

Querteilanlagen

UNGERER Querteilanlagen bestehen aus einem komplexen Programm leistungsfähiger Maschinen und Einrichtungen zum Richten und Querteilen von Metallbändern aller Art. Sie zeichnen sich durch kurze Umrüst- und Nebenzeiten, leichte Bedienbarkeit, geringen Wartungsaufwand sowie niedrige Betriebskosten aus.



Rotomatic®-Schere

Trommelschere für Banddickenbereich 0,1 – 0,8 mm und Bandgeschwindigkeit bis 300 m/min.

Cutronic®-Schere II

Exzentrerschere für Banddickenbereich 0,2 – 4 mm und Bandgeschwindigkeit bis 150 m/min.

Cutmatic®-Schere

Schwingschere für Banddickenbereich 2 – 13 mm und Bandgeschwindigkeit bis 50 m/min.

Leistungsspektrum

Ungerer GmbH + Co. Maschinen- und Anlagenbau

Anlagen

- Streck-Biege-Richtanlagen
- Streck-Richtanlagen
- Querteilanlagen
- Umwickel- und Inspektionsanlagen

Einzelmaschinen

- Richtmaschinen
- Besäum- und Querteilschere

Ungerer Systeme GmbH + Co. KG Prozess- und Automatisierungstechnik

- Projektierung von Schaltanlagen
- Schaltanlagenbau
- Softwareentwicklung
- Service und Wartung
- Umbau und Modernisierung von Anlagen und Maschinen
- Unplanheitsmess-Systeme
- Dimensionmess-Systeme
- Oberflächeninspektions-Systeme

Dienstleistungspaket der Firmengruppe

- Beratung
- Entwicklung
- Planung und Konstruktion
- Lieferung schlüsselfertiger Anlagen
- Service und Inbetriebnahme
- Training und Schulungen
- Wartungsverträge / Instandhaltung

Tafelabmessungen

Die erreichbare Längentoleranz mit UNGERER Querteilanlagen beträgt $\pm 0,2$ mm. Das UNGERER Dimensionmess-System ermöglicht eine Messung, Protokollierung und Korrektur der Abschnittslängen. Die erzielte Messtoleranz beträgt 0,1 mm absolut.

Planheit

Vor dem Querteilen werden die inneren Spannungen durch unsere Richtmaschine minimiert. Die auftretenden Planheitsfehler werden durch datenbankgestützte Voreinstellungen mit Hilfe unseres Prozessleitsystems Planomat® korrigiert.

Das UNGERER Unplanheitsmess-System für Querteilanlagen ermöglicht eine Messung, Protokollierung und Korrektur der Band- bzw. Tafelplanheit über einen geschlossenen Regelkreis zur Hochleistungs-Richtmaschine.

Prozessleitsystem

Die Voreinstellung aller Anlagenparameter erfolgt über ein zentrales Prozessleitsystem

- Automatische Coilpositionierung
- Schopfschere mit automatischer Schnittspalteinstellung
- Besäumschere und Saumstreifenschere mit automatischer Schnittspalteinstellung
- Richtmaschinen-Voreinstellung (Planomat®)
- Querteilschere mit automatischer Schnittspalteinstellung
- Stapelmaschine mit Voreinstellung der Anschläge

Dieser Beitrag beschreibt die Erneuerung der Minimalzugregelung der Kontistaffel der Universalmittelträgerstraße UMIT der Salzgitter AG in Peine. Das von der VAI Automation GmbH & Co. entwickelte Regelungssystem beinhaltet nicht nur eine Steuerung mit Hilfe der Momentenspeicher-Methode, sondern auch eine auf dem Verhältnis Walzmoment/Walzkraft beruhende Regelung, die auf Grund der an der Walzstraße bestehenden Walzkraftmessungen ermöglicht wurde. Spezielle Algorithmen wie die Exzenterkompensation und die automatische Anstichkorrektur garantieren optimale Regelbedingungen. Ein spezieller Optimierungsalgorithmus ermittelt die Koeffizienten für das Verhältnis von Walzmoment zu Walzkraft. Eine zusätzliche Zugregelungsschleife optimiert das Resultat der Minimalzugregelung.

Moderne Minimalzugregelung für eine Universalmittelträgerstraße

Markus Schoisswohl, Martin Stadler, Josef Zwick, Jörg Wehage und Helmut W. Bomnüter

Modern minimal tension control for a universal medium section bar mill

This article describes the re-vamping of the minimal tension control of the continuous medium section bar mill at Salzgitter AG in Peine. The project was carried out by VAI Automation. The control system developed by VAI Automation not only comprises a torque storage based control but also a control method based on the ratio of rolling torque to rolling force. The latter has been possible due to the already existing rolling force measurement system. Special algorithms, such as eccentric compensation and automatic thread-in compensation guarantee optimum control conditions. A special optimization algorithm determines the coefficients for the ratio of rolling torque to rolling force ratio. An additional tension control loop optimizes the performance of the minimal tension control system.

Dipl.-Ing. Dr. Markus Schoisswohl; Ing. Martin Stadler; Ing. Josef Zwick, Voest-Alpine Industrieanlagenbau GmbH & Co, Linz, Österreich; Dr.-Ing. Jörg Wehage; Dipl.-Ing. Helmut W. Bomnüter, Peiner Träger GmbH, Peine, Deutschland.

