

# ERFOLGSBEDINGUNGEN

## GELUNGENER MODERNISIERUNGSPROJEKTE

*Sommer, Wilhelm Friedrich; Löcker, Heinz; Barten, Gabriele*

Veränderungen der Verhältnisse im Markt für Walzprodukte sowie Weiterentwicklungen im Bereich der Produktionstechnologie stellen den Walzwerkbetreiber im Rahmen seiner Produktionsprogrammplanung vor die Frage der Neuinvestition oder aber der Modernisierung vorhandener Anlagen. In jedem Fall aber ist der damit verbundene Ressourceneinsatz nur dann gerechtfertigt, wenn dadurch ein Ausbau, zumindest aber eine Sicherung von Erfolgspotentialen im betreffenden strategischen Geschäftsfeld erreicht wird und sich dies in bestimmten Return-On-Investments (ROI) in einem zeitlich festgelegten Rahmen niederschlägt. Der Übergang Modernisierung einer existenten Anlage und Neuinvestition ist dabei fließend: Die Modernisierung kann so umfassend sein, dass abgesehen von schweren Basiskomponenten alle Komponenten neu sind und der Walzwerkbetreiber im Anschluss an den Umbau über eine nahezu neuwertige Anlage verfügt (Abb.1 und 2). Die Tatsache, dass die Kosten für eine Anlagenmodernisierung wesentlich unter denen einer Neuinvestition liegen, erklärt die vergleichsweise höheren Realisierungschancen von Modernisierungsvorhaben sowie ihre verstärkte Bedeutung insbesondere auch in den augenblicklichen Zeiten einer Konsolidierung.

### **Entscheidungsfeld in Modernisierungsprojekten**

Sättigungstendenzen in vielen Märkten der Walzwerkbetreiber haben dazu beigetragen, dass es in Modernisierungsprojekten grundsätzlich nicht immer und ausschließlich um Produktivitätssteigerungen geht. Um konkurrenzfähig zu sein, kommt es dann neben hoher Produktivität vielfach zusätzlich auf die Anpassungsfähigkeit der Produktion an wechselnde Bedarfe der Abnehmer von Walzflachprodukten an. Zu den beiden Erfolgsfaktoren „Produktqualität“ und „Produktivität“ kommt deshalb ein dritter, die „Flexibilität“: Flexibilität zum einen hinsichtlich des Spektrums an Produkten, die auf der Anlage gewalzt werden können (Produktmix) und zum anderen zeitlich, in Bezug auf eine eventuelle „Just-in-Time“-Produktion.

Modernisierung bedeutet neben dem Wunsch nach verbesserter Produktqualität damit in einem Extrem den Umbau in Richtung „Universalmaschine“, um einen unterschiedlichen und zeitlich schwankenden Bedarf bedienen zu können und auf diese Art die eigene Position im Markt zu stärken, und im anderen Extrem die Rücknahme an universellen Produktionsmöglichkeiten zugunsten einer maximalen Produktivität, um mit geringeren Kosten auf steigenden Preisdruck zu antworten. Weiterentwicklungen innerhalb der Fertigungstechnologie in Richtung einer „flexiblen Automation“ ermöglichen es dabei heute, dass sich Zielsetzungen einer Produktivitätserhöhung zumindest in gewissem Umfang mit denen einer Flexibilitätssteigerung verbinden lassen.

Die konkrete Zielsetzung in Modernisierungsprojekten (Abb.3) bewegt sich damit regelmäßig zwischen dem Wunsch des Betreibers nach Produktivitätssteigerung, um intern eine Kostendegression zu erreichen, und extern dem Wunsch nach möglichst genauer Bedarfsentsprechung in seinem Markt. Die Modernisierung in Richtung höherer Bedarfsentsprechung versetzt den Walzwerkbetreiber dabei in die Lage, die Wünsche seiner Kunden an die jeweiligen Flachwalzprodukte besser erfüllen zu können. Dies kann durch eine Steigerung der Produktqualität in Bezug auf Banddicke, Bandplanheit und Oberflächenqualität erfolgen, durch eine Erweiterung oder auch Einschränkung des Produktspektrums hinsichtlich des Dickenbereichs, Breitenbereichs und des Coildurchmessers und/oder durch die Möglichkeit einer zeitlich optimal angepassten Produktion. Stehen die mit der Investition erwarteten „economies of scale“ beim Produktivitätssteigerungsziel in direktem Bezug zur Erwartung einer Ertragsverbesserung, ist dieser Bezug beim Ziel verstärkter Bedarfsentsprechung indirekt: In diesem Fall erwartet der Produzent eine verbesserte Ertragssituation über eine verstärkte Anpassung seiner Produktion an den konkreten Bedarf an Aluminiumflachwalzprodukten in seinem Markt, mit anderen Worten über „economies of scope“. Neben den individuell verfolgten Zielen steht jedes Modernisierungsprojekt im Sinne einer strengen Nebenbedingung schließlich unter der Prämisse minimaler Umbau- und Stillstandzeiten.

## Konzeptentwicklung im Dialog

Das optimale Modernisierungskonzept (Abb.4) verlangt die enge Zusammenarbeit von Anlagenbetreiber und Anlagenbauer:

- Der Betreiber bringt in diese Zusammenarbeit sein „Know What“ ein. Sein Sales forecast , die daran geknüpfte Marktstrategie sowie seine Produktionsphilosophie führen zur Formulierung von entsprechenden Zielen. Diese betreffen einerseits die mit der Modernisierung gewünschte Produktivitätssteigerung, und sie enthalten andererseits detaillierte Vorgaben zur Verbesserung der Produktqualität, zur Veränderung des Produktspektrums und/oder zur zeitlichen Flexibilität der Produktion. Daran knüpfen sich ganz konkrete Vorstellungen zum ROI.
- Der Anlagenbauer stellt dem Betreiber im Gegenzug sein „Know How“, mit anderen Worten seine Technologie zur Verfügung: Dazu zählen seine technologischen Entwicklungen und seine praktischen Erfahrungen vor dem Hintergrund seiner erklärten Qualitätsphilosophie. Konkret handelt es sich um sein walzwerktechnologisches Wissen, sein Inbetriebnahme- Know How in Verbindung mit entsprechenden Referenzen und sein Wissen und seine Erfahrung um ein adäquates Projektmanagement.
- Sowohl die Ziele des Anlagenbetreibers als auch die anbieterseitigen Vorstellungen ihrer praktischen Umsetzung werden im Zuge des Projektfortschrittes sukzessive konkretisiert. Langjährige sowie gute Geschäftsbeziehungen unterstützen dabei sowohl die Effektivität als auch die Effizienz in der Zusammenarbeit; analog könnte man hier von einem „Know How-Together“ sprechen.

Zusammengefasst ist es dann der konstruktive Konflikt zwischen „Know How“ und „Know What“, der unter der katalysatorischen Wirkung eines „Know How Together“ in der Folge das optimale Modernisierungskonzept hervorbringt.

Sofern es sich um die Modernisierung eigener Anlagen handelt, ist es im Sinne des „Know How-Togethers“ vorteilhaft, wenn sich die Zusammenarbeit im Rahmen eines langfristig angelegten Servicekonzeptes bewegt. Service umfasst dann über den Erhalt der Performance einer einmal gelieferten Anlage hinaus im Laufe der Zeit verstärkt Beratungsleistungen hinsichtlich des Ausbaus der Performance bzw. der

Modernisierung der betreffenden Anlage im Sinne einer „Life-Cycle-Optimierung“. Die Übergänge von Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Überholung bis hin zu einer umfassenden Modernisierung sind in diesem Falle fließend.

### **Erfolgsbedingungen in technischer Hinsicht**

Vor diesem Hintergrund stellt sich dann technisch und technologisch die Frage nach zukunftsweisenden Anknüpfungspunkten für eine weitere Qualitätsteigerung, Produktivitätserhöhung sowie eine Anpassung der Flexibilität an veränderte Situationen auf den jeweils relevanten Märkten für Flachwalzprodukte. Damit verbunden ist letztlich auch die Frage nach den Suchfeldern für die weitere Entwicklungsarbeit des Anlagenbauers.

