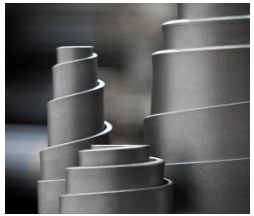
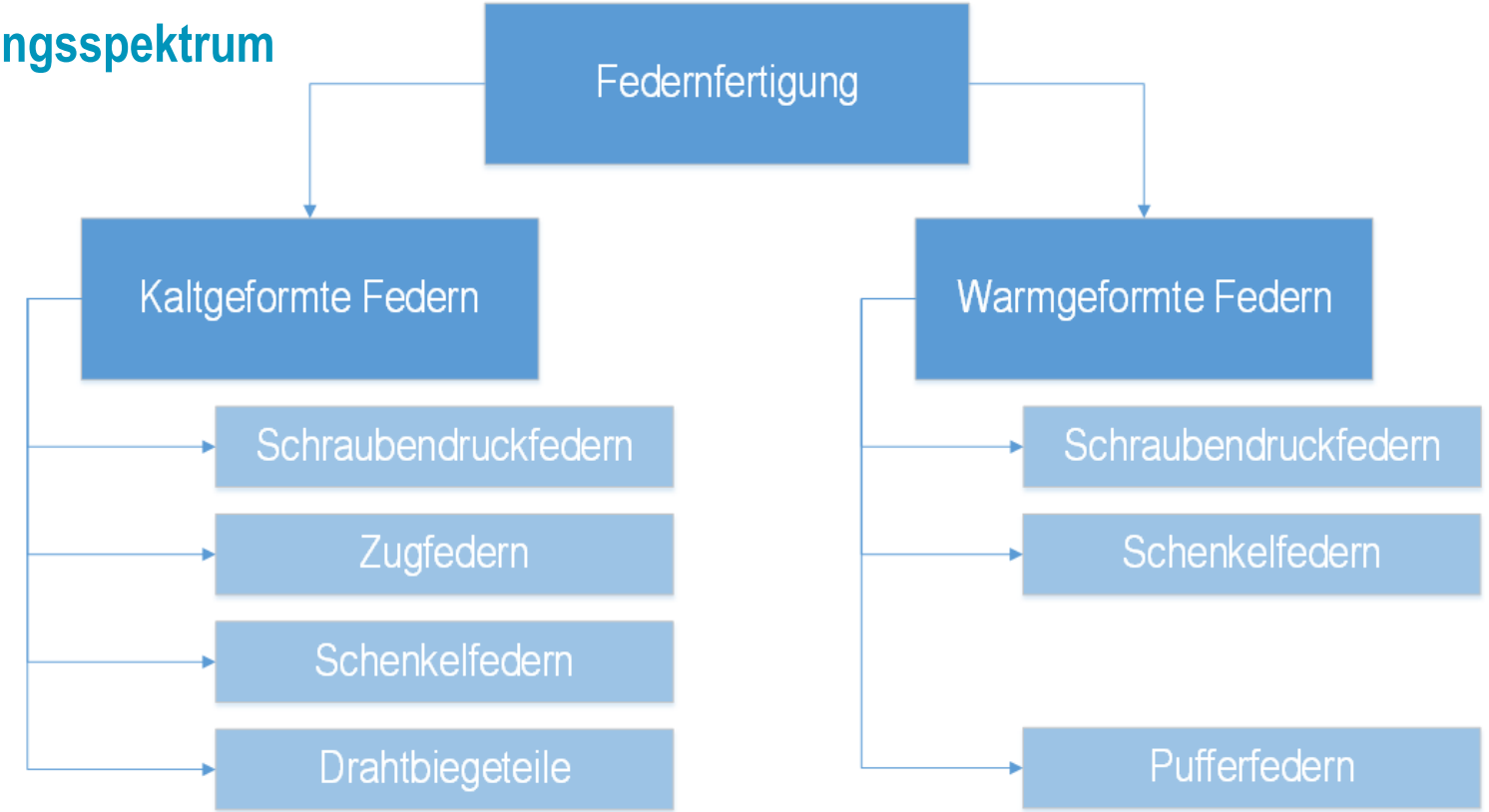
GRUEBER

Agenda

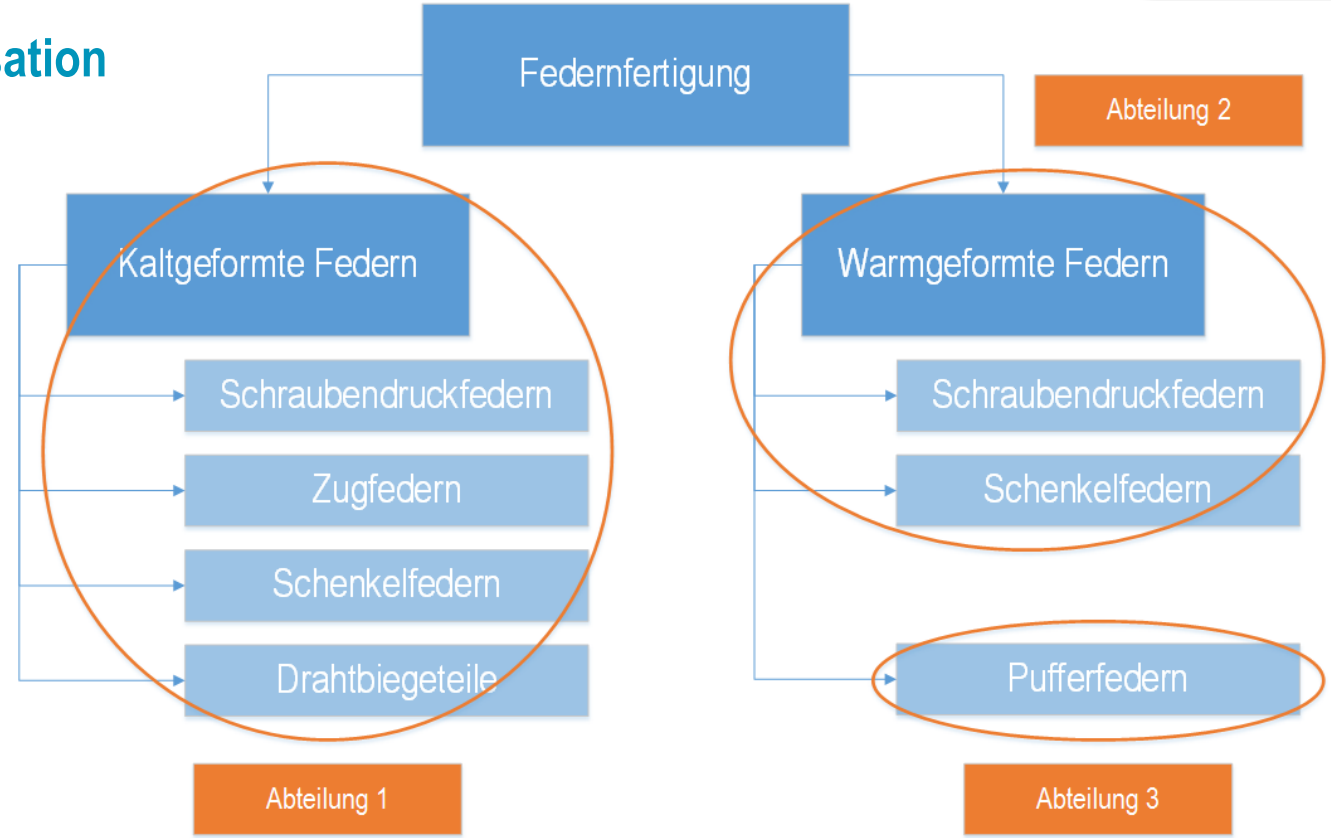
- Fertigungsspektrum der Federnwerke J.P. Grueber
- Ausgangsmaterial Draht, Stäbe und Platinen (Band)
- Kaltgeformte Federn aus federhartem Material
- Kaltgeformte Federn aus Draht für eine Wärmebehandlung
- Warmgeformte Federn



