Korrosionsbeständigkeit des Stahles. Infolge vergleichsweise niedriger Behandlungstemperaturen sind nur geringe Maß- und Formveränderungen zu erwarten. Das Salzbadnitrocarburieren ist auch bekannt unter der Bezeichnung Tenifer®-Behandlung oder Badnitrieren.

## Gleitfähigkeit, Verschleißfestigkeit und Korrosionsschutz



Links: Spezielle Härteverfahren bewähren sich u.a. bei der Herstellung von chirurgischen Operationswerkzeugen.

## Vakuumbärten...

... für höchste Härte und Festigkeit bei geringstem Verzug.

Hochlegierte Stähle erzielen durch Vakuum-Wärmebehandlung Höchstwerte an Härte und Festigkeit bei geringstem Verzug, zum Beispiel für Schnittstanzwerkzeuge, Formteile, Matrizen, Stempel, Sonderwerkzeuge oder Teile für die Raumfahrt. Speicherprogrammierung und Temperaturmessung am Werkstück ermöglichen gute und reproduzierbare Ergebnisse.

**höchste  
Härte und  
Festigkeit,  
geringster  
Verzug**

## Tan-Ox

Eine Alternative zum Brünieren stellt das neue Tan-Ox Verfahren unserer Härterei dar. Diese definierte

Kombination aus verschiedenen, thermochemischen Prozessschritten bewirkt, dass die Oberflächen nach der Behandlung eine dunkelgraue bis schwarze Färbung zeigen. Ein großer Vorteil ist neben der Korrosionsbeständigkeit die trockene, griffeste und fettfreie Oberfläche der Bauteile. Tan-Ox<sup>+</sup> : zusätzliche Erhöhung der Oberflächenhärte und Verschleißfestigkeit.



Im Vergleich zum Vernickeln oder Verchromen ist das QPQ-Verfahren preisgünstiger und bietet einen noch höheren Korrosionsschutz. Gleichzeitig entsteht eine Oberfläche mit guten Gleiteigenschaften in dekorativem Schwarz.

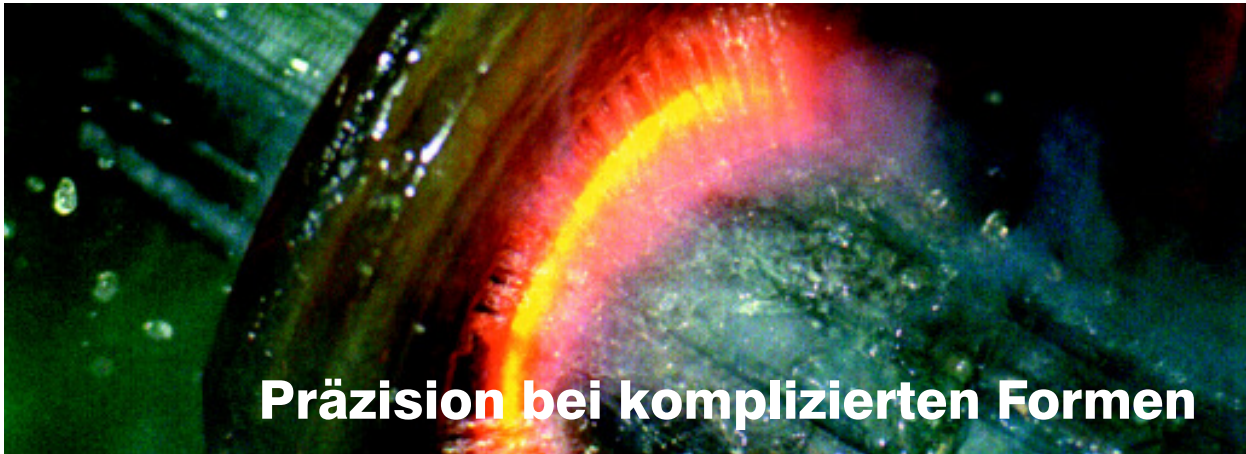
## Tenifer® Q- und QPQ-Verfahren...

... für bewährte Gleiteigenschaften und höheren Korrosionsschutz.