Zwei Ansatzpunkte lassen sich grundsätzlich unterscheiden. Es kommt zunehmend auf sogenannte „integrative Problemlösungsmodule“ an, und darunter sind besonders diejenigen erfolgversprechend, die den „Roll Flow“ der Produktion betreffen:

1. Die Zeit, in der allein banddicken- und bandplanheitsregelungstechnische Anlagenmodifikationen zufriedenstellende ROI's in kürzester Zeit sicherstellten, ist vorbei. Das isolierte Denken in ausschließlich prozessautomatisierungstechnischen, mechanischen oder antriebstechnischen Kategorien ist an Grenzen gestoßen, „Integration“ lautet das Gebot der Zukunft: Das Ganze ist mehr als die Summe der Teile! Damit erleben besonders die Antriebstechnik und insbesondere die Mechanik eine Art „Renaissance“. Zwar spielen die Banddicken- und Bandplanheitsregelungen nach wie vor eine bedeutende Rolle, dies jedoch mit anderen Akzenten und in wachsender Verflechtung mit Fragen der Prozessautomatisierung, der Mechanik und der Antriebstechnik. Die Frage einer Modernisierung bei zufriedenstellenden ROI's ist komplexer geworden und verlangt deshalb als Antwort einen integrativen Ansatz (Abb.5).
2. Innerhalb dieser integrativen Problemlösungsmodule sprechen insbesondere auch solche für den Erfolg von Modernisierungsprojekten, die als „Roll Flow“ - Problemlösungsmodule prozessorientiert darauf gerichtet sind, den

Produktionsfluss zu verstetigen, um damit die Produktivität der Walzproduktion zu erhöhen.

### **„Integrative“ Problemlösungsmodule von Achenbach**

Die Firma Achenbach setzt derartige integrative dabei insbesondere den Roll Flow betreffende Problemlösungsmodule bereits erfolgreich ein und dies vor allem im Rahmen von Modernisierungsprojekten. Die im folgenden gegebenen Beispiele betreffen erstens das Band- und Coilhandling, zweitens bestimmte zentrale Module im Inneren des Walzgerüsts und drittens die für das Walzölmanagement notwendigen Nebenanlagen.

Zu den integrativen Problemlösungsmodulen zum Thema BAND- und COILHANDLING gehören die folgenden:

- Automatische Folienein- und Austragung (Abb.6): Sie geschieht mit Hilfe einer gerichteten Luftkissenströmung. Diese wird durch Spezialdüsen erzeugt, die in einem definierten Winkel ausgerichtet sind, so dass eine Vorwärtsbewegung entsteht und die Folie gleichzeitig in Querrichtung stramm gehalten wird. Mit dieser Art automatischer Bandeintragung werden manuelle Eingriffe überflüssig, und ein reibungsloses Einbringen in den Walzspalt ist gewährleistet. Darüber hinaus reduziert sich die Einfädelzeit und der Schrottanteil. Besondere Bedeutung kommt dieser Art der automatischen Bandeintragung bei der Produktion von Aluminiumfolien zu, da diese nicht mehr die nötige Eigenstabilität besitzt, um durch den Abhaspel vorgetrieben werden zu können.
- Automatisches Handling des Bandanfangs vom Coil (Abb.7): Während der Vorstich läuft wird der Bandanfang entweder mit Saughebern vom Coil abgehoben oder außerhalb des Abhaspels in einen Rollenmanipulator gelegt. In beiden Fällen wird die Bandspitze im Anschluss automatisch bis zu einer Treibvorrichtung bzw. zu den Luftkissen transportiert. Der Einfädelvorgang wird optimiert und zeitintensive manuelle Eingriffe werden vermieden.
- Coiltransport mit Bundwagen und Kränen: Spezialisierte Bundwagen übernehmen den automatischen und schnellen Transport der Coils von den Bundablagen zum Abhaspel und vom Aufhaspel zu den Bundablagen. Darüber hinaus kann das An- und Abdienen der Coils mit speziellen und ebenfalls vollautomatischen Kränen

erfolgen, die eine Anbindung an entsprechende automatische Coillagersysteme haben.

- Coiltransport mit Paletten (Abb.8): Er dient der Verstetigung des Produktionsflusses an Bandmaschinen mit „Back to Back“- Walzung. Die obenstehenden Vergleichsbilder (Abb.1 und 2) verdeutlichen schon rein optisch die dadurch erreichte Produktivitätssteigerung.

Zweitens dient die MODULBAUWEISE DES WALZGERÜSTES dazu, integrative Problemlösungskomplexe aus mechanischen, hydraulischen, elektrischen, steuer- und regelungstechnischen sowie messtechnischen Komponenten anzubieten, die modulweise gewartet, repariert, ausgewechselt und damit auch zur Nachrüstung eingebaut werden können. Hierzu zählen insbesondere die folgenden Module im Zentralteil des Walzgerüsts:

- Positive und negative Arbeitswalzenbiegevorrichtungen in Hydraulikblöcken (Abb.9): Um beim Walzenwechsel unnötiges manuelles Kuppeln zu vermeiden, werden die Arbeitswalzenbiegezyylinder in Hydraulikblöcken untergebracht, die in den Walzenständern fest verschraubt sind. Diese feste Hydraulikblock-Lösung ist zusammen mit den automatischen Kupplungen der Schmierölzu- und -abführung wesentlicher Bestandteil des vollautomatischen Arbeitswalzenwechsels.
- „Variable Crown“ Stützwalze: Ihr Einsatz gewährleistet eine schnelle „mechanische“ Beeinflussung des Bandmittenbereichs und bildet daher eine hervorragende Ergänzung zur Walzenbiegung, die im Unterschied dazu vor allem auf die Bandkantenbereiche einwirkt. Die Nachrüstung mit der VC-Walze benötigt lediglich ein eigenes Hochdruck-Hydraulik-Aggregat sowie drei Verbindungsrohrleitungen zur Walze. Hinzu kommt die regelungstechnische Einbindung in die Planheitsregelung. Die VC-Walze stellt ein zusätzliches Stellglied zur Beeinflussung des Walzspaltprofils zur Verfügung. Unverzichtbar ist sie, wenn es darum geht, das Walzwerk an eine „Just-in-Time“-Produktionsphilosophie anzupassen. Der Einfluss der VC-Walze auf den Walzspalt entspricht der Ausbildung eines thermischen Ballens der Walzen. Während mit kalten Arbeitswalzen ein schnelles Anfahren der Anlage bei optimaler Planheit normalerweise unmöglich ist, erlaubt dies die expandierte VC-Walze. Ihr Einsatz leistet damit einen deutlichen Beitrag zur Reduktion der Nebenzeiten des Walzbetriebs.

- Doppelwirkende hydraulische Anstellzylinder (Abb.10): Doppelt wirkende Hydraulikzylinder, bei denen Stangen- und Kolbenseite beaufschlagt sind und die mit der Druckdifferenz arbeiten, bieten eine hohe Dynamik. Diametral oder zentrisch angebrachte digitale Weggeber gewährleisten darüber hinaus eine hohe Genauigkeit der Walzspaltpositionierung. Dieses Modul ist obligatorischer Bestandteil nahezu jeder Walzwerkmodernisierung.
- Horizontale Walzenstabilisierungseinrichtung: Die Parallelität der Arbeitswalzenachsen ist insbesondere in breiten Walzwerken unverzichtbar. Eine Verschränkung, und sei sie noch so gering, beeinträchtigt die Planlageregelung empfindlich. Die hydraulisch arbeitende, horizontale Walzenstabilisierungseinrichtung sorgt nach jedem Walzenwechsel für die optimale Einbaulage der Walzenachsen zueinander.
- Einlaufvorrichtungsmodule mit austauschbaren Submodulen: Die Vielzahl der Funktionseinheiten in der Einlaufseite der Walzgerüste in Verbindung mit den kurzen Abständen zwischen Abhaspel und Walzspalt haben wiederholt die Frage nach der Zugänglichkeit im Servicefall gestellt. Die Antwort darauf ist die Entwicklung der Einlaufvorrichtung als kompakte Einheit. Sie kann zum Service aus den Walzenständen ausgefahren werden und erzielt damit die beste Zugänglichkeit bei kürzesten Achsabständen. Im wesentlichen umfasst das Einlaufvorrichtungsmodule die folgenden, wiederum schnell ausbaubaren Submodule:
  - Kühlbalken für die oberen und unteren Walzenpaare: Die Kühlmittelverteilung ist bei dünnen Bändern und Folien das einzig wirksame Stellglied der Planheitsregelung. Eine ebenso flexible wie genaue Dosierung, die exakte Positionierung auf die Bandkanten durch verschiebbare Düsenbalken sowie eine Sprühbreite von nur 26 mm konnten im patentierten WIN Spray® S System (Abb.11) auf einzigartige Weise verwirklicht werden.
  - Banddickenmessgerät: Unter Berücksichtigung der insbesondere messtechnischen Anforderungen erfolgt die Auswahl des jeweiligen Lieferanten in Abstimmung mit dem Walzwerkbetreiber. Ein solches Gerät gehört zu den empfehlenswerten Bestandteilen der Einlaufvorrichtung. Zusammen mit der Laser- Geschwindigkeitsmessung sind alle Voraussetzungen für eine Dickenregelung nach dem Massenflussprinzip geschaffen.