Fertigungsspektrum

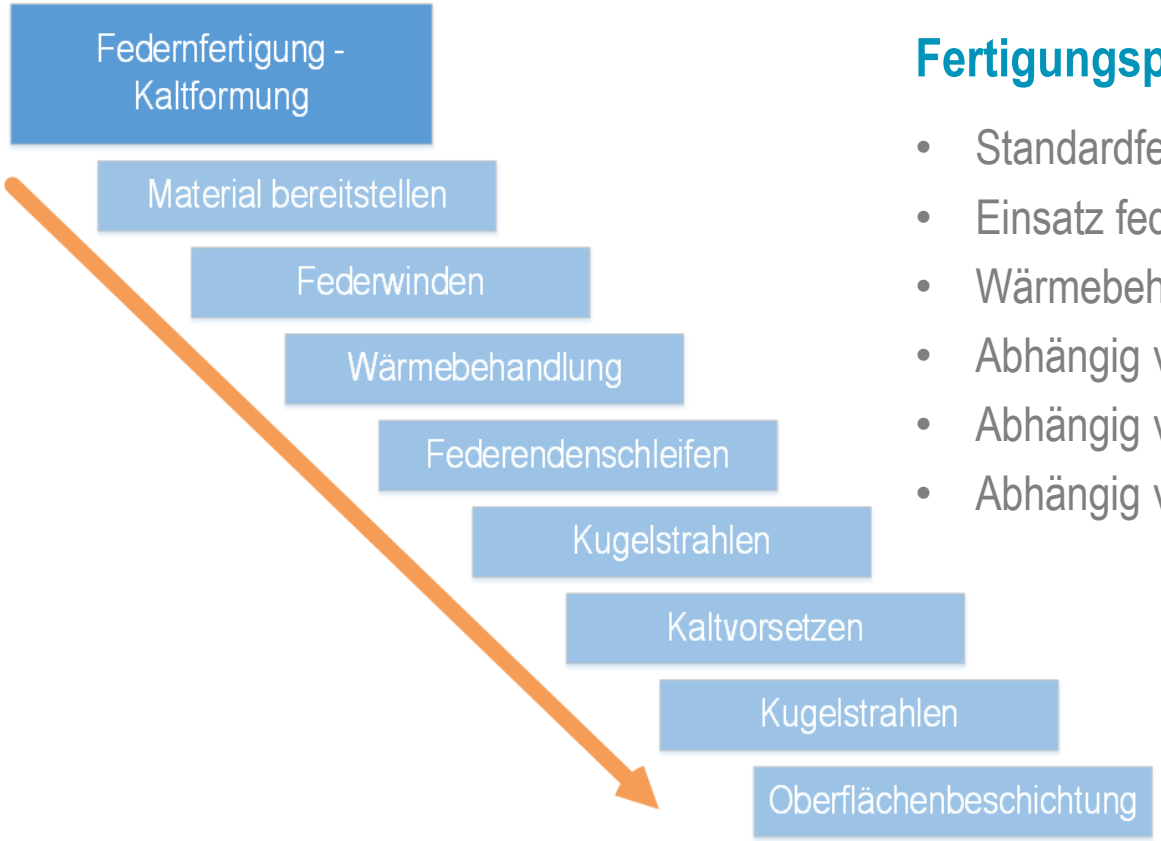


Organisation



Kaltformung

HERSTELLUNG VON FEDERN



Fertigungsprozess

- Standardfertigungsprozess der Kaltformung
- Einsatz federharten Materials
- Wärmebehandlung = Anlassen (200°C – 500°C)
- Abhängig vom Kundenwunsch
- Abhängig von der spezifischen Feder
- Abhängig von der Anwendung

Ausgangsmaterial - Kaltformung

- Federstahldraht ab d_{min}=(2) 4mm
- Federstahldraht bis d_{max}=25mm
- Stahl- und Sondergüten:
  - Unlegierte Federstahldrähte (SH, DH) – DIN EN 10270-1
  - Ölschlussvergütete Federstahldrähte (FDSiCr, VDSiCr) – DIN EN 10270-2
  - (Warmgewalzte) legierte Federstähle (51CrV4, 54SiCr6) – DIN EN 10089:2002
  - Nichtrostender Federstahldraht (1.4301, 1.4310, 1.4568) – DIN EN 10270-3
  - Warmfeste Nickel- bzw. Kobaltlegierungen (Inconel®, Nimonic®, Hastelloy, Duratherm®) – Elemente: Nickel, Kobalt, Titan, Chrom, Molybdän, …
  - Weitere Legierungen auf Anfrage…

