

# Integration einer automatischen Heißdrahtprüfanlage in einem dreiadrigen Drahtwalzwerk

**Wolfgang Goerke, Mario Endler,  
Rolf Grünewald und Thomas Berner**

*Dieser Bericht erschien in der Oktober 1999 Ausgabe von Stahl und Eisen. Abgedruckt mit Erlaubnis des Verlegers.*

Die Qualitätsanforderungen an den Walzdraht in puncto Oberflächenbeschaffenheit werden durch neue Techniken in der Weiterverarbeitung immer präziser und haben definierte Forderungen der Endkunden zur Folge. Die Heißdrahtprüfanlage soll durch frühzeitige Fehlererkennung zur Ausschußminimierung und Sicherung eines hohen Qualitätsniveaus beitragen.

In das dreiadrige Drahtwalzwerk der Ispat Walzdraht Hochfeld GmbH wurde eine Wirbelstromprüfanlage zur kontinuierlichen Oberflächeninspektion des heißen Walzdrahtes integriert. Die Anlage zeichnet sich durch einen vollautomatischen Prüfbetrieb, erweiterte Möglichkeiten zur Erkennung prozeßbedingter Fehler, eine Online-Visualisierung und eine komfortable Archivierung der Prüfergebnisse aus. Anhand von Beispielen aus der Praxis wird die durch den Einsatz der Anlage erzielte Steigerung von Effizienz und Qualität erläutert.

Die in Duisburg-Hochfeld ansässige Ispat Walzdraht Hochfeld GmbH (IWHG) ist ein Tochterunternehmen der Ispat International Rotterdam als Mitglied der indischen LNM Group und gehört zu den führenden Walzdrahterzeugern der Welt.

Die Drahtstraße der IWHG in Duisburg Hochfeld produziert in ihrer dreiadrigen Walzstraße aus 2t-Knüppeln Stahldraht in der Abmessungspalette 5,0 bis 21,0 mm. Der größte Anteil der Qualitätspalette liegt in den höheren Güteklassen und beinhaltet neben Automaten-, Kaltstauch- und Federstählen hauptsächlich Stahlcord für die Reifenindustrie.



Bild 1. Windungsleger im Drahtwalzwerk der IWHG

*Zu den Autoren:*

*B. Sc.(Eng.) Wolfgang Goerke, Leiter Planung Elektr. Instandhaltung, ISPAT Walzdraht Hochfeld GmbH, Duisburg*

*B. Sc.(Eng.) Mario Endler, Leiter Qualitätsüberwachung, ISPAT Walzdraht Hochfeld GmbH, Duisburg*

*B. Sc.(Eng.), B. Sc.(Math) Rolf Grünewald, Projektleitung Stahlindustrie, PSI AG, Berlin*

*B. Sc.(Physics), Thomas Berner, Vertrieb Wirbelstromprüfgeräte, PRÜFTECHNIK NDT GmbH, Ismaning*

Die Produktionsanlage des Drahtwalzwerkes besteht aus den Komponenten Einsatz mit Vormaterial und Ofenbereich, Umformung mit einer 3-adrigen Walzstraße im Kontiverfahren, qualitätsbedingter Abkühlung über Wasser und Luftkühlstrecke, Bundbildung durch Bundbildekammern, Abtransport mittels Transportanlage als Monorail-Hakenbahn und Lagerung und Versand an die Endkunden. Bild 1 zeigt einen Windungsleger im Drahtwalzwerk der IWHG.

Nach Walzung, Abkühlung und Bundbildung erfolgt der Abtransport der Drahtbunde im ungebundenem Zustand über eine Monorail- Hakenbahn.

In der Walzlinie installierte kontinuierliche Heißdrahtoberflächenprüfgeräte, waren wegen fehlender Automatisierungsmöglichkeiten nicht nutzbar.

Im Jahre 1996 entschloß sich das Unternehmen, in ein zukunftsicheres System zu investieren, um den steigenden Qualitätsanforderungen nachzukommen. Ein Team aus Produktion, Qualitätssicherung und Instandhaltung legte die folgende Systemanforderungen fest:

- automatisierte Oberflächenprüfung im laufenden Produktionsprozeß,
- On-Line-Visualisierung der Oberflächenqualität,
- Archivierung der Prüfergebnisse zur nachträglichen qualitätsbezogenen Auswertung,
- Prüfung nach Qualitäts- und Abmessungsvorgaben unter Benutzung der Prozeßdaten aus Rechnern im Ispat-WHG-Netzwerk,
- ringbezogene Zuordnung der Prüfergebnisse.