- Bandzugmessgerät: Auf Wunsch kann die Einlaufvorrichtung zudem mit einer Bandzugmessung ausgerüstet werden.
- Bridlekassette: Die Kassettenbauweise der Einlaufbridle ermöglicht ein schnelles und einfaches Wechseln des gesamten Bridles. Der Bridle, der sich wegen seiner Funktionsweise so nahe wie möglich am Walzspalt zu befinden hat und deshalb nicht gut zugänglich ist, kann dazu als komplettes Modul auf Schienen ausgefahren werden.
- Auslaufvorrichtungsmodul mit auswechselbaren Submodulen: Auch die Auslaufvorrichtung wurde aus den genannten Gründen als kompakte Einheit mit den folgenden Submodulen konzipiert:
  - Banddickenmessgerät: In der Auslaufseite bildet es die absolute Grundvoraussetzung für die einfachste Art der Dickenregelung. Wie beim einlaufseitigen Gerät werden dazu Röntgen- oder Isotopenstrahler eingesetzt. Aus regelungstechnischen Gründen hat der Einbau so dicht wie möglich am Walzspalt zu erfolgen. Die Aufteilung des allgemein üblichen C-Rahmens in eine in die Tische und Führungsschilde integrierte Lösung kombiniert die messtechnische Anforderung an einen möglichst kleinen konstanten Messspalt mit der Forderung nach einer möglichst großen Weite für den Servicefall. In der Achenbach-Lösung wird das oberhalb des Bandes eingebaute Schild zum Reinigen der Maschine hydraulisch angehoben; auf diese Weise öffnet sich der Zugang zum Walzspalt auf ein Maximum.
  - Laser-Geschwindigkeitsmessgerät: Für den Fall der Massenflussregelung der Banddicke gehört diese Art der Geschwindigkeitsmessung auch im Auslaufvorrichtungsmodul zu den notwendigen Einrichtungen. Darüber hinaus verbessert diese zusätzliche Messmöglichkeit die Bandzugregelung, indem der Durchmesser des Coils genauer bestimmt wird.
  - Bandzugmessgerät: Auch in der Auslaufvorrichtung ist auf Wunsch eine Bandzugmessung integrierbar.
  - Planheitsmessrolle (Abb.12): Diese Messrolle stellt ein Modul höchster Priorität dar. Achenbach fertigt diese Rolle nach dem BFI-System, wobei die insbesondere bei Folienwalzwerken auftretenden kleineren Kräfte eine Weiterentwicklung der Systemkomponenten erforderlich machte. Im Ergebnis entstand eine massive Rolle, die das Übertragungsverhältnis vom Band auf den piezoelektrischen Sensor von 65% auf 94% steigern konnte. Ferner

zeichnen sich diese weiterentwickelten Rollen durch Drehzahlen bis 3600 U/min , zulässige Bandtemperaturen bis 300°C und eine verschleißfreie, digitale optische Signalübertragung aus.

- Glättrolle (Abb.13): Sie sorgt für einen sauberen, kantengeraden Aufwickelvorgang, indem sie die Anlegekraft regelt. Deren feinfühligere Regelung in Verbindung mit drei dämpfenden Elementen gewährleistet auch noch bei Wickelgeschwindigkeiten von bis zu 3000 m/min einen ruhigen Lauf der Glättrolle auf dem Coil.
- Gurtumschlinger (Abb.14): Zusammen mit dem Gurtumschlinger, der das Auflegen der Glättrolle auf der leeren Spule erlaubt, ist damit ein perfektes Anwickelsystem der Bänder und Folien installiert und der Schrottanteil minimiert.

Das WALZÖLMANAGEMENT ist heute wegen seines vielfältigen Einflusses auf Produktivität, Produktqualität und Produktionsflexibilität ein wesentlicher Bestandteil erfolgreicher Modernisierungskonzepte. Die Anforderungen an die Qualität des Kühl- und Schmiermittels Walzöl müssen auf vielschichtige und teilweise sehr unterschiedliche Produktionsbedingungen abgestimmt werden. Dabei geht es keineswegs immer um den maximal erreichbaren Reinheitszustand des Walzöles; im Vordergrund steht heute vielmehr die Einhaltung einer über die Zeit konstanten, definierten Walzölqualität.

Zum Walzölmanagement gehören solche verfahrenstechnischen und dabei regelmäßig integrativen Module, die zur Regelung und Steuerung wichtiger umformtechnologischer Parameter einen beachtlichen Beitrag leisten:

- Feinstfiltrationsanlagen: Mit modular aufgebauten SUPERSTACK® II Horizontal-Plattenfiltern (Abb.15) wird das Walzöl im Vollstrom mittels unterschiedlicher Anschwemmedien als Filterhilfsmittel kontinuierlich und unter schlauchloser Ölzuf- und abführung feinst gefiltert. Die gewünschte Qualität wird dabei durch den Einsatz neuartiger Sensorik kontinuierlich erfasst und eingestellt. Der neu entwickelte Sensor CONDUSENS® bietet darüber hinaus gleichzeitig Schutz gegen unkontrollierbare elektrostatische Entladungen, was die Brandgefahr im Walzwerk deutlich herabsetzt.

- Rektifikationsanlagen: Organische Walzölverunreinigungen hingegen wie die Kontamination durch Lager- oder Hydrauliköle werden im Chargenbetrieb durch den Einsatz einer WOR®- Rektifikationsanlage eliminiert. Gleichzeitig erfolgt die Walzölaufbereitung für einen neuwertigen Wiedereinsatz.
- Dunstabsaugungseinrichtung: Das für gute Produktionsergebnisse erforderliche konstante, thermische Gleichgewicht der Walzwerke wird neben gezieltem Walzöleinsatz auch durch einen optimierten Lufthaushalt am Walzgerüst erreicht. Neue effektive Dunsthauben und eine entsprechende Walzgerüstverkleidung sorgen in Verbindung mit einem der maximalen Walzgeschwindigkeit angepassten Absaugvolumen für eine wirtschaftliche und für das Bedienungspersonal angenehme Abluftentsorgung.
- Abluftreinigungsanlagen: Leistungsstarke AIRPURE® Anlagen übernehmen im Anschluss mittels Absorption die Eliminierung des Walzöls aus der Abluft bei dessen nachfolgender Aufbereitung für den direkten Wiedereinsatz. Sie zeichnen sich durch ein an die Walzgeschwindigkeit angepasstes Absaugvolumen aus und erfüllen alle weltweit gültigen Umweltschutzvorschriften.

Die konsequente Beachtung des Kreislaufprinzips der genannten verfahrenstechnischen Anlagen der OPTIPURE® Anlagen (Abb.16) in Verbindung mit ihrer hohen Verfahrenseffizienz sorgen bei größter Betriebssicherheit zusammenfassend für einen über den gesamten Walzprozess minimierten Walzölverbrauch und leisten dabei gleichzeitig richtungsweisenden Umweltschutz. Die umfassende Visualisierung der aktuellen Arbeitsweise der einzelnen Anlagen erlaubt darüber hinaus die Fernüberwachung des ansonsten vollautomatischen Betriebs.