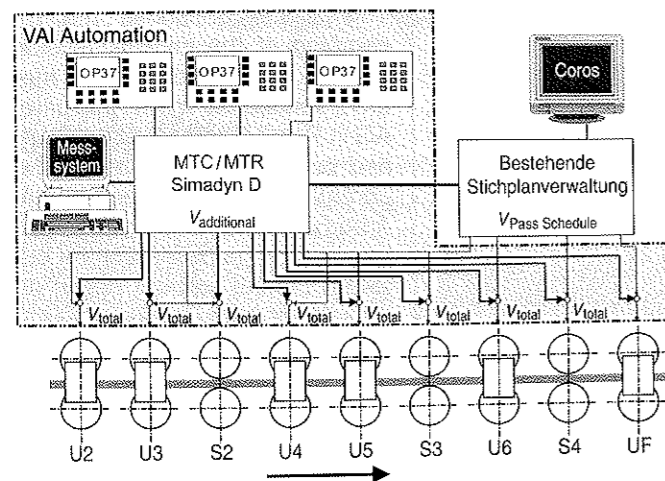


Bild 1. Überblick über die Modernisierungsmaßnahmen
Fig. 1. Overview of the modernization measures

Die Kontistaffel der Universalmitelträgerstraße UMIT der Peiner Träger GmbH besteht aus sechs Universalgerüsten (U2...UF), ausgestattet mit Horizontal- und Vertikalwalzen und drei dazwischen liegenden Stauchgerüsten mit horizontalen Kaliberwalzen. Das Produktionsspektrum der Walzstraße reicht von I-Trägern HE/IPB 100 – 260, IPE 100 – 450, U-Profilen UPE80 – 400 bis zu Grubenausbau- und anderen Spezialprofilen.

Die Walzstraße wurde im Jahr 1975 in Betrieb genommen. Auf Grund des mehr als 20-jährigen Betriebes wurde es notwendig, die existierende Minimalzugregelung, die in der Antriebssteuerung integriert war, zu ersetzen. Die neue Minimalzugsteuerung (MZS) und die Minimalzugregelung (MZR) wurden von VAI Automation so konzipiert, dass sie zu dem bestehenden Stichplansystem und den Antriebssystemen passen, und im Frühjahr/Sommer 2000 in Betrieb genommen, Bild 1.

Die prinzipielle Aufgabe der MZS/MZR besteht in der Ermittlung von Drehzahlzusatzollwerten für die existierenden Antriebssysteme. Die MZS/MZR übernimmt die Regelung der Walzstraße sowie auch die Ausführung von bestimmten Funktionen wie das Anhalten der Gerüste und die Stichplanübernahme.

Ein Online-Messsystem wurde von VAI Automation parallel zur neuen Minimalzugsteuerung und -regelung installiert.

Dieses System ist direkt mit der Busplatine der PLC-Schränke und einzelnen Sensoren verbunden und erlaubt die Walzdatenerfassung im ms-Bereich.

Das Messsystem ist mit Offline-Analysesystemen verbunden, die an verschiedenen Arbeitsplätzen der Walzstraße erreichbar sind. Die große Menge von verfügbaren Daten und die hohe Zeitauflösung sind ein enormer Vorteil für die Optimierung der Walztechnologie sowie auch für eine schnelle und präzise Fehlerbehebung.

Generelles Regelkonzept

Das von VAI Automation implementierte Regelkonzept besteht aus einer Drehzahlsteuereinheit und aus einer Momentenregelungseinheit, die zusätzliche proportionale Drehzahlollwerte ausgibt, Bild 2. Die Drehzahlsteuereinheit enthält ein Kaskadenmodul für proportionale Drehzahlwerte. Nur zur Ausgabe an die existierende Drehzahlregelung werden diese Proportionalwerte mit den Stichplanwerten multipliziert. Jedes Gerüst hat seine eigenen Regelungsmodul. Die notwendigen Steuerwerte werden über die einzelnen Gerüste kaskadiert. Dies erlaubt die Gestaltung von identischen Steuermodulen für alle Gerüste. Der Vorteil dieses Konzeptes ist eine leicht verständliche Implementierung und eine einheitliche Parametrierung des Systems. Spezialfunktionen, die für die Stauchgerüste benötigt werden, sind als zusätzliche Untermodule eingefügt.

Funktionsweise der MZS. Die MZS basiert auf der Momentenspeichermethode [1; 2], die auf der Annahme beruht, dass das Konstanthalten des Walzmomentes eines Gerüsts vor und nach dem Einfädeln am nächsten Gerüst ausreicht, um den Zug zwischen den Gerüsten minimal zu halten. Natürlich funktioniert diese Methode nur im Fall konstanter Walzbedingungen, also bei konstantem Einlaufquerschnitt und konstantem Umformwiderstand, der wiederum von der Materialtemperatur abhängig ist. Diese Bedingungen sind allerdings während der Walzung nicht vollständig erfüllt. Um nun das Regelergebnis der MZS zu optimieren,

- darf die Regelung nur für einem kleinen Bereich des Stabes durchgeführt werden, um vergleichbare Walzbedingungen zu gewährleisten, und
- muss die Regelung deshalb sehr rasch reagieren, um Störungen ausreichend auszuregulieren, und
- soll die Regelung des Weiteren für den gesamten Stab gute Walzbedingungen garantieren.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, vergleicht die MZS das Walzmoment direkt vor dem Anstich im folgenden Gerüst mit dem Walzmoment direkt nach dem Anstich im folgenden Gerüst und regelt nur während einer sehr kurzen