**Planung und Realisierung.** Individuellen Anforderungen der Abteilungen an das System wurden von einem Team in die Anfragespezifikationen eingebracht. Die Gesamtheit der zuvor genannten Forderungen konnten von keinem auf dem Markt verfügbarem System abgedeckt werden, so daß ein eigenes Konzept zur Visualisierung und Archivierung entwickelt und die Prüfaufgaben mit Standardgeräten abgedeckt werden sollten. Bei der Pflichtenhefterstellung wurden die Schnittstellen zwischen den Prüferechner und dem Leitreechner in enger Zusammenarbeit zwischen den Lieferfirmen und der IWHG festgelegt. Die Gestaltung der Systemoberfläche war von IWHG vorgegeben und wurde vom Lieferanten des Leitrechners systemgerecht umgesetzt. Die Installation der Prüf-PCs und aller notwendigen Komponenten erfolgte während der laufenden Produktion. Für den mechanischen Einbau der Spulenhaltungen in den einzelnen Adern konnte ein turnusmäßiger An-

lagenstillstand genutzt werden. In enger Zusammenarbeit mit dem Lieferanten konnten die Montagearbeiten ausschließlich durch eigenes Personal durchgeführt werden.

Auch die Installation und Inbetriebnahme des Leitrechners konnte, wie zuvor die Prüfgeräte, während der Produktion installiert und, so daß für IWHG keinerlei Produktionsstillstände auf Grund der Einführung des Systems entstanden.

## Wirbelstromprüfung

Die Heißdrahtprüfanlage arbeitet mit Standardwirbelstromprüfgeräten, die bereits in einer großen Anwendungsbandbreite zur *zerstörungsfreien Werkstoffprüfung* in der Produktion von metallischen Halbzeugen (Rohre, Stangen, Drähte) eingesetzt werden. Die Wirbelstromprüfung bietet gegenüber anderen Verfahren den Vorteil, daß sie kontaktlos arbeitet, die Handhabung der Prüfsensoren einfach ist und sie auch bei sehr hohen Prüfungsgeschwindigkeiten eingesetzt werden kann.

Bei der Auswahl der Anlage wurde besonderer Wert auf den Schutz der Sensoren (Prüfspulen) vor den rauen Bedingungen im Walzwerk und eine geringen Wartungsaufwand gelegt.

Die Prüfanlage besteht pro Ader aus dem wassergekühlten Prüfspulensystem, der Wirbelstromelektronik und dem Prüferechner mit digitaler Signalverarbeitung.

**Prüfspulensystem.** Der Spulenhalter ist zwischen Fertigblock und Kühlstrecke installiert und dient als Aufnahme für die wassergekühlte Prüfspule (Bild 2). Vor und hinter der Prüfspule sind wassergekühlte Führungsbuchsen montiert, die die Vibrationen des Walzgutes dämpfen und die Prüfspule vor Berührung schützen. Auf Einlaufseite des Spulenhalters wird mit einer Düse loser Zunder von der Oberfläche des Walzgutes entfernt, um der Verschmutzung des Halters vorzubeugen.

Die Kühlung des Spulenhalters wird durch einen Durchflußdetektor überwacht. Prüfspule, Führungsbuchsen und der Düseneinsatz werden bei Durchmesserwechsel getauscht und sind nach Lösen von jeweils 2 Muttern durch Aufklappen der Spannvorrichtungen leicht zugänglich. Die Zeit für den Umbau des kompletten Spulenhalters beträgt ca. 5 Minuten.

Die Prüfspule ist bei der Prüfung von Drahtabmessungen kleiner 7,5 mm mit einem hochfesten *Keramikeinsatz* ausgerüstet, der den in diesem Abmessungsbereich unvermeidlichen Berührungen des

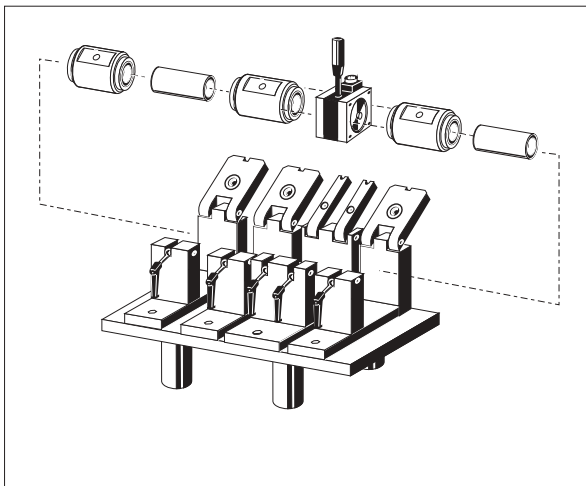


Bild 2. Spulenhalter

Ringkopfes standhält. Die Keramikeinsätze werden nach ca. 6000 Ringen ausgewechselt.