### **Entwicklungstrends im Walzwerkbau**

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, soll abschließend kurz auf zukunftsweisende Trends im Bereich der Prozessautomatisierung, der Antriebstechnik und der Mechanik hingewiesen werden. Diese Trends gilt es sowohl in der Weiterentwicklung der zuvor genannten sowie in der Entwicklung neuer integrativer Problemlösungsmodule unbedingt zu berücksichtigen.

Zu den Trends im *Bereich der Prozessautomatisierung* zählen beispielsweise die folgenden:

- Die umfassende Visualisierung aller Anlagen- und Prozessfunktionen (Abb.17) entwickelt sich mehr und mehr zum geforderten Standard.
- In zunehmenden Maße wird das Ziel minimaler Ausfallzeiten durch den Einsatz moderner Fernwartungsmöglichkeiten unterstützt. Alle modernen Walzwerkanlagen verfügen heute obligatorisch über diese Option zum Dialog. Bereits im Planungsstadium empfiehlt es sich, diesen wenn auch nur optionalen Einsatz aller denkbaren Teleserviceinstrumente einerseits zu berücksichtigen und andererseits eine Kompatibilität mit sämtlich verfügbaren Rechnernetzwerken sicherzustellen. Damit wird die weltweite Kommunikation mit den Walzwerkanlagen möglich. Zu den entscheidungsrelevanten Kriterien gehören dabei die Datensicherheit, die Kontrollierbarkeit der Zugangsberechtigungen sowie die Bestimmung der auf den Einsatzort individuell zugeschnittenen Datenübertragungsraten. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass zu jedem Zeitpunkt und von jedem Standort dieser Welt optimale Verbindungsqualität besteht.
- Zukunftsweisend sowohl in der Ausrüstung neuer als auch in der Nachrüstung bestehender Walzwerkanlagen ist die Massenflussregelung in Band- und Feinbandwalzwerken. Im Ergebnis ermöglicht sie ein vom Konstant-Betrieb in die Phasen der Beschleunigung und Verzögerung hinein verlängertes „Filestück“ engster Toleranzen.
- Um ungeplanten Walzwerkausfällen und den damit verbundenen Kosten wirkungsvoll vorzubeugen, geht man verstärkt dazu über, im Sinne von Frühwarnung bereits in der Planung der Anlagensteuerungen die Basis für ein Informationssystem zu legen, welches eine Schwachstellenanalyse der eingebundenen Systeme ermöglicht. Dazu stehen moderne SPS-Steuerungen zur Verfügung, die mit einer Vielzahl von Diagnosemöglichkeiten in Bezug auf sich abzeichnende Störungen für vorbeugende Instandhaltung sorgen.
- Darüber hinaus ist die Installation einer Schnittstelle zur Datenarchivierung in Datenbanken auf einem übergeordneten Rechnersystem von wachsender Bedeutung.
- Sowohl bei der Auswahl der Anlagensensorik als auch bei der Konstruktion der Maschinenelemente geht es schließlich zunehmend darum, Vorkehrungen zu

treffen, die den zyklischen Einsatz mobiler Messsysteme vorsehen, um beispielsweise eine Schwingungsanalyse an Walzwerkanlagen und Getrieben durchzuführen. Um die Schwingungsaufnehmer wiederholbar genau ansetzen zu können, ist es notwendig, die Messstellen bereits im Getriebe so einzuarbeiten, dass eine reproduzierbare Messung durch ein mobiles Gerät gewährleistet ist.

Im *Bereich der Antriebstechnik* zählt die wachsende Bedeutung der Drehstromantriebstechnik zu den wesentlichen Trends. Die verbesserte Technik der Stromrichter gibt den Weg für ihren verstärkten Einsatz im Walzwerkbau frei. Zu den Vorzügen des Drehstromantriebs gegenüber der Gleichstromtechnik zählen aus Betreibersicht unbestritten eine Minimierung der Motorenwartung, eine bessere Überlastbarkeit der Motoren sowie eine optimale Belastung des Stromnetzes. Seit einiger Zeit werden daher Walzwerke mit großen Antriebsleistungen bereits mit dieser Art des Antriebs ausgerüstet. Im Bereich der Folienwalzwerke wird ihr Einsatz hingegen noch intensiv diskutiert. Der Bandzugbereich zwischen minimalem und maximalem Bandzug einerseits und der Einfluss des Bandzuges auf die Qualität der Banddicke andererseits stellen hier besondere Anforderungen an die Drehmomentregelung der Antriebe. Diese optimal zu erfüllen ist wesentlicher Bestandteil gegenwärtiger Entwicklungsarbeit. Die für einen Einsatz des Drehstromantriebs in Folienwalzwerken zusätzlich notwendigen Sensoren sind bereits verfügbar. Indem diese die Rückführung des aktuellen Drehmoments an der Haspelwelle in die Modellbildung des Asynchronmotors gewährleisten, ist eine wesentliche Voraussetzung für den verstärkten Einsatz der Drehstromantriebstechnik bereits erfüllt. Ein weiterer Vorteil der Asynchronmaschinen liegt in ihrer im Vergleich zu den Gleichstrommotoren kompakteren Bauweise. Betrachtet man schließlich die Investitionskosten für die Drehstromantriebstechnik, so erscheinen die Kosten nur im ersten Moment als zu hoch. Denn rechnet man die Kosten für die Fundamentänderungen, Netzkomensation und Umbauzeit mit ein, so neutralisieren sich die Beträge. Der vergleichsweise geringe Wartungsaufwand sowie der positive Einfluss auf die Bezugskosten des Stroms durch den verbesserten  $\cos \varphi$  führen über lange Sicht schließlich sogar zu Einsparungen innerhalb der Betriebskosten.

Das komplexe Ziel der Flächenmaximierung zeigt nicht zuletzt auch für die Entwicklungsarbeit im *Bereich der Mechanik* wichtige Trends auf.

Eine besondere Herausforderung erwächst besonders dann, wenn steuer- und regelungstechnisch ein bestimmtes Niveau erreicht ist und Produktivitätssteigerungen verstärkt a) *in der optimalen Einbindung des Walzgerüsts in die Umgebung sowie vor allem in einem Coil- und Spulenhhandling* zu suchen sind, das auf eine Minimierung der Produktionsnebenzeiten ausgerichtet ist. Dies gilt besonders dann, wenn neben dem Ziel einer Produktivitätssteigerung gleichzeitig ein verstärkt universeller Einsatz des Walzgerüsts angestrebt wird, indem mehrere Produkte darauf gewalzt werden. Die in jenem Fall sehr unterschiedlichen Spulenabmessungen verlangen konstruktiv anspruchsvolle, im praktischen Anlagenbetrieb jedoch einfach zu handhabende Lösungen. Immer verlangt das ehrgeizige Ziel einer Nebenzeitenminimierung eine höchst kundenindividuelle Problemlösung. Im folgenden sollen lediglich drei in der Zukunft besonders wichtige Aspekte zur Mechanik herausgestellt werden:

- In Bezug auf den Bundwagen bedeutet das Handling von Spulen und Coils unterschiedlicher Abmessungen konstruktiv zum einen eine hohe Anpassungsfähigkeit der Hubstößel an unterschiedliche Coil- und Spulendurchmesser. Zum anderen ist eine Verstellbarkeit der Aufnahmewangen an den Bundwagen für die unterschiedlichen Spulenlängen erforderlich.
- In der Konstruktion der Haspeln kommt es bei verstärkt universellem Einsatz des Walzwerkes auf eine jeweils passende und dennoch höchst zuverlässige Aufnahmemechanik für die Spulen an. Dies gilt sowohl für die Expansionstrommeln als auch für die Konenaufnahmemechanik, wie sie insbesondere in Folienwalzwerken üblich ist.
- Wichtig für lange Laufzeiten ist nicht zuletzt das Spulenhhandling selbst. Dieses entscheidet darüber, ob Coilwechselzeiten von weniger als 3 Minuten erreicht werden können oder nicht. Ausgehend von der jeweiligen Produktionsphilosophie des Kunden und den insbesondere in Modernisierungsprojekten zusätzlich eingeschränkten Platzverhältnissen gilt es, konstruktiv ein optimales Spulenhhandling zu konzipieren, das sicherstellt, dass einerseits die Entsorgung von Restwindungen während des fortlaufenden Walzprozesses verlagert wird und andererseits ein Einsatz der abgedienten Spulen in anderen Walzgerüsten im Sinne einer optimalen

Vernetzung problemlos möglich ist. Darüber hinaus sollte das Zuführen von Leerspulen ohne Behinderung des laufenden Walzprozesses gewährleistet sein.

