



WORLD-CLASS WIRE ROLLING MACHINES MADE IN GERMANY



PRECISION
PRODUCTIVITY
PROFESSIONAL SERVICES
USER FRIENDLINESS
MODULAR ASSEMBLY &
CONVERTABILITY

For 70 years connected with the industry leaders of emerging technologies

Seit 70 Jahren auf Draht mit den Branchenführern
zukunftsweisender Technologien

1946

At the age of 33, the German engineer Karl Fuhr sets up a company for mechanical engineering in Horn-Bad Meinberg, a small town nestled in the Teutoburg Forest, North Rhine-Westphalia. His major early invention is a rolling machine for the production of reinforcement steel wire.

Der deutsche Ingenieur Karl Fuhr gründet im Alter von 33 Jahren eine Maschinenfabrik in Horn-Bad Meinberg, einem kleinen Ort im Herzen des Teutoburger Waldes, Ostwestfalen. Seine bedeutendste frühe Erfindung ist eine Walzmaschine für die Herstellung von Baustahldraht.

1958

Karl Fuhr gets his company officially registered as the "Karl Fuhr Maschinenfabrik" in the commercial register of the district court in Lemgo.

Die Firma von Karl Fuhr wird zum ersten Mal als die „Karl Fuhr Maschinenfabrik“ in das Handelsregister des Amtsgerichts Lemgo eingetragen.

1963

The founder Karl Fuhr dies at the age of 50 of a heart attack, leaving behind his three young daughters and his widow, Liselotte, who then takes over the lead of her husband's rolling mill factory.

Der Firmengründer Karl Fuhr verstirbt im Alter von 50 Jahren an einem Herzinfarkt. Zurück lässt er seine drei jungen Töchter sowie seine Frau Liselotte, die fortan die Walzmaschinenfabrik leitet.

1970

The company name changes to "Karl Fuhr KG" and along with it, the legal entity to a "private limited partnership", which comprises Liselotte Fuhr and her three daughters as the new, personally liable owners.

Der Firmenname wird in „Karl Fuhr KG“ und, damit einhergehend, auch die Rechtsform in eine Personengesellschaft geändert, mit Liselotte Fuhr und ihren drei Töchtern als persönlich haftende Gesellschafter.

1984

The oldest daughter of the company founder, Helga König-Fuhr, joins the company's management team at the age of 44.

Die älteste Tochter des Firmengründers, Helga König-Fuhr, übernimmt im Alter von 44 Jahren als geschäftsführende Gesellschafterin die Leitung der Karl Fuhr KG.

1988

Over the years, the company is growing persistently, and against the backdrop of a constantly changing commercial environment, the company's legal status is once again being changed, which also results in the new name "Karl Fuhr GmbH & Co. KG".

Im Laufe der Jahre wächst die Firma kontinuierlich, und vor dem Hintergrund eines sich stetig wandelnden Wettbewerbsumfeldes wird die Firma restrukturiert und firmiert fortan als „Karl Fuhr GmbH & Co. KG“.



2012

Close to the original site, in the town of Steinheim, the new headquarters of the "FUHR GmbH & Co. KG" are being built on a plot size of 100.000 sq. ft., encompassing very modern & efficient production facilities, including a separate grinding and painting workshop, and in addition a separate, state-of-the-art administrative building.

Im benachbarten Steinheim entsteht auf einer Fläche von 10.000 m². die neue Betriebsstätte der „FUHR GmbH & Co. KG“. Diese umfasst eine hochmoderne und effiziente Produktionshalle mit eigener Schleiferei und Lackiereinheit sowie ein architektonisch anspruchsvolles Verwaltungsgebäude.

2016

In the 70th year of its existence, the "FUHR GmbH & Co. KG" is still family-owned and operated, producing state-of-the-art wire rolling machines with more than 50 highly-skilled people for customers from 5 continents.

Im 70. Jahr ihres Bestehens ist die „FUHR GmbH & Co. KG“ immer noch in Familienhand und produziert mit mehr als 50 hochqualifizierten Mitarbeitern hochmoderne Drahtwalz-Anlagen für Kunden von insgesamt 5 Kontinenten.







FUHR – globally connected with the industry leaders of emerging technologies

FUHR – weltweit auf Draht mit den Branchenführern zukunftsweisender Technologien

It was fairly brave when the 33-year old engineer Karl Fuhr decided in 1946, right after the end of the 2nd World War, to establish a company for mechanical engineering in the East-Westphalian town of Horn-Bad Meinberg. As a highly-skilled and blessed inventor he elaborated on the development of technical solutions for the production of cold-rolled wire profiles already at an early stage of his life.

During the course of the 1950's, he made his most relevant achievement by developing a wire rolling machine for cold-processing round wire into steel reinforcement wire, on which he subsequently was granted patent protection. Based on this significant technical development, the "Karl Fuhr Maschinenfabrik" has been evolving over the years into the "FUHR GmbH & Co. KG", a truly global player with more than 50 highly-skilled and motivated long-term employees, annual sales of some € 10 million and an export quota of up to 90%.

This corporate brochure aims at providing a holistic and yet detailed overview on where FUHR stands in the 70th year of its existence – enjoy reading!



SEBASTIAN KÖNIG

Geschäftsführender Gesellschafter

Es war ein mutiger Schritt des damals 33-jährigen Ingenieurs Karl Fuhr, im Jahr 1946 - also direkt nach Ende des 2. Weltkrieges - eine kleine Maschinenfabrik im ostwestfälischen Horn-Bad Meinberg zu gründen.

Als hochtalentierter Techniker und begnadeter „Tüftler“ machte er sich bereits früh Gedanken zu technischen Lösungen für die Kaltverformung bzw. Profilierung von Drähten. Eine seiner bedeutendsten Errungenschaften war in den 50-er Jahren die Entwicklung einer Kaltwalzanlage für die Herstellung von Baustahldrähten, worauf ihm ein Patent erteilt wurde.

Basierend auf dem daraus resultierenden, unternehmerischen Erfolg ist aus der „Karl Fuhr Maschinenfabrik“ im Laufe der Jahre die weltweit tätige „FUHR GmbH & Co. KG“ mit mehr als 50 hochqualifizierten, zumeist langjährigen Mitarbeitern, einem Jahresumsatz von mehr als € 10 Mio. und einem Exportanteil von zeitweise mehr als 90% p.a. geworden. Diese Unternehmensbroschüre lädt Sie ein, sich ein umfassendes und detailliertes Bild von FUHR im 70. Jahr ihres Bestehens zu verschaffen – wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen!



VOLKER GERTH

Geschäftsführer

FUHR'S NEW CORPORATE HEADQUARTER

Established in 2012

Total area:	100,000 sq ft
Production facility:	40,000 sq ft
Photovoltaic capacity:	206.88 kWp
Administrative building:	8,500 sq ft

DIE NEUE FUHR-BETRIEBSSTÄTTE

Erbaut in 2012

Gesamtfläche:	10.000 m ²
Produktion:	4.000 m ²
PV-Anlage:	206,88 kWp
Verwaltung:	850 m ²





CONTENT

THE COMPANY

HISTORY - 70 YEARS FUHR	3
EDITORIAL	5
CONTENT	8
FUHR INTERNATIONAL	70
UNIVERSAL PROFILE ROLLING MACHINE	73

AUTOMOTIVE

PISTON RING	14
STARTER RING GEAR	15
SPIRAL SPRING	15
THREAD INSERT (HElicoil)	16
WIPER BLADE	17
CLUTCH SPRING	19
FLAT FLEXIBLE CABLE	20
VALVE COLLET	20
RETAINING RING (CIRCLIP)	21
ROLLING BEARING	22
DRIVE TRAIN (CVT)	23



ENERGY & UTILITIES

WIND ENERGY	28
PHOTOVOLTAICS	29
FLEXIBLE PIPE ARMOURING	30
CONTINUOUSLY TRANSPOSED	32
CONDUCTOR (CTC)	33
COMMUTATOR	33
STRANDED WIRE	34
TROLLEY WIRE	35
TRANSFORMER WIRE	36
BOWDEN CABLE HOUSING	37



CONSTRUCTION

REINFORCED STEEL BAR	42
WINDOW FITTING	43
TRACK ROPE (ROPEWAYS)	44
THREAD NAIL	45

CONSUMER GOODS

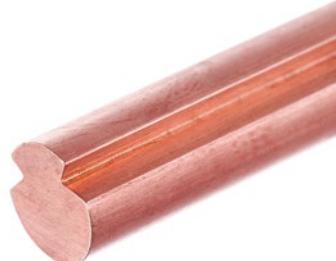
STAPLE WIRE	50
ZIPPER	51
STRING (MUSICAL INSTRUMENT)	52
BRUSH WIRE	52
HOOF NAIL	53

MEDICAL ENGINEERING

SUPERCONDUCTOR	58
IMPLANT	59
SPECTACLE FRAME	59
TOOTH BRACE (BRACKET)	61

PRODUCTION TECHNOLOGY

WEAVING COMB	66
CARD CLOTHING WIRE	67
BIMETALLIC SAW BLADES	68
SCREEN	69





INHALT

DIE FIRMA

HISTORIE - 70 JAHRE FUHR 3

EDITORIAL	5
INHALT	9
FUHR INTERNATIONAL	70
UNIVERSAL-PROFILWALZMASCHINE	73

AUTOMOBILINDUSTRIE 10

KOLBENRING	14
ANLASSERKRANZ	15
SPIRALFEDER	15
GEWINDEEINSATZ (HElicoil)	16
WISCHBLATT	17
KUPPLUNGSFEDER	19
FLACHBANDKABEL	20
VENTILKEIL	20
SICHERUNGSRING (SEEGERRING)	21
WÄLZLAGER	22
ANTRIEBSKETTE (CVT)	23

ENERGIE & VERSORGUNGSTECHNIK 24

WINDENERGIE	28
PHOTOVOLTAIK	29
SCHLAUCHARMIERUNG	30
DRILLLEITER	32
KOMMUTATOR	33
LITZEN	34
ÖBERLEITUNGSDRAHT	35
TRANSFORMATORENDRAHT	36
SPIRALDRAHT (BOWDENZUGHÜLLEN)	37



HOCH- & TIEFBAU 38

BAUSTAHLDRAHT	42
FENSTERBESCHLAG	43
TRAGSEIL (SEILBAHN)	44
GEWINDENAGEL	45

KONSUMGÜTER 46

HEFTKLAMMER	50
REISSVERSCHLUSS	51
SAITEN (MUSIKINSTRUMENTE)	52
BÜRSTENDRAHT	53
HUFNAGEL	53

MEDIZINTECHNIK 54

SUPRALEITER	58
IMPLANTAT	59
BRILLENFASSUNG	59
ZAHNSPANGE (BRACKET)	61

PRODUKTIONSTECHNIK 62

WEBKAMM	66
KRATZENDRAHT	67
BIMETALL-SÄGEBLÄTTER	68
SPALTFILTER	69



AUTO + MOTIVE

Piston ring	14	Kolbenring
Starter ring gear	15	Anlasserkranz
Spiral spring	15	Spiralfeder
Thread insert (Helicoil)	16	Gewindeeinsatz (Helicoil)
Wiper blade	17	Wischblatt
Clutch spring	19	Kupplungsfeder
Flat flexible cable	20	Flachbandkabel
Valve collet	20	Ventilkeil
Retaining ring (Circlip)	21	Sicherungsring (Seegerring)
Rolling bearing	22	Wälzlager
Drive train (CVT)	23	Antriebskette (CVT)

Our rolling technology accompanies you reliably in your daily mobility

Unsere Walztechnologie begleitet Sie sicher bei Ihrer täglichen Fortbewegung

The probability that you encounter our rolling technology every time you get into a car is relatively high.

A number of global leading OEMs rely on FUHR rolling mills for the production of cold rolled special profiles, which enter a value creation chain for products such as springs for the retraction of front seats and safety belts, windscreens wiper blades, as well as reinforcements for internal trim.

Our rolling technology is also increasingly being deployed in the production of compression and oil rings for internal combustion engines, as well as in high performance engines through the use of thread inserts for the durable joining of light alloy components. These are just a few of the highly diverse areas of vehicle manufacturing in which our ultramodern and efficient rolling technology is at work.

Die Wahrscheinlichkeit, dass Sie unserer Walztechnologie jedes Mal dann begegnen, wenn Sie in ein Auto steigen, ist relativ hoch.

Einige der weltweit führenden OEM's setzen auf FUHR-Walzanlagen bei der Herstellung von kaltgewalzten Sonderprofilen, aus denen dann Produkte wie Federn für die Rückstellung der Vordersitze und Sicherheitsgurte, Scheibenwischblätter oder Verstärkungen der Innenraumverkleidungen entstehen. Des Weiteren findet unsere Walztechnologie immer stärkere Verwendung bei der Herstellung von Kompressions- und Ölabstreifringen für Verbrennungsmotoren sowie bei Hochleistungsmotoren durch die Verwendung von Gewindestäben zur dauerhaften Verbindung der Leichtmetallkomponenten.

Dies sind nur einige Beispiele für die vielfältigen Bereiche der Kfz-Herstellung, in denen unsere hochmoderne und effiziente Walztechnologie zum Einsatz kommt.

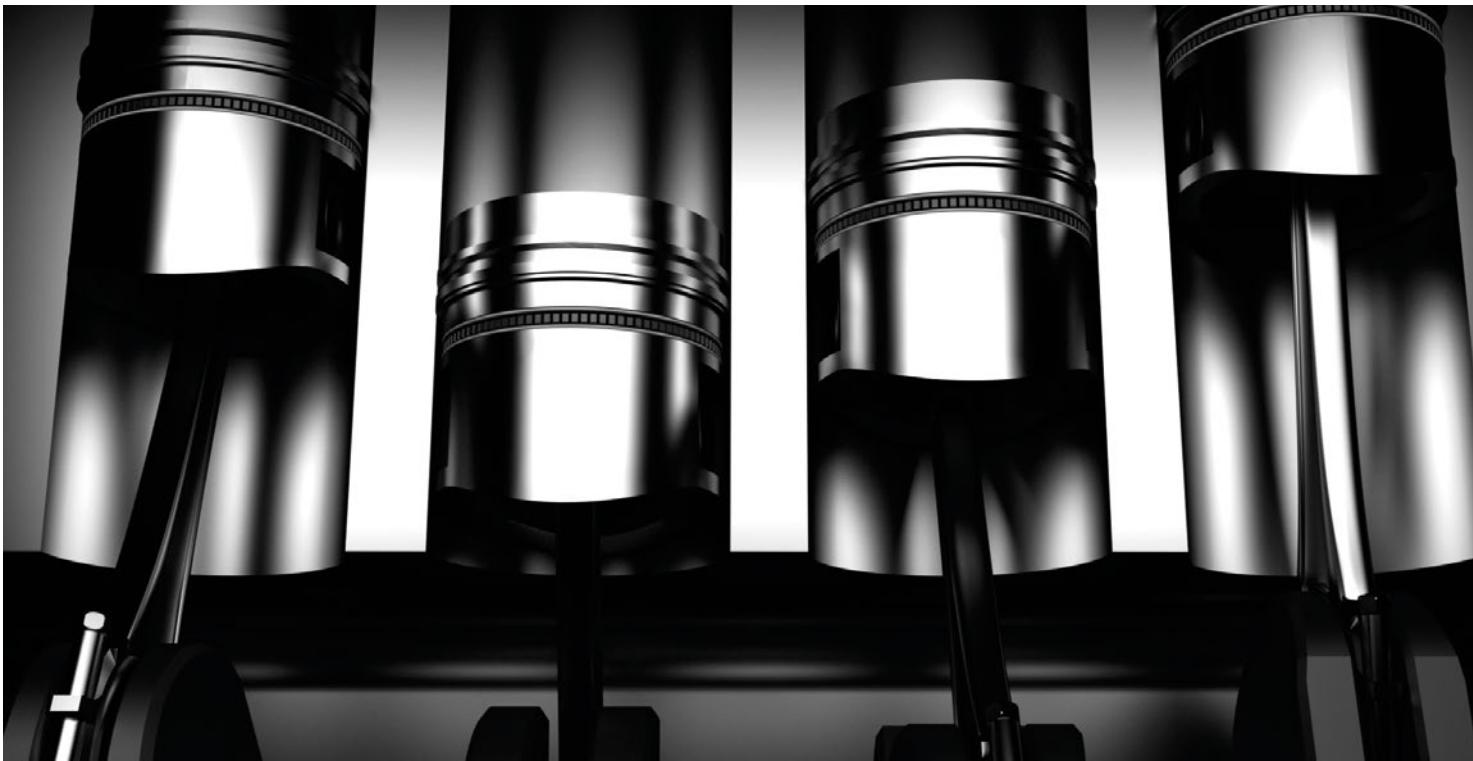
»

*I've actually made a prediction
that within 30 years a majority of new
cars made in the United States will
be electric. And I don't mean hybrid,
I mean fully electric.«*

Elon Musk, CEO Tesla Motors







PISTON RING

[e] Today's truck and car engines generally comprise three piston rings per cylinder. Their design characteristics depend on the position on the piston and thus, also their function.

The top ring, which is closest to the combustion chamber, is known as the compression ring. This ring must primarily seal and conduct heat.

The lowest ring, the oil ring, wipes lubricating oil off the cylinder wall and thereby regulates the oil film on which the upper rings slide during the stroke.

The second or middle ring seals combustion gases and can significantly influence engine blow-by via interaction with the movement of the first ring. This second ring also takes on a considerable role in controlling engine oil consumption.

The oil film must both be sufficient for adequately good tribological conditions as well as thin enough to keep the loss of oil by evaporation low.

The oil film in the area of the upper piston rings is less than a thousandth of a millimeter thick and is thereby less than the roughness of piston and cylinder.

[e] Profile wires are rolled by FUHR rolling mills, and then bent into piston rings in the next process step. The micrometer precision achieved in the rolling process necessitates only a very slight mechanical finishing step.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Profildrähte gewalzt, die im nächsten Bearbeitungsschritt zu Kolbenringen gebogen werden. Dank der im Walzverfahren im Mikrometerbereich erreichten Präzision ist dafür nur noch eine sehr geringe mechanische Finish-Bearbeitung erforderlich.

KOLBENRING

[d] In heutigen Pkw- oder Lkw-Motoren werden in der Regel jeweils drei Kolbenringe pro Zylinder verwendet. Ihre Ausführung unterscheidet sich nach der Einbaulage auf dem Kolben, da die Aufgabe eines Ringes von seiner Position auf dem Kolben abhängt. Der oberste Ring – dem Verbrennungsraum am nächsten gelegen – ist der sog. Kompressionsring. Er muss in erster Linieabdichten und Wärme ableiten.

Der unterste Ring, der Ölabstreifring, streift Schmieröl von der Zylinderwand ab und dosiert dabei den Ölfilm, auf dem die oberen Kolbenringe während des Hubes gleiten.

Der zweite oder mittlere Ring dichtet gegen Verbrennungsgase ab und kann durch Wechselwirkung mit der Bewegung des ersten Rings das Blowby des Motors erheblich beeinflussen. Diesem zweiten Kolbenring fällt aber auch noch eine erhebliche Aufgabe bei der Steuerung des Ölhaushaltes des Motors zu. Der Ölfilm muss sowohl für hinreichend gute tribologische Bedingungen sorgen als auch dünn sein, um die Ölverluste durch Abdampfen gering zu halten.