Die Prüfspule ist leicht zerlegbar und kann durch Austausch des Spulensystems repariert werden.

**Wirbelstromprüfelektronik.** Die in der Nähe der Spulenhalter installierte Prüfelektronik besteht aus einem modular aufgebauten Standardprüfgerät mit einem integrierten Computer-Interface.

Um die Beeinflussung des Prüfsignals durch die vielfältigen Störquellen im Walzwerk zu vermeiden, wird für die 150 m lange Strecke zwischen Prüfelektronik und Prüfrechner ein Glasfaserkabel eingesetzt. Über dieses Kabel werden auch die seriellen Signale zur Fernsteuerung der Prüfelektronik und das Statussignal zur Steuerung des Prüfprogramms übertragen.

**Prüfrechner.** Die Auswertung der Prüfergebnisse erfolgt in einem Industrie-PC mit integrierter digitaler Signalverarbeitung, der auf der Hauptsteuerbühne installiert ist. Die Signale der Prüfelektronik werden gleichzeitig hinsichtlich zufällig verteilter-stochastischer-Walzfehler (Risse, Überwalzungen, Löcher, Schalen) und periodisch wiederkehrender Walzfehler (Abdrücke durch Kaliberschäden, Beschädigungen durch eingelaufene Rollen) ausgewertet.

**Stochastische Fehleranalyse.** Es wird die Amplitude des Prüfsignals, die ein gewisses Maß für die Tiefe und Ausdehnung des Fehlers darstellt, mit 3 einstellbaren Schwellen (A, B, und ACC) ausgewertet (Bild 3).

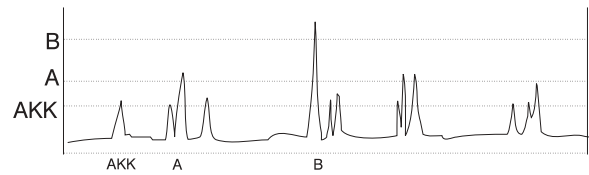


Bild 3. Stochastische Fehlerauswertung

Zur Registrierung der Fehler wird das Walzgut in ca. 50 Sektionen unterteilt, deren Länge (10–300 m) das Auswerteprogramm automatisch anhand der Ringlänge festlegt. Die aufgetretenen Fehler der Kategorien A, B und ACC werden pro Sektion mit einer Auflösung von ca. 10 cm gezählt und mit festgelegten Maximalwerten verglichen.

Aus dem Ergebnis wird anhand einer veränderbaren Wahrheitstabelle eine Qualitätszahl für die Sektion berechnet (Bild 4).

Die Fehler der Kategorie ACC können alternativ auch einer Fehlerdichteberechnung unterworfen werden. Dabei wird ein Ereignis nur dann als ACC-Fehler gewertet, wenn der Fehler eine einstellbare Länge erreicht. Ziel dieser Technik ist die Erkennung von Walzfehlern, die nur zu einer relativ geringen Signalanzeige führen, sich aber i. A. über längeren Strecken ausdehnen (z.B. Überwalzungen).

Aus dem Mittelwert der Qualitätszahlen aller Sektionen wird eine Qualitätszahl für den Ring gebildet.