Die Entwicklung zu immer größeren Walzgeschwindigkeiten bei gleichzeitig wachsenden Walzbreiten wirft auch für *b) die Mechanik des Zentralteils* komplexe Probleme auf, deren zukunftsweisende Lösung in wesentlichen Belangen im folgenden kurz dargestellt werden soll:

- Mit immer größer werdenden Walzbreiten und steigendem Anspruch an universelle Produktionsmöglichkeiten stellt sich zunehmend die Frage, ob eher die Quarto- oder eher die Sexto- Walzwerkskonstruktion geeignet ist, den damit einhergehenden engen Qualitäts- und Produktivitätsanforderungen gerecht zu werden. Zwar ist das Sexto von seiner konstruktiven Lösung her komplexer und zieht sowohl größere Investitions- als auch höhere Betriebskosten nach sich, je nach Produktionsanforderungen stellt sich diese Konstruktion jedoch aufgrund des breiteren Spektrums an universellen Einsatzmöglichkeiten als vorteilhaft dar. Achenbachs Sexto-Konstruktionstechnik empfiehlt sich dabei nicht nur für Neubauten sondern besonders auch in Modernisierungsvorhaben für den Umbau ursprünglicher Quarto- in Sexto-Walzwerke.
- Anknüpfend an den Trend, in Verbindung mit wachsenden Walzgeschwindigkeiten auf frequenzgeregelter Drehstromantriebe überzugehen, zeichnet sich aus mechanischer Perspektive auch eine Abkehr von den heute noch üblichen Minimal-/Verlustschmierungen zugunsten einer Rückkehr zur klassischen Umlaufschmierung an. Diese erlaubt es, die mit wachsenden Walzkräften und -geschwindigkeiten proportional ansteigende und bei Walzgeschwindigkeiten von künftig bis zu 2500 m/min enorme Wärmeentwicklung über entsprechende Kühlverfahren abzuleiten bzw. abzubauen.
- Darüber hinaus sind spezielle konstruktive Neugestaltungen von Wälzlagerungen sowie Abdichtungen notwendig, um derart hohe Geschwindigkeiten fahren zu können. Dies bezieht sich sowohl auf die Gestaltung von dynamischen Abdichtelementen als auch auf die Wälzlagerungen selbst, wobei die Lager nur noch mit einem Axiallager als

Festlager ausgebildet werden. Damit ist gewährleistet, dass einerseits Längenänderungen der Walzen auf Grund von Temperaturdifferenzen ausgeglichen werden und andererseits ihre Biegeverformung der Walzen auf Grund der eingesetzten Walzkraft kompensiert wird. Bei allem können sich die Walzen in den Einbaustücken frei bewegen.

### **Zusammenfassung**

Insgesamt verlangt die Modernisierungsthematik ein besonders hohes Maß an Einfühlungsvermögen des Lieferanten in die spezifische Situation des Anlagenbetreibers, ganz konkret in den durch die vorhandene Walzwerkanlage bereits gesetzten technischen Rahmen in Verbindung mit der vom Betreiber verfolgten Produktionsphilosophie. Gelungene Walzwerkmodernisierungen verlangen dabei im Hinblick auf zufriedenstellende ROI's zunehmend einen „integrativen“ Ansatz in der technischen Problemlösung.

Darüber hinaus bedürfen gerade Modernisierungsprojekte eines besonderen Commitments des Anlagenbauers, um auch bei im Vergleich zu Neuprojekten geringeren technischen Freiheitsgraden das regelmäßig hohe und komplexe Modernisierungsziel zu erreichen. So ist es notwendig, sich bei vergleichsweise geringem Projektumfang in relativ stärkerem Maße mit Detailfragen sowie allen damit verbundenen Widrigkeiten auseinanderzusetzen eine Lösung zu finden und auf allen Ebenen für weiche Übergänge in der vielfältigen Schnittstellenproblematik zu sorgen. Dies setzt neben einem hohen Maß an Know How und an Erfahrung großes Interesse in der Sache und eine starke Motivation in Bezug auf den Kunden voraus. Ein solches Commitment zeugt daher von einer besonderen Dienstbereitschaft. Diese in der Auswahl des Lieferanten besonders auch in Modernisierungsprojekten entsprechend mit zu berücksichtigen, zählt nicht zuletzt sicherlich mit zu den Erfolgsbedingungen gelungener Modernisierungsprojekte.

# **MODERNISATION PROJECTS: CONDITIONS FOR SUCCESS**

*Gabriele Barten, Heinz Löcker, Wilhelm Friedrich Sommer,*

Changes in the state of the market for rolled products, as well as advances in manufacturing technology, mean that rolling companies have to consider new factors in production programme planning, such as new investments or the modernisation of existing plants. In any case, the expenditure associated with such changes can be justified only if a concrete development is achieved, or, at least, the likelihood of success potentials in the strategic business field is concerned, and that this will result in a specific Return On Investment (ROI) within a predictable time-scale. Thus the transition between the modernisation of an existing plant and a completely new investment may not be easily distinguishable: the modernisation can be so fundamental that, apart from the heavy basic components, all elements of the mill will be renewed, and the rolling company will have an essentially new system (fig.1 and 2) after the rebuilding action. The fact that the costs of a system modernisation are substantially lower than those of a new investment, explains the comparatively higher likelihood of renovation, as well as its increased importance, in particular in the current economic climate of consolidation.

## **Decision Field in Modernisation Projects**

Conditions of saturation in many market domains have shown that, fundamentally, modernisation projects are not always exclusively connected with increases in productivity. In order to be competitive, as well as having or maintaining a high productivity rate, it is often the case that the adaptability of production facilities to the changing demands of the customers of flat-rolled products is the deciding factor. In addition to the two parameters of success, “product quality” and “productivity”, a third one “flexibility” has to be added. Flexibility denotes, on the one hand, the spectrum of products which can be rolled on the system -the product-mix-, and on the other the time factor, in regard to possible “just in time” production.

Hence modernisation, as well as the desire for improved product quality, means, on one extreme, a move in the direction of the “universal machine” in order to be able to service varying requirements within changing time constraints, and in this way to strengthen one’s position in the market, and at the other extreme, the abandon of universal production possibilities in favour of maximum productivity, in order to combat the pressure of rising prices by minimising costs. Advances in today’s production technology towards “flexible automation” make it possible for the objectives of an productivity increase to be connected, at least to certain extent, with those of an enhancement in flexibility.

The concrete motivation in modernisation projects (fig.3) as a rule lies between the desire of the rolling company for productivity increases, in order to achieve an internal cost reduction, and the attempt to meet more exactly the market demands. Modernisation directed towards a higher market-compliance of the products, enables the rolling company to better meet customer demands for the respective flat-rolled products. This can be done through an increase of product quality with regard to strip thickness, strip flatness and surface quality, through an extension or restriction of the product spectrum with respect to thickness, width and coil diameter, and/or via the provision of a time-optimised production. In the first case, a higher productivity is achieved via the “economies of scale” and directly results in an increase of returns. In the second case the operating company intends to improve profits somewhat indirectly, trying to live up the production to the demands of the rolling mill market to an even higher degree, in other words via the “economies of scope”. In addition to the individually defined goals, each modernisation project is ultimately limited by minimum shut down and rebuilding times.