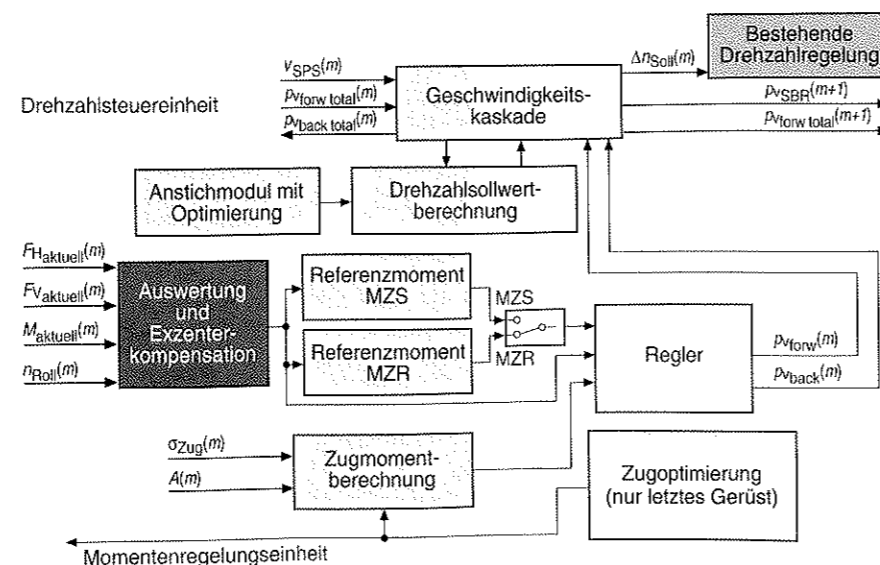


Bild 2. Regelungskonzept von MZS und MZR
Fig. 2. Concepts of the minimal tension regulation and minimal tension control

Zeit. Um eine kurze Ansprechzeit auf die Momentendifferenz zu gewährleisten, wird eine Mischung aus Steuerung und Regelung verwendet. Für den Rest des Stabes wird die Drehzahl konstant gehalten. Diese Art der Regelung minimiert den Einfluss der sich verändernden Walzbedingungen auf den Zug zwischen den Gerüsten – verglichen mit der Standard-MZS, bei der das Walzmoment über die gesamte Walzung konstant gehalten wird.

Funktionsweise der MZR. Die MZR ist auf der Annahme begründet, dass das Verhältnis zwischen Walzkraft und Walzmoment, beschrieben durch

$$M_{\text{roll}} = F_H \cdot l_H + F_V \cdot l_V, \quad (1)$$

während der Walzung konstant bleibt, mit

$$\begin{aligned} M_{\text{roll}}: & \text{Walzmoment,} \\ F_H, F_V: & \text{horizontale und vertikale Walzkraft,} \\ l_H, l_V: & \text{Bewertungskoeffizienten für horizontale und vertikale Walzkraft.} \end{aligned}$$

Um korrekte Arbeitsverhältnisse für die Regelung einzustellen, ist es nun notwendig, die entsprechenden Bewertungskoeffizienten zu ermitteln. Im Vorgängersystem war es erforderlich, einen der beiden Parameter manuell einzustellen. Da dies für das Bedienpersonal allerdings schwierig ist, weil diese Parameter sich mit den Walzbedingungen verändern, wurde ein Optimierungsalgorithmus entwickelt, der beide Werte ermittelt.

Die Funktion dieses Algorithmus basiert auf – einem Optimierungsalgorithmus, der über eine maximale Stablänge wirkt und einen Beziehungsfaktor α für den horizontalen und vertikalen Bewertungskoeffizienten ermittelt, und – der Berechnung des mittleren Bewertungskoeffizienten unter Berücksichtigung des Beziehungsfaktors für den Zustand, bevor der Stab im nächsten Gerüst ansticht.

Für den Walzprozess kann die Regelbedingung durch die folgende Gleichung beschrieben werden

$$\Delta M(n) = M_{\text{actual}}(n) - M_{\text{roll}}(n) + M_{\text{tension}}(n-1, n) - M_{\text{tension}}(n, n+1) \rightarrow \min. \quad (2)$$

mit

$$\begin{aligned} M_{\text{actual}}(n): & \text{ gemessenes Walzmoment am Gerüst } (n), \\ M_{\text{tension}}(n-1, n): & \text{ zwischen den Gerüsten } (n-1) \text{ und } (n) \text{ einzustellendes Zugmoment.} \end{aligned}$$

Die Regelung besteht aus einer gekoppelten Vorwärts- und Rückwärtsregelung. Zwischen dem Einfädeln des Stabes im ersten und im vorletzten Gerüst ist das erste Gerüst Führungsgerüst (seine Drehzahl wird konstant gehalten). Gemessene Momentenveränderungen ΔM werden durch Verändern der Drehzahl am nachfolgenden Gerüst ausgeregelt. Sobald das vorletzte Gerüst erreicht ist, werden alle vorliegenden Gerüste auf Rückwärtsregelung umgeschaltet, was bedeutet, dass die Vorwärtssollwerte eingefroren werden und die Rückwärtssollwerte auf die vorliegenden Gerüste aufgeschaltet werden. Sobald das letzte Gerüst eingeregelt ist, wird es zum Führungsgerüst, und das vorletzte Gerüst wird ebenfalls analog in Rückwärtsregelung geschaltet. Um das Regel-

verhalten der MZR zu optimieren, ist eine zusätzliche Stabilisierungsschleife und eine Rückwärts-Zugoptimierung integriert.