**Periodische Fehleranalyse.** Bei der periodischen Fehleranalyse werden in einem durch die Walzgeschwindigkeit vorgegebenen Frequenzbereich periodisch wiederkehrende Signale erkannt. Es wird die Wiederholfrequenz der Signale ermittelt und in einer Kalibrierungstabelle, die die mechanischen Daten der Walzlinie enthält, nach einer möglichen Fehlerursache (defektes Walzgerüst oder Rollenkasten) gesucht. Als Ergebnis wird pro Sektion die ermittelte Frequenz ausgegeben. Für den gesamten Ring wird die am häufigsten vorkommende

FEHLER-SUMME > Grenzwert	Grenzwert überschritten? (Ja/Nein)	Fehlerart
A > a	N J N J N J N J	} kurze Fehler
B > b	N N J J N N J J	
ACC > acc	N N N N J J J J	Längsfehler
Q-Zahlen	0 1 2 3 4 5 6 7	
Qualität	sehr gut $\blacktriangleright$ sehr schlecht	

Bild 4. Bildung der Qualitätszahl

Frequenz bzw. defektes Element ausgegeben, wobei eine einstellbare Mindestanzahl an Sektionen diesen Fehler aufweisen muß

Alle Ergebnisse eines Ringes liegen nach Abschluß der Prüfung in Form einer ASCII-Datei im *CSV-Format* (Charakter Separated Values) vor. Damit sind Archivierung und individuelle Auswertungen der Daten leicht durchführbar.

Die zur Einstellung der Prüfung erforderlichen Prozeßdaten (Knüppelgewicht, Walzgeschwindigkeit, Stahlsorte, etc.), die Einstellwerte der Prüfelektronik und der Auswertung und die Prüfergebnisse werden mittels Dateien in der Pause zwischen zwei Ringen über das IWHG-Netzwerk mit dem *Leitrechner* ausgetauscht.

**Leitrechner**

Der Leitreehner dient der Sicherstellung des vollautomatischen Ablaufs der Heißdrahtprüfung ohne Bedienereingriff. Um dieser Anforderung gerecht werden zu können, muß der Leitreehner vor der Prüfung den Prüfgeräten Daten aus der Produktionsplanung (PPL) und dem Leitsystem der Drahtstraße der Oberflächenprüfung zeitgerecht zur Verfügung stellen.

Nach der Prüfung muß der Leitreehner die Ergebnisse visualisieren, archivieren und an nachgeschaltete Systeme zur weiteren Materialverfolgung übertragen.

Die Lösung dieser Aufgaben wurden mit folgenden Mitteln erreicht:

- die Einbettung der Oberflächenprüfung in das Netzwerk der WHG durch geeigneten Anschluß der Prüfrechner und des Leitreehners (Bild 5)
- den Einsatz einer leistungsfähigen relationalen Datenbank zur Archivierung
- durch die Verwendung einer komfortablen *Visualisierung*.

**Material- und Datenfluß.** Nachdem die Knüppel eines Walzloses in den Stoßofen eingesetzt wurden, schickt das Produktionsplanungssystem (PPL) ein Telegramm mit den Daten, die für alle Knüppel des Walzloses gleich sind, über den Bundtransportreehner (BTR) an den Leitreehner. Diese Daten, die im Wesentlichen materialbeschreibenden Charakter haben, enthalten auch Informationen über die *Prüfklasse*, mit der die Parametrierung der Heißdrahtprüfung erfolgt. Auf dem Leitreehner wird zu jedem Walzlos ein Datensatz in der Datenbank angelegt. Das Prozeßleitsystem der Drahtstraße sendet zeitgerecht - angesteuert durch ein Lichtschrankensignal über den Beginn des neuen Drahtes - ein Telegramm über den BTR an den Leitreehner. Dieses Telegramm enthält Daten, die für den soeben produzierten Draht spezifisch sind. Im Leitreehner wird zu jedem Draht ein Datensatz in der Datenbank angelegt. Aus den nun zur Verfügung stehenden Walzlos- und Drahtdaten bildet der Leitreehner ein Datenpaket und überträgt es an den für die angewählte Ader zuständigen Prüfrechner, der diese *Vorgabedaten* für die Einstellung der Prüfparameter nutzt. Mit der zeitgerechten Übertragung werden die Abläufe zwischen