### **Concept Development by Dialogue**

The optimal modernisation concept, (fig. 4), requires close co-operation between the system operator and system provider:

- The system operator brings his “know what” into this co-operation. His sales forecast, the related market strategy, as well as his production philosophy lead to the formulation of appropriate targets. These concern, on the one hand, the productivity increase desired from the refurbishment, and on the other hand

detailed specifications for the improvement of product quality, for the modification of the product spectrum, and/or suggestions by which production can be made more time-flexible. In addition, realistic ideas about the necessary ROI are defined.

- The system provider, correspondingly, places his “know how” at the disposal of the system operator, or in other words, he provides his technology. The important features are his technological developments and practical experiences, placed in the context of an explicit quality philosophy. Essentially, this means rolling-mill technology and science, commissioning know-how in connection with appropriate references, and knowledge and experience of project management.
- Both the targets of the system operator and the ideas of the system provider as to their practical implementation are, in the course of the project, gradually realised. Long-lasting and good business relationships support both the effectiveness and the efficiency of the co-operation; by analogy, one could define this as “know how together”.

To summarise, it is the constructive conflict between “know how” and “know what” which, under the catalysing conditions of a “know how together”, enables the definition of the optimal modernisation concept.

As far as the modernisation of one’s own plant is concerned, it is, in the sense of “know how together”, favourable if the co-operation is carried out within the context of a long-term service concept. The service concept encompasses not only the maintenance of the initially-supplied plant, but also a system performance extension and modernisation consultation leading to a “life-cycle optimisation”. In this case, the operations of inspection, maintenance, repair, overhaul – right up to a complete refurbishment – form one seamless service package.

### **Success Conditions: Technical Considerations**

In this context the technical and technological question arises concerning the identification of trend-setting factors from which bridges can be built to attain further enhancements in quality, increased productivity, and the matching of flexibility with the changing conditions of the relevant markets for flat-rolled products. Closely tied in

with this is the need for the plant provider to identify suitable fields for further development ideas.

Two starting points can, fundamentally, be distinguished. Particularly significant are the so-called “integrative problem-solving modules”, and, amongst these, those which concern the “roll flow” of production are considered particularly promising:

1. It is no longer the case that strip-thickness and strip-flatness control technology modifications are the only guarantee of satisfactory ROI's. Isolated thinking in exclusively process automation, mechanical or drive categories has reached its limit, and “integration” is the requirement of the future: the whole is more than the sum of its parts! Thus the drive technology, and, in particular, the mechanical modifications are experiencing a certain renaissance. Strip thickness and flatness control, as before, still play an important role, albeit with new priorities and in increasing conjunction with elements of process automation, the mechanical systems, and drive technology. The question of a modernisation with a satisfactory ROI has become more complex, and therefore requires, as an answer, a more integrative approach (fig.5).
2. Within these integrative problem-solving modules, those which provide for the success of modernisation projects in particular - the “roll flow”-problem solution modules - are especially important in order to optimise the production flow and hence to increase the productivity of the rolling operation.

### **“Integrative” Problem-Solving Modules from Achenbach**

Achenbach already successfully uses such integrative problem solution modules, especially those connected to roll flow, and utilises these in most modernisation projects. The following examples address, firstly, the areas of strip and coil handling, secondly, particular modules in the central rolling mill, and thirdly, the accessories for rolling oil treatment.

The following modules are important in the areas of STRIP AND COIL HANDLING:

- Automatic foil in- and out-feeding (fig.6): this takes place with the aid of a specially arranged air cushion. An air current is applied by special nozzles which are aligned in defined angles, so that a forward movement develops, and the foil

is simultaneously held straight in the transverse direction. With this type of automatic strip feeding, manual intervention is unnecessary, and a smooth entry into the roll gap is ensured. Additionally, both the threading time and the quantity of scrap material is reduced. In the production of aluminium foils, this method of automatic strip entry has special significance, as the material does not retain the necessary stability to be able to be driven forward by a feeder roll.

- Automatic handling of the strip nose the coil (fig.7): during the roughing pass operation, the strip nose of the next coil is either lifted by vacuum from the coil, or laid into a roller drive manipulator. In both cases the strip nose is transported automatically to the entry feeding rolls or to the air cushions. In this way the threading process is optimised and time-intensive manual interventions are avoided.
- Coil transport with coil cars and cranes: specialised coil cars provide for the speedy and automatic transport of the coils from the coil storage depot to the decoiler and from the recoiler back to storage. Furthermore, delivery, and the removal of processed coils, can be accomplished with special fully automatic cranes, which are integrated into an automatic coil storage management system.
- Coil transport by pallets (fig.8): this serves to regulate the flow of production at strip mills with “back to back” rolling. The above pictures (fig.1 and 2) show a clear comparison resulting in an increase in productivity.

Secondly, the MODULAR DESIGN OF THE MILL STAND offers the possibility to make use of integrative problem solving components, whether mechanical, hydraulic, electrical, control or measurement, in a co-ordinated way, allowing service, repair, replacement, and system enhancements to be carried out in a modular way. In this respect, the following modules in the central section of the mill stand are particularly significant:

- Positive and negative work-roll bending devices in hydraulic blocks (fig.9): in order to avoid unnecessary manual coupling during roll changes, work roll bending cylinders in hydraulic blocks are provided, which are securely fixed at the mill housings. This fixed hydraulic block solution is, together with the automatic couplings of the bearing lubrication oil delivery and removal system, an essential component of the fully automatic working roll change set-up.

- “Variable crown” (VC) back-up roll: the use of this technology ensures a “mechanical” influence on the roll bending in the strip centre area and forms, therefore, an outstanding supplement to the roll bending, which, in contrast, particularly affects the strip edge areas. Retrofitting a mill with a VC roll requires only a single additional high pressure hydraulic unit, supplying three connecting pipes to the roll. Furthermore, a control integration into the flatness control is obtained. The VC roll provides an additional control parameter to influence the roll gap profile. This is indispensable if adapting the mill to a “just in time” production philosophy is a priority. The effect of the VC roll on the roll gap corresponds to the formation of a thermal camber of the rolls. While a fast start of the mill with cold work rolls normally ends with a bad flatness, this is changed using the expandable VC roll. Its application, therefore, makes a clear contribution to the reduction of the non-productive time of the rolling operation.
- Double acting hydraulic push-up cylinders (fig. 10): double acting cylinders, in which rod and piston are hydraulically loaded and which operate with differential pressure, provide a high dynamic response. Diametrically or centrally located digital position transducers ensure high accuracy of the roll gap positioning. This module is a mandatory component for almost every rolling mill modernisation programme.
- Horizontal roll stabilisation mechanism: the parallelism of the work roll axes is indispensable, particularly in wide rolling mills. Any deviation, even very small, markedly impairs the flatness control. The hydraulically-operating horizontal roll stabilisation mechanism provides, after each roll change, for the optimal installation positioning of the roll axes.
- Entry device with exchangeable sub-modules: the multiple functional units on the entry side of the mill, in conjunction with the short distance between the coiler and the roll gap, raise the question of good accessibility during servicing. The answer to this problem is the development of an entry device as a compact displaceable unit. During servicing, this can be moved out of the mill stands, allowing an optimum accessibility. Essentially, the entry device consists of the following quickly demountable, sub-modules:
  - Cooling spray bars for the upper and lower pairs of rolls: the sophisticated distribution of coolant is the most effective method for flatness control in light gauge strip and foil mills. The patented WIN Spray® S system (fig.11) with its exact

positioning at the strip edges as well as its spray-width of only 26mm provides unique flexibility and precise volume control.