Die durch die Regelung eingestellten Soll Drehzahlen werden in eine Setuptabelle geschrieben. Um die Setupwerte für den nächsten Stab zu optimieren, ist ein eigenes Modul implementiert. Diese Spezialfunktionen werden nachfolgend erklärt.

Optimierung der Walzkraft-Bewertungskoeffizienten. Um die Bewertungskoeffizienten für die Walzkraft zu ermitteln, hat VAI Automation einen Algorithmus entwickelt, der auf der folgenden Optimierung beruht

$$|\dot{M}_{\text{actual}}(n) - \dot{M}_{\text{roll}}(n) + \dot{M}_{\text{tension}}(n-1, n) - \dot{M}_{\text{tension}}(n, n+1)| \rightarrow \min. \quad (3)$$

mit

$$\dot{M}_{\text{actual}}(n) = \begin{pmatrix} M(n, t_0) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & M(n, t_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & M(n, t_m) \end{pmatrix} \quad (4)$$

wobei es sich bei $t_0 \dots t_m$ um Messzeitpunkte, verteilt über die Stablänge, handelt.

Mit dieser Optimierung erhält man die Bewertungskoeffizienten für die horizontale und vertikale Walzkraft für den zuletzt gewalzten Stab. Um das Ergebnis besser für den nächsten Stab nutzen zu können, geht man davon aus, dass zwar die absoluten Werte variieren, ihr Verhältnis aber in einem viel geringeren Ausmaß. Deshalb definiert man einen Beziehungsfaktor

$$\alpha = \frac{l_H}{l_H + l_V}, \quad (5)$$

wonach dann das Sollmoment wie folgt ausgedrückt werden kann:

$$M_{\text{roll}} = [F_H \cdot \alpha + F_V \cdot (1 - \alpha)] \cdot l_{\text{common}}. \quad (6)$$

l_{common} stellt den gemeinsamen Bewertungskoeffizient für die horizontale und die vertikale Walzkraft dar.

Der gemeinsame Bewertungskoeffizient wird während des zugfreien Walzens (bis zum Anstich im nächsten Gerüst) unter Verwendung des Beziehungsfaktors über die gemessenen Walzkraft und Momente durch einen Mittelungsalgorithmus ermittelt. Durch diesen Algorithmus werden optimale Bedingungen für die Quotientenmethode geschaffen.

Stabilisierungsschleife und Rückwärts-Zugoptimierung. Die MZR kann nur korrekt funktionieren, wenn das Verhältnis zwischen den Walzkraften und dem Walzmoment konstant bleibt. Auf Grund der Veränderungen des Anstichquerschnittes und des Umformwiderstandes während des Walzprozesses, die wiederum zu Veränderungen der Gerüstauffederung und Kaliberfüllung führen, wird auch dieses Verhältnis schwanken.

Da die MZR dieses Verhältnis aber konstant hält, ergeben sich automatisch Zwischengerüstzüge, die wiederum die Bewertungskoeffizienten beeinflussen. Natürlich ist dieser Effekt nicht dominierend, aber er beeinflusst dennoch den Walzprozess. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, wurde von VAI Automation eine Rückwärtsregelung entwickelt, die aus einer Stabilisierungsschleife und einer Rückwärts-Zugoptimierung besteht.

Während der Walzung verwendet jedes Gerüst sein gemessenes Walzmoment, um den Zug zum nächsten Gerüst zu regeln. Dies bedeutet jedoch, dass für das letzte Gerüst keine Regelmöglichkeit besteht, obwohl der Zug dieses Gerüsts sehr genau ermittelt werden kann. (Das letzte Gerüst gilt als gute Referenz, da einerseits an der Auslaufseite kein Zug entsteht, und andererseits die Variationen des Querschnittes und des Umformwiderstandes, verglichen mit den ersten Gerüsten, minimal sind.)

Deswegen wird nur am letzten Gerüst eine Stabilisierungsschleife angewandt, die dafür sorgt, dass das letzte Gerüst parallel zum vorletzten Gerüst den Zwischengerüstzug regelt, **Bild 3**. Diese Schleife stabilisiert somit Veränderungen des Zwischengerüstzuges, die durch Veränderungen der Walzbedingungen an den vorgelagerten Gerüsten entstehen. Zum einfacheren Verständnis des Regelprinzips sind in **Bild 3** nur die U-Gerüste dargestellt.

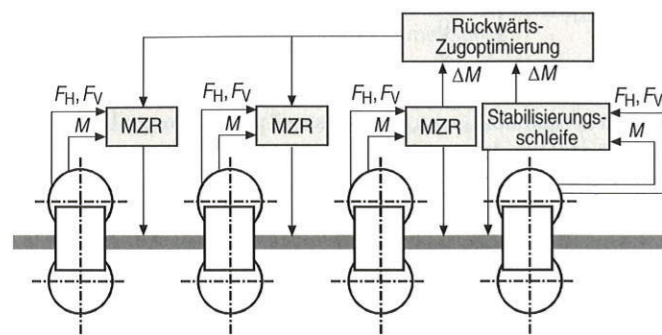


Bild 3. Darstellung der MZR mit Stabilisierungsschleife und Rückwärts-Zugoptimierung

Fig. 3. Minimal tension control with stabilization loop and and backward tension optimization

Durch die Arbeitsweise der Stabilisierungsschleife werden des Weiteren interne Schübe und Züge der Straße sichtbar. Ist z. B. die Momentendifferenz ΔM der beiden letzten Gerüste zur gleichen Zeit negativ, bedeutet dies, dass das benötigte Walzmoment geringer als das erwartete Walzmoment ist, und dass somit der Stab in die letzten Gerüste geschoben wird. Im umgekehrten Fall müssen die letzten Gerüste den Stab aus den vorliegenden Gerüsten ziehen.