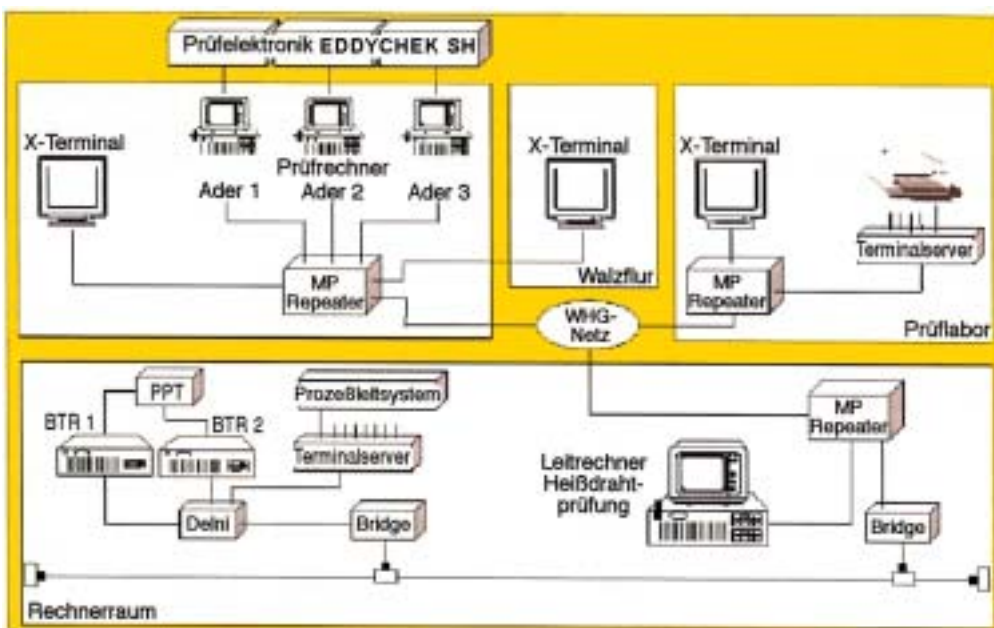


Bild 5. Vernetzung der Prüfanlage



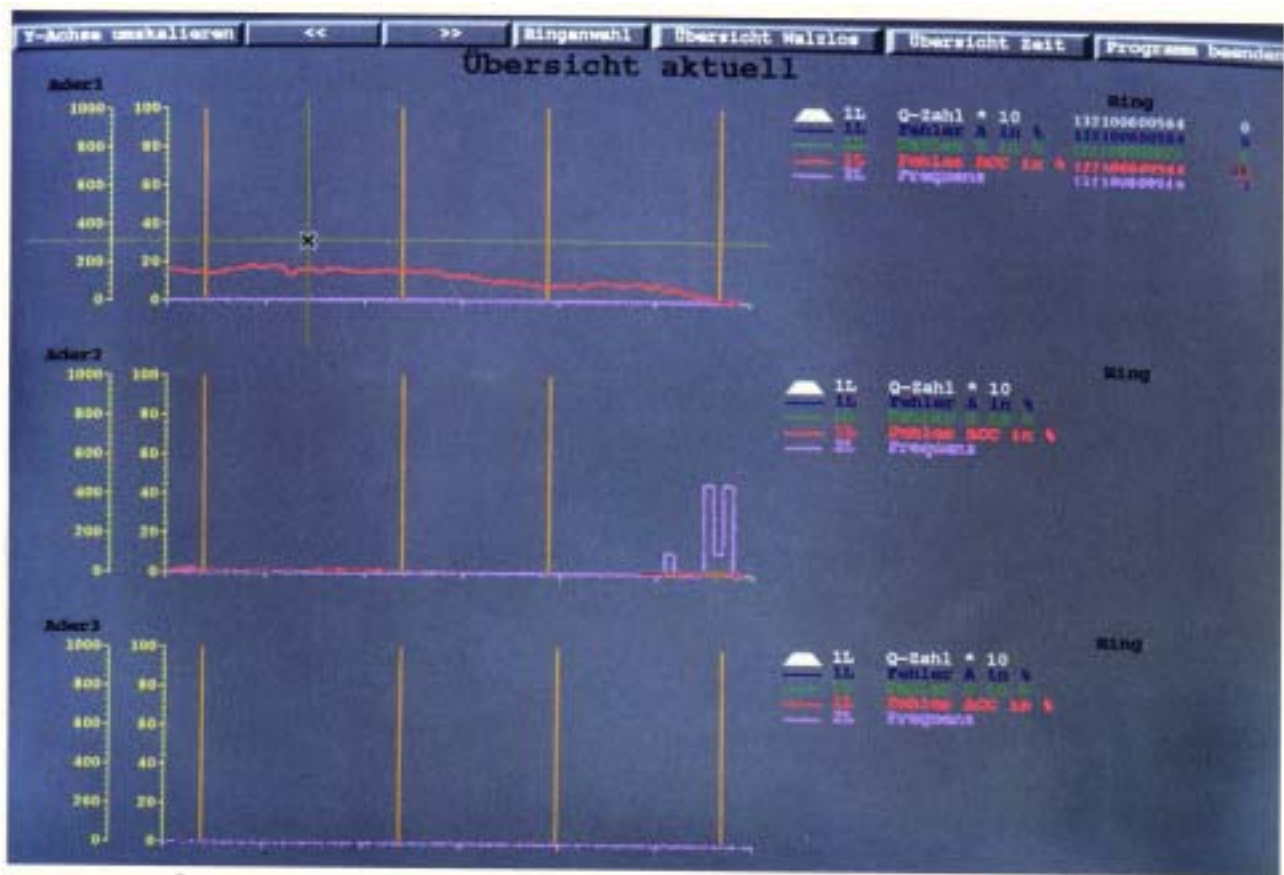


Bild 6. Übersicht Aktuell

Leit- und Prüfrechner synchronisiert und der Prüfrechner wird initialisiert. Nach Abschluß der Oberflächenprüfung eines Drahtes überspielt der Prüfrechner die *Ergebnisdaten*, die dann-gruppirt nach Walzlos, Draht und Sektionen-vom Leitrechner in die Datenbank übernommen werden.

Die Visualisierung auf den X-Terminals wird aktualisiert. Für die weitere Materialverfolgung übernimmt der BTR vom Leitrechner eine aus den Prüfergebnissen gebildete Qualitätszahl. Diese Qualitätszahl wird im BTR der eindeutigen Walz-ID zugeordnet und mit anderen den Ring beschreibenden Daten abgespeichert.

**Datenhaltung.** Alle Vorgabewerte und Prüfergebnisse werden auf dem Leitrechner in einer zentralen relationalen Datenbank gehalten. Daten, die ein festgelegtes Alter erreicht haben, werden automatisch in ein *Langzeitarchiv* übertragen. Neben seiner Funktion als Visualisierungs- und Archivierungssystem dient der Leitrechner auch als zentrale Datenquelle für die Parameterdateien der Heißdrahtprüfung. In den Parameterdateien sind Prüfvorgaben hinterlegt, die