Im Bereich der oberen Kolbenringe beträgt die Ölfilmdicke zum Teil weniger als ein Tausendstel Millimeter und ist damit geringer als die Rauhtiefe von Kolben und Zylinder.

STARTER RING GEAR

[e] A starter ring gear can be found in almost every conventionally built vehicle engine. It is mounted on the external perimeter of the clutch and is fixed by shrinkage or welding. The electric starter motor engages the teeth of the starter ring to start the engine.

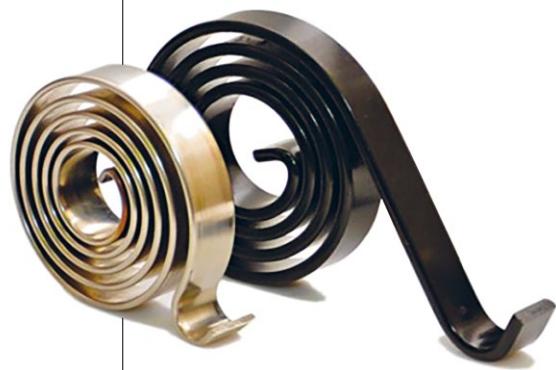
The use of profile wire reduces the loss of material since only minimal mechanical processing on lathes is required.

ANLASSERKRANZ

[d] Einen Anlasserkranz findet man in praktisch jedem konventionell aufgebauten Kfz-Motor. Er wird am Außendurchmesser der Kupplung aufgesetzt und durch Aufschrumpfen oder Verschweißen befestigt. In die Verzahnung des Anlasserkranzes greift beim Starten des Motors das Ritzel des elektrischen Anlassermotors ein. Durch die Nutzung von Profildraht reduziert sich der Materialverlust, da die erforderliche mechanische Nachbearbeitung auf Drehmaschinen nur minimal ist.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen wird aus rohem Walzdraht mit mittlerem Kohlenstoffgehalt ein Profildraht mit trapezförmigem Querschnitt gewalzt. Aus diesem Profildraht wird dann ein Ring gebogen und verschweißt. In weiteren Bearbeitungsschritten werden die Ringe spanend bearbeitet, verzahnt, gehärtet und angelassen.

[e] FUHR rolling mills roll a raw rolling wire of medium carbon content into a profiled wire with a trapezoidal cross section. From this profile wire, a ring is then bent and welded. In further processing steps the rings are machined, the teeth are cut, hardened and tempered.



[e] With FUHR rolling mills, flat wires are rolled from high carbon steel round wire. Here, the spring properties are generated either by the strain hardening achieved in the rolling process (cold rolled springs for safety belts) or from subsequent heat treatment (oil tempered seat inclination springs).

SPIRAL SPRING

[e] Spiral springs are used in a range of applications in automotive production. Examples can be found in the areas of seat adjustment (adjustment of the backrest of the front seats) and in safety belts (roll-up function for the safety belt).

SPIRALFEDER

[d] Spiralfedern finden ihren Einsatz in einer Reihe von Anwendungen bei der Automobilherstellung. Beispiele findet man im Bereich der Sitzverstellung (Verstellung der Rückenlehne der Vordersitze) oder auch der Sicherheitstechnik (Aufrollfunktion für den Sicherheitsgurt).

[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Flachdrähte aus hochkohlenstoffhaltigem Stahl-Runddraht gewalzt. Die Federeigenschaften entstehen dabei entweder durch die im Walzvorgang erzielte Kaltverfestigung (kaltgewalzte Feder für Sicherheitsgurte) oder durch eine nachgeschaltete Wärmebehandlung (ölschlüssvergüttete Sitzneigungs feder).

THREAD INSERT (HELICOIL)

[e] Thread inserts were originally developed for the repair of damaged threaded holes. Today, they are often used to strengthen threaded holes so as to allow highly loaded screwed connections in light alloys. An example in automotive construction is the bolting of cylinder heads to aluminum engine blocks. In aircraft construction, tens of thousands of thread inserts are required per aircraft.

There are various types and structural shapes of thread inserts. If the thread in the hole has already been tapped, flexible wire helices, known as coil thread inserts, are used.

These coil thread inserts are formed from profiles wire into an elastic spiral. The tang, which is necessary for assembly, is severed at the notch (predetermined breaking point) to provide a through-hole thread. The prototypical wire thread insert bears the trade name Helicoil and was developed in the late 1940s in the USA. Today, the Helicoil is manufactured, further developed and sold by the company Böllhoff und Emhart Teknologies.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden die zur Herstellung der Gewindeeinsätze verwendeten rautenförmigen Profildrähte aus Edelstahl-Runddraht gewalzt. Die im Walzverfahren erreichte, hohe Präzision gewährleistet einen passgenauen Sitz von Gewindeeinsatz und Schraube.

[e] FUHR rolling mills are used to roll the diamond section profile wire used to produce the thread inserts from stainless steel circular wire. The high precision achieved by the rolling process ensures a precise fit between thread insert and screw.



GEWINDEEINSATZ (HELICOIL)

[d] Gewindeeinsätze wurden ursprünglich zur Reparatur beschädigter Gewindebohrungen entwickelt. Heutzutage haben sie sich zur Verstärkung von Gewindebohrungen durchgesetzt, um z.B. hochbelastete Schraubverbindungen in Leichtmetallen zu ermöglichen. Ein Beispiel im Automobilbau ist die Verschraubung von Zylinderköpfen in Aluminiummotorblöcken. Im Flugzeugbau werden zehntausende Gewindeeinsätze pro Flugzeug eingesetzt.

Es gibt verschiedene Bauformen von Gewindeeinsätzen. Wenn das Gewinde im Aufnahmeloch bereits mit dem Gewindebohrer geschnitten wurde, verwendet man flexible Drahtspiralen, die sogenannten Drahtgewindeeinsätze.

Diese Drahtgewindeeinsätze werden aus profiliertem Draht zu einer federnden Wendel geformt. Der Mitnehmerzapfen, welcher zur Montage benötigt wird, wird nach dem Einbau an der Kerbe (Sollbruchstelle) abgetrennt, so dass ein Durchgangsgewinde entsteht.

Der Prototyp des Drahtgewindeeinsatzes trägt das Warenzeichen Helicoil und wurde Ende der 1940er-Jahre in den USA entwickelt. Der Helicoil wird heute von den Firmen Böllhoff und Emhart Teknologies hergestellt, weiterentwickelt und vertrieben.



WIPER BLADE

[e] Conventional screen wipers consist of a metallic wiper arm that is attached to the wiper shaft. A joint allows the wiper blade to be tilted away from the screen.

For the flat screens of earlier generations of automobiles, it was sufficient for the wiper blade to be a stiff metal rail with an attached rubber profile.

In the case of the curved vehicle screens that have long become standard, manufacturers divide the wiper blade into several jointed segments that press the rubber profile against the screen. To distribute the contact pressure evenly, there are two thin, elastic stainless steel inserts in the rubber profile. In addition there are non-segmented flat wiper blades (also known as aero wipers – see photo) on the market. In recent years, these flat wiper blades have increasingly become standard equipment in the car area. The precisely formed arch of these single blade wipers, with the curved profile resulting from the cold rolling process, permits them to fit snugly on the screen over the whole speed range and thereby guarantees perfect wiping performance at all times.

[e] With FUHR rolling mills, both the stainless steel inserts of the segmented wipers and the arch of the single blade wiper are rolled from round wire.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden sowohl die Edelstahleinlagen der Segmentwischer als auch die Bügel der Einblattwischer aus Runddraht gewalzt.

WISCHBLATT

[d] Konventionelle Scheibenwischer bestehen aus einem Wischerarm aus Metall, der an der Wischerachse angebracht ist. Ein Gelenk ermöglicht es, den Scheibenwischer von der Scheibe hochzuklappen. Für die ebenen Scheiben der Automobile früherer Generationen genügte als Wischerblatt eine starre Metallschiene, in die ein Gummiprofil eingeklemmt war.

Für die heute längst üblichen, gewölbten Fahrzeugscheiben haben die Hersteller das Wischerblatt in mehrere Segmente mit Gelenken gegliedert, die das Gummiprofil an die Scheibe drücken. Für die gleichmäßige Verteilung des Anpressdrucks sorgen zwei dünne, elastische Metalleinlagen aus Edelstahl im Gummiprofil.

Zudem sind nicht segmentierte Flachwischerblätter (auch Aero-Wischer genannt, siehe Foto) auf dem Markt. Diese Flachwischerblätter haben sich in den letzten Jahren immer mehr zur Standardausrüstung im Pkw-Bereich entwickelt.

Die präzisionsgearbeiteten Bügel dieser Einblattwischer weisen aufgrund ihrer im Kaltwalzverfahren erzielten Vorspannung ein derart gewölbtes Profil auf, welches ein bündigtes Anliegen auf der Scheibe über den gesamten Geschwindigkeitsbereich ermöglicht und somit eine jederzeit einwandfreie Wischleistung garantiert.





[e] With FUHR rolling mills, round wire is slightly flattened on two sides before entering the spring coiling machine, in order to reduce the unit length of the springs without significantly reducing the spring rate.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Runddrähte vor dem Einlauf in die Federwindemaschine an zwei Seiten leicht angeflacht, um die Blocklänge der Federn zu reduzieren ohne die Federrate wesentlich zu verringern.

CLUTCH SPRING

[e] With modern vehicle engines, higher torques, higher combustion pressures and stricter emission regulations lead to increasing irregularities of engine rotation and therefore to stronger vibration impulses in the drive chain. Higher demands for comfort and engine smoothness, as well as measures for the protection of the transmission require extremely high performance torsion dampers. Consequently, so-called dual mass fly-wheels are used between crankshaft and clutch. The two halves of this flywheel are connected together with two or four circularly curved spiral pressure springs.

KUPPLUNGSFEDER

[d] Bei modernen Kfz-Motoren führen höhere Drehmomente, höhere Zünddrücke und schärfere Abgasvorschriften zu immer stärkeren Drehungleichförmigkeiten des Motors und somit zu stärkeren Schwingungsanregungen des Antriebsstrangs. Die höheren Ansprüche an Komfort und Laufruhe sowie Maßnahmen zur Schonung des Getriebes erfordern extrem leistungsfähige Torsionsdämpfer. Zwischen Kurbelwelle und Kupplung wird deshalb das sogenannte Zweimassen-Schwungrad eingesetzt. Die beiden Hälften dieses Schwungrads sind über zwei oder vier kreisförmig gebogene Spiral-Druckfedern miteinander verbunden.

FLAT FLEXIBLE CABLE

[e] A flat flexible cable is a multicore cable in which the cores are not bundled inside a circular insulating sheath, but run parallel to one another. It is mainly used to connect multiple signal wires in electronic components and computers. There are also applications in the automotive industry, e.g. the airbag cable in the steering wheel. Flat flexible cables offer the advantage that very many conductors can be connected with little effort thanks to insulation displacement technology with a male header, a solder adapter or another connector, instead of having to strip and then solder each one. Crosstalk is also reduced in ribbon cable as compared with round cable, and can be controlled better by the arrangement of the signals and the use of ground conductors between critical signals.

[e] With FUHR rolling mills, the flat wires for these ribbon cables are processed from round copper wire. Here, special demands are made with regard to the precision and cleanliness of the surface, which are important for further processing.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden aus rundem Kupferdraht die Flachdrähte für diese Flachkabel hergestellt. Besondere Anforderungen werden hierbei an die Präzision und Sauberkeit der Oberfläche gestellt, die für die Weiterverarbeitung wichtig sind gefertigt werden.

VALVE COLLET

[e] There are few engine components that are exposed to such high loads and tribological stresses as the valves and their associated parts. At temperatures up to 800 °C, the red hot exhaust valves hit the valve seats over 70 times a second and have to withstand the surrounding hot and corrosive exhaust gases. On every single valve operation, enormous acceleration and deceleration forces are generated by the strong valve springs.

Together with their seats, springs and guides, valves form a closed system that must withstand the highest stresses.

[e] With FUHR rolling mills, profile wires are rolled that are processed further into valve collets. These collets fix the valve spring cap on the valve stem.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Profildrähte gewalzt, die zu Ventilkegelstücken weiterverarbeitet werden. Diese Kegelstücke arretieren den Federteller am Ventilschaft.

FLACHBANDKABEL

[d] Das Flachbandkabel (engl. Flat-Flexible-Cable) ist ein mehradriges Kabel, in dem die Adern nicht kreisförmig gebündelt in einem runden Isolierschlauch, sondern parallel nebeneinander angeordnet sind. Es wird vorrangig zum Verbinden von vielpoligen Signalleitungen in elektronischen Baugruppen und Computern verwendet. Auch in der Automobilindustrie gibt es Anwendungen, z. B. die Airbag-Leitung im Lenkrad.

Mehradrige Flachbandkabel haben den Vorteil, dass sehr viele Adern mit wenig Aufwand durch die Schneidklemmtechnik mit einem Pfostensteckverbinder, einem Lötadapter oder einem anderen Steckverbinder verbunden werden können, anstatt sie einzeln abisolieren und danach verlöten zu müssen. Auch das Übersprechen von Signalen ist im Flachbandkabel geringer als im Rundkabel und kann durch die Anordnung der Signale und das Verwenden von Masseleitungen zwischen kritischen Signalen besser kontrolliert werden.

VENTILKEIL

[d] Nur wenige Bauteile im Motor werden so hohen Belastungen und tribologischen Beanspruchungen ausgesetzt wie Ventile und ihre Anbauteile.

Mit Temperaturen bis zu 800 °C treffen die rot glühenden Auslassventile mehr als 70 Mal in der Sekunde auf den Ventilsitz und müssen den sie umströmenden, heißen und korrosiv wirkenden Abgasen standhalten. Bei jedem einzelnen Ventilhub treten enorme Beschleunigungskräfte und Rückstellkräfte durch die starken Ventilfedern auf.

Ventile bilden gemeinsam mit Ventilsitzringen, Federn und Führungen ein in sich geschlossenes System, das höchsten Beanspruchungen standhalten muss.

RETAINING RING (CIRCLIP)

[e] A circlip or retaining ring, sometimes called a Seeger ring (after an important manufacturer), is a machine element for the axial location of bolts in bores or of components such as roller bearings on shafts or axles.

Accordingly, there are internal retaining rings for mounting in a bore (with ends pointing inwards) and external retaining rings for mounting on a shaft (with ends pointing outwards).

These rings are standardized parts. The rings encountered in mechanical engineering are standardized according to DIN 471 for shaft grooves and in compliance with DIN 472 for bore grooves. There are also special parts which are used in high unit volumes in the automotive industry.

In the simplest case a retaining ring is bent from round wire and curved around twice at the ring ends so that the ring gap can be closed for assembly with circlip pliers. The design standardized according to DIN 471 and DIN 472 is punched out as a flat ring and ground, and has two holes for assembly and disassembly by means of special circlip pliers.



[e] With FUHR rolling mills, high carbon steel round wire is rolled into slightly trapezoidal wire with straight sides and relatively sharp edges. The trapezoid form is matched to the curvature radius so that a constant rectangular section is produced by the bending process. A finishing operation to adjust the size is not necessary.

SICHERUNGSRING (SEEGERRING)

[d] Ein Sicherungsring oder Nutenring, oft noch nach einem wichtigen Hersteller als Seegerring benannt, ist ein Maschinenelement zur axialen Lagesicherung von Bolzen in Bohrungen oder von Bauteilen, beispielsweise Wälzlagern, auf Wellen oder Achsen. Dementsprechend gibt es Innen-Sicherungsringe für eine Bohrungsmontage (mit nach innen weisenden Enden) und Außen-Sicherungsringe für eine Wellenmontage (mit nach außen weisenden Enden). Diese Ringe gehören zu den Normteilen. Die im Maschinenbau anzutreffenden Ringe sind nach DIN 471 für Wellennuten und DIN 472 für Bohrungsnuten genormt. Daneben gibt es Sonderausführungen, die in großen Stückzahlen in der Automobilindustrie verwendet werden. Im einfachsten Fall wird ein Sicherungsring aus Runddraht gebogen und am Ringstoß zweimal eingewinkelt zum Zusammendrücken des Ringspaltes bei der Montage per Sicherungsringzange. Die nach DIN 471 und DIN 472 genormte Ausführung ist als flacher Ring gestanzt sowie geschliffen und weist zwei Lochungen zur Demontage und Montage mittels einer speziellen Sicherungsringzange auf.

ROLLING BEARING

[e] Rolling bearings generally consist of two bearing rings with integrated raceways. Rolling elements are arranged on the raceways between the rings. The rolling elements can be balls, cylindrical rollers, needle rollers, tapered rollers or barrel rollers.

A cage generally guides the rolling elements, keeps them regularly spaced apart and prevents contact between them. With needle rollers and rimless spherical roller bearings the cage additionally provides location for the axis of the rolling element. If the bearing is separable, the cage holds the rolling elements together and thus simplifies the installation of the bearing.

The standard material for sheet cages is steel, as well as brass for some applications. There are solid cages made of brass, steel, laminated fabric and other materials. Cages in thermoplastics are also widespread, especially those in glass fiber reinforced polyamide.

Raceways and rolling elements are mostly made of through-hardened chrome steel, though case hardening steel is also used. Special bearings for extreme operating conditions – load, rotational speed, temperature, corrosion – consist of high temperature and/or stainless steels, plastics, ceramics as well as other materials.

[e] With FUHR rolling mills, low carbon cold-rolled slit strip is rolled into profiled strip which serves as the input material for bearing cages. After rolling, the slots for the rolling elements are produced by punching and rings produced by bending and welding.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen wird aus niedrig kohlenstoffhaltigem, kalt gewalztem Spaltband ein Profilband gewalzt, das als Ausgangsmaterial für Lagerkäfige dient. Nach dem Walzen werden die Slitze für die Wälzkörper durch Stanzen erzeugt und durch Biegen und Schweißen Ringe hergestellt.

WÄLZLAGER

[d] Wälzläger bestehen im Allgemeinen aus zwei Lagerringen mit integrierten Laufbahnen. Zwischen den Ringen sind Wälzkörper angeordnet, die sich auf den Laufbahnen abwälzen. Als Wälzkörper werden Kugeln, Zylinderrollen, Nadelrollen, Kegelrollen und Tonnenrollen eingesetzt.

Ein Käfig führt in der Regel die Wälzkörper, hält sie in gleichmäßigen Abstand zueinander und verhindert, dass sie sich gegenseitig berühren. Bei Nadellagern und bordlosen Pendelrollenlagern sorgt der Käfig zusätzlich für die richtige Lage der Rollkörperachse. Sind Lager zerlegbar, hält der Käfig die Wälzkörper zusammen und erleichtert dadurch den Einbau der Lager.