- Strip thickness measuring device: the choice of a particular gauge must be made in consideration of the instrumentation requirements and in consensus with the mill operator. An entry gauge is a part of the recommended constituents for a strip mill. Together with a laser strip speed measuring gauge, a thickness control according to the mass flow principle can be installed.
- Strip tension measuring instrument: if required, the entry device can be additionally equipped with strip tension measurement.
- Bridle cassette: the cassette design of the entry bridle enables fast and simple changing of the entire bridle assembly. The bridle, which, because of its mode of operation, has to be located as close as possible to the rolling gap and is therefore not easily accessible, can be driven out on rails as a complete assembly.
- Exit device with changeable sub-modules: for the reasons given above, the exit device is designed as a compact unit incorporating the following sub-modules:
  - Strip thickness measuring device: at the exit side, a strip thickness gauge represents the basic requirement for the simplest form of thickness control. X-rays or isotope emitters are used. For reasons of control technology, the installation has to be placed as close as possible to the roll gap. The division of the usual C-frame into a table and guidance frame combines the instrumentation demands for a constant measuring gap as narrow as possible, with the largest possible gap for service. In the Achenbach solution, the part installed above the strip can be hydraulically lifted to facilitate the cleaning of the machine; in this way, the access to the roll gap is maximised.
  - Laser strip speed measuring gauge: in the case of mass flow strip thickness control, a laser strip speed measuring gauge is another essential component of the exit device. In addition, this extra measurement improves strip tension control by calculating the recoiler diameter more accurately.
  - Strip tension measuring instrument: a strip tension measuring arrangement can be integrated into the exit device if required.
  - Flatness measuring roll (fig.12): this measuring roll represents a module of the highest priority. Achenbach manufactures this roll licensed by BFI, specially developed for lesser forces, which occur particularly in foil rolling mills. The new solid roll is able to increase the transfer ratio from 65% to 94%. It is characterised

by rotational speeds of up to 3600 rpm, permissible temperatures of up to 300°C, and a wear-free optical signal transmission system.

- Ironing roll (fig. 13): this provides for a clean, straight winding process on the recoiler by regulating the tough force. Sensitive controls, together with three damping elements, ensure, even at winding speeds of up to 3000m/min, trouble free running of the ironing roll on the coil.
- Belt wrapper (fig. 14): the belt wrapper is used in combination with the ironing roll on the empty spool as an optimised wrap up system for strips and foils minimising the amount of scrap.

ROLLING OIL MANAGEMENT has a significant influence on successful modernisation concepts due to the diverse influences it has on productivity, product quality, and flexibility of production. The demands on the quality of the coolant must be reconciled with the multi-faceted and, partly, very different conditions of production. We know today that it is not always important to obtain the maximum attainable purity of the rolling oil; the current emphasis is rather more on the maintenance over a period of time of a definitive quality of rolling oil.

The following process engineering and regularly integrated modules provide a considerable contribution to the regulation and transformation of important rolling oil parameters:

- Solid filtration systems: in modular designed SUPERSTACK® II horizontal plate filters (fig. 15) the rolling oil is continuously and finely filtered in full flow by means of different media for precoating and via hoseless oil feed design. The desired quality is continuously measured and adjusted by the application of a new sensor technology. The newly developed CONDUSENS® sensor offers simultaneous at the same time protection against uncontrollable electrostatic charging, substantially lowering the risk of fire in the rolling mill.
- Rectification systems: organic rolling oil contamination by tramp or hydraulic oils, is eliminated in a batch process by the application of a WOR® - rectification system. At the same time the recovery of the rolling oil as new is guaranteed, thus closing the complete “recycling loop”.
- Fume extraction system: the constant thermal equilibrium of the rolling mill, necessary for good production results is achieved, apart from the selective

application of rolling oil, by an optimised atmospheric environment in the mill stand. New, effective fume hoods, and appropriate mill stand enclosures, together with the appropriate extraction volume for maximum rolling speed, ensure economic exhaust air disposal, and pleasant working conditions for the operating personnel.

- Exhaust air purification plant: high performance AIRPURE® systems effect the elimination of rolling oil from the exhaust air in the system in an absorption and subsequent desorption process for direct re-use. These systems fulfil all valid world-wide environmental standards. They are characterised by a variable exhaust fume adjustment in connection with the rolling speed.

The consistent application of the cycle principle of process engineering systems described above allows OPTIPURE® systems (fig.16), with their high process efficiency, to deliver maximum working reliability throughout the entire rolling process, to minimise the rolling oil consumption, and, at the same time, to lead the way into extensive environmental protection.

### **Trends in the Development of Rolling Mill Building**

In conclusion and without any claim to comprehensiveness, reference should briefly be made to trend-setting developments in the area of process automation, drive technology, and mechanical systems. These ideas should be considered with respect to the further development of the technologies mentioned above, as well as in the development of new integrated problem solution modules.

The following are examples of just some of the trends in the *area of process automation*.

- The comprehensive visualisation that all plant and process parameters comply with the standards demanded is progressing (fig. 17).
- The application of modern teleservices is increasingly supporting the normal maintenance functions. Without exception, all modern rolling mills today are provided with a dialogue option. Even in the planning phase, it is advisable to take this into consideration if only to evaluate the optional application of all conceivable tele-service instrumentation on the one hand, and to guarantee, on the other,

compatibility with all available computer networks. In this way, world-wide communication with the rolling mills becomes possible. Some of the relevant criteria are: data security, control of access authorisation, determination of local data transmission rates. These requirements are necessary to ensure that at all times, and from every location in the world, optimal connection quality can be established.

- A trend-setting feature, both in new mills, and in the refurbishment of existing rolling mills, is the implementation of mass flow control in strip and light gauge strip rolling mills. The result of this technology is the production of an increased material "filet"-cut of tight tolerances in the phases of acceleration and deceleration.
- In order to prevent unexpected downtimes plus their resulting costs, producers are going over to the idea of having early warning diagnosis systems in the planning stages of the plant control system. The foundation for such a diagnosis system is the analysis of any weak points of the final integrated system. In addition, modern SPS controls are already available providing a multiplicity of diagnostic possibilities with regard to malfunctions which may appear, and for the facilitation of preventive maintenance.
- The installation of interfaces for the download and storage of important plant and production data to a database on a master computer is of growing importance.
- Connected with the selection of the sensor technology, and with the design of the mechanical components increasing attention must be paid to the possibility of the regular use of mobile measurements, for example a vibration analysis of the mill stand or the transmission gears. In order to get repeatable signals, it is necessary to set the vibration sensors in exactly the same positions or build-in the measuring points in such a way that reproducible measurements are guaranteed during the application of the mobile device.

In the *area of drive technology*, the increasing importance of frequency controlled AC technology ranks among the substantial trends. The improved capabilities of inverters opens the way for their intensified application in the rolling mill drives. Among the undisputed advantages of the frequency controlled AC drive in relation to DC drives, from the point of view of the mill user are a minimisation of motor maintenance, a better overload capacity of the motors, as well as an optimal loading

of the power supply. Consequently, rolling mills with large drive powers have, already been equipped with this type of drive; in the case of foil mills, their application is, however, currently being intensively discussed. The strip tension range, between the minimum and maximum values on the one hand, and the influence of strip tension on the quality of the strip thickness on the other, impose particular conditions on the torque regulations of the drives. Optimal control of this parameter is a substantial consideration of on-going developments in this field. The additional sensors necessary for the application of frequency controlled AC drives in foil mills are already available. By giving the feedback of the measured torque at the coiler into the model representing the asynchronous induction motor, a substantial prerequisite for the intensified application of the frequency controlled AC technology is fulfilled. A further advantage of induction motors is that they can be more compactly constructed than is the case with DC motors. Finally, if one considers only the investment costs required for AC technology, then they appear too high. But including the costs of foundation modifications, alterations to the power supply, and the time necessary for the modifications, the amounts balance out. The comparatively small time spent on maintenance, as well as positive effects on the power supply costs due to the improved  $\cos \varphi$  lead to long-term savings in operation costs.

The complex target of strip area maximisation implies further development work, not least in the *area of the mechanics* of the mill.