sowohl vom Durchmesser als auch von eingesetzten Material abhängen. Damit nicht für jedes der drei

Prüfgeräte eigene Parameterdateien gepflegt werden müssen, werden die Dateien auf dem Leitrechner gehalten. Die Pflege der Parameterdateien kann von jedem PC mit einem Standard-Editor erfolgen. Änderungen können im laufenden Betrieb durchgeführt werden und haben Gültigkeit für alle drei Prüfanlagen. Je Durchmesser können 100 Prüfklassen definiert werden. Damit ist ein Höchstmaß an Flexibilität gewährleistet.

**Systemkomponenten, Netzwerkeinbindung.**

Das Leitrechnersystem basiert auf folgenden Hardware- und Standardsoftwarekomponenten: Server IBM RS/6000 43P, X-Terminals NEC 21-Zoll, 3COM-Multiport-Repeater, Datenbank Oracle, Visualisierung mit LVIS. Um die am Datenfluß beteiligten Systeme koppeln zu können und dabei gleichzeitig mit möglichst geringen Kosten auskommen zu können, wurde-wo möglich-auf bereits vorhandene Protokolle und Übertragungsverfahren zurückgegriffen. Durch die Anbindung des Gesamtsystems können X-Terminals für die Visualisierung an jeder Stelle mit Netzanschluß angekoppelt werden. Zur Zeit sind X-Terminals im Prüflabor, auf der Bühne und am Walzflur installiert.