Die Rückwärtszugoptimierung verwendet diesen Vergleich und erzeugt über einen PI-Regler einen Zugzusatzsollwert für alle vorliegenden Gerüste, um einerseits die Straße zu stabilisieren und andererseits die Walzbedingungen an den letzten Gerüsten zu optimieren.

Durch diese Maßnahmen wird auch bei wechselnden Bedingungen die Stabilität der Regelung und damit auch die Maßhaltigkeit verbessert.

Drehzahlsollwertberechnung. Um gute Bedingungen für den nächsten zu walzenden Stab zu erhalten, ist es wichtig, das Drehzahlverhältnis zwischen den einzelnen Gerüsten zu kennen. Anstatt einfach die letzten Ist-Drehzahlen, die für den Stabkopf und die Stabmitte nicht korrekt sind, als Sollwerte für den nächsten Stab zu verwenden, berechnen wir zunächst das Drehzahlverhältnis zwischen zwei aufeinander folgenden Gerüsten mittels

$$R(n,n+1) = \text{Mittelwert} [v_{\text{actual}}(n+1)/v_{\text{actual}}(n)] \quad (7)$$

mit

$v_{\text{actual}}(n)$: aktuelle Drehzahl des Gerüsts (n) und
 $R(n,n+1)$: mittleres Drehzahlverhältnis.

Die Mittelung erfolgt über die Stablänge. Die Drehzahlsollwerte werden nun basierend auf der Sollzahl des ersten Gerüsts und des ermittelten Drehzahlverhältnisse bestimmt:

$$v_{\text{setpoint}}(n+1) = R(n,n+1) \cdot v_{\text{setpoint}}(n), \quad (8)$$

wobei $v_{\text{setpoint}}(n)$ den ermittelten Drehzahlsollwert für den nächsten Stab darstellt.

Die Sollwerte werden nun an den bestehenden Sollwertspeicher übergeben, wo diese gewichtet werden, um ein adäquates Langzeitlernen zu erzielen. In diesem Speicher können die Daten durch das Bedienpersonal manipuliert werden.

Spezielle Funktionen der Stauchgerüste. Spezielle Aufmerksamkeit wurde bei der Entwicklung der Regelung von VAI Automation auf die Stauchgerüste gelegt, die auf verschiedene Arten verwendet werden, nämlich als konventionelles Gerüst mit zwei Kaliberwalzen und als Stauchgerüst, wobei nur die Trägerflansche gestaucht werden.

Um diese Arbeitsweisen für das gesamte Produktionsspektrum zu gewährleisten, müssen die Staucher in verschiedenen Betriebsarten anwählbar sein:

- Drehzahlregelung,
- Momentenbegrenzung (Stromgrenze),
- Staucher-MZS/MZR geregelt.

Drehzahlregelung. Für spezielle Walzungen, bei denen es auf Grund des kleinen Walzmomentes nicht möglich ist, die Momentenregelung zu verwenden, werden die Staucher nur in der Drehzahl geregelt. In diesem Fall wird das Drehzahlverhältnis zum vorgelagerten Universalgerüst konstant gehalten, und es wird keine Regelung des Stauchmomentes vorgenommen.

Momentenbegrenzung (Gleichlauf). In dieser Betriebsart wird bis zum Anstich die Drehzahl geregelt. Beim Anstich wird auf die durch das Bedienpersonal eingestellte Momentengrenze (Stromgrenze) umgeschaltet.

Staucher-MZS/MZR. Die so genannte Staucher-MZS wird typischerweise statt der Momentenbegrenzung verwendet. In dieser Betriebsart wird der Einfluss des Stauchgerüsts auf das vorliegende Universalgerüst analog zur MZS geregelt. Dafür wird die Momentendifferenz vor und nach Anstich des Stauchers ermittelt und dadurch die Strombegrenzung des Stauchers optimiert.

Zusätzlich erlaubt diese Methode die Eingabe eines Zugzusatzsollwertes zwischen dem Staucher und dem Universalgerüst. Die Staucher-MZR verändert die Strombegrenzung in Abhängigkeit von den auftretenden Walzkräften. Diese Zusatzfunktion ist vor allem bei großen Stauchmomenten sinnvoll, um Schub zwischen dem Staucher und dem vorliegenden U-Gerüst zu vermeiden.

Exzenterkompensation Unabhängig davon, ob die MZS oder MZR angewendet wird, hängt die Regelqualität von einer guten und sicheren Walzkraft- und Walzmomentenerfassung ab.