Ausgangsmaterial - Kaltformung

Besonderheit der Federtechnik:

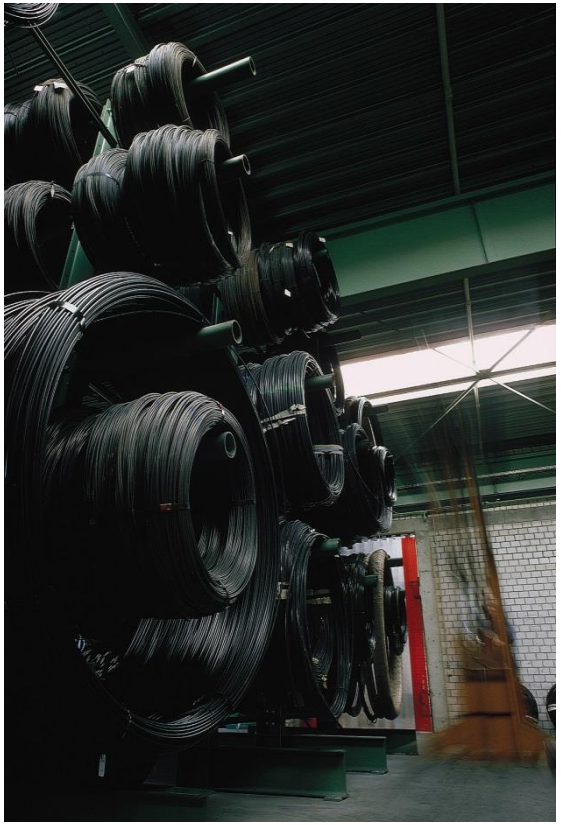
Anwenden hochfester Stähle – sogenannte Federgüten - zum Erreichen maximaler elastischer Formänderung (Federung).

An das Material werden somit besondere Anforderungen gestellt:

- (Kalt) Verformbarkeit.
- Oberflächenqualität (riss- und kerbfrei).
- Materialqualität (Randoxidation, Freiheit von Einschlüssen, ohne Seigerungen).
- Sehr gute elastischen Eigenschaften.

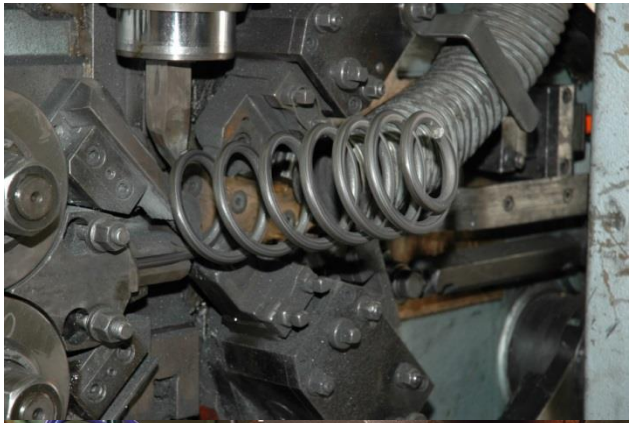
Material bereitstellen

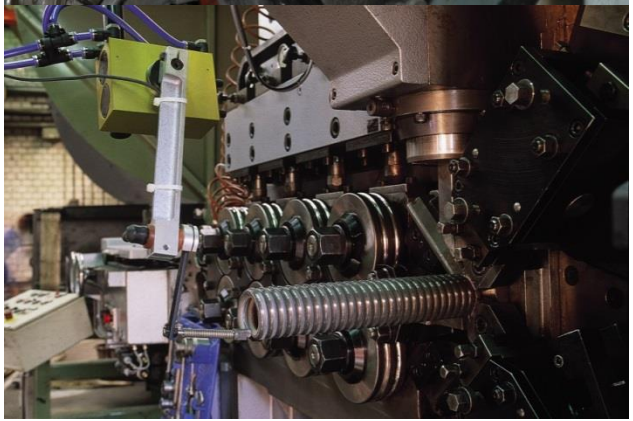
- Wareneingangskontrolle ist Identitätskontrolle und die Kontrolle des Anlieferzustands
- Chargenreine Lagerung
- Ziel: möglichst geringer Lagerstand
- Materialcharge wird dem Fertigungsauftrag zugeordnet und erforderlichenfalls in einem Zeugnis bestätigt



Federwinden

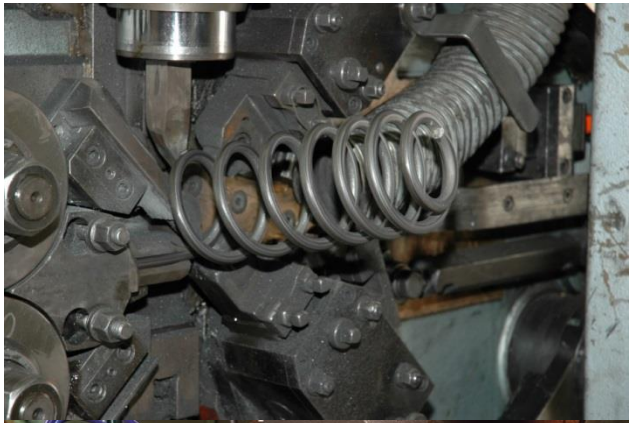
- Wesentlicher formgebender Fertigungsprozess
- Einsatz moderner CNC-Federwindetechnik
- Verarbeitung aller Drahtgüten ab d = (2)4mm bis d = 19mm
- Winden von Federn mit $D_e \leq 240mm$
- Winden von Federn mit L_0 = unendlich (bauliche Grenzen)