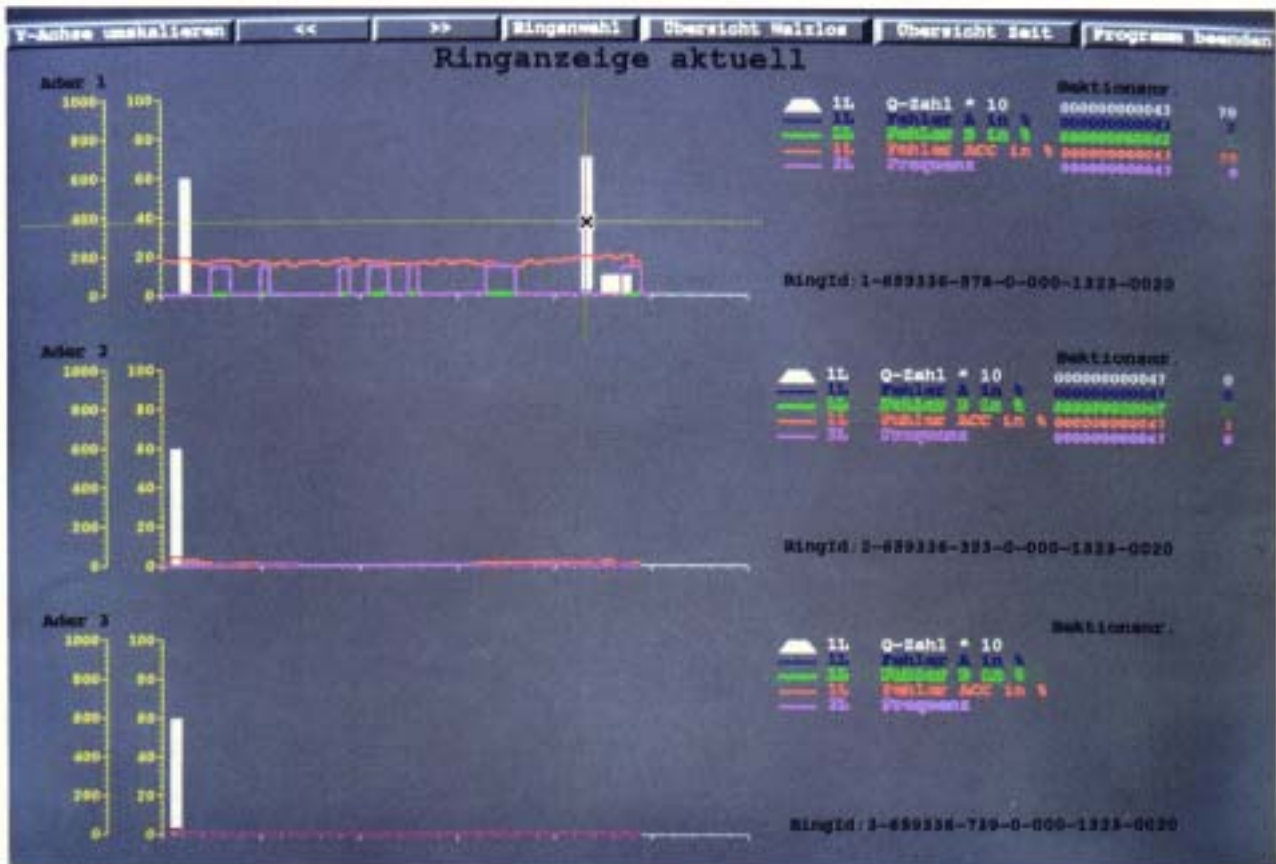


Bild 7. Ringanzeige Aktuell

**Visualisierung.** Wichtige Zielgrößen bei der Definition der anzuzeigenden Graphen war die gleichzeitige Darstellung von Prüfergebnisse aller drei Adern in einer Darstellung. Nur so erhält das Personal einen guten Überblick über die qualitative Situation in der Walzstraße. Für die genauere Untersuchung einzelner Drähte stehen *Ringanzeigen*, in denen sektions-spezifische Werte dargestellt werden, zur Verfügung. Zwischen den einzelnen Darstellungen kann beliebig gewechselt werden. Vor Aufschaltung der historischen (archivierten) Daten werden verschiedene Filter (Walzlosnummer, Zeit, Identnummer der Drahtes) abgefragt. Folgende Darstellungen können angezeigt werden: "Übersicht aktuell", "Ringanzeige aktuell", "Übersicht historisch" und "Ringanzeige historisch".

Allen Darstellungen ist gemeinsam, daß die Werte Q-Zahl (hellgraue Fläche), Fehler A in % (blaue Treppenkurve) Fehler B in % (grüne Treppenkurve),

Fehler ACC in % (rote Treppenkurve) und Frequenz (violette Treppenkurve) angezeigt werden. Für die Beurteilung der Ergebnisse relevante Werte wie Identnummer des Ringes, Sektionsnummer, Fehler

in % etc. werden jeweils rechts neben dem Graphen korrespondierend zur Position des Fadenkreuzes angezeigt.

**Übersicht aktuell.** Bild 6 zeigt für alle drei Adern die Werte der letzten 60 geprüften Ringe an. Nach jeder Drahtprüfung werden die Werte des zuletzt geprüften Ringes links angehängt. Um dem Personal die korrekte Interpretation der Prüfergebnisse zu erleichtern, wird der Wechsel zwischen zwei Walzlosen durch eine senkrechte Linie dargestellt.