Die Regelqualität wird negativ vor allem durch Oszillationen in der Walzkraft und im Walzmoment negativ beeinflusst, die durch die Kupplungen zwischen Motor, Getriebe,

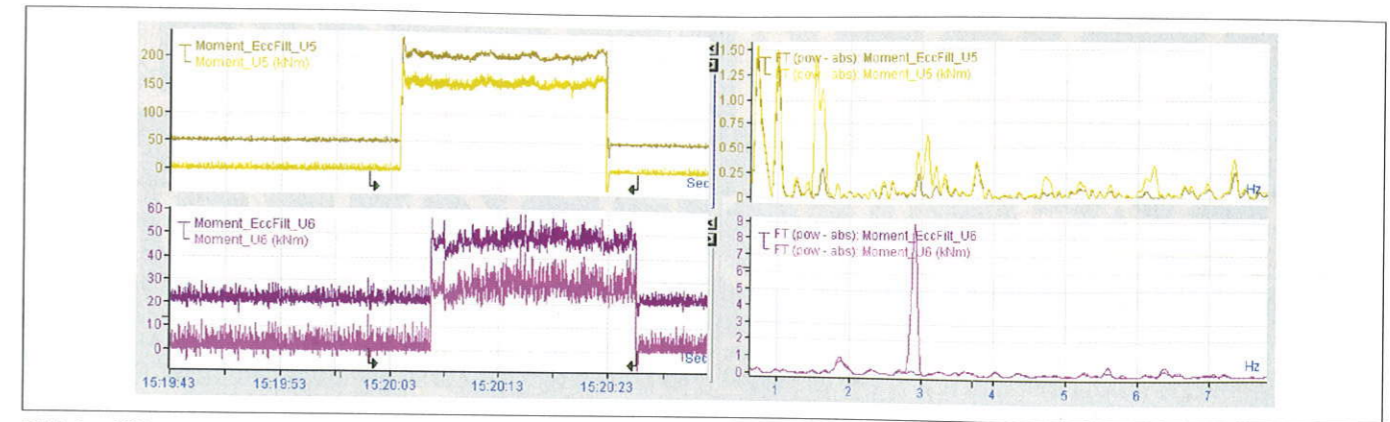


Bild 4. Wirkungsweise der VAI-Exzenterkompensation

Fig. 4. Function of VAI eccentric compensation

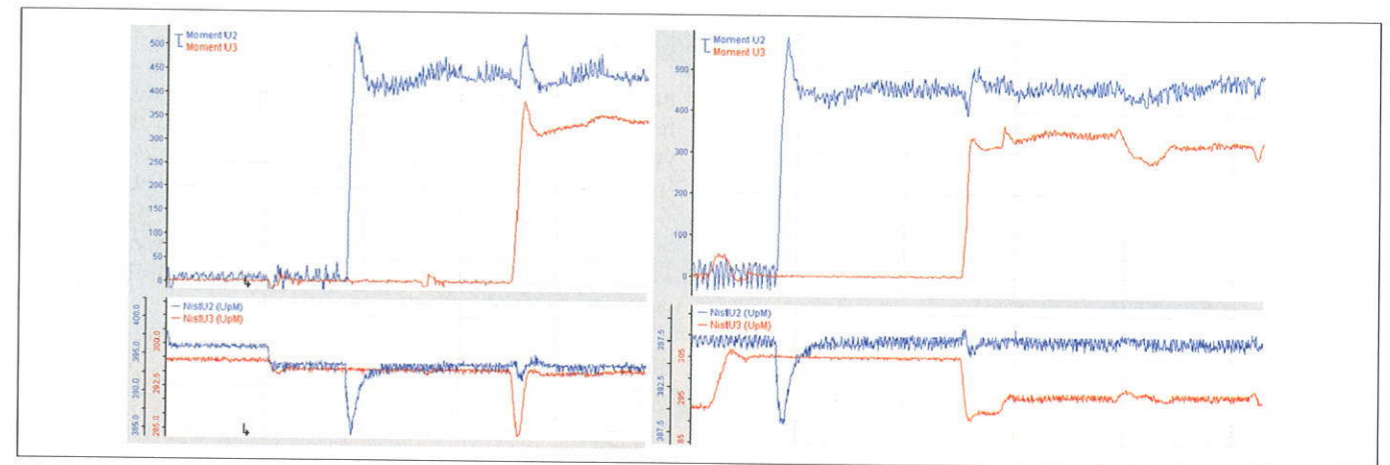


Bild 5. Moment- und Drehzahlverlauf beim Anstich (links: ohne, rechts: mit automatischer Anstichkorrektur)

Fig. 5. Development of torque and rotational speed at thread-in (left: without, right: with automatic thread-in compensation)

Spindeln und Walzen, Lagerspiele sowie durch Unrundheiten der Walzen hervorgerufen werden.

Die eingebaute passive Exzenterkompensation, die nur periodische Anteile aus dem Messsignal filtert, ist ähnlich dem Reco-System aufgebaut, das normalerweise von VAI für Bandwalzstraßen verwendet wird [3]. Für die hier beschriebene UMIT-Anwendung werden periodisch wiederkehrende Messwertschwankungen, deren Frequenz der Drehzahl des Motors oder der Drehzahl der Walzen und deren Harmonischen entsprechen, aus dem Walzmoment eliminiert. Aus der Walzkraft werden periodisch wiederkehrende Messwertschwankungen, deren Frequenz der Drehzahl der Walzen entspricht, gefiltert. Der folgende Vergleich stellt die Verbesserung des gemessenen Walzmomentes durch die Anwendung der Exzenterkompensation dar.

Der linke Teil von **Bild 4** zeigt jeweils das gemessene und das kompensierte Walzmoment für zwei Gerüste. Das rechte Bild zeigt die Fourier-Transformation der Signale. Die Drehzahl der Walzen ist $1,55 \text{ s}^{-1}$ (U5) und $2,91 \text{ s}^{-1}$ (U6). Die Kompensation der Grundwelle und der Oberwellen ist klar zu erkennen.