Der Standard-Werkstoff für Blechkäfige ist Stahl, für manche Anwendungen auch Messing. Massivkäfige gibt es aus Messing, Stahl, Hartgewebe und weiteren Werkstoffen. Stark verbreitet sind auch Käfige aus thermoplastischen Kunststoffen, insbesondere solche aus glasfaserverstärktem Polyamid. Laufringe und Wälzkörper sind überwiegend aus durchgehärtetem Chromstahl, daneben wird aber auch Einsatzstahl verwendet. Sonderlager für extreme Betriebsverhältnisse – Belastung, Drehzahl, Temperatur, Korrosion – bestehen aus temperaturfesten und/oder nicht rostenden Stählen, Kunststoff, Keramik sowie aus anderen Werkstoffen.



DRIVE TRAIN (CVT)

[e] The task of the CVT (Continuously Variable Transmission) chain in a drive train is to transfer power from one pair of conical pulleys to the other. The chain consists of multiple links which are flexibly connected to each other by cradle-type joints. This relatively simple design, optimized in every detail, is the key to the special strength of the chain in torque capacity and efficiency. Because of its generally modular construction, today's CVT chain technology can cover the whole torque range from compact cars (from about 100 Nm) right up to the higher middle class as far as installation space and load are concerned. The strengths of a CVT transmission are high-torque capacity combined with a wide ratio range, a very good level of efficiency in all ratios and load conditions, a robust construction proven in mass production as well as acoustic optimization by means of adjustment of the chain plate sequence.

[e] With FUHR rolling mills, both the bolts and the link plates are rolled. Here, particularly great emphasis is placed on precision, since the slightest error will significantly impact on the total length of the chain due to the large number of chain links.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden sowohl die Bolzen als auch die Laschen von CVT-Ketten gewalzt. Hierbei wird besonders hoher Wert auf Präzision gelegt, weil sich schon geringste Fehler durch die große Anzahl der Kettenglieder stark auf die Einbaulänge der Kette auswirken.

ANTRIEBSKETTE (CVT)

[d] Die Aufgabe der CVT-Kette (Continuously Variable Transmission) in einem CVT-Automatikgetriebe ist die Leistungsübertragung von einem Kegelscheibenpaar auf das andere. Die Kette besteht aus mehreren Gliedern, die mittels Wiegegelenken beweglich miteinander verbunden werden. Diese vergleichsweise einfache, bis ins Detail hinein optimierte Konstruktion ist der Schlüssel für die besondere Stärke der Kette in Drehmomentkapazität und Wirkungsgrad. Aufgrund ihrer meist modularen Bauweise kann die CVT-Kettentechnologie heutzutage den gesamten Drehmomentbereich vom Kleinwagen (ab ca. 100 Nm) bis hin zur oberen Mittelklasse bauraum- und beanspruchungsgerecht abdecken. Die Stärken eines CVT-Getriebes sind eine hohe Drehmomentkapazität bei gleichzeitig großer Getriebespreizung, ein sehr guter Wirkungsgrad bei allen Übersetzungen und Lastzuständen, eine robuste und in Serie bewährte Konstruktion sowie eine Akustikoptimierung mittels Anpassung der Kettenlaschenfolge.

ENERGY & UTILITIES

Wind energy	28	Windenergie
Photovoltaics	29	Photovoltaik
Flexible pipe armouring	30	Schlaucharmierung
Continously transposed conductor (CTC)	32	Drillleiter
Commutator	33	Kommutator
Stranded wire	34	Litzen
Trolley wire	35	Oberleitungsdraht
Transformer wire	36	Transformatordraht
Spiral wire (Bowden Cable Housing)	37	Spiraldraht (Bowdenzughüllen)

Facing the challenges of future energy supply today

Den Herausforderungen der zukünftigen Energiegewinnung bereits heute begegnen

Fossil fuels such as coal or oil are becoming increasingly depleted. According to the calculations of many experts, the current oil production rate cannot be increased much further, while the effects of climate change are becoming more and more evident. Therefore, we are not only forced to save energy, but also to produce energy in the best possible environmentally and climatically friendly manner. Against the background of this increasingly clearly emerging scenario, the development and expansion of renewable energies has already been pursued for many years. FUHR is also following this global trend in the further development of its ultramodern rolling technology; be it hybrid drives, photovoltaics, wind or hydro power – our demanding customers have good reasons to rely on our innovative rolling mills for highly efficient energy generation concepts. But also in the area of conventional energy resource exploitation, such as offshore technology, our rolling technology is leading in the production of flexible pipes for flow lines and jumpers.

Fossile Brennstoffe wie Kohle oder Erdöl gehen langsam, aber sicher zur Neige. Nach Berechnungen vieler Experten lässt sich die derzeitige Erdöl-Förderrate nicht weiter steigern, gleichzeitig aber wird der Klimawandel immer deutlicher. Ergo ist der Mensch gezwungen, nicht nur Energie zu sparen, sondern sie auch möglichst umwelt- und klimafreundlich zu erzeugen. Vor dem Hintergrund dieses sich immer stärker abzeichnenden Szenarios werden Entwicklung und Ausbau erneuerbarer Energien bereits seit vielen Jahren vorangetrieben. Diesem globalen Trend folgt auch FUHR bei der Weiterentwicklung seiner hochmodernen Walztechnologie – egal ob Hybridantriebe, Photovoltaik, Wind- oder Wasserkraft: Unsere anspruchsvollen Kunden setzen bei hocheffizienten Energiegewinnungs- konzepten aus guten Gründen auf unsere innovativen Walzanlagen. Aber auch im Bereich der Gewinnung konventioneller Energieressourcen wie z. B. bei der Offshore-Technologie ist unsere Walztechnik führend im Bereich der Herstellung von sog. Flexible Pipes für Flowlines und Jumper.



»

*We need to bring sustainable energy
to every corner of the globe with
technologies like solar energy mini-grids,
solar powered lights, and wind turbines.«*

Ban Ki-moon, UN Secretary General





WIND ENERGY

[e] A wind power plant consists essentially of a rotor with a hub and rotor blades as well as a nacelle which contains the generator and often a gearbox. There are also systems with no gearbox. The rotating nacelle is mounted on a tower whose foundations provide the necessary stability. In addition, there is the monitoring, regulating and control system as well as the network connection technology. In order to convert mechanical into electrical energy, three-phase asynchronous or synchronous generators are used. The generator is optimized for longevity, weight, size, maintenance requirement, cost and efficiency, where produces interactions between gearbox and network connection. The rotational speed of the generator can be constant, have two levels (for low and high wind speed) or be adjustable steplessly. For low rotational speeds, which occur with ungeared plant, synchronous generators are necessary. To optimize the efficiency of the generator, square sections rather than round enamel insulated copper wires are finding increasingly frequent use today. Besides the better electrical efficiency, generators equipped in this way are characterized by a better power-to-weight ratio.

[e] FUHR supplies rolling mills for rolling round copper wire into square. Thanks to the use of universal profile rolling apparatus which is typical of FUHR, especially high precision is achieved, which is necessary for the subsequent paint process.

[d] FUHR liefert Walzlanlagen, mit denen rechteckige Kupferdrähte aus Runddraht gewalzt werden. Durch den für FUHR typischen Einsatz von Universal-Profilwalzapparaten wird eine besonders hohe Präzision erreicht, die für den nachfolgenden Lackiervorgang erforderlich ist.

WINDENERGIE

[d] Eine Windkraftanlage besteht im Wesentlichen aus einem Rotor mit Nabe und Rotorblättern sowie einer Maschinengondel, die den Generator und häufig ein Getriebe beherbergt. Es gibt auch getriebelose Anlagen. Die Gondel ist drehbar auf einem Turm gelagert, dessen Fundament die notwendige Standsicherheit gibt. Dazu kommen die Überwachungs-, Regel- und Steuerungssysteme sowie die Netzzanschlusstechnik. Für die Umwandlung mechanischer in elektrische Energie werden Drehstrom-Asynchron- oder -Synchron-Generatoren eingesetzt. Der Generator wird auf Lebensdauer, Gewicht, Größe, Wartungsaufwand, Kosten und Wirkungsgrad optimiert, wobei sich Wechselwirkungen mit Getriebe und der Netzanbindung ergeben. Die Drehzahl des Generators kann konstant, zweistufig (für niedrige und hohe Windgeschwindigkeit) oder stufenlos anpassbar sein. Für niedrige Drehzahlen, wie sie bei getriebelosen Anlagen vorliegen, sind Synchrongeneratoren notwendig. Zur Optimierung des Generatorwirkungsgrades werden heutzutage immer häufiger rechteckige statt runde lackisierte Kupferdrähte eingesetzt. Neben der besseren elektrischen Effizienz zeichnen sich die so ausgestatteten Generatoren durch ein niedrigeres Leistungsgewicht aus.

PHOTOVOLTAICS

[e] Photovoltaic modules (PV modules) consist of several interconnected solar cells, which are combined with suitable materials into a sealed unit for protection against external influences like mechanical stress, weather conditions and corrosion. PV modules consist of various components depending on the system: Crystalline modules are encapsulated with a front and rear module cover made of glass, acrylic or foil. The unit is sealed with liquid resin or with two foils under pressure and high temperature.

Since the voltage of a typical single silicon cell is, with 0.5 to 0.8 V, too low for technical applications, several solar cells are generally interconnected in a serial or parallel way. The individual solar cells are connected into modules by means of so-called interconnect ribbons – thin, annealed and tinned copper ribbons which are soldered onto the cells, and whose low yield strength of about 50 N/mm² allows them to follow the thermally induced changes in length of the cells without damage.

At the edge of a PV module the interconnect ribbons are connected with flat copper bands of greater cross section – the so-called busbars – which serve as current collectors and transport the whole of the current produced to the rear side of the PV module. The interconnect ribbons and busbars are referred to collectively as PV ribbons. Instead of cutting these ribbons of rolled broad copper strip with length cutting equipment, cold rolling technology is used in their production. The advantage lies in the effectively unlimited length and the homogeneous edges of the ribbons produced.

[d] FUHR liefert hochproduktive Walzanlagen zum Walzen der Interconnect Ribbons und Bus Bars aus Kupferrunddraht. Die gewalzten Bändchen werden aufgespult und können dann in Folgeprozessen weichgeglüht und verzинnt werden. Teilweise finden diese Vorgänge in Linie mit der Walzanlage statt.

[e] FUHR provides highly productive rolling mills for the rolling of interconnect ribbons and busbars from round copper wire. The rolled ribbons are formed into coils and can then be annealed and tinned in later processes. These processes sometimes take place in line with the rolling mill.

PHOTOVOLTAIK

[d] Photovoltaik-Module (PV-Module) bestehen aus mehreren miteinander verbundenen Solarzellen, die zum Schutz gegen äußere Einflüsse wie mechanische Beanspruchung, Witterung und Korrosion mit geeigneten Materialien zu einem versiegelten Verbund zusammengefügt wurden.

Je nach System bestehen PV-Module aus unterschiedlichen Komponenten: Kristalline Zellen werden von einer vorderen und einer hinteren Modulabdeckung aus Glas, Acrylglas oder Folie eingefasst. Die Versiegelung erfolgt mit Gießharz oder mit zwei Folien unter Druck und hoher Temperatur.

Da der typische Spannungswert einer einzelnen Siliziumzelle von 0,5 bis 0,8 Volt zu niedrig für technische Anwendungen ist, werden in der Regel mehrere Solarzellen durch Reihen- oder Parallelschaltung miteinander verbunden. Die Verbindung der einzelnen Solarzellen im Modul erfolgt mittels sogenannter Interconnect Ribbons – dünner, weichgeglühter und verzinnter Kupferbändchen, welche auf die Zellen aufgelötet werden und die temperaturbedingten Längenänderungen der Zellen aufgrund ihrer niedrigen Streckgrenze von ca. 50 N/mm² unbeschadet mitgehen können. Am Rand eines PV-Moduls sind die Interconnect Ribbons mit Kupferflachbändern größeren Querschnitts – den sogenannten Bus Bars – verbunden, welche als Stromsammler fungieren und den insgesamt produzierten Strom zur Anschlussdose auf der Rückseite des PV-Moduls transportieren. Die Interconnect Ribbons und Bus Bars werden unter dem Oberbegriff PV-Ribbons geführt. Anstatt diese Bändchen aus gewalztem Kupfer-Breitband in Längsteilanlagen zu schneiden, wird das Kaltwalzverfahren zur Herstellung eingesetzt. Der Vorteil liegt in der quasi unendlichen Länge und den homogenen Kanten der hergestellten Bänder.



FLEXIBLE PIPE ARMOURING

[e] Without drilling rigs and ships, exploration and exploitation would be impossible on the high seas. Depending on the depth of the water, the oil and gas companies use various types for this: For exploration in shallow waters (up to around 60 meters) drilling rigs are suitable which stand on a flooded pontoon on the sea floor. For deeper water up to around 300 meters, drilling rigs with extensible legs are used ("jackup rig"): Once on location, the legs are sunk and dig themselves several meters into the seabed. In still deeper waters it is no longer possible to position the drilling rig on the sea floor – instead it must float above the drill hole. These so-called "semi-submersibles" feature gigantic underwater ballast tanks ensuring that the drilling rig does not shift unduly, even in high seas. The position of semi-submersibles above the borehole is maintained by steel chains anchored to the sea floor. They can be used in waters up to 3500 meters deep. In such extreme conditions, drilling ships are also deployed that have no connection at all to the sea floor. If an offshore deposit is ready for production, a production platform is installed above the borehole or the drilling rig is reconfigured as a production platform. After preprocessing, the raw material from the borehole is either transferred directly to land via a pipeline or loaded into tankers from the production platform. Due to the great depth, the connection from the borehole to the water surface cannot be executed with rigid piping. Flexible hose lines are used instead. These flexible pipes are exposed to high stresses due to the water pressure. They are therefore designed for burst pressures of 500 bar and more. This is achieved by the use of a spiral pressure reinforcement profile (zeta, teta or C profile). The photo shows a zeta profile wire. In order to take up the tension caused by the weight of the hose pipe itself, the profile wires of the pressure reinforcement are complemented by a tension reinforcement of a large number of flat wires.

[e] FUHR supplies rolling mills for the production of both the flat wires for the tension reinforcement as well as the profile wires for the pressure reinforcement, from medium to high carbon steel wire in the cold rolling process. Because of the size of the profile cross section and the high stiffness of the steel grades used, here the largest cold rolling machines are used that are available on the market.



[d] FUHR liefert Walzanlagen, mit denen sowohl die Flachdrähte der Zugarmierung als auch die Profildrähte der Druckarmierung aus mittel- bis hochkohlenstoffhaltigem Stahl draht im Kaltwalzverfahren hergestellt werden. Aufgrund der Größe der Profilquerschnitte und der hohen Festigkeiten der verwendeten Stahlsorten werden hierfür die größten Kaltwalzmaschinen eingesetzt, die auf dem Markt verfügbar sind.

SCHLAUCHARMIERUNG

[d] Ohne Bohrinseln und -schiffe wären Exploration und Förderung auf hoher See unmöglich. Je nach Wassertiefe setzen die Öl- und Gasgesellschaften dabei verschiedene Typen ein: Für die Exploration in flachen Gewässern (bis etwa 60 Meter) eignen sich Bohrinseln, die auf einem gefluteten Ponton auf dem Meeresgrund stehen. Bei tieferem Wasser bis rund 300 Meter kommen Bohrinseln mit absenkbarer Stützen zum Einsatz (Hubbohrinseln): Über der Lagerstätte werden die Stützen abgesenkt und graben sich einige Meter in den Meeresboden ein. In noch tieferen Gewässern ist es nicht mehr möglich, die Bohrinsel am Meeresboden aufzusetzen zu lassen – sie muss stattdessen über dem Bohrloch schwimmen. Bei solchen Halbtauchern befinden sich riesige Ballasttanks unter Wasser und sorgen dafür, dass die Bohrinsel selbst bei hoher See nicht allzu sehr schwankt. Zum Halten der Position über dem Bohrloch werden Halbtaucher mit Stahlseilen und Ankern am Grund befestigt. Sie können in Wassertiefen bis zu 3500 Meter eingesetzt werden. Für solche extremen Verhältnisse setzt man auch Bohrschiffe ein, die keinerlei Verbindung zum Meeresboden haben. Ist eine Offshore-Lagerstätte reif für die Produktion, wird eine Förderplattform über dem Bohrloch installiert oder die Bohrinsel wird zur Förderplattform umgebaut. Die Rohstoffe gelangen vom Bohrloch nach der Aufbereitung entweder über eine Pipeline direkt an Land oder werden an der Ölförderplattform in Tanker geladen. Die Verbindungen vom Bohrloch zur Wasseroberfläche können aufgrund der großen Meerestiefen nicht mit starren Rohrleitungen geschaffen werden. Stattdessen werden flexible Schlauchleitungen eingesetzt. Diese Flexible Pipes sind hohen Belastungen durch den Wasserdruk ausgesetzt. Sie werden daher für Berstdrücke von 500 bar und mehr ausgelegt. Hierfür wird eine Druckarmierung in Form eines spiralförmig gewickelten Verschlussprofiles (Zeta-, Teta- oder C-Profil) verwendet. Das Foto zeigt einen Zeta-Profildraht. Um die durch das Eigengewicht der Schlauchleitung verursachten Zugspannungen aufzunehmen, wird neben der Druckarmierung aus Profildrähten auch eine Zugarmierung aus einer großen Anzahl von Flachdrähten eingebracht.



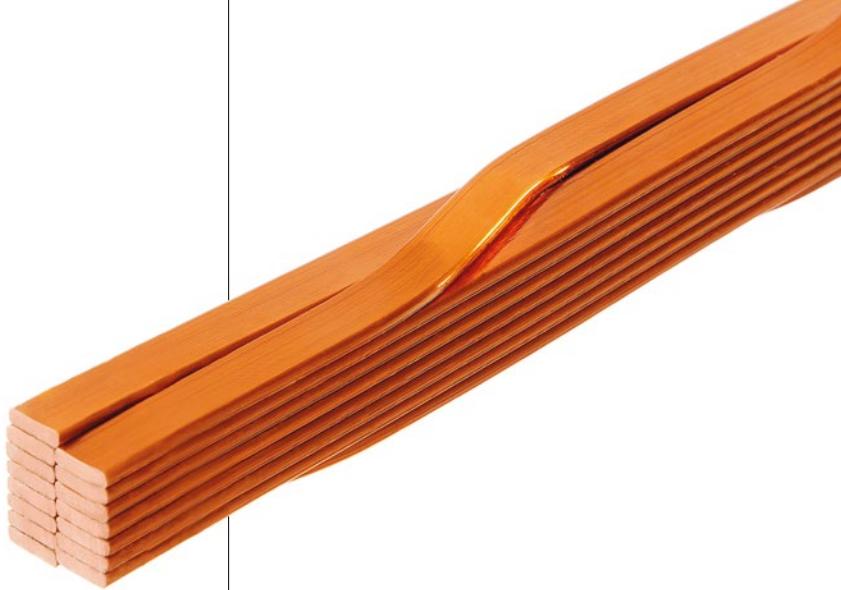
CONTINUOUSLY TRANSPOSED CONDUCTOR (CTC)

[e] In the windings of electric motors, generators and transformers, copper wire with square sections rather than round sections is increasingly used today in order to boost the overall efficiency. The windings consist of a large number of individual wires which must be electrically insulated from one another. It is also important for the quality of the winding that the individual wires have the same length as far as possible.

Windings for high performance are normally wound by hand in view of the limited unit volume. In order to simplify this work and to reduce the chance of faults from different individual wire lengths, insulated-strand conductors were developed.