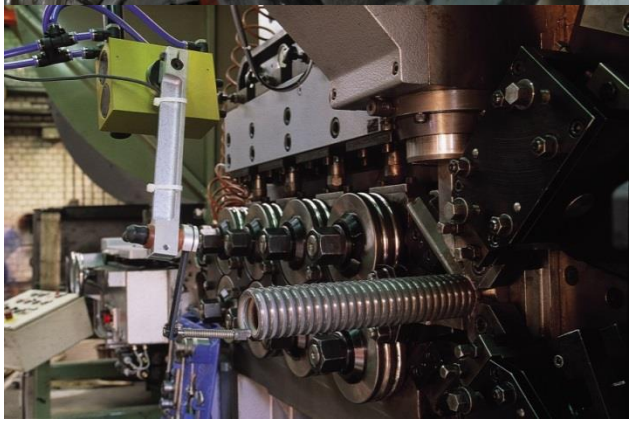




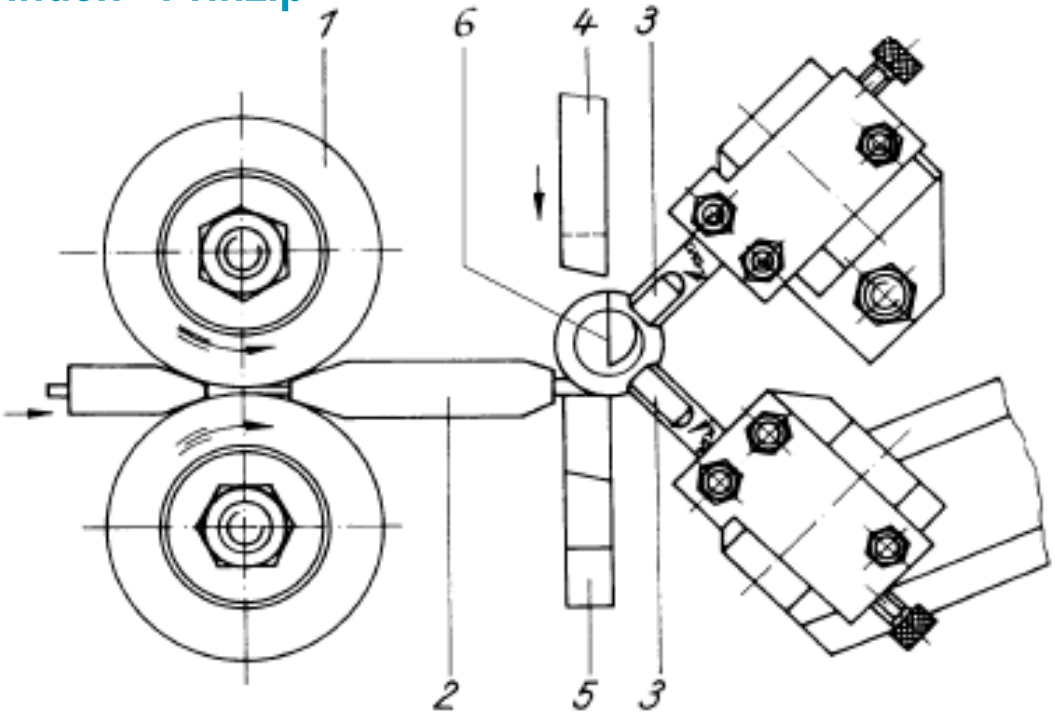
Federwinden

- Wesentlicher formgebender Fertigungsprozess
- Einsatz moderner CNC-Federwindetechnik
- Verarbeitung aller Drahtgüten ab d = (2)4mm bis d = 19mm
- Winden von Federn mit $D_e \leq 240mm$
- Winden von Federn mit L_0 = unendlich (bauliche Grenzen)





Federwinden - Prinzip



1. Windewalzen
2. Drahtführung
3. Windefinger
4. Abschneidmesser
5. Steigungskeil
6. Abschneiddorn

Anlassen

- Abbau schädlicher Eigenspannungen, die durch die Kaltformung federharter Drähte entstehen.
- Schädliche Eigenspannungen beeinflussen die elastischen Eigenschaften der Feder.
- Sichtbar z.B. durch einen großen Setzverlust.

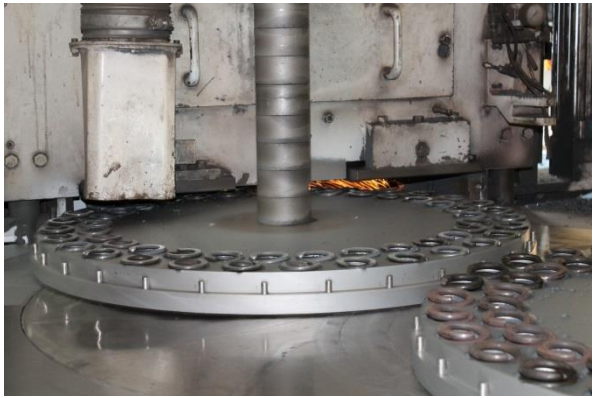
- Unterschiedliche Anlassöfen im Einsatz (Durchlauföfen, Kammeröfen).

Federendenschleifen

- Schaffen ebener, paralleler Aufstandsflächen
- Sorgt für den Geradstand der Feder (e2)
- Vergrößern der Aufstandsfläche, reduzieren des Drucks
- Normanschliff über ¾-Windung, Restmaterialstärke d/4
- Abweichende Zeichnungsvorgaben sind möglich
- Einstellen der Blocklänge der Feder