A particular challenge arises after a certain level of control technology has been achieved and productivity increases are sought through the integration of the mill into the general production facility environment, as well as through *a) coil and spool handling* concepts which are designed to minimise non-productive time. This applies particularly if, apart from the goal of productivity increase, a strengthened universal application of the rolling equipment is desired, that is if a range of different products are to be rolled. In this case, the greatly varying spool dimensions may be very different, requiring new design solutions which nevertheless are easy to handle in practice. The ambitious target of downtime minimisation always requires a problem solution which is specific to the individual customer. In the following, just three mechanical aspects, particularly important for the future, are discussed:

- With regard to coil cars, the handling of spools and coils of differing dimensions implies, firstly, a requirement for high adaptability of the lifting rams according to the spool and coil diameters. In addition to this, the adjustment of the side supports of the coil cars is necessary to accommodate different spool lengths.
- With regard to the coilers, it is important for strengthening the universal application of the rolling mill that the hydro-mechanical clamping mechanism is appropriate to the differing spools and coils and provides the highest reliability. This applies to expansion drums and to stub mandrel or cone arrangements.
- With regard to spool handling, it is important to support short coil change times of less than 3 minutes. On the basis of the individual production concepts of every rolling company, and the plant space constraints which can be particularly limited in modernisation projects, concepts of constructionally optimised spool handling systems have to be developed guaranteeing, on the one hand, that the transportation and cleaning of pup-coils is handled during the active rolling process, and on the other, that the refill of the emptied spools into the system is possible and problem-free, ensuring the optimum networking of the total system. Furthermore, it should be possible to insert empty spools without handicapping the active rolling process.

The development towards ever increasing rolling speeds, and the simultaneous increase in material width also raises complex problems for the mechanical design of *b) the central part of the mill*; in the following, the most significant trend-setting solutions in the mill central part are briefly discussed:

- With increasing width and the requirement of universality, it has to be considered whether 4-high or 6-high mills are more appropriate to fulfil the tight quality and productivity specifications. Even though 6-high mills are more sophisticated and require higher investment and operational costs the advantages of their greater universality are sometimes convincing. Achenbach's 6-high mill design can be used for new mills as well as especially for conversions from 4-high mills in modernisation projects.
- Related to the trend towards changing over to frequency-controlled AC drives in connection with increasing rolling speeds, one can detect a movement away from the contemporary oil mist lubrication design for the roll bearings in favour of a return to classical oil circulation lubrication. This allows a better control of the

bearing temperatures, which increase in proportion to the increased rolling forces and rolling speeds, and will become extreme at future rolling speeds of more than 2500 m/min. A suitable cooling device for the circulating oil is required.

- Furthermore, special modifications to the design of the roller bearings, as well as to the sealings, are necessary in order to be able to roll at such high speeds. This refers to the design of new dynamic sealing elements and to the roller bearings themselves, whereby the thrust bearings have to be designed with one fixation only. Thus it can be ensured that thermal variations in the length of the rolls are compensated and also the bending of the rolls due to the applied rolling forces.

## **Summary**

Taken as a whole, the topic of modernisation requires, to a particularly high degree of skill on the part of the supplier to project himself into the specific situation of the rolling company, and to concretely understand the production philosophy within the existing technical framework set by the existing rolling mill. Successful rolling mill modernisations require far reaching satisfactory ROI's, and increasingly "integrative" technical solutions.

Additionally, modernisation projects demand a special commitment from the plant supplier in order to achieve the ambitious and complex improvement targets within an environment in which the permissible technical degrees of freedom are smaller than those available in new projects. Consequently, even within a comparatively narrow project scope, it is necessary to pay attention to finding solutions for details. Integrative problem solving modules from ACHENBACH permit "soft transitions" at all levels in the various existing interface complexities. This presupposes, parallel to a high degree of technical expertise and experience, a high level of involvement and motivation on the part of the mill supplier in his relationship with the rolling company. Such commitment can only be a result of an exceptional readiness to provide customer service. Therefore, the selection of the right supplier for the planned modernisation counts as one of the most significant factors for the successful completion of a modernisation project.

### Fig 3 – Goal Determinants

Changes in Product Flexibility (Product Mix)  
Enhancements in Product Quality  
Increase in Production Flexibility (Just-in-Time)  
Increase in Productivity  
GOAL – MODERNISATION

### Fig. 4 – Determinants of Concept Development

System Operator  
Know “What”  
Sales Forecast  
Market Strategy  
Production Philosophy  
Goals

Know “How Together”  
Good Business Relationships  
Effectiveness  
Efficiency

### MODERNISATION CONCEPT

System Provider  
Know “How”  
Technological Developments  
Experience  
Quality Philosophy  
Technology

### Fig. 5 “Integrative” Technology

Mechanics  
Drive Technology  
Automation Technology

# “INTEGRATIVE” TECHNOLOGY

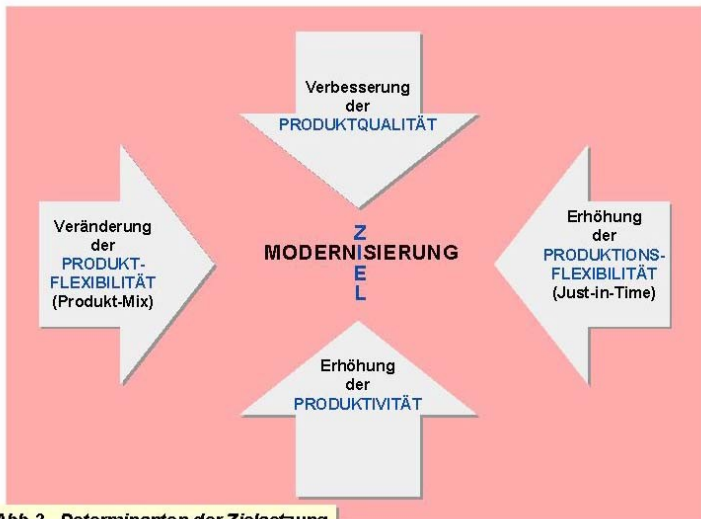


Abb.3 Determinanten der Zielsetzung

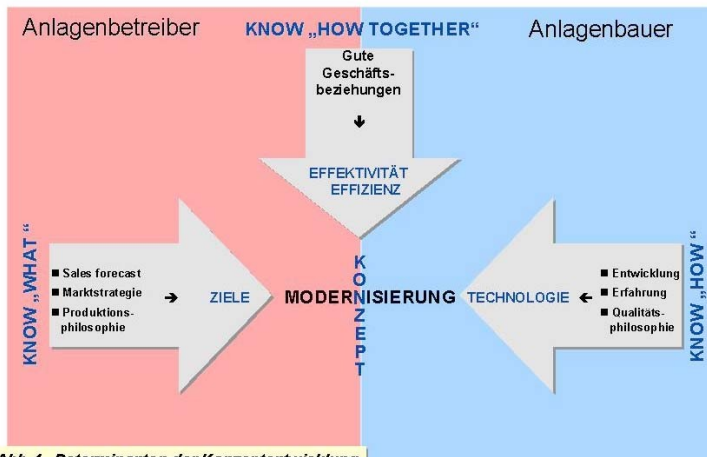


Abb.4 Determinanten der Konzeptentwicklung

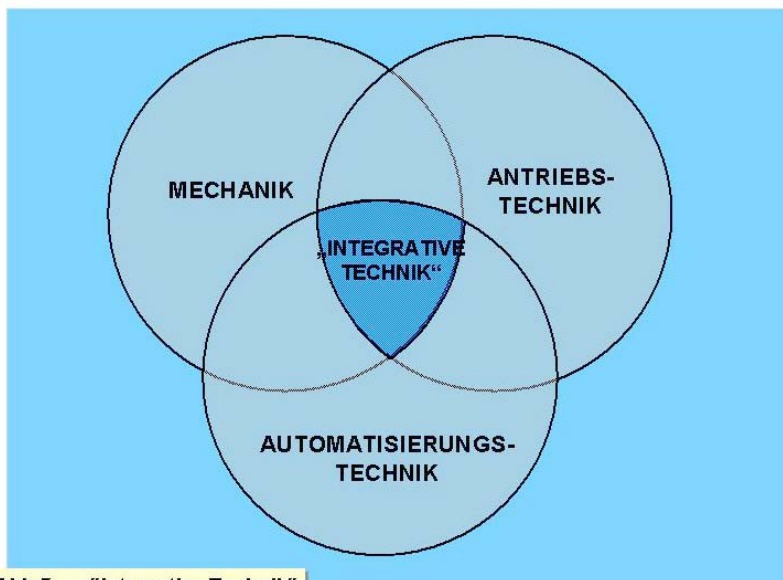


Abb.5 ... "integrative Technik"