Several enameled insulated flat wires combined in special wiring machines to so-called insulated-strand conductors (see photo) and wrapped in paper to protect them from damage.

Insulated-strand conductors are often designated as CTC (Continuously Transposed Conductor).



[e] FUHR supplies rolling mills for rolling round copper wire into square. By the use of universal profile rolling apparatus which is typical for FUHR, an especially high precision is achieved, which is necessary for the subsequent paint process.

[d] FUHR liefert Walzanlagen, mit denen rechteckige Kupferdrähte aus Runddraht gewalzt werden. Durch den für FUHR typischen Einsatz von Universal-Profilwalzapparaten wird eine besonders hohe Präzision erreicht, die für den nachfolgenden Lackiervorgang erforderlich ist.

DRILLLEITER

[d] In den Wicklungen von elektrischen Motoren, Generatoren und Transformatoren werden zur Steigerung des Gesamtwirkungsgrades heutzutage zunehmend Kupferdrähte mit rechteckigem statt rundem Querschnitt eingesetzt. Die Wicklungen bestehen aus einer Vielzahl einzelner Drähte, die gegeneinander elektrisch isoliert sein müssen. Wichtig für die Qualität der Wicklung ist auch, dass die Einzeldrähte möglichst gleiche Längen aufweisen.

Wicklungen für große Leistungen werden aufgrund der geringen Stückzahlen üblicherweise als Kleinserie in Handarbeit hergestellt. Um diese Arbeit zu vereinfachen und die Fehlermöglichkeit durch unterschiedliche Einzeldrahtlängen zu reduzieren, wurden Drillleiter entwickelt.

Mehrere lackisierte Flachdrähte werden in speziellen Verseilanlagen zu sogenannten Drillleitern (siehe Foto) zusammengefasst und zum Schutz gegen Beschädigungen mit Papier umwickelt.

Drillleiter werden oft auch als CTC (Continuously Transposed Conductor) bezeichnet.

COMMUTATOR

[e] Characteristic for the classical direct current machines is a mechanical rectifier known as a commutator (polarity changer) that is mounted on the axis of the rotating machine. For motor operation, it serves as a polarity changer and produces an alternating current in the rotor which depends on the rotational speed.

In generator operation, it rectifies the alternating current from the rotor and produces a pulsating direct current. In some application scenarios, the direct current machine can be driven either as a motor or as a generator.

The rotor windings are connected via the commutator, which serves as a polarity reverser. Classical commutators include a sliding contact between the segments of the collector and two or more brushes. The sliding contacts are arranged so that they change the polarity of the rotor windings in such a way that current always flows through those windings that are moving at right-angles to the exciter field.

The brushes are made from a material which provides good contact with low friction (often self-lubricating graphite, sometimes mixed with copper powder).

[e] FUHR rolling mills produce copper profile wires from which one piece (see photo) or multi piece commutators are produced.



[d] Mit FUHR-Profilwalzanlagen werden Kupferprofildrähte hergestellt, aus denen dann einteilige (siehe Foto) oder mehrteilige Kommutatoren hergestellt werden.

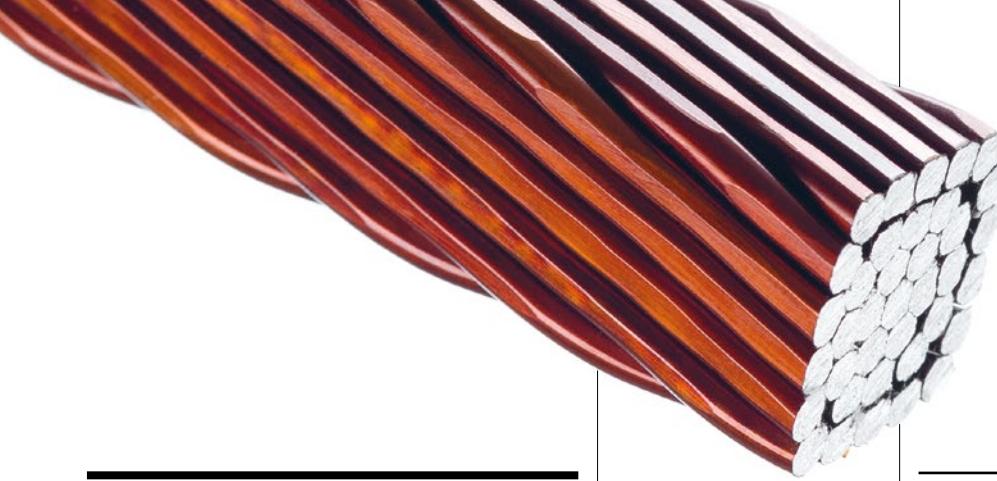
KOMMUTATOR

[d] Merkmal der klassischen Gleichstrommaschinen ist ein mechanischer Wechselrichter, welcher als Kommutator (Polwender) bezeichnet wird und auf der Achse der rotierenden Maschine angebracht ist. Er dient im Motorbetrieb als Polwender und erzeugt im Rotor einen drehzahlabhängigen Wechselstrom. Im Generatorbetrieb richtet er die vom Rotor gelieferte Wechselspannung gleich und erzeugt eine pulsierende Gleichspannung. In einigen Anwendungsfällen kann die Gleichstrommaschine als Motor oder als Generator betrieben werden.

Die Wicklungen des Ankers werden über den Kommutator angeschlossen, der als Polwender dient. Kommutatoren bestehen klassisch aus einem Schleifkontakt zwischen den Lamellen des Kollektors und zwei oder mehr Bürsten. Die Schleifkontakte sind so angeordnet, dass sie während der Drehung die Polung der Ankerwicklungen so wechseln, dass immer diejenigen Wicklungen von Strom entsprechender Richtung durchflossen werden, die sich quer zum Erregerfeld bewegen.

Die Bürsten sind aus einem verschleißarmen Material gefertigt, welches eine gute Kontaktierung bietet (oft selbstschmierender Graphit, teilweise gemischt mit Kupferpulver).





STRANDED WIRE

[e] Stranded (litz) wires exist in round or flat form, with or without enamel insulation, with various types of additional insulation, as well as braiding or taping. High frequency stranded wires consist of enamel insulated individual strands which are twisted together. They are used to compensate for the increase of conductor impedance at higher frequencies.

In an electrical conductor, the field of alternating current produces eddy currents which oppose the flow of current. These increase at higher frequencies. To the direct current resistance is added a frequency-dependent alternating current effective resistance. The eddy current losses are greatest in the middle of the conductor and reduce towards the edge. The majority of the current therefore flows on the surface of the conductor (skin effect). The expression penetration depth of current is also used. With the proximity effect, the eddy current losses arise from the fields of neighboring conductors. In order to reduce these losses as far as possible, the conductor cross section is reduced (lower eddy current losses) and compensates by using several conductors in parallel. To compensate for the influence of the fields on the individual conductors, the conductors are twisted together (braided). The twisting must be selected so that the position of a wire, seen along the length of the braid, is in the center of the bundle as often as on the outer edge. HF braids should only be used up to about 2 MHz, since the influence of conductor capacitances becomes too great at higher frequencies.

Rectangular braids have the advantage over round braids of a higher packing density.

[d] FUHR supplies rolling mills for reshaping round braids into rectangular braids. In order to ensure the greatest possible flexibility, these rolling mills use universal profile rolling equipment of type WST. This allows all square and rectangular dimensions to be produced without changing the rolls.

[d] FUHR liefert Walzanlagen, mit denen Rundlitzen zu rechteckigen Litzen umgeformt werden. Um dabei eine größtmögliche Flexibilität zu gewährleisten, werden in diesen Walzanlagen Universal-Profilwalzapparate vom Typ WST eingesetzt. Damit können ohne Wechsel der Walzen sämtliche Rechteck- und Quadratabmessungen gefertigt werden.

LITZEN

[d] Litzen gibt es in runder oder flacher Form, mit oder ohne Lackisolierung, mit verschiedenen Typen von zusätzlicher Isolation sowie Umflechtung oder Bandierung. Hochfrequenz-Litzen bestehen aus lackisierten Einzelleitern, die miteinander verdrillt sind. Sie werden verwendet, um der Erhöhung des Leiterwiderstandes bei höheren Frequenzen entgegenzuwirken.

In einem elektrischen Leiter entstehen durch die Felder des Wechselstromes Wirbelströme, die dem Stromfluss entgegenwirken. Diese nehmen bei höheren Frequenzen zu. Zum Gleichstromwiderstand addiert sich demnach ein von der Frequenz abhängiger Wechselstrom-Wirkwiderstand. Die Wirbelstromverluste sind im Innern des Leiters am größten und nehmen nach außen hin ab. Der größte Teil des Stromes fließt somit an der Oberfläche des Leiters (Skin-Effekt). Man spricht auch von der Eindringtiefe des Stromes. Beim Proximity-Effekt entstehen die Wirbelstromverluste durch die Felder benachbarter Leiter. Um diese Verluste so gering wie möglich zu halten, reduziert man den Leiterquerschnitt (weniger Wirbelstromverluste) und führt dafür mehrere Leiter parallel zueinander. Um die Beeinflussung der Felder auf die einzelnen Leiter auszugleichen, werden die Leiter miteinander verdrillt (verseilt). Die Verdrillung muss derart gewählt werden, dass über die Länge der Litze gesehen sich die Position eines Drahtes gleichmäßig zwischen dem Kern und der Außenseite des Bündels abwechselt.

HF-Litzen sollten nur bis ca. 2MHz verwendet werden, da bei höheren Frequenzen der Einfluss der Leiterkapazitäten zu groß wird. Rechteckige Litzen haben gegenüber Rundlitzen den Vorteil einer größeren Packungsdichte.

TROLLEY WIRE

[e] Trolley wire is one way of supplying power, along with the third rail. In railed transport (trams, surface and underground railways, mountain or cable railways) they supply the traction vehicle with current. Special means of transport like trolley buses or electric ferry boats can obtain their electrical energy from them. A trolley wire consists of a copper profile wire which is hung at a constant height above the path of the vehicle.

The electric traction units have current collectors that are in contact with the overhead line. The electric circuit is completed by the rail as the return path. An additional conductive path is required for trolley buses and electric ferry boats.

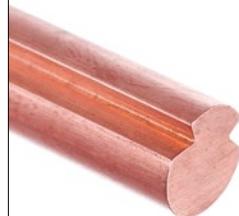
OBERLEITUNGSdraht

[d] Eine Oberleitung gehört neben den Stromschienen zu den Fahrleitungen. Sie dient in Eisenbahnen (Straßen-/Stadtbahnen, Hoch-/Untergrundbahnen und Gebirgs- bzw. Bergbahnen) der Versorgung der Triebfahrzeuge mit Strom.

Auch spezielle Verkehrsmittel wie O-Busse oder Oberleitungsfähren können über sie mit elektrischer Energie betrieben werden. Eine Oberleitung besteht aus einem Kupferprofil draht, der in konstanter Höhe über dem Fahrweg aufgehängt ist.

Auf den elektrischen Triebfahrzeugen befinden sich Stromabnehmer, die in Kontakt mit der Oberleitung stehen. Der Stromkreis wird über die Schienen als Rückleiter wieder geschlossen. Bei Oberleitungsbussen und Fähren ist für den Rückstrom ein zusätzlicher Stromabnehmer erforderlich.

[e] With FUHR rolling mills, trolley wires are produced from pure or alloyed copper wire. Here, the first forming steps use a die to reduce the cross section and increase the strength. The profiling takes place in the next forming steps with profile rolling apparatuses.



[d] Mit FUHR-Walz-anlagen werden Oberleitungsdrähte aus reinem oder legiertem Kupferrunddraht hergestellt. Dabei werden in den ersten Umformschritten Ziehsteine zur Querschnittsreduzierung und Erhöhung der Festigkeit verwendet. Die Profilierung erfolgt in den folgenden Umformschritten mit Profilwalzapparaten.



TRANSFORMER WIRE

[e] Transformer or magnet wire is a copper wire which is coated with an insulating layer of enamel in its production. Compared with other insulation materials with the same effect, the thickness and the weight of this enamel insulation is very light. This wire is therefore preferred for the construction of electric coils, transformers and machines. The use of enameled copper wire has beneficially reduced the mechanical size of electrical machines, where the concentration of the electric and magnetic fields in smaller spaces has resulted in even further space savings. This reduction in size ultimately leads to energy savings from shorter conductive paths for the same power output.

The classification of the enameled wires follows the International Electrotechnical Commission (IEC) standards 60317 and 60851. Wires are classified by temperature index (continuous running temperature), breakdown voltage and thermal shock behaviour.

In order to obtain smooth, concentric and nonporous films, enameled wire is usually painted and baked between 6 and 20 times. A rule of thumb says that the enamel film makes up about 10 % of the weight of the enameled copper wire. The resulting larger diameter is referred to as increase.

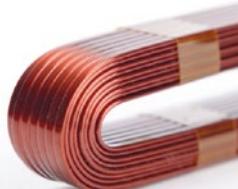
In the event of processing errors, electrical breakdown or as a result of continual pre-discharge in air spaces, the enamel layer can be damaged and a shorted coil occurs to neighboring wire layers. The insulating enamel will be still further damaged by heat arising from the resulting shorted coil, so that the number of shorted coils increases and the bare wires finally produce a short circuit.

In order to avoid this kind of shorted coil, it is essential to produce a copper wire with the lowest possible dimensional tolerances as input to the subsequent enameling process. This is the only way to achieve as constant an enamel thickness as possible over the entire cross section.

[e] FUHR supplies rolling mills for rolling round copper wire into square wire. By the use of universal profile rolling apparatus which is typical for FUHR, an especially high precision is achieved, which is necessary for the subsequent paint process.



[d] FUHR liefert Walzanlagen, mit denen rechteckige Kupferdrähte aus Runddraht gewalzt werden. Durch den für FUHR typischen Einsatz von Universal-Profilwalzapparaten wird eine besonders hohe Präzision erreicht, die für den nachfolgenden Lackiervorgang erforderlich ist.



TRANSFORMATORENDRAHT

[d] Transformatoren- oder auch Kupferlackdraht ist ein Kupferdraht, der bei der Fertigung mit einer elektrisch isolierenden Lackschicht überzogen wurde. Die Dicke und das Gewicht dieser Lackisolation sind im Vergleich zu anderen Isolierstoffen mit gleicher Wirkung sehr gering. Dieser Draht wird daher bevorzugt zum Bau von elektrischen Spulen, Transformatoren und Maschinen verwendet.

Durch die Verwendung von Kupferlackdraht wird die mechanische Baugröße elektrischer Maschinen in günstiger Weise verringert, wobei sich durch die Konzentration der elektrischen und magnetischen Felder auf kleinerem Raum noch weitere räumliche Einsparungseffekte ergeben. Letztlich führt diese Verringerung der Baugröße durch kürzere Leitungswege auch zu Energieeinsparungen bei gleicher Leistungsabgabe.

Die Klassifizierung der Lackdrähte erfolgt durch die von der International Electrotechnical Commission (IEC) erstellten Standards 60317 und 60851. Drähte werden nach Temperaturindex (Dauergebrauchstemperatur), Durchschlagsspannung und Wärmeschockverhalten eingeteilt. Um glatte, konzentrische und porenfreie Filme zu erhalten, werden Lackdrähte üblicherweise zwischen 6- und 20-mal lackiert und eingebrannt. Als Faustregel gilt, dass der Lackfilm ca. 10 % des Gewichtes des Kupferlackdrätes ausmacht. Der dadurch steigende Durchmesser wird als Zunahme bezeichnet. Bei unsorgfältiger Verarbeitung, elektrischem Durchschlag oder aufgrund andauernder Vorentladungen in Luftzwischenräumen kann die Lackisolierung beschädigt werden, und es entsteht zu benachbarten Drahtlagen ein Windungsschluss. Durch den in der entstandenen Kurzschlusswindung induzierten Strom wird der isolierende Lack hitzebedingt noch weiter zerstört, so dass sich die Windungsschlüsse ausbreiten und die blanken Drähte schließlich einen Kurzschluss bilden.

Um einen derartigen Windungsschluss zu vermeiden, ist es unabdingbar, einen Kupferdraht mit geringstmöglicher Maßtoleranz als Ausgangsdraht für den daran anschließenden Lackierprozess herzustellen. Nur so kann eine möglichst gleichmäßige Lackstärke über den gesamten Querschnittsumfang erzielt werden.

SPIRAL WIRE (BOWDEN CABLE HOUSING)

[e] Bowden cable housings consist essentially of a flat wire helix and a plastic covering. An optional lining with a plastic tube significantly reduces the system's internal friction and with the use of corresponding braids or cables the efficiency of the system is considerably increased. For the production of the flat wire helix, round wire is cold rolled to the desired size and subsequently wound in a helix. The flat contact faces between the windings give the flat wire helix a high stiffness and a low compressibility in the longitudinal direction and make them suitable for precise guidance and high resistance to pressure, as is required for most actuation and transmission applications.

[e] With FUHR rolling mills, round steel wire is rolled into rectangular profile wire. If these are used with FUHR type WST universal profile rolling equipment, then all dimensions of rectangular profiles can be produced without changing the rolls.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen wird runder Stahldraht zu Rechteck-Profildraht gewalzt. Setzt man dazu FUHR-Universal-Profilwalzapparate vom Typ WST ein, so können ohne Wechsel der Walzen sämtliche Rechteckabmessungen gefertigt werden.

SPIRALDRAHT (BOWDENZUGHÜLLEN)

[d] Bowdenzughüllen bestehen im Wesentlichen aus einer Flachdrahtspirale und einer Kunststoffummantelung. Durch eine optionale Auskleidung mit einem Kunststoffröhrchen lässt sich die innere Reibung des Systems erheblich minimieren und der Wirkungsgrad des Systems bei Einsatz entsprechender Litzen oder Seile deutlich erhöhen. Für die Herstellung der Flachdrahtspirale wird Runddraht auf das gewünschte Maß kaltgewalzt und im Anschluss daran zur Spirale verarbeitet. Die planen Berührungsflächen zwischen den Windungen geben der Flachdrahtspirale eine hohe Steifigkeit und eine geringere Setzung in Längsrichtung und prädestinieren sie damit für eine präzise Führung und eine hohe Druckaufnahme, wie sie in den meisten Betätigungs- und Übertragungsanwendungen erforderlich sind.



CONST RUCTION

Reinforced steel bar	42	Baustahldraht
Window fitting	43	Fensterbeschlag
Track rope (Ropeways)	44	Tragseil (Seilbahn)
Thread nail	45	Gewindenagel

From a former pioneer for reinforced steel bars to today's leader in construction

Als Pionier bei der Herstellung von Bewehrungsstahl heute führend in der Hochbautechnologie

It was in the early 1950s that the engineer and company founder Karl Fuhr developed a procedure for the ribbing of construction steel wire – marking the inception of the cold rolling process for reinforcing steels. On the basis of its uniqueness, this procedure was patented at that time and formed the foundation stone for the later continuous economic success of the company.