Automatische Anstichkorrektur. Beide Regelungsarten, aber im Speziellen die MZS, hängen sehr stark von einem weichen Anstich des Stabes im nächsten Gerüst ab. Dies liegt daran, dass der Anstich am nächsten Gerüst im Walzmoment des vorliegenden Gerüsts sichtbar ist und gerade zu jenem

Zeitpunkt, zu dem auch die Regelung aktiv sein soll. Deshalb führt ein nicht kompensierter Anstich automatisch zu einer schlechten Regelqualität. Des Weiteren kann die notwendige Anstichkorrektur bei Trägerstraßen, abhängig vom gewalzten Profil, sowohl positiv als auch negativ sein.

Um die Auswirkung des Anstichstoßes auf die Regelung zu minimieren, wurde ein Algorithmus entwickelt, der speziell das Anstichverhalten überwacht. Abhängig vom beobachteten Anstichstoß wird die Anstichdrehzahl erhöht bzw. erniedrigt, **Bild 5**. Für ein typisches Profil benötigt der Algorithmus etwa fünf Stäbe, um die optimale Anstichdrehzahl zu ermitteln.

Regelwirkung. Um die Qualität der Regelung zu verifizieren, wurde ein Leistungstest der MZR durchgeführt. Für diesen Test wurde die folgende Prozedur angewendet:

Zunächst wurden durch die Regelung konstante Walzbedingungen eingestellt. Anschließend wurden die Drehzahlverhältnisse der letzten drei Gerüste zueinander jeweils um 10 min^{-1} zu den ermittelten Drehzahlen verstellt. Für den damit gewalzten Stab musste die Regelung beweisen, dass sie diesen Zustand stabilisieren kann (Die Drehzahl von UF wurde um 10 min^{-1} erhöht, und die Drehzahlen der Gerüste U2 bis U5 wurden jeweils um 10 min^{-1} erniedrigt, sodass die Drehzahl von U6 relativ um 10 min^{-1} erhöht war.).

Der linke Teil in **Bild 6** zeigt die Veränderung der Drehzahlen unter normalen Walzbedingungen für einen IPE-400-

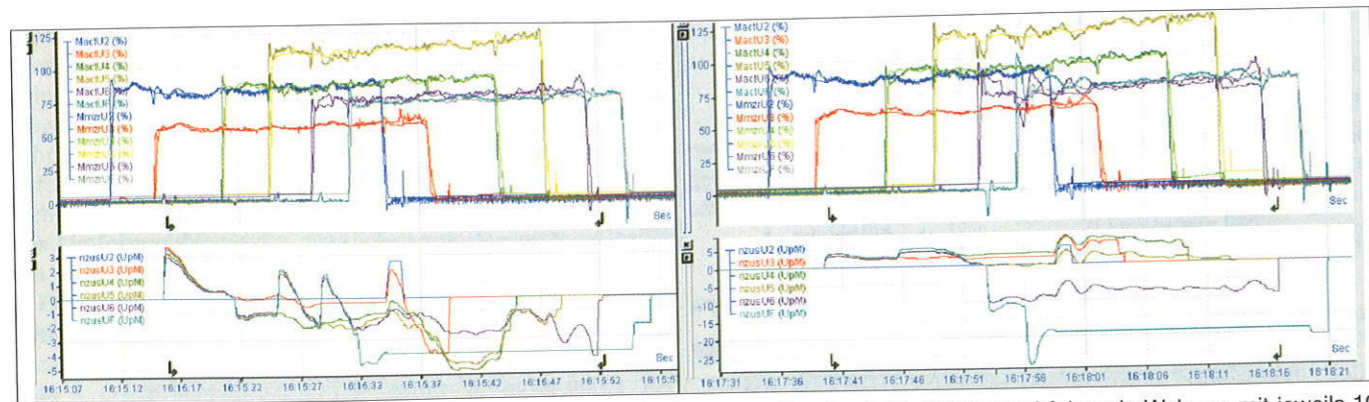


Bild 6. Moment und Zusatzdrehzahl (links: für die Walzung im ausgeregelten Zustand, rechts: nachfolgende Walzung mit jeweils 10 min^{-1} Drehzahlverstellung)

Fig. 6. Torque and additional rotational speed (left: with established rolling conditions, right: consecutive rolling with rotational speed adjustment by 10 min^{-1} on last two stands)

Träger, die sich im Bereich von 5 min^{-1} bewegen und damit in etwa einer Veränderung der Drehzahlen von 1,5 % entsprechen. Die im rechten Teil von Bild 6 dargestellte Drehzahlverstellung von 20 min^{-1} zwischen den letzten drei Gerüsten, die etwa 6 % der Sollzahl entspricht, wurde von der Regelung sofort am Stabkopf festgestellt und dort bereits auf ein Minimum reduziert.