Federendenschleifen

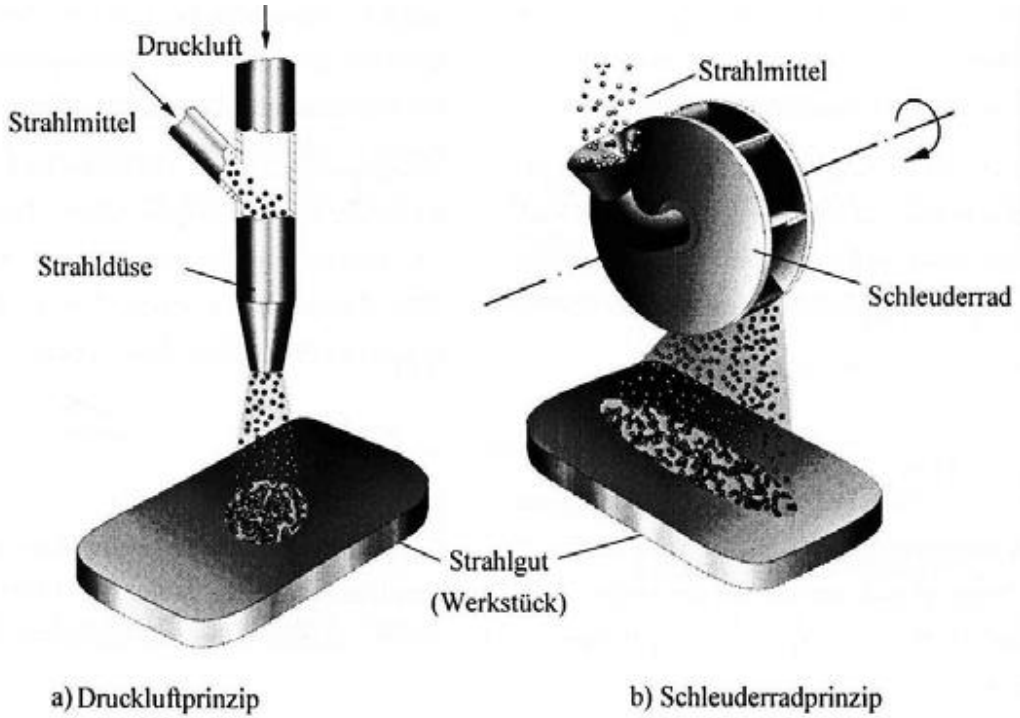
- Kostenintensiver Arbeitsgang
- Schleifgeschwindigkeit temperaturabhängig
- Vermeiden ausgeglühter Federenden
- Automatisieren bei größeren Losgrößen



Kugelstrahlen

- Erzeugen positiv wirkender Druckeigenspannungen (Verfestigungsstrahlen) im Draht.
- Anwenden der VDFI-Richlinie 8001 (April 2016).
- Höhe der Eigenspannungen über verschiedene Parameter einstellbar (Strahlkorn, Überdeckungsgrad).
- Entgraten der Federenden nach dem Schleifen.
- Aktivieren / Reinigen der Oberfläche vor dem Beschichten.
- Entfernen von Zunder und sonstigen Verunreinigungen (Entzunder).
- Umsetzung in Muldenbandstrahlanlagen sowie einem Durchlaufstrahler - Stahldrahtkorn.
- Externer Partner für das Strahlen mit Niro-Stahldrahtkorn sowie das Reinigungsstrahlen.

Kugelstrahlen

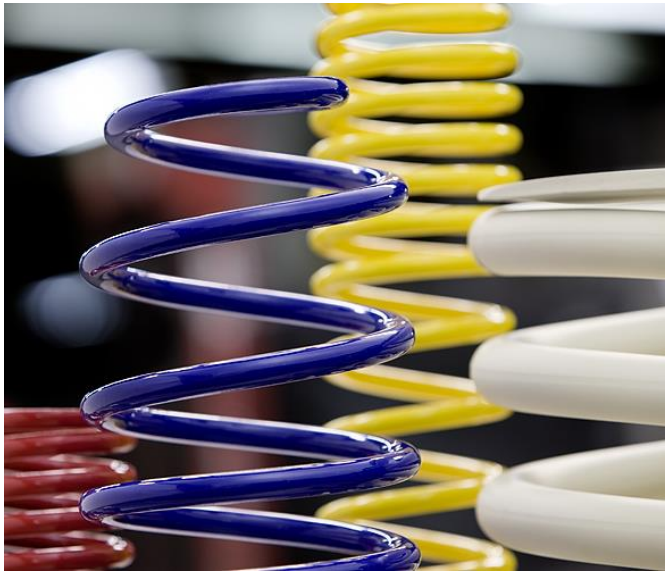


Kaltvorsetzen (Plastizieren)

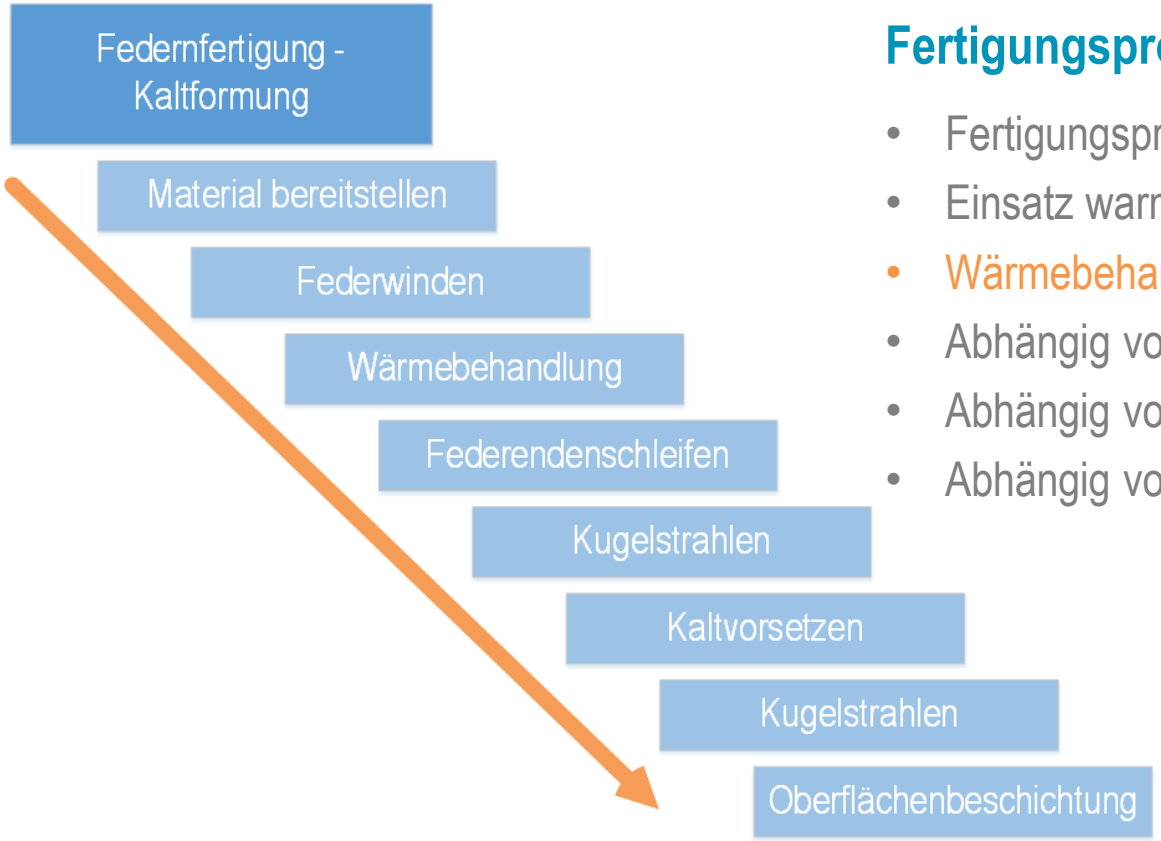
- Erzeugen von Eigenspannungen mit positiver Wirkung, die der Belastung entgegengerichtet sind.
- Erzeugt durch das Belasten der Feder über die Elastizitätsgrenze.
- Diese Eigenspannungen vergrößern die ertragbaren Spannungen im Betrieb.
- Durch den Setzvorgang (Produktion) wird ein nachträgliches Setzen (Relaxation, Kriechen) im Betrieb vorweggenommen.
- Federn sind um Setzbetrag länger herzustellen – der Setzverlust ist vorzuhalten.