In the following decades, the possibilities of applying our rolling technology in building construction were successively extended: In bridge construction, the stranding machines for the construction of bridge cables are increasingly equipped with FUHR cables. Against the background of the steadily growing dimensions of suspension bridges, the material properties of these bridge cables acquire ever increasing importance. In the construction of modern ultramodern cable cars, the greatest possible running smoothness and silence of the transport cabins is a key aspect. The carrier cables of these cable cars typically consist of cold rolled closed profiles in the sheath area, whose good surface characteristics provide the cable with additional protection against soiling.

The use of our technologies in building construction extends as far as the production of flat bands for the positioning mechanics of window systems. Today the economic production of these components can only be achieved by the use of cold rolling mills.

What started over 60 years ago with the production of reinforcing steel, has meanwhile established itself as a fixed processing procedure in the building industry.

Zu Beginn der 1950er-Jahre entwickelte der Ingenieur und Firmengründer Karl Fuhr eine Verfahrensweise zur Rippung von Baustahldrähten – die Geburtsstunde des Kaltwalzverfahrens für Bewehrungsstäbe. Dieses Verfahren wurde aufgrund seiner Einzigartigkeit seinerzeit patentiert und bildete den Grundstein für den dann nachhaltig einsetzenden wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens.

In den folgenden Dekaden konnten die Einsatzmöglichkeiten unserer Walztechnologie im Hochbau sukzessive ausgebaut werden: Im Brückenbau werden die Verseilmaschinen für die Herstellung von Brückenkabeln zunehmend mit FUHR-Drähten bestückt. Vor dem Hintergrund der stetig wachsenden Dimensionen von Schwebefähren wird den Materialeigenschaften dieser Brückenkabel eine immer größere Bedeutung zuteil.

Beim Bau von hochmodernen Pendel- oder Umlaufseilbahnen kommt es auf eine größtmögliche Laufruhe der Transportkabinen an. Typischerweise bestehen die Tragseile dieser Seilbahnen im Mantelbereich aus kaltgewalzten Verschlussprofilen, welche das Seil durch ihre guten Oberflächeneigenschaften zusätzlich vor Schmutzablagerungen schützen.

Der Einsatz unserer Technologien im Hochbau geht bis zur Herstellung von Flachbändern für die Verstellmechanik von Fenstersystemen. Eine ökonomische Herstellung dieser Bauteile lässt sich heutzutage nur noch über den Einsatz von Kaltwalzanlagen erreichen.

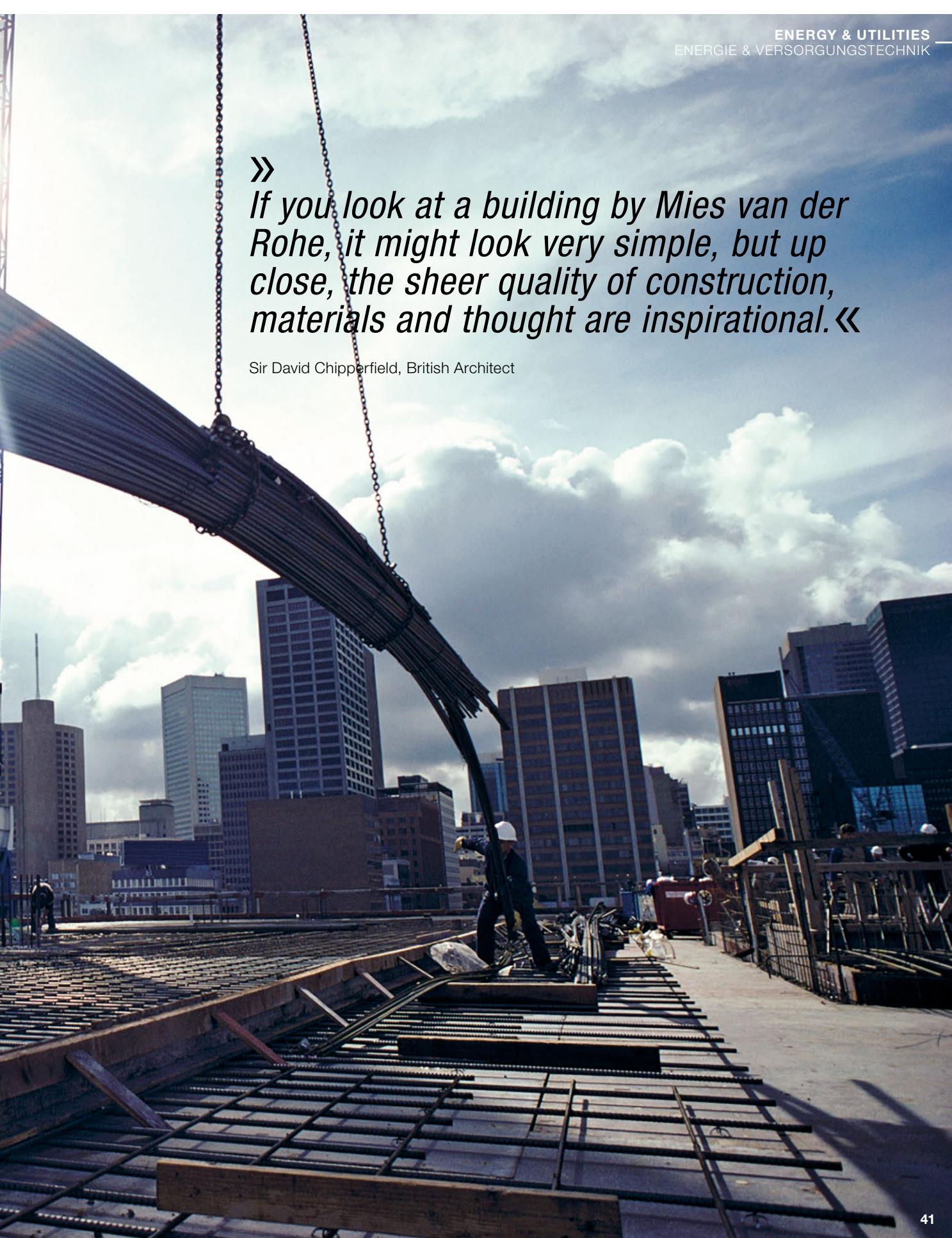
Was vor über 60 Jahren mit der Herstellung von Bewehrungsstählen begann, hat sich heute als fester Bearbeitungsprozess in der Bauindustrie etabliert.



»

If you look at a building by Mies van der Rohe, it might look very simple, but up close, the sheer quality of construction, materials and thought are inspirational.«

Sir David Chipperfield, British Architect





REINFORCED STEEL BAR

[e] Reinforcement steel or concrete steel serves as reinforcement (strengthening) of reinforced concrete components and is covered with liquid concrete after insertion in the formwork. It is also often referred to as rebar.

An important characteristic of the reinforcing steel is its bonding to the surrounding concrete. To improve the bonding, ribs are rolled onto it. The ribs have a maximal height of 4.5 % and a separation of 60 % of the rod diameter. The ribs produce a local interlocking of concrete and steel, which allows optimal force transfer across a short bond length.



[e] FUHR supplies rib roll heads and replacement rolls for the production of ribbed reinforcing and prestressing steels. The photo shows a stainless steel ribbed wire.

[d] FUHR liefert Rippwalzköpfe und Ersatzwalzen zur Herstellung von gerippten Bau- oder Spannstählen. Das Foto zeigt einen Edelstahl-Rippdraht.

BAUSTAHLDRAHT

[d] Bewehrungsstahl oder Betonstahl dient als Bewehrung (Verstärkung) von Stahlbetonbauteilen und wird nach dem Einbau in die Schalung mit Beton vergossen. Häufig wird er auch als TOR-Stahl oder Rippentorstahl bezeichnet.

Eine wichtige Eigenschaft des Betonstahls ist dessen Verbund mit dem ihn umgebenden Beton. Zur Verbesserung des Verbunds werden Rippen aufgerollt oder aufgewalzt. Die Rippen haben eine maximale Höhe von 4,5 % und einen Abstand von 60 % des Stabdurchmessers. Durch die Rippen wird eine lokale Verzahnung zwischen Beton und Stahl erreicht, was eine optimale Kraftübertragung über eine kurze Verbundlänge ermöglicht.



[e] FUHR rolling mills produce flat wires from round low carbon steel wire for further processing into window fittings.

WINDOW FITTING

[e] Until the late 20th century, single glazing was very widespread. Accordingly, window design and construction was relatively simple. Since the 1970s and 80s, insulation glazing became more and more the standard, and is generally characterized by several sheets of glass arranged behind one another. But not only did the number of glass layers increase, the internal construction of the windows is also considerably more complex than previously the case. The construction of windows consists essentially in a window frame, a casement with a frame for a variable number of glass surfaces, window glass (in modern insulating windows a composite layer), mechanics for opening and closing the window in the frame as well as insulation and reinforcing material. The components of the adjustment mechanics are mostly cold rolled flat steels that receive their typical openings in post-processing, such as in stamping.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden aus niedrig kohlenstoffhaltigem Stahl-Runddraht Flachrähte hergestellt, die zu Fensterbeschlägen weiterverarbeitet werden.



FENSTERBESCHLAG

[d] Bis weit in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts waren Einfachverglasungen massiv verbreitet. Die Fenster waren entsprechend einfach aufgebaut. Seit den 1970ern und 80ern konnten sich Isolierverglasungen immer mehr durchsetzen. Sie zeichnen sich in der Regel durch mehrere hintereinander angeordnete Glasscheiben aus. Aber nicht nur die Anzahl der Glasschichten stieg, auch der Aufbau von Fenstern im Flügel ist heute wesentlich komplexer als früher. Der Aufbau von Fenstern besteht im Wesentlichen aus einem Fensterrahmen, einem Fensterflügel mit einem Rahmen für unterschiedlich viele Glasflächen, Fensterglas (bei modernen Isolierfenstern ein Scheibenverbund), einer Mechanik zum Öffnen und Schließen des Fensters im Flügelrahmen sowie Dämm- und Versteigungsmaterial. Bei den Bestandteilen der Verstellmechanik handelt es sich größtenteils um kaltgewalzte Flachstähle, die in der Nachbearbeitung wie z. B. der Stanzerei die für sie typischen Aussparungen erhalten.

TRACK ROPE (ROPEWAYS)

[e] In the “classical” ropeway, one or two cars on a track rope travel back and forth between two end stations, drawn by a hauling rope. Smaller installations and group aerial ropeways often need only a single rope which simultaneously carries and moves the cars (single-rope ropeway). The circulating rope car has an endless spliced traction rope which runs continually between the stations, on which a row of gondolas, seats or material tubs are attached, which therefore travel from one station to the other on one side, and return on the other side. The direction of motion of the vehicles is therefore always forwards. Circulating cable cars thereby function as continuous conveyors.

It is important for the safe operation and quiet running of the transport vehicles to have a cable cross section with cold rolled interlocking profiles in the outer area. This provides an extremely flat surface which, besides the quiet running already mentioned, has the additional advantage of providing the highest possible protection against the penetration of dirt particles.

[e] With FUHR rolling mills, cable interlocking profile wires (the three outer layers in the photo) are produced from round high carbon steel wire in the cold rolling procedure. The advantages of the rolling process as opposed to the also current profiling with a die lie in the adjustability of the caliber and the lower overall reshaping which strains the material less.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Seilverchlussprofildrähte (die drei Außenlagen im Foto) aus hochkohlenstoffhaltigen Stahlrunddrähten im Kaltwalzverfahren hergestellt. Die Vorteile des Walzverfahrens im Vergleich zum ebenfalls noch anzutreffenden Profilieren im Ziehstein liegen in der Einstellbarkeit des Kalibers und der geringeren Gesamtumformung, die den Werkstoff weniger stark belastet.

TRAGSEIL (SEILBAHN)

[d] Bei der Pendelseilbahn als klassischer Luftseilbahn verkehren ein oder zwei Fahrzeuge, gezogen von einem Zugseil, auf einem Tragseil auf einer Fahrspur fahrend zwischen zwei Stationen im Pendelverkehr hin und zurück. Kleinere Anlagen und Gruppenpendelbahnen kommen oft nur mit einem einzigen Förderseil aus, welches die Fahrzeuge zugleich trägt und bewegt (Einseilpendelbahn).

Die Umlaufseilbahn hat zwischen den Stationen ein endlos gespleißtes, ständig umlaufendes Zugseil oder Förderseil, an das mehrere Gondeln, Sessel oder Materialkübel geklemmt sind, die dadurch auf einer Seite von einer Station zur anderen fahren, und auf der Gegenseite wieder zurück. Die Bewegungsrichtung der Fahrzeuge ist daher immer vorwärts. Umlaufseilbahnen verkehren dadurch als Stetigförderer.

Wichtig für einen sicheren Betrieb und ruhigen Lauf der Transportfahrzeuge ist ein Seilquerschnitt, der im Außenbereich kaltgewalzte Verschlussprofile aufweist. Dadurch entsteht eine außerordentlich glatte Oberfläche, welche neben der bereits erwähnten Laufruhe auch einen möglichst hohen Schutz gegen das Eindringen von Schmutzpartikeln aufbieten kann.



THREAD NAIL

[e] Thread nails are needed especially when facade paneling has to be fixed onto a wooden substructure. The special thread on the nail holds it firmly in the wood, prevents splitting of the wood and also retains its resistance to extraction when the weather exposes the wood to high humidity. Due to their external use, thread nails are generally made of stainless steel. In most instances, the lengths are between 35 and 80 mm.

[e] With FUHR rolling mills, round wires are profiled in the longitudinal direction. In the nail production machine, the wires are then twisted to obtain a steep thread.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Runddrähte in Längsrichtung profiliert. In der Nagelproduktionsmaschine werden die Drähte dann verdrillt, um ein steiles Gewinde zu erhalten.

GEWINDENAGEL

[d] Gewindenägel werden vor allem benötigt, wenn eine Fassadenverkleidung auf einer Holzunterkonstruktion befestigt werden muss. Der Nagel zieht sich aufgrund seines speziellen Schraubgewindes auszugsfest in das Holz ein, verhindert ein Spleißen des Holzes und behält auch seine hohen Auszugswerte, wenn das Holz witterungsbedingt einer hohen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt wird. Aufgrund des Einsatzes im Außenbereich sind Gewindenägel in der Regel aus rostfreiem Edelstahl gefertigt. Die üblichen Längen liegen zwischen 35 und 80 mm.



CONSUMER GOODS

Staple wire	50	Heftklammer
Zipper	51	Reissverschluss
String (musical instrument)	52	Saiten (Musikinstrumente)
Brush wire	52	Bürstendraht
Hoof nail	53	Hufnagel

Whether in daily life, at work or leisure – FUHR and its products are nearly always present

Egal ob in Alltag, Beruf oder Freizeit – wir von FUHR sind fast immer mit dabei

If you saw a skier would you think of us? Definitely not. It is all the more astonishing to discover just how many areas of daily life involve products whose production also relies on the application of our rolling technology.

In the case of the skier it is the edges of his skis whose L-shaped profiled wire ensures that we don't lose traction even with extreme lateral loading.

Zippers are often used for the opening and closing of clothing items. The elementary component here is a profile wire – cut into short segments and attached to cotton strips. The largest global producer of zippers relies on our technology here, and for good reasons.

Whether it is the strings of a valuable stringed instrument, wire cleaning brushes, hoof nails for horses or binding wire – it is often things that facilitate our daily life so much and whose application we have become so used to, but whose quality often depends solely on the use of FUHR rolling mills for their production.

Würden Sie beim Anblick eines Skiläufers an uns denken? Sicherlich nicht. Umso erstaunlicher ist es, in welchen Bereichen des täglichen Lebens sich Produkte wiederfinden, deren Herstellung auch auf dem Einsatz unserer Walztechnologie beruht.

Beim Skiläufer sind es die Kanten seines Skis, deren L-förmig profiliert Draht dafür sorgt, dass wir auch bei extremen lateralen Belastungen nicht die Haltung verlieren. Das Öffnen und Schließen von Kleidungsstücken findet zumeist mit Reißverschlüssen statt, deren elementarer Bestandteil ein auf ein Baumwollstreifen gesetzter, in kleine Segmente gestanzter Profildraht ist – einer der weltweit größten Hersteller von Reißverschlüssen setzt dabei auf den Einsatz unserer Walztechnologie, und das aus gutem Grund.

Egal ob es sich um die Drahtsaiten hochwertiger Streichinstrumente, Drahtreinigungsbürsten, Hufnägel für Paarhufer oder Heftdraht handelt – FUHR-Walzanlagen sorgen bei vielen Dingen, die unseren Alltag so sehr vereinfachen und an deren Verwendung wir uns so sehr gewöhnt haben, für die erforderliche hohe Qualität.

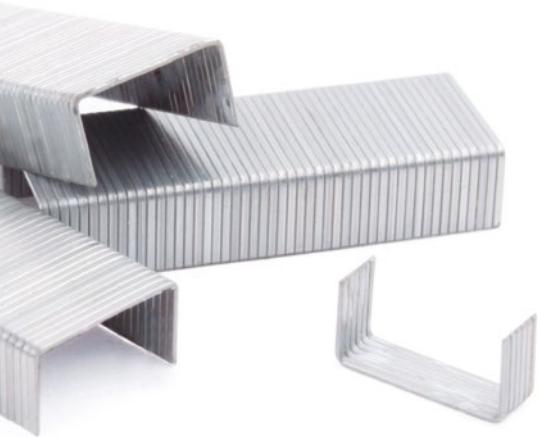


»

*For me, personally, skiing holds everything.
I used to race cars, but skiing is a step beyond
that. It removes the machinery and puts
you one step closer to the elements. And it's
a complete physical expression of freedom.«*

Robert Redford, US American actor





STAPLE WIRE

[e] A staple is an originally U-shaped, bent piece of metal which is applied to the materials to be connected with a stapling machine. Here, the ends are generally bent over. Staples can have a round or flattened cross section, be made of galvanized, copper plated or tinned steel wire, but also of aluminum (for teabags).

[e] With FUHR rolling mills, flat wires are rolled which are glued together and stamped and bent to form strips of staples.

HEFTKLAMMER

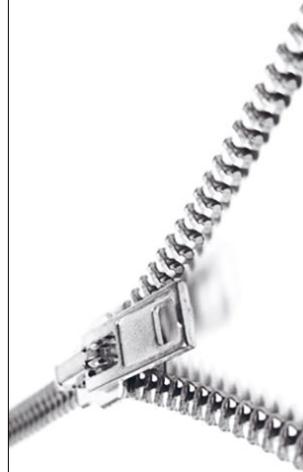
[d] Eine Heftklammer ist ein zunächst U-förmig gebogenes Metallstück, das mittels eines Heftgeräts in die zu verbindenden Materialien eingebracht wird. Zumeist werden dabei die Enden umgebogen. Heftklammern können einen runden oder abgeflachten Querschnitt aufweisen, aus verzinktem, verkupfertem oder verzinntem Stahldraht, aber auch aus Aluminium (bei Teebeuteln) bestehen.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Flachdrähte gewalzt, die miteinander verleimt und zu Heftklammerriegeln gestanzt und gebogen werden.





[e] On FUHR rolling mills, round wires are turned into both the Y-shaped profile wires for the zipper teeth, as well as the flat wires for the pull tab. Here, the selection of the degree of forming determines the strength of the finished wires. So in this case the rolling procedure provides not only shape but also strength.