Zusätzlich zum schon bewährten Verschleißschutz und zu den Gleiteigenschaften vom Tenifer®-Verfahren bietet das integrierte QPQ-Verfahren einen noch höheren Korrosionsschutz. Damit ist das Tenifer® QPQ-Verfahren für Guss und Stahl eine kostengünstige Alternative im Vergleich zum Vernickeln oder Verchromen. An kohlenstoffhaltigen Stählen eingesetzt, hat es sich zudem als Ersatz für rostfreie Stähle bei geringeren Material- und Verarbeitungskosten durchgesetzt. Bei geeigneten Oberflächen ist in vielen Fällen eine Tenifer® Q-Behandlung ausreichend. **Ebenso bietet dieses Verfahren in etwas abgeänderter Form eine kostengünstige und korrosionsbeständige Alternative zum Brünieren (Tenifer® 30 NO).**

# ••• höchste Härte und Festigkeit, geringster Verzug

Medizinische Teile wie Implantate werden häufig aus Edelstahl gefertigt und vakuumgehärtet. Bei diesem Härteverfahren kommt der glühende Stahl nicht mit Sauerstoff in Berührung. Das Metall bleibt daher blank und kann nicht oxidieren. Gleichzeitig entstehen nur geringe Spannungen und Verzüge. Bedingungen, wie sie von der Medizin verlangt werden.



## Induktionshärten...



Computer-Software und Monitorüberwachung sorgen in allen Härteverfahren für präzise und reproduzierbare Ergebnisse.

... für kompliziert geformte Werkstücke und partielle Härtung. Vor allem kompliziert geformte Werkstücke werden lediglich in bestimmten Bereichen durch Induktion auf erforderliche Härtetemperatur gebracht und anschließend abgeschreckt. So entsteht in diesem Bereich, z. B. auf der Laufbahn von Kurvenscheiben, ein harter, verschleißfester Stahl. Bevorzugt werden für dieses Verfahren Vergütungsstähle verwendet.

## Glühen...

... zum Abbau von Spannungen im Material. Man unterscheidet je nach Erfordernis das Normal-, Spannungsarm-, Weich- und Grobkorn-glühen. Immer ist damit ein vom geforderten Prozess notwendiges Erwärmen des Stahles mit nachherigem Abkühlen in ruhender Atmosphäre verbunden. Die Wirkung einer vorangegangenen Wärmebehandlung oder Kaltumformung kann aufgehoben werden und führt somit zum Abbau von Spannungen im Material.

## Spannungsarm

Rechts: Das Glühen sorgt für die Maßhaltigkeit von Teilen. Besonders kompliziert geformte Teile, wie diese Sprinklerdüse, werden gern geglüht. Manche sogar mehrfach, nach jeder Bearbeitung erneut. Damit wird vermieden, dass die Teile sich später verziehen.



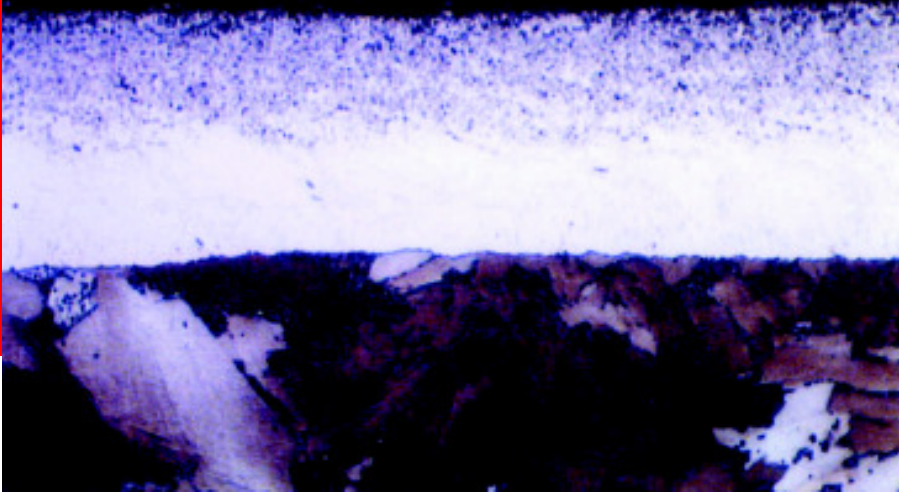


Foto links: Im Labor können durch spezielle Untersuchungsverfahren die Gefügestrukturen des Materials sichtbar gemacht werden. Eine wichtige Voraussetzung zur Bestimmung der Qualität.