Fazit

An der Universalmittelstraße Peine wurde die von der VAI Automation GmbH entwickelte Minimalzugsteuerung und Minimalzugregelung auf Basis der Walzkraft-/Walzmoment-Quotientenmethode erfolgreich in Betrieb genommen. In dieser Regelung ist die Vielfalt der vorhandenen Walzarten gänzlich berücksichtigt worden. Auch das Problem der Unge-

naugigkeit der Momentenspeichermethode und der Quotientenmethode wurde gelöst. Dies wurde durch die Anwendung von hoch entwickelten Regelkonzepten basierend auf

- Optimierungsalgorithmen zur Ermittlung der horizontalen und vertikalen Bewertungskoeffizienten,
- modernen Lernalgorithmen zur Exzenterkompensation,
- der automatischen Optimierung der Anstichdrehzahl und
- überlagerten Zugregelungen

möglich, die als Gesamtpaket die VAI „Leading-edge“-Minimalzugregelung darstellen. (S 30731)

Quellen

- [1] Berger, B.; Mommertz, K. H.; Neuschütz, E.; Pütz, P. D.: stahl u. eisen 105 (1985) Nr. 22, S. 1201/06.
- [2] Pütz, P. D.; Neuschütz, E.: Regelstrategien in Stabstahlstraßen, Abschlussbericht, 1990.
- [3] Neuronale Netze zur Identifikation der Exzentrizitäten beim Kaltwalzen, [in:] e&i-Sonderheft Neuronale Netze, Springer Verlag, Wien, 1995.

Neues aus der Industrie

Berührungsloses Messen der Planheit von kaltgewalztem Band

Der Siemens-Bereich Industrial Solutions and Services in Erlangen bietet ein Verfahren an, mit dem die Planheit von kaltgewalztem Band berührungslos gemessen werden kann. Damit wird eine Beschädigung der Bandoberfläche durch Kratzer sicher vermieden. Bei diesem Verfahren wird das Band durch periodische Erregung in Schwingung versetzt. Wirbelstromsensoren ermitteln die lokalen Schwingungsamplituden über die gesamte Breite des Bandes. Daraus lässt sich die Planheit bestimmen. Die berechneten Daten werden über ein Visualisierungssystem angezeigt. In Verbindung mit der Planheitsregelung des Unternehmens steht ein effektives Regelungssystem zur Verfügung, das sich

als Messverfahren für Stahl, Edelstahl oder Nichteisenmetalle gleichermaßen eignet.

Ausgangspunkt der Planheitsmessung ist eine periodische mechanische Erregung des Bandes. Diese wird durch einen Unterdruck zwischen Band und einer Platte, die knapp unter der Walzlinie des Gerüsts liegt, erzeugt. Wird der Unterdruck moduliert, beginnt das Band zu schwingen. Die Modulation wird so gewählt, dass die Schwingungsfrequenz unterhalb der Eigenfrequenz des Bandes unter Zug liegt.

Wirbelstromsensoren messen die lokalen Amplituden der Schwingung über

die gesamte Breite des Bandes. Die Amplituden liefern ein Maß für die Zugspannungsverteilung und damit die Planheit. Die in einer Auswerteeinheit berechneten Daten werden über ein Visualisierungssystem dargestellt. In Verbindung mit der Planheitsregelung des Unternehmens lässt sich ein effektives Regelungssystem realisieren, das sich auch zur Nachrüstung in bestehenden Anlagen eignet. (SK 1474-hom)

■ Weitere Informationen:

Siemens AG
Industrial Solutions and Services
Dr. Rainer Schulze
Postfach 32 40
D-91050 Erlangen
Tel.: +49(0)9131 / 7-4 45 44
Fax: +49(0)9131 / 7-2 50 74
E-Mail: rainer.schulze@siemens.com

15. Oktober 2002

DIE EINZIGE BIO-LÖSLICHE FASER FÜR HOHE TEMPERATUREN

Isofrax® 1260C

Isofrax® 1260C ist eine patentierte Magnesium-Silikat-Faser, die eine hohe Biolöslichkeit mit einer hohen Anwendungstemperatur bis zu 1260°C in Ofenauskleidungen kombiniert.

Isofrax® 1260C ist die einzige biolösliche Faser auf dem Markt, die eine hohe Sicherheitsmarge im Einsatz bietet – auch bei kurzfristigen Temperaturüberschreitungen –, da der Schmelzpunkt bei über 1500°C liegt.

Isofrax® 1260C bietet auch eine sehr gute chemische Stabilität in vielen Ofenatmosphären.

Unsere umfangreichen positiven Erfahrungen in einer Vielzahl von Anwendungen, haben die hervorragenden Eigenschaften von Isofrax® 1260C gegenüber herkömmlichen biolöslichen Fasern bestätigt.

Unabhängige Testinstitute haben bestätigt, daß Isofrax® 1260C alle relevanten europäischen Normen bezüglich Health & Safety erfüllt (EU-Richtlinie 97/69/EC Nota Q).

Treffen Sie die richtige Wahl – Isofrax® 1260C ist die biolösliche Hochtemperatur-Lösung für Ihre spezifischen Anwendungen.

Für weitere Fragen kontaktieren Sie bitte die Unifrax – Vertretung in Ihrer Nähe.

Unifrax European Headquarters (F)
Unifrax Limited (U.K.)
Unifrax GmbH (Deutschland)
Unifrax Benelux (Belgien)
Unifrax Italia
Unifrax España
Orient Cerlane Ltd (India)
www.unifrax.com

Telefon: +33 (0) 1 55 94 06 00
Telefon: +44 (0) 1744 88 76 00
Telefon: +49 (0) 211 87 746 0
Telefon: +32 (0) 2 761 23 12
Telefon: +39 02 967 01 808
Telefon: +34 91 395 2279
Telefon: +91 (0) 22 836 87 95

UNIFRAX