[d] Auf FUHR-Walzanlagen werden aus Runddrähten sowohl die Y-förmigen Profildrähte für die Reißverschlusszähne als auch die Flachdrähte für die Zuglasche gefertigt. Hierbei wird über die Wahl des Umformgrads die Festigkeit der Fertigdrähte eingestellt. Das Walzverfahren ist also in diesem Fall nicht nur form-, sondern auch festigkeitsgebend.

ZIPPER

[e] The zip fastener (also known as the zipper) is a fastener that can be opened and closed as often as desired, and depends on form closure. It consists of two side parts with teeth and a slider which can hook the teeth with each other or separate them again. Each strip has fine metal teeth made of brass, nickel silver or aluminum, which are interlocked by a slider to close it. Of the two helices of a zipper, one turns to the left and one to the right so that they fit together well. The helix angles are also reduced in the overlap area and then increased in the area where they are woven into the textile strip. A distinction is made between separable and inseparable zippers. A special form of the separable zipper is the two-way zipper, which may be opened or closed from either end.

REISSVERSCHLUSS

[d] Der Reißverschluss (auch Zippverschluss genannt) ist ein beliebig oft zu lösendes Verschlussmittel, das auf Formschluss beruht. Er besteht aus zwei Seitenteilen mit Krampen (kleinen Zähnen) und einem Schieber, mit dem die Krampen ineinander verhakt und wieder gelöst werden können.

Jeder Streifen hat feine Metallzähne, aus Messing, Neusilber oder Aluminium, die beim Schließen durch einen Schieber ineinandergehakt werden. Von den zwei Wendeln (oder Helices) eines Reißverschlusses ist eine rechts- und eine linksgewendet, damit sie gut zusammenpassen. Auch sind die Helixsteigungen im Überlappungsbereich reduziert und dafür dort, wo sie in das Textilband eingewebt sind, erhöht.

Man unterscheidet teilbare und nicht teilbare Reißverschlüsse. Eine besondere Form des teilbaren Reißverschlusses ist der Zwei-Wege-Reißverschluss, der sich an beiden Enden öffnen oder schließen lässt.

STRING (MUSICAL INSTRUMENT)

[e] A string is a thin length of natural gut, plant fibers, string, plastic or other material, which may be stretched on a musical instrument.

Strings can be wound with a single layer or multiple layers of silver, bronze, copper or aluminum wire (known as overwinding), in order to increase the mass and thereby reduce the natural frequency. The core can also consist of steel wire, which increases the elasticity compared with other wires.

SAITEN (MUSIKINSTRUMENTE)

[d] Eine Saiten ist ein dünner Strang aus Naturdarm, Pflanzenfasern, Draht, Kunststoff oder anderem Material, der zum Beispiel auf ein Saiteninstrument gespannt wird.

Saiten können ein- oder mehrlagig mit Silber-, Bronze-, Kupfer- oder Aluminiumdraht umspinnen sein (die sogenannte Umspinnung), um die Massenbelegung zu erhöhen und damit die Eigenfrequenz zu verringern. Die Seele kann auch aus Stahlseil bestehen, wodurch die Elastizität gegenüber dem Draht steigt.

[e] FUHR rolling mills produce flat wires for the overwinding of the strings.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Flachdrähte hergestellt, die für die Umspinnung der Saiten verwendet werden.

[e] The brush flat wires produced on FUHR rolling mills in the cold rolling procedure from round high strength steel wires are characterized by uniform strength for trouble-free further processing, very good forming properties and unproblematic use for high processing speeds.

BRUSH WIRE

[e] Brush wire is used for instance as flat wire for the removal of weeds and in the concrete industry, as corrugated wire for the removal of ice and snow in airports, as flat and corrugated wire for street cleaning, as flat wire for chimney sweeping brushes as well as round wire for various industrial cleaning applications.



[d] Die im Kaltwalzverfahren auf FUHR-Walzanlagen aus hochfesten Stahl-Runddrähten hergestellten Bürstenflachdrähte zeichnen sich durch gleichmäßige Festigkeit für störungsfreie Weiterverarbeitung, sehr gute Verformungseigenschaften und die problemlose Anwendung für hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten aus.

BÜRSTENDRAHT

[d] Bürstendraht findet seine Anwendung z.B. als Flachdraht für die Unkrautbeseitigung und in der Betonindustrie, als Welldraht für die Schnee- und Eisbeseitigung auf Flughäfen, als Flach- und Welldraht für die Straßenreinigung, als Flachdraht für Schornsteinfegerbürsten sowie als Runddraht für diverse industrielle Reinigungsanwendungen.



HOOF NAIL

[e] Hoof nails are nails for joining the hoof iron to the hoof, made of wrought iron and bent in a slight S-shape. Hoof nails have a length of about 41 to 80 mm, a rectangular section of four to five mm width and one to two mm thickness in their strongly conical shaft, and a slender head which blends into the shaft. The head is either formed like a pyramid or like a wedge with bulging side surfaces (conical or bulbous hoof nail). The shape of the two other sides of the head of the nail distinguishes between strong-headed, round-headed and thin-headed hoof nails. The double offset of the hoof nail cause the point of the nail to emerge sideways from the hoof when it is hammered in, so that it can be bent over to hold the shoe more firmly.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden Rechteckprofildrähte aus Stahl-Runddraht gewalzt. Setzt man dazu FUHR-Universal-Profilwalzapparate vom Typ WST ein, so können ohne Wechsel der Walzen sämtliche Rechteckabmessungen gefertigt werden. In mehrstufigen Pressen werden aus diesen Drahtabschnitten dann die fertigen Hufnägel geformt.

HUFNAGEL

[d] Hufnägel dienen der Verbindung des Hufeisens mit dem Huf. Sie werden aus Schmiedeeisen gefertigt und in eine schwache S-Form gebogen.

Hufnägel haben eine Länge von etwa 41 bis 80 Millimeter, in ihrem stark konischen Schaft einen rechteckigen Querschnitt von vier bis fünf Millimeter Breite und ein bis zwei Millimeter Dicke und einen schlanken, aus dem Schaft übergehenden Kopf. Der Kopf ist entweder wie eine Pyramide oder wie ein Keil mit ausgebauchten Seitenflächen geformt (konische oder bauchige Hufnägel). Je nach Ausformung der beiden anderen Seiten des Nagelkopfes unterscheidet man starkköpfige, rundköpfige und dünnköpfige Hufnägel. Die doppelte Kröpfung der Hufnägel bewirkt beim Einschlagen das seitliche Heraustreten der Nagelspitze aus dem Huf, so dass man diese umbiegen und dem Hufeisen einen festeren Halt geben kann.

[e] FUHR rolling mills roll rectangular profiles from round steel wire. If these are used with FUHR type WST universal profile rolling equipment, then all dimensions of rectangular profiles can be produced without changing the rolls. The finished hoof nails are then formed from these wire sections in multi-step presses.



MEDICAL ENGINEE RING

Superconductor	58	Supraleiter
Implant	59	Implantat
Spectacle frame	59	Brillenfassung
Tooth brace (Bracket)	61	Zahnspange (Bracket)

We contribute to a better, longer and healthier life

Wir leisten unseren Beitrag zu einem besseren, längeren und gesünderen Leben

In medical diagnostics, magnetic resonance tomography (MRT) plays a very important role in imaging the structure and function of the tissues and organs of the human body. The key part in these devices are superconductors which produce strong magnetic fields – an important part of the production of these superconductors is the use of cold rolling.

Fractures in the human body are surgically stabilized with high strength, corrosion resistant and often cold rolled implants to give the affected bones the best chance of healing. From an end-user perspective, we are familiar with the so-called “brackets” that are used in dental medicine as tooth braces, as well as the highly flexible titanium alloys employed in the production of very light frameless glasses.

These are just a few examples of how deeply our rolling technology has also penetrated the area of health. Here too, quality will always prevail.

In der medizinischen Diagnostik spielt die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) eine ganz wesentliche Rolle bei der Darstellung von Struktur und Funktion der Gewebe und Organe des menschlichen Körpers. Herzstück dieser Geräte sind starke Magnetfelder erzeugende Supraleiter – ein bedeutender Bestandteil der Herstellung dieser Supraleiter ist der Einsatz des Kaltwalzverfahrens.

In der Chirurgie werden Frakturen des menschlichen Körpers durch hochfeste, korrosionsbeständige und oftmals kaltgewalzte Implantate derart stabilisiert, dass den betroffenen Knochen beste Heilungschancen gegeben werden.

Als Endverbraucher kennen wir die sog. „Brackets“, welche als Zahnpangen in der Dentalmedizin zum Einsatz kommen, genauso wie hochflexible Titanlegierungen als Material für die Herstellung von sehr leichten, rahmenlosen Brillengestellen.

Dies sind nur wenige Beispiele dafür, wie sehr unsere Walztechnologie auch den Gesundheitsbereich durchdrungen hat – Qualität setzt sich bekanntermaßen immer durch.



»

Medicine is the restoration of discordant elements; sickness is the discord of the elements infused into the living body. «

Leonardo da Vinci, Italian polymath



SUPERCONDUCTOR

[e] Superconductors are materials whose electrical resistance (abruptly) falls to zero at temperatures below the so-called critical temperature.

Superconductivity was discovered in 1911 by Heike Kamerlingh Onnes shortly after his discovery of the liquefaction of helium with measurements on mercury. This newly discovered effect only existed at extremely low temperatures of below 4.2 Kelvin. With 39 K, magnesium diboride has the highest critical temperature among the metallic superconductors. This limits the use of metallic superconductors to relatively few applications, since the cooling requires liquid helium which makes it very complex and expensive.

By comparison with the following classes, metallic superconductors still have the great advantage in that they can be formed into wire which may, for example, be used for the construction of coils like those used in magnetic resonance tomography (MRT). Rectangular profile wires are generally used, since a higher packing density can be achieved in the coils than with the use of round wires.

MRT is an imaging procedure which is chiefly used in medical diagnostics to display the structure and function of tissues and organs in the body. In terms of physics, it is based on the principles of nuclear magnetic resonance, in particular on field gradient NMR, and is therefore also known as nuclear magnetic resonance tomography.



[e] With FUHR cold rolling technology, superconductors produced as a round wire are rolled, in a final processing step, as rectangular profile wire. Ideally, FUHR type WST universal profile rolling machines are used for this purpose, thereby dispensing with roll changes for the production of different round wires.

[d] Beim Einsatz der FUHR-Kaltwalztechnologie werden die als Runddraht gefertigten Supraleiter im letzten Bearbeitungsschritt zu Rechteckprofildraht gewalzt. Idealerweise werden dafür FUHR-Universal-Profilwalzapparate Typ WST eingesetzt, da damit kein Wechsel der Walzen zur Herstellung unterschiedlicher Runddrähte notwendig ist.

SUPRALEITER

[d] Supraleiter sind Materialien, deren elektrischer Widerstand beim Unterschreiten der sogenannten Sprungtemperatur (abrupt) auf null fällt.

Supraleitung wurde 1911 von Heike Kamerlingh Onnes kurz nach seiner Entdeckung der Heliumverflüssigung bei Messungen an Quecksilber entdeckt. Dieser damals neuartige Effekt existierte nur bei extrem tiefen Temperaturen unter 4,2 Kelvin. Magnesiumdiborid hat mit 39 K die höchste Sprungtemperatur unter den metallischen Supraleitern. Dies beschränkt den Einsatz metallischer Supraleitung auf relativ wenige Anwendungen, denn die Kühlung erfordert flüssiges Helium und ist damit sehr aufwendig und teuer.

Nur mit Drähten aus metallischen Supraleitern lassen sich allerdings Spulen für die Erzeugung sehr starker Magnetfelder konstruieren, wie sie beispielsweise für den Einsatz in der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) nötig sind. Üblicherweise werden Rechteckprofildrähte verwendet, weil damit eine bessere Packungsdichte in den Spulen erreicht wird als bei Verwendung von Runddrähten.

Das MRT ist ein bildgebendes Verfahren, das vor allem in der medizinischen Diagnostik zur Darstellung von Struktur und Funktion der Gewebe und Organe im Körper eingesetzt wird. Es basiert physikalisch auf den Prinzipien der Kernspinresonanz, insbesondere der Feldgradienten-NMR, und wird daher auch als Kernspintomografie bezeichnet.

IMPLANT

[e] Implants are medical products that are incorporated into the human body for a longer period of time. The range of medical implants is extraordinarily diverse: the bandwidth extends from passive implants such as tooth implants, plastic-esthetic implants, vessel prostheses or stents, biological, biologicalized or biofunctionalized implants all the way through to intelligent and theranostic implants with enormous sensor and actuator functional density.



SPECTACLE FRAME

[e] Frames in stainless steel or titanium have established themselves in optical practice and are becoming increasingly popular. In time, stainless steel frames are threatened by corrosion. This occurs when the spectacle material is oxidized by oxygen and water or sweat and can cause skin irritation which may result in allergic reactions.

Titanium glasses are made from a completely allergy-free metal, have an especially low weight and have been specially constructed to stand up to high mechanical demands. Frameless titanium glasses do not weigh more than 12-15 grams.

In the production of spectacle frames from stainless steel or titanium, both the bridge as well as the lens holders (so-called eye edge profile) are produced in the cold rolling procedure.



[e] With FUHR cold rolling technology, splints for the stabilization of bone fractures are produced from stainless steel or titanium (see photo). The so-called memory metals that are employed in stents for widening coronary vessels are also brought into shape by cold rolling.

[d] Mit FUHR-Kaltwalztechnologie werden Schienen zur Fixierung von Knochenfrakturen aus Edelstahl oder Titan hergestellt (siehe Foto). Auch die sogenannten Memorymetalle, die z. B. in Stents zur Weitung der Herzkrankengefäße Einsatz finden, werden durch Kaltwalzen in Form gebracht.

[e] A further application for FUHR rolling technology is spectacle hinges which are cut from longitudinally profiled wire.

[d] Eine weitere Anwendung der FUHR-Walztechnologie sind Brillenscharniere, die vom längsprofilierten Draht geschnitten werden.

IMPLANTAT

[d] Medizinische Implantate sind Medizinprodukte, die über einen längeren Zeitraum in den Körper eingebracht werden. Das Spektrum von medizinischen Implantaten ist außerordentlich vielfältig: Die Bandbreite reicht von passiven Implantaten, wie Zahimplantaten, plastisch-ästhetischen Implantaten, Gefäßprothesen oder Stents, über biologische, biologisierte oder biofunktionalisierte Implantate bis hin zu intelligenten und theranostischen Implantaten mit enormer sensorischer und aktorischer Funktionsdichte.

BRILLENFASSUNG

[d] Brillengestelle aus Edelstahl oder Titan sind aus der Augenoptik nicht mehr wegzudenken und erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Edelstahlbrillen kämpfen mit der Zeit mit Korrosionen. Diese kommen zustande, wenn das Brillenmaterial mit Sauerstoff und Wasser oder Hautschweiß oxidiert, und können Hautreizungen oder allergische Reaktionen verursachen.

Titanbrillen werden aus einem völlig allergiefreien Metall gefertigt, haben ein besonders geringes Gewicht und wurden speziell konstruiert, um hohen mechanischen Anforderungen standzuhalten. Randlose Titanbrillen wiegen gerade einmal 12–15 Gramm.

In der Fertigung von Brillengestellen aus Edelstahl oder Titan werden sowohl die Bügel als auch die Fassungen der Gläser (sog. Augenrandprofile) im Kaltwalzverfahren hergestellt.



TOOTH BRACE (BRACKET)

[e] With the fixed tooth braces one distinguishes between the intraoral multi-band or multi-bracket apparatus which is placed on the teeth and the extra-oral aids (face-masks, headgear etc). The former is the design which is relevant for the cold rolling procedure.

The materials used for the multibracket apparatus (tooth braces) range from stainless steel to titanium and plastic and on to transparent ceramics. The brackets are adhered to the teeth after slight etching of the tooth enamel. They serve for the mounting of a wire which moves the teeth in the desired position.

[e] FUHR cold rolling technology is used for the brackets. A profile wire corresponding to the required cross-sectional profile is rolled from round wire. The bracket is produced after cutting off short lengths of wire and slight mechanical rework. The wires which join the individual brackets to each other are also produced with the cold rolling procedure. Here high strength stainless steel wires with square cross-sections are used which can apply pressure and tensile as well as torsional forces to the brackets.

[d] FUHR-Kaltwalztechnologie wird für die Brackets eingesetzt. Aus Runddraht wird ein Profildraht entsprechend dem erforderlichen Querschnittsprofil gewalzt. Durch Abschneiden kurzer Drahtstücke und leichte mechanische Nacharbeit entsteht dann das Bracket. Auch die Drähte, mit denen die einzelnen Brackets untereinander verbunden sind, werden im Kaltwalzverfahren hergestellt. Hierbei handelt es sich nämlich um hochfeste Edelstahldrähte mit quadratischem Querschnitt, mit denen neben Druck- und Zugkräften auch Torsionskräfte auf die Brackets aufgebracht werden können.

ZAHNSPANGE (BRACKET)

[d] Bei den festsitzenden Zahnspangen unterscheidet man die intraorale, auf die Zähne aufgebrachte Multiband- oder Multi-bracketapparatur und die von extraoralen Hilfsmitteln (Gesichtsmasken, Headgear usw.) gehaltene. Erstere ist die für die Anwendung des Kaltwalzverfahrens relevante Ausführung. Die verwendeten Materialien der Multi-bracketapparaturen (Zahnklammer) reichen von Edelstahl über Titan und Kunststoff bis hin zum durchsichtigen Keramikbracket. Die Brackets werden nach dem Anätzen des Zahnschmelzes auf die Zähne geklebt. Sie dienen der Befestigung eines Drahtes, der die Zähne in die gewünschte Position bewegt. FUHR-Kaltwalztechnologie wird für die Brackets eingesetzt. Aus Runddraht wird ein Profildraht entsprechend dem erforderlichen Querschnittsprofil gewalzt. Durch Abschneiden kurzer Drahtstücke und leichte mechanische Nacharbeit entsteht dann das Bracket. Auch die Drähte, mit denen die einzelnen Brackets untereinander verbunden sind, werden im Kaltwalzverfahren hergestellt. Hierbei handelt es sich nämlich um hochfeste Edelstahldrähte mit quadratischem Querschnitt, mit denen neben Druck- und Zugkräften auch Torsionskräfte auf die Brackets aufgebracht werden können.