## Material prüfen

Alle Verfahren, die mit der Wärmeumwandlung verbunden sind, erfordern dauernde Kontrollen und Messungen. Nur mit exakt gesteuerten Ofenzeiten sowie ständig überwachten Gas- und Badzusammensetzungen und Temperaturen lassen sich diese Prozesse qualitätsbewusst steuern. Regelmäßig werden Proben genommen, die auf Härte und Legierungszusammensetzung sowie mikroskopische Veränderungen im Stahl untersucht werden.



## Beratung

Schon in der Konstruktionsphase sollten Wärmebehandlung und Werkstoffauswahl bedacht werden. Wir unterstützen Sie gern bei dieser Entscheidung, indem wir bei Ihnen vor Ort oder in unserem Werk Schulungen durchführen.



Oben: Stahl wird im Labor regelmäßig auf die erzielte Härte überprüft.



## Trowalisieren

Beim Trowalisieren, auch Trowalieren genannt, wirken die Schleifkörper auf den Werkstücken wie kleine Feilen. Das Trowalisieren bietet eine breite Palette an Bearbeitungsmöglichkeiten. Diese erstrecken sich auf Werkstücke aus den unterschiedlichsten Werkstoffen bzw. Legierungen sowie Herstellungsverfahren.

# Für alle Größen

Die unten aufgeführten Größen sind lediglich Beispiele. Haben Sie Material, das andere Größen verlangt? Fragen Sie uns! Wir haben auch dafür die richtige Lösung.

# haben wir eine Lösung



## Ofengrößen

Glüh- und Anlassöfen	∅ 650 mm x 1750 mm
Anlassofen	∅ 550 mm x 2000 mm
Anlassofen	∅ 630 mm x 1000 mm
Warmbad	B 820 mm x 1000 mm x 1200 mm
Kammerofen	B 600 mm x 380 mm x 1000 mm
Herdwagenofen	B 2000 mm x 1000 mm x 3000 mm

### Einsatzhärten, Nitrieren:

Einsetzen und Härten, Salzbad	∅ 500 mm x 800 mm
Einsetzen und Härten, Salzbad	∅ 700 mm x 750 mm
Einsetzen und Härten, Retorte	∅ 1100 mm x 1800 mm
Einsetzen und Härten, Retorte	∅ 500 mm x 1200 mm
Gasnitrieren	∅ 900 mm x 2500 mm
Gasnitrieren	∅ 550 mm x 2000 mm
Gasnitrieren/Gasnitrocarburieren	∅ 630 mm x 1000 mm
Tan-Ox, Tan-Ox <sup>+</sup>	∅ 900 mm x 2500 mm
Salzbadnitrocarburieren	∅ 800 mm x 1200 mm
QPQ	∅ 800 mm x 1200 mm
Neutralbad bis 1020 °C	∅ 500 mm x 800 mm
Neutralbad bis 1020 °C (Werkzeugstähle)	∅ 700 mm x 750 mm

### Vakuumbhärten:

Vertikal	∅ 1200 mm x 800 mm
Horizontal	B 600 mm x 600 mm x 900 mm

### Induktionshärten:

Wellen	∅ 100 mm x 5000 mm
Bohrungen	∅ 80 mm x 200 mm

Bild rechts: Bestandteil einer Mühlenanlage aus der Futtermittelproduktion. Materialien in der Lebensmittelverarbeitung müssen besonders hohen Ansprüchen genügen, die durch das Vakuumhärten erfüllt werden.





## Härterei Tandler GmbH & Co. KG

Kornstraße 291

D - 28201 Bremen

Telefon 0421 / 55 79 - 425

Telefax 0421 / 55 79 - 432

[info@haertereitandler.de](mailto:info@haertereitandler.de)

[www.haertereitandler.de](http://www.haertereitandler.de)