Oberflächenbeschichtung

Grueber bietet eine Reihe von unterschiedlichen Oberflächenbeschichtungen an – Thema des Vortrags von Herrn Mücke.



HERSTELLUNG VON FEDERN

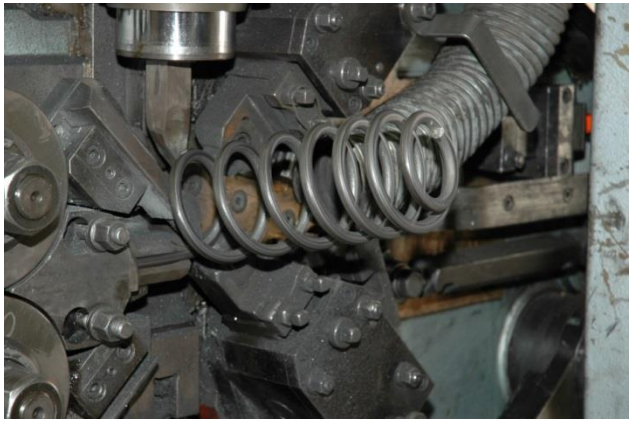


Fertigungsprozess

- Fertigungsprozess der Kaltformung ab d≈20mm
- Einsatz warmgewalzten Materials für WBH
- Wärmebehandlung = Vergüten (H+A)
- Abhängig vom Kundenwunsch
- Abhängig von der spezifischen Feder
- Abhängig von der Anwendung

Federwinden

- Wesentlicher formgebender Fertigungsprozess
- Einsatz moderner CNC-Federwindetechnik
- Verarbeitung von Güten ab d ≈ 15 mm bis d ≤ 25 mm
- Winden von Federn mit D_e ≤ 240mm
- Winden von Federn mit L_0 = unendlich (bauliche Grenzen)



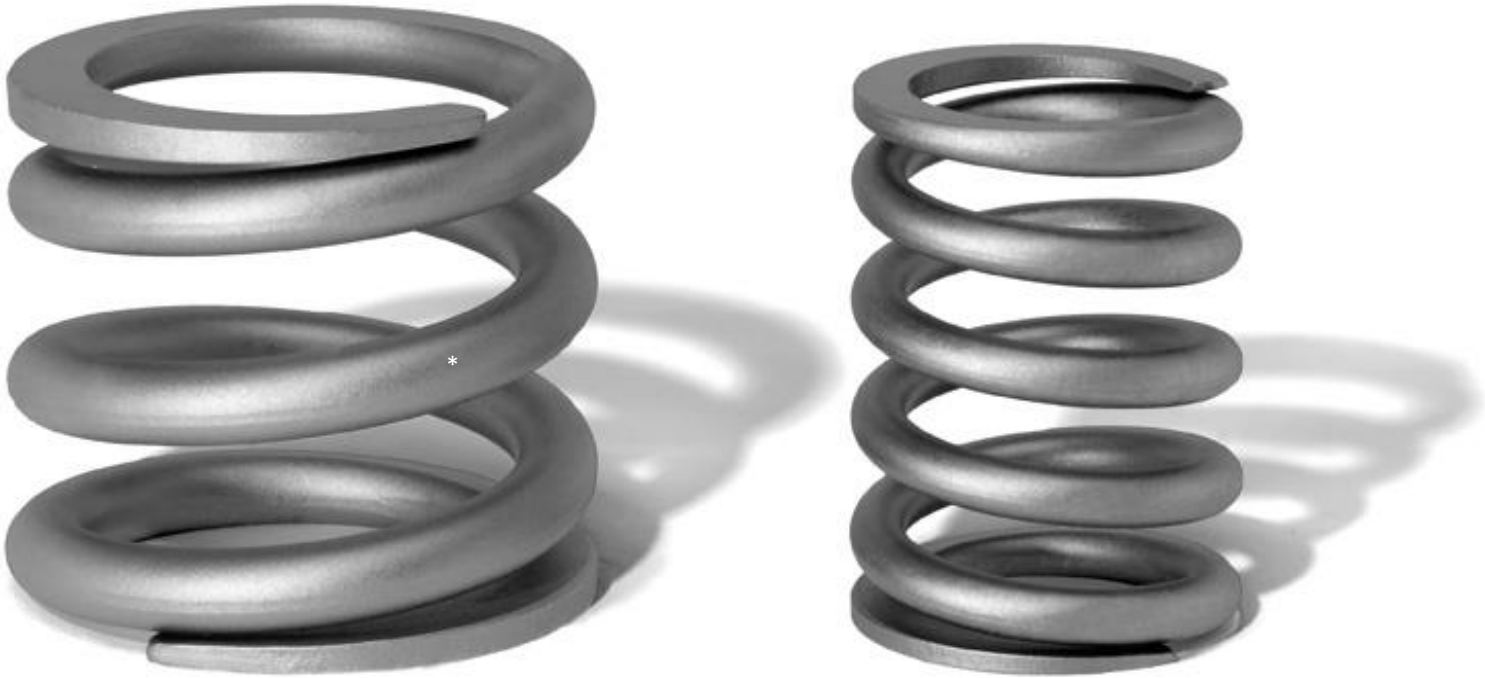
Kaltformung mit nachfolgendem Vergüten

Drehherdofen zum Austenitisieren (1)