PRODUCTION TECHNOLOGY

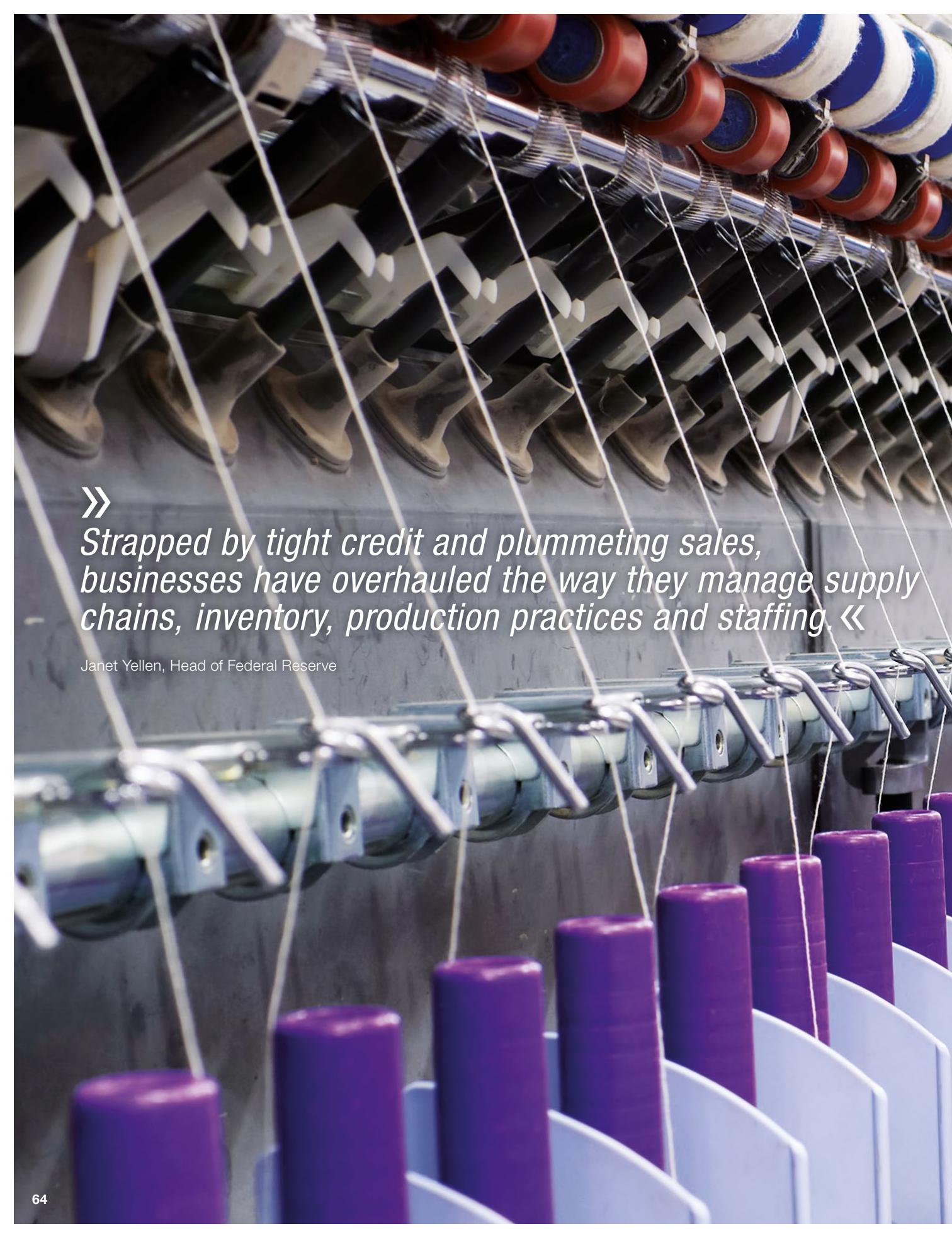
Weaving comb	66	Webkamm
Card clothing wire	67	Kratzendraht
Bimetallic saw blades	68	Bimetall-Sägeblätter
Screen	69	Spaltfilter

Our quality ensures the reliability of your production. Every day – year in – year out.

Unsere Qualität als Garant für die Zuverlässigkeit
Ihrer Produktion – Tag für Tag.

As extensive as the expression production technology is, the application areas of our rolling technology are just as diverse – and often so very close to our daily life. Without sewage plants, the comprehensive infrastructure of our living spaces would be unimaginable, while fluid circuits for the lubrication and cooling of production equipment need to be cleaned and in the production of fruit juices such circuits have to be frequently freed from sediments or suspended matter – in all these industrial processes screen filters are in use, whose triangular profile sections are produced on FUHR rolling mills. But also the production of apparently such trivial items as jeans or similar clothing items only becomes possible through the use of so-called card wires or weaving combs – both production tools which are produced in the cold rolling process. Countless application areas and a maximum of variability and efficiency characterize the modular construction of our rolling mills as you can readily convince yourself of.

So weitläufig der Begriff Produktions-technik ist, so vielfältig sind auch die Anwendungsbereiche unserer Walztechnologie – und oftmals unserem täglichen Leben auch so naheliegend. Ohne Kläranlagen wäre die umfassende Versorgung unserer Lebensräume undenkbar, Flüssigkeitskreisläufe für die Schmierung und Kühlung von Produktionsanlagen bedürfen der Reinigung und bei der Herstellung von Fruchtsäften müssen diese oftmals von Sedimenten bzw. Schwebstoffen befreit werden – bei all diesen industriellen Prozessen kommen Spaltfilter zum Einsatz, deren dreieckige Profilquerschnitte auf Walzanlagen von FUHR hergestellt werden. Aber auch die Herstellung von augenscheinlich so trivialen Dingen wie Jeanshosen oder ähnlichen Kleidungsstücken wird erst durch die Verwendung sog. Kratzendrähte bzw. auch Webkämme möglich – beides Produktionswerkzeuge, welche im Kaltwalzverfahren hergestellt werden. Unzählige Einsatzmöglichkeiten sowie ein Maximum an Variabilität und Effizienz kennzeichnen den modularen Aufbau unserer Walzanlagen – überzeugen Sie sich am besten selbst davon.



»

Strapped by tight credit and plummeting sales, businesses have overhauled the way they manage supply chains, inventory, production practices and staffing. «

Janet Yellen, Head of Federal Reserve



WEAVING COMB

[e] A weaving machine is a technical device for the production of textile fabrics. In weaving machines (or looms), warp thread is fed from the rear side of the machine to the front. Here weft threads are each propelled from one side to the other between the warp threads, so that in the finished fabric the weft threads are held together by the warp threads. In order to make this possible, part of the warp threads are raised and the other part lowered.

This produces an opening through which the weft thread can be drawn. This opening is known as the shed. There are various ways in which the thread can be fed through. The oldest form here is the shuttle which carries a roll of thread and is propelled through the shed as a whole. There are also looms where the weft threads are propelled from one side by fine air or water jet, propelled with a so-called projectile or passed through the shed by two grippers. With small ribbons the thread can be passed through with a needle and crocheted on the other side.

Modern weaving machines can also feature several sheds so that several weft threads can be propelled through at the same time to increase productivity. This allows such looms to reach weft insertion of up to 5000 m/min. The procedure used depends on the width of the fabric to be produced. The scope ranges from narrow ribbon looms to wide fabrics of ten meters and more.

In weaving, a heddle is a lifting element for those warp threads which are used to form a shed. The heddles have an eye in the middle through which a single warp thread runs.

These heddles are typically produced from round wire in the cold rolling procedure.

[e] With FUHR rolling mills round stainless steel wire is rolled into flat wire which is stamped and bent in further production steps.



[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden aus rostfreiem Edelstahl-Runddraht Flachdrähte gewalzt, die in weiteren Produktions schritten gestanzt und gebogen werden.

WEBKAMM

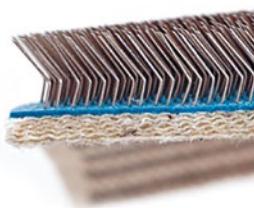
[d] Eine Webmaschine ist eine technische Vorrichtung zur Herstellung von Geweben. Auf Webmaschinen werden Kettfäden von der Hinterseite der Maschine nach vorne geführt. Dabei werden Schussfäden jeweils von einer Seite zur anderen zwischen den Kettfäden durchgeschossen, so dass die Kettfäden beim fertigen Gewebe durch den Schussfaden zusammengehalten werden. Um dieses Durchschießen zu ermöglichen, wird ein Teil der Kettfäden gehoben und der andere Teil abgesenkt. Durch die so entstehende Öffnung – man nennt sie das Fach – kann der Schussfaden gezogen werden. Der Faden kann dabei auf verschiedene Art hindurchgeführt werden. Die älteste Form ist der Schütze, der eine Garnspule trägt und als Ganzes durch das Fach geschleudert wird. Es gibt auch Webmaschinen, bei denen der Schussfaden mit einem feinen Luft- oder Wasserstrahl von einer Seite durchgeblasen, mit einem sogenannten Webschlitten durchgeschossen oder von zwei Greifern durch das Fach hindurchgereicht wird. Bei schmalen Bändern kann der Faden mit einer Nadel durchgefädelt und auf der anderen Seite verhäkelt werden.

Moderne Webmaschinen können auch mehrere Fächer besitzen, sodass gleichzeitig mehrere Schussfäden hindurchgeschossen werden können, um die Produktivität zu steigern. Damit sind auf solchen Webmaschinen bis zu 5000 m/min Schusseintrag möglich. Das verwendete Verfahren hängt von der Breite der produzierten Gewebe ab. Möglich sind schmale Bandwebmaschinen, aber auch Breitgewebe bis zehn Meter und mehr. In der Weberei ist eine Litze ein Hubelement für jene Kettfäden, mit denen ein Fach gebildet wird. Die Litzen haben in ihrer Mitte ein Ohr, das sogenannte Litzenauge, durch welches immer nur ein Kettfaden läuft. Diese Litzen werden typischerweise im Kaltwalzverfahren aus Runddraht hergestellt.

CARD CLOTHING WIRE

[e] In the process of spinning or in the production of nonwoven materials, carding serves for the first alignment of the loose textile fibers to a pile or nap. Machines for carding are called carding machines or simply carders. The place where carding is performed is called the carding room. The fiber tufts are well cleaned and supplied to the carder as uniformly as possible. A feed roller (also known as a licker-in) loosens the tufts and supplies them to the swift (a roller of large diameter provided with tooth-like fittings). The fibers are caught by the teeth of the rapidly rotating swift and transported into the upper part of the carder. On the upper side of the storage drum, boards (flat bars) or small pairs of rollers are located, which are also provided with tooth fittings or with flexible hooks. The difference in the direction of rotation, as well as the relative orientation of the fittings, opens the tufts and lines up the fibers in parallel. The teeth of the fittings are directed against one another (also known as carding setting). In addition, the high rotational speed of the swift causes dirt and dust to be thrown out. The tooth fittings on the swift and rollers are wearing parts which must be replaced regularly. Toothed profile wires with hardened points are therefore used.

[e] With FUHR rolling mills, round high carbon steel wire is rolled into profile wire on which teeth are stamped in further production steps and then inductively hardened in the tooth area.



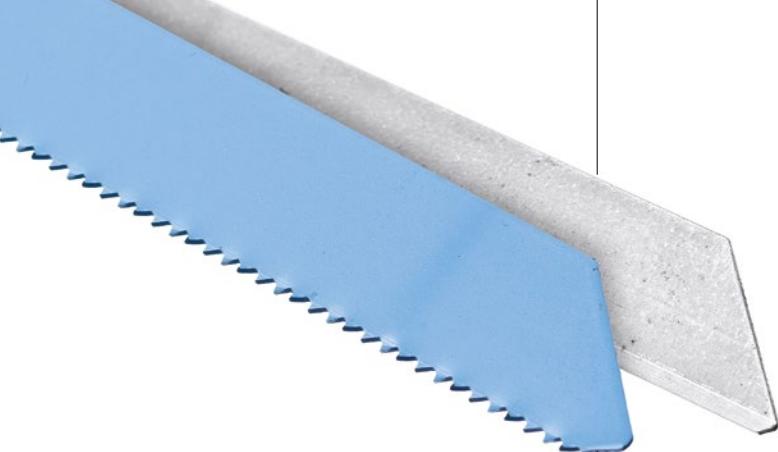
[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden aus hochkohlenstoffhaltigem Stahl-Runddraht Profildrähte gewalzt, die in weiteren Produktionsschritten im Stanzverfahren gezähnt und danach im Zahnbereich induktiv gehärtet werden.

KRATZENDRAHT

[d] Das Kardieren dient beim Spinnprozess oder der Herstellung von Vliesstoffen der ersten Ausrichtung loser Textilfasern zu einem Flor oder Vlies. Maschinen zum Kardieren werden Kardiermaschine oder einfach Karde genannt. Der Ort, an dem kardiert wird, heißt Karderie oder Karderei.

Die bereits gut gereinigten Faserflocken werden der Karde möglichst gleichmäßig vorgelegt. Mittels einer Zuführwalze (auch Vorreißer genannt) werden die Flocken gelockert und dem Tambour (einer Walze von großem Umfang, besetzt mit zahnartigen Garnituren) vorgelegt. Die Flocken werden von den Zahngarnituren des sich schnell drehenden Tambours erfasst und in den oberen Bereich der Karde befördert. Auf der Oberseite des Tambours befinden sich Bretter (Deckelstäbe) oder kleine Walzenpaare, welche ebenfalls mit Zahngarnituren oder mit flexiblen Hähkchen bestückt sind. Durch die unterschiedliche Drehrichtung und die Ausrichtung der Garnituren zueinander werden die Flocken geöffnet und die Fasern parallelisiert. Die Zähne der Garnituren sind gegeneinander ausgerichtet (auch als Kardierstellung bekannt). Zusätzlich wird durch die hohe Drehgeschwindigkeit des Tambours Schmutz und Staub ausgeworfen. Die auf Tambour und Walzen aufgesetzten Zahngarnituren sind Verschleißteile und müssen regelmäßig ersetzt werden. Daher werden verzahnte Profildrähte mit gehärteten Zahnspitzen eingesetzt.





BIMETALLIC SAW BLADES

[e] HSS or High Speed Steel is a group of alloyed tool steels containing up to 2.06 % carbon and up to 30 % of alloying elements like tungsten, molybdenum, vanadium, cobalt, nickel and titanium. With repeated tempering these combine with the carbon to form the secondary carbides essential for the intended purpose.

HSS materials are characterized by their great hardness, tempering resistance, wear resistance and high-temperature strength up to 600 °C. In metal-cutting operations on machine tools they are chiefly used as cutting materials for tools. Their properties allow higher cutting speeds than low-alloy tool steels, larger spaces for swarf and thus a higher swarf volume per unit time. Besides drilling, turning and milling tools in HSS, this material is finding increasing application in saw blades for jigsaws and saw blades for band saws. Since HSS materials are relatively expensive, only the cutting edges are made of HSS. For this, HSS square wire is electron or laser welded onto a normal steel strip, teeth are formed and hardened.

[e] With FUHR rolling mills, the square HSS wire which later provides the cutting edge is produced from round HSS wire. Universal rolling equipment of type WST is generally used for this, in order to be able to produce all the necessary sizes with just one set of rolls.

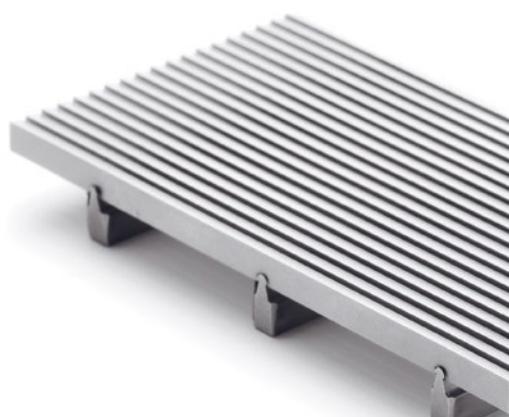
[d] Mit FUHR-Walzanlagen wird aus HSS-Runddraht der Rechteckdraht hergestellt, der später die Schneidkante bildet. Üblicherweise werden hierfür Universal-Walzapparate vom Typ WST eingesetzt, um mit nur einem Walzensatz alle benötigten Abmessungen herstellen zu können.

BIMETALL-SÄGEBLÄTTER

[d] Schnellarbeitsstahl, vor allem bekannt durch das vom englischen Namen High Speed Steel abgeleitete HSS, bezeichnet eine Gruppe legierter Werkzeugstähle mit bis zu 2,06 % Kohlenstoffgehalt und bis zu 30 % Anteil an Legierungselementen wie Wolfram, Molybdän, Vanadium, Kobalt, Nickel und Titan. Diese bilden beim wiederholten Anlassen zusammen mit dem Kohlenstoff die für den Einsatzzweck maßgeblichen Sekundärkarbide.

HSS-Werkstoffe zeichnen sich durch große Härte, Anlassbeständigkeit, Verschleißfestigkeit und eine Warmfestigkeit bis 600 °C aus. Sie werden hauptsächlich in der spanenden Fertigung auf Werkzeugmaschinen als Schneidstoff für Werkzeuge verwendet. Aufgrund ihrer Eigenschaften ermöglichen sie höhere Schnittgeschwindigkeiten als niedrig legierte Werkzeugstähle, größere Spanräume und damit ein höheres Spanvolumen pro Zeiteinheit.

Neben Bohr-, Dreh- und Fräswerkzeugen aus HSS findet dieser Werkstoff in zunehmendem Maß Einsatz in Sägeblättern für Stichsägen und Sägebändern für Bandsägen. Da HSS-Werkstoffe relativ teuer sind, werden nur die Schneidkanten aus HSS hergestellt. Hierzu wird ein HSS-Rechteckdraht mittels Elektronen- oder Laserstrahlschweißen mit einem Normalstahlband verbunden, verzahnt und gehärtet.





SCREEN

[e] A screen filter is a technical device for mechanically freeing liquids from suspended solid materials. An important advantage of screen filters compared with other filter systems is the fact that screen filters require no consumables. They can be cleaned by reverse flow rinsing.

Screen filters consist of closely packed parallel filter wires which are welded onto carrier wires beneath them. In most cases the filter wires have a triangular cross section. The triangular geometry of the filter wires has the advantage that the actual filter gap is very short which reduces the likelihood of filter blockage.

Screen filters are used as filter screens (see photo) for solids (coal, stone etc.) and as round filters for liquids (juices, oils, beer, water etc.). In the paper industry they are used in centrifugal filters.

They are usually made of stainless steel.

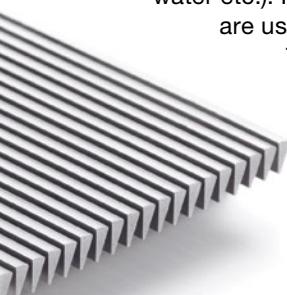
[e] With FUHR rolling mills, both the carrier and the filter wires are rolled from round stainless steel wire. The high precision of the rolled wire is decisive for the quality of the screen filter produced.

[d] Mit FUHR-Walzanlagen werden sowohl die Trag- als auch die Filterdrähte aus Edelstahl-Runddrähten gewalzt. Die hohe Präzision der gewalzten Drähte ist entscheidend für die Qualität der daraus hergestellten Spaltfilter.

SPALTFILTER

[d] Ein Spaltfilter ist eine technische Vorrichtung, mit deren Hilfe Flüssigkeiten mechanisch von mitgeführten Feststoffen befreit werden können. Ein wesentlicher Vorteil der Spaltfilter im Vergleich zu anderen Filtersystemen ist die Tatsache, dass Spaltfilter ohne Verbrauchsstoffe auskommen. Sie lassen sich durch Auswaschen oder Spülen im Gegenstrom reinigen.

Spaltfilter bestehen aus engmaschig parallel verlegten Filterdrähten, welche mit darunter liegenden Trägerdrähten verschweißt sind. In den meisten Fällen sind die Filterdrähte als Dreikantdrähte ausgebildet. Die Dreiecksgeometrie der Filterdrähte hat den Vorteil, dass der eigentliche Filterspalt sehr kurz ist und somit der Filter nicht zum Verstopfen neigt. Spaltfilter werden als Filtersiebe (siehe Foto) für Feststoffe (Kohle, Gestein etc.) und als Rundfilter für Flüssigkeiten (Säfte, Öle, Bier, Wasser etc.) eingesetzt. In der Papierindustrie finden sie in Filterzentrifugen Verwendung. Üblicherweise erfolgt die Fertigung aus nicht rostenden Edelstählen.



FUHR INTERNATIONAL

HEADQUARTER:

GERMANY

FUHR GmbH & Co. KG
Ottenhausener Straße 49
D-32839 Steinheim
P.O. Box 1230
D-32834 Steinheim

+49 5233 38360 0 (tel)
+49 5233 38360 50 (fax)
office@fuhr-wire.com
www.fuhr-wire.com

CONCEPT/DESIGN
2issue GmbH,
www.2issue.com

PHOTO CREDITS
Goldbeck West GmbH,
Fotostudio Overhausen,
Bavaria Luftbild Verlags GmbH
Elvira Peter, Corbis (2),
Getty Images (6), iStock (10),
shutterstock (2), photocase

ASIA

P.R. CHINA

Shanghai ShanZhi Trading Co. Ltd.
Mr. Luja Song
No.82, Huawang Road,
Shanghai 201111, P.R.C.
+86 21 6409 2772 (tel)
+86 13 5121 35130 (mob)
fuhrshanghai@126.com

INDIA

Smit Wire Solutions
Mr. Ronak Shah
9, Trimurti 2nd floor, 70, Ashok Nagar
Cross Road No. 2,
Kandivali - East Mumbai 400101, India
+91 22 28876337 (tel)
+91 22 28850649 (fax)
+91 9820531439 (mob)
ronakshah@smitwiresolutions.com
www.smitwiresolutions.com

JAPAN/ SOUTH KOREA

Sojitz Machinery Corporation
Mr. Ryoichi Kawamura
2-15, Nihombashi Muromachi 3-chome Chuo-ku
Tokyo 103-0022, Japan
+81 3 5204 5784 (tel)
+81 3 5204 5719 (fax)
kawamura.ryoichi@sojitz-mac.com
www.sojitz-mac.com

TAIWAN

Height & Talent Co. Ltd.
Mr. Steven Lin
9-1F, No. 77, Hsin Tai Wu Road
Sec. 1, Hsi Chih
Taipei Hsien, Taiwan 221, R.O.C
+886 2 26983788 (tel)
+886 2 26983787 (fax)
steven@formingtech.com

AUSTRALIA & OCEANIA

AUSTRALIA & NEW ZEALAND

Bliss & Reels Pty. Ltd
Mr. Martin Kesselring
9 Kim Close, P.O. Box 215
Bulleen 3105, Victoria, Australia
+61 3 9850 6666 (tel)
+61 3 9852 1345 (fax)
sales@blissandreels.com.au
www.blissandreels.com.au

EUROPE

**AUSTRIA/CROATIA/CZECH REPUBLIC/
SLOVAKIA/SLOWENIA**
AZ Maschinen Industribedarf GmbH
Mr. Herbert Zotti
Gallitzinstraße 1, A-1160 Wien, Austria
+43 1 587 6295 (tel)
+43 664 1320084 (mob)
az@zotti.at
www.zotti.at

BULGARIA/CYPRUS/GREECE/ MACEDONIA (FYROM)

C. Canetti & Co.
Mr. Isodor Canetti
269, Messogion Ave.
GR-15231 Halandri, Athens, Greece
+30 210 6721 500 (tel)
+30 210 6775 005 (fax)
+30 694 4610901 (mob)
info@kanetis.gr
www.kanetis.com.gr

FINLAND

Tesproma Oy
Mr. Taneli Raivio
Metsonmutka 8, FI-37100 Nokia, Finland
+358 400 286012 (tel)
+358 420 286012 (fax)
taneli.raivio@tesproma.fi
www.tesproma.fi



FRANCE

SOCE - OXYCOM
Mr. Gerard Fraenkel
17, Rue de Lisbonne, F-75008 Paris, France
+33 1 53 04 35 50 (tel)
+33 1 45 22 48 40 (fax)
soce@oxycom.fr
www.oxycom.fr

ITALY

Soratec
Mr. Giuseppe Raimondo
Via Galimberti, 25
22070 Lurago Marinone (CO), Italy
+39 031 3520264 (tel)
+39 031 3524278 (fax)
raimondo@soratec.com
www.soratec.com

POLAND

Wilhelm Tatje KG
Mr. Ralf Tatje
Am Wall 11, D-14979 Großbeeren, Germany
+49 30 854 40 71 (tel)
+49 30 853 91 24 (fax)
mail@tatje.com
www.tatje.com

PORTUGAL/SPAIN

Massagué S.A.
Mr. Rainer Janzen
Apartado Correos 47, Calle de la Ginesta, 6
08830 Sant Boi de Llobregat, Spain
+34 93 6400573 (tel)
+34 93 6545414 (fax)
info@massaguesa.com
www.massaguesa.com

SWEDEN

Westring Teknik AB
Mr. Sten Westring
P.O. Box 241, S-81123 Sandviken, Sweden
+46 26 294170 (tel)
+46 26 294100 (fax)
westring.teknik@westringteknik.se
www.westringteknik.se

TURKEY

Somar Istanbul Ltd.
Mr. Nedim Öznel
Halk Caddesi No. 37, Sunar Is Merkezi, Kat. 2 -
No. 207, 34672 Uskudar / Istanbul, Turkey
+90 216 391 42 42 (tel)
+90 216 391 43 43 (fax)
+90 532 211 13 14 (mob)
samaristanbul@superonline.com
www.samaristanbul.com

UNITED KINGDOM

Techna International Ltd.
Mr. Richard Mestitz
1, Metro Centre, Dwight Road
Watford WD18 9HG, United Kingdom
+44 1923 222 227 (tel)
+44 1923 219 700 (fax)
sales@techna.co.uk
www.techna.eu

NORTH AMERICA

CANADA/MEXICO/USA
Straus-Artys Corporation
Mr. Harvey J. Straus
88 Sunnyside Boulevard # 302
Plainview, New York 11803, USA
+1 516 576 1690 (tel)
+1 516 576 1690 (fax)
info@straus-artys.com
www.straus-artys.com

SOUTH AMERICA

ARGENTINA

C.V.S. EUROLATINA
Mr. Christian V. Schmehlik
C.C. 84 - Suc. 27, C1427ZAB Buenos Aires
Argentina
+54 11 4866 4298 (tel)
+54 911 4067 8184 (mob)
+54 15 4067 8184 (mob)
cvs.eurolatina@yahoo.com.ar
www.cvs-international.com

BRAZIL

EUROLATINA ASSESSORIA
EMPRESARIAL EIRELI
Mr. Karlheinz K. Naumann
Av. Paschoal da Rocha Falcao, 367
CEP 04785-000 Sao Paulo - SP, Brazil
+55 11 5666 8266 (tel)
+55 11 5666 9084 (fax)
+55 11 98111 8267 (mob, BR)
+49 175 272 2254 (mob, DE)
kkn@eurolatinainternational.com.br
www.eurolatinainternational.com.br

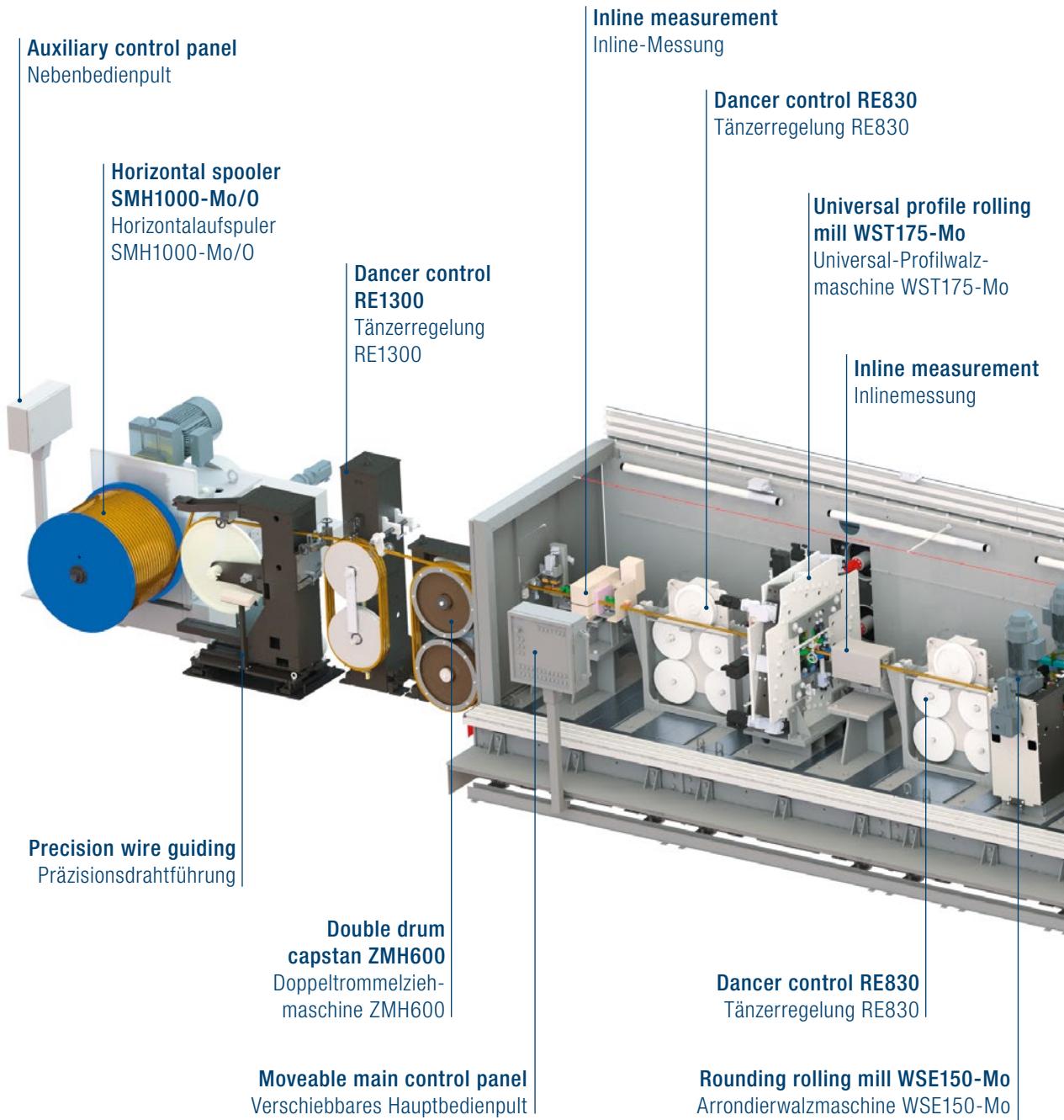
SOUTHEAST ASIA

INDONESIA/MALAYSIA/PHILIPPINES/ SINGAPORE/ THAILAND/VIETNAM

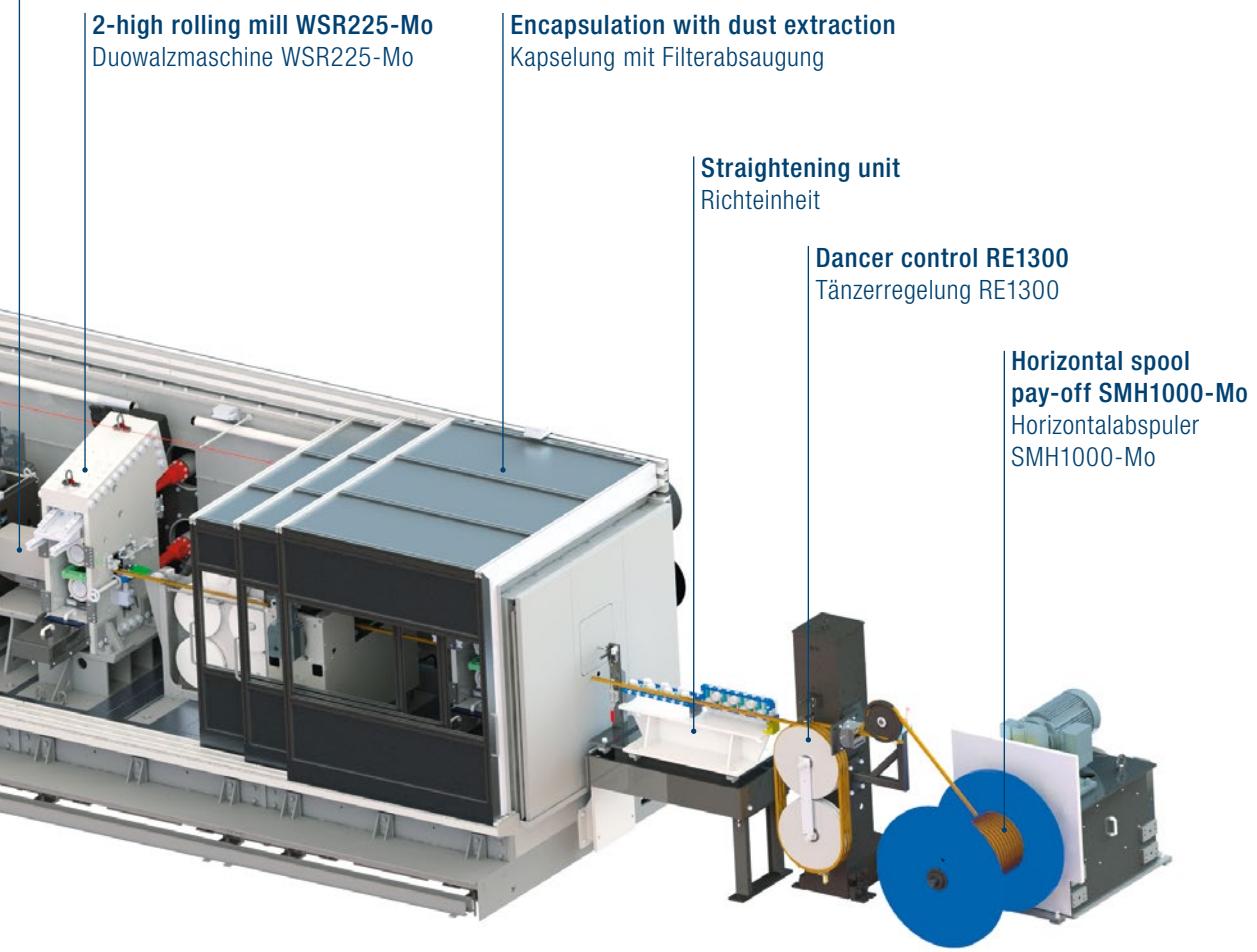
SM Technologies & Consulting
Mr. Sanjay Mudbidri
Level 15, 1 First Avenue, 2A Dataran
Bandar Utama Damansara, Selangor Darul
Ehsan, 47800 Petaling Jaya, Malaysia
+603 7651 7305 (tel)
+91 982 3842922 (mob)
info@smtechcon.com
www.smtechcon.com

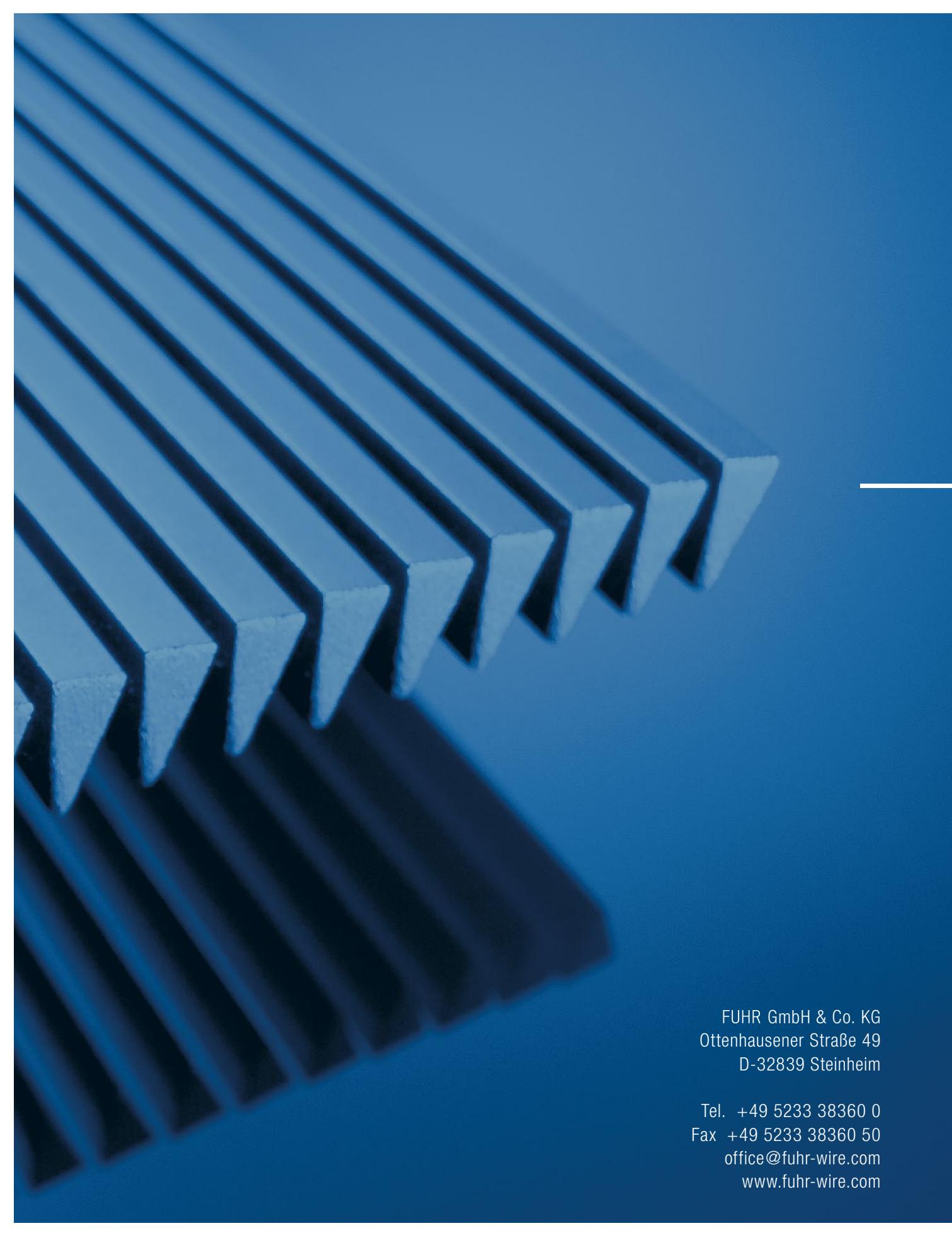
Universal Profile Rolling Machine

Universal-Profilwalzmaschine



Inline measurement Inlinemessung





FUHR GmbH & Co. KG
Ottenhausener Straße 49
D-32839 Steinheim

Tel. +49 5233 38360 0
Fax +49 5233 38360 50
office@fuhr-wire.com
www.fuhr-wire.com