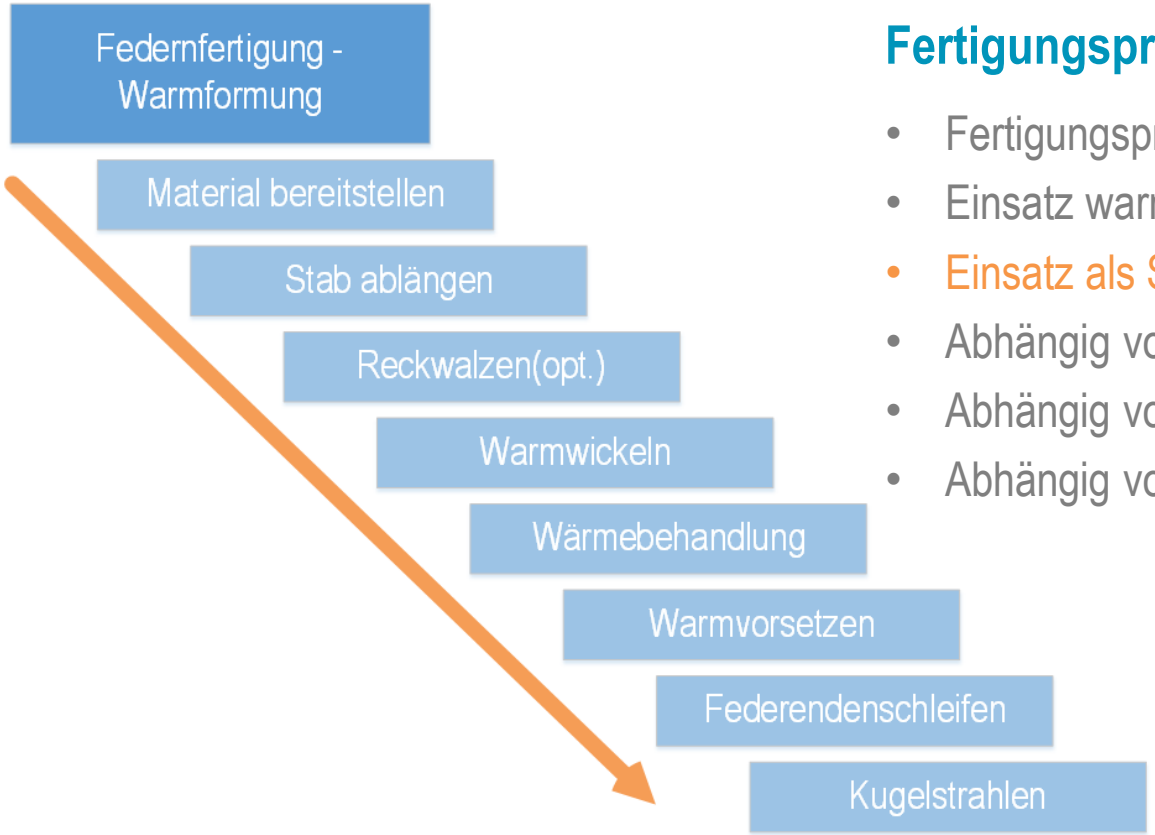
Abschrecken im Ölbad (2)

Anlassen (3)

Warmformung

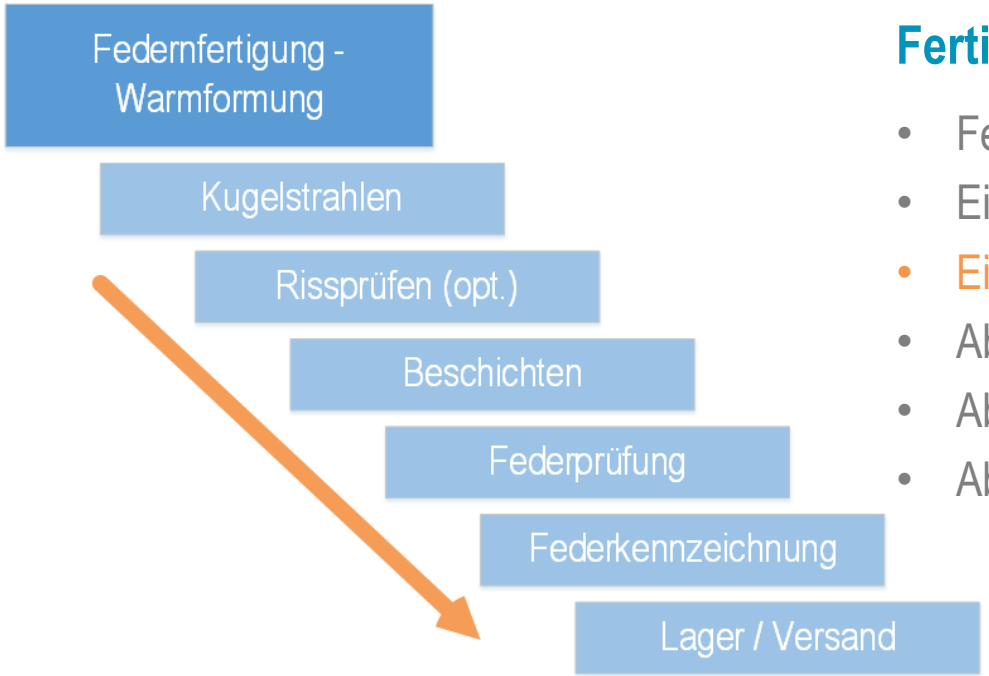


HERSTELLUNG VON FEDERN



Fertigungsprozess

- Fertigungsprozess der Warmformung ab d≈15mm
- Einsatz warmgewalzten Materials für WBH
- Einsatz als Stabmaterial
- Abhängig vom Kundenwunsch
- Abhängig von der spezifischen Feder
- Abhängig von der Anwendung



Fertigungsprozess

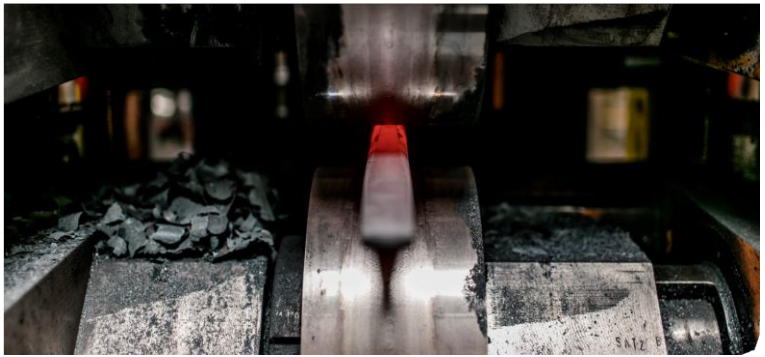
- Fertigungsprozess der Warmformung ab d≈15mm
- Einsatz warmgewalzten Materials für WBH
- Einsatz als Stabmaterial
- Abhängig vom Kundenwunsch
- Abhängig von der spezifischen Feder
- Abhängig von der Anwendung

Ausgangsmaterial - Warmformung

- Federstahl für vergütbare Federn
- Stäbe von d_{min}= 14 mm bis d_{max}= 65 mm
- Stablänge von l_{min} = 1.300mm bis l_{max} = 10.250mm
- Stahlgüten nach DIN EN 10089, aber mit (sehr) begrenzter Verfügbarkeit:
  - 51CrV4
  - 52CrMoV4
- Stäbe geschält und poliert
- Stäbe nach Kundenwunsch geprüft
- Bestellung und Anlieferung auftragsgerecht.
- Gezielt Abmessungen lagerhaltig.

Reckwalzen

- Verjüngen der Stabendquerschnitte
- Reduzieren des Schleifaufwands



Warmwickeln

- Erwärmen der Stäbe auf Austenitisierungstemperatur im Stabofen.
- Formgebung auf zwei CNC-Wickelbänken.
- Formgebung durch Wickeln um einen Stahldorn.
- Stahldorn definiert den Innendurchmesser der Feder.
- Großes Sortiment an Dornen verfügbar.
- Warmwickeln bei einer Temperatur $T_A \approx 850°C$.
- Umformung sorgt für nahezu konstante Hitze im Stahl.
- Abschluss der Formgebung ist das Abstreifen der Feder vom Dorn.

Warmwickeln

Austenitisieren (1) im Stabofen

Warmwickeln (2)

Abstreifen vom Wickeldorn (3)

Warmformung mit nachfolgendem Vergüten

Abschrecken im Ölbad (4)

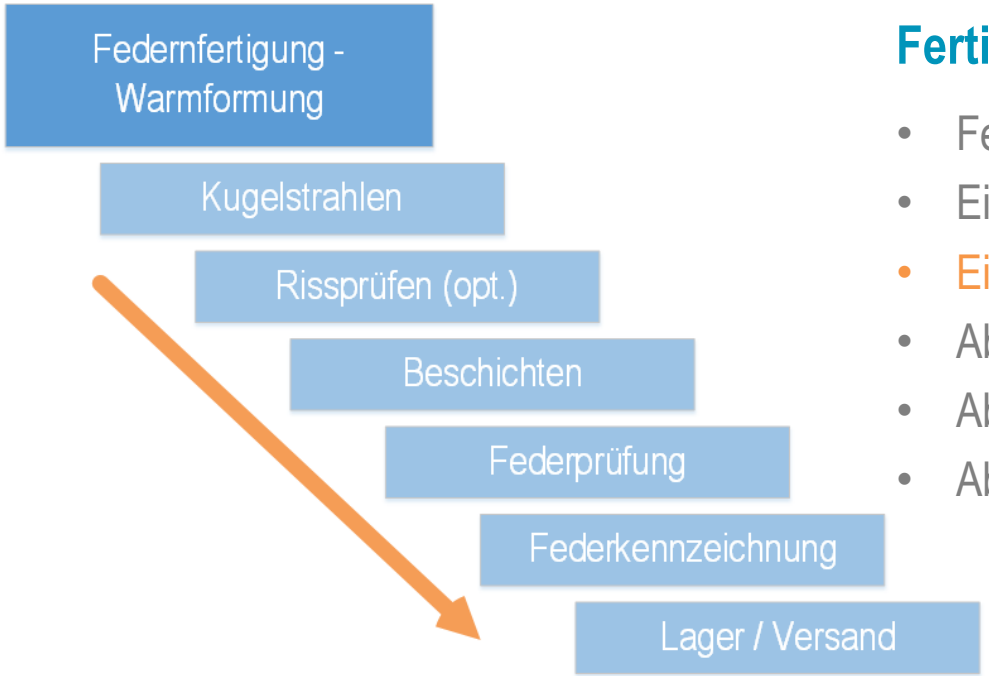
Härteölbecken mit angeschlossenem Durchlaufofen

Anlassen (5)

Federendenschleifen - nass

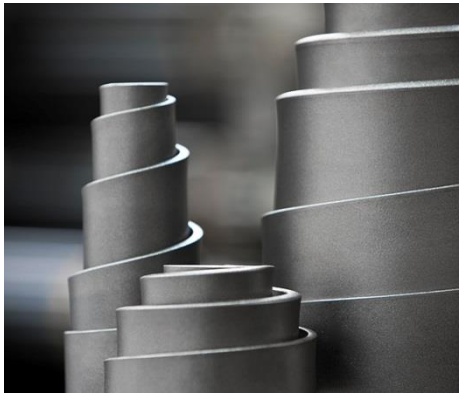
Doppeltellerschleifmaschine

Pendelhubschleifmaschine



Fertigungsprozess

- Fertigungsprozess der Warmformung ab d≈15mm
- Einsatz warmgewalzten Materials für WBH
- Einsatz als Stabmaterial
- Abhängig vom Kundenwunsch
- Abhängig von der spezifischen Feder
- Abhängig von der Anwendung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!