**Ringanzeige aktuell.** Bild 7 zeigt eine Detailsicht für den zuletzt gewalzten Draht. Nach Ende jeder Walzung wird dieses Bild automatisch aktualisiert. Durch die Aufteilung der gesamten Drahtlänge in ca. 50 Sektionen wird die genaue Anzeige des Fehlerverlaufs über einen einzelnen Draht ermöglicht.

Die Darstellung archivierter Daten erfolgt im wesentlichen wie die bei den aktuellen Daten. Die anzuzeigenden Daten können nach unterschiedlichen Kriterien (Zeit, Walzlosnummer, Ringidentnummer etc.) gefiltert werden.

### Betriebsergebnisse

Ein entscheidendes Kriterium für den erfolgreichen Betrieb der Heißdrahtprüfung ist die Akzeptanz der Anlage durch die Mitarbeiter im Produktionsbetrieb. Diese wurde durch die einfache Bedienung der Anlage, die übersichtliche Darstellung der Prüfergebnisse und nicht zuletzt durch überzeugende Ergebnisse schnell erreicht.

Auf an den für die Qualitätsentwicklung entscheidenden Arbeitsplätzen installierten Monitoren kann die aktuelle Qualitätsentwicklung verfolgt werden. Bei prozeßbedingten Fehlern wie z.B. Kaliberschäden, Walzenverschleiß oder schadhafte Armaturen können sofort Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden.

Die aktuelle Übersicht der letzten 60 geprüften Ringe jeder Ader spiegelt sehr gut Trends in der Fehlerentwicklung wider.

Dabei gibt die Darstellung der Fehleranzahl die Beschaffenheit der Walzdrahtoberfläche wieder, während die Qualitätszahl eine Überwachung der Fehlerhäufigkeit durch vorgegebene Maximalwerte gestattet. Durch Nutzung der ring- und sektionsbezogenen Darstellung und den Vergleich der Prüfergebnisse der einzelnen Adern können prozeßbedingte und durch fehlerhaftes Halbzeug verursachte Fehler unterschieden werden.

Mit einer sektionsbezogenen Darstellung der zuletzt geprüften Ringe jeder Ader wird die Fehlerverteilung über die Ringlänge sichtbar. Damit können auch systematische Zusammenhänge zwischen Fehlerlage am Ring und dem Ort der Fehlerentstehung ermittelt werden. Ursachen für systematische Fehler wurden in der Vergangenheit hauptsächlich in der Ofenausmauerung, in der Ausziehrolle nach dem Stoßofen und in der Weiche vor dem 1. Walzgerüst

gefunden. Die Ausziehrolle sowie die Weiche wurden daraufhin konstruktiv geändert.

Durch die periodische Fehleranalyse können sehr schnell Kaliberschäden an Walzen oder Rollenkästen erkannt werden.

Die Mitarbeiter im Prüflabor führen bei Fehleranzeigen eine visuelle Kontrolle der Walzdrahtoberfläche durch. Werden Oberflächenfehler am Walzdraht festgestellt, so erhalten die betroffenen Ringe eine vorläufige Sperrung. Diese Ringe werden in einem Sperrlager abgesetzt. Mit Hilfe der sektionsbezogenen Darstellung werden die Fehler am Walzring lokalisiert. Danach wird über weitere Prüfungen bzw. über die Verwendung des Walzdrahtes entschieden.

Im folgenden werden einige Ergebnisse betrachtet.

**Kaliberschaden.** Im Bild 8 ist das typische Fehlerbild eines Kaliberschadens dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen Kaliberschaden im 23. Walzgerüst von insgesamt 26 Gerüsten. Die Walzdrahtabmessung betrug 6,5mm. Im Diagramm ist der prozentuale Anteil der Fehlertypen ACC, A und B sowie die Q-Zahl über die fortlaufenden Ringnummern aufgetragen. Hierbei wird deutlich, daß der Zeitraum zwischen Entstehung des Fehlers (Ring Nr.342) bis zu seiner Beseitigung wesentlich verkürzt wird und somit nur wenige Ringe betroffen sind.

**Rollenverschleiß.** Bild 9 zeigt einen stetigen Anstieg der Fehleranzahl. Nach Überschreitung eines festgelegten Maximalwertes von 12% (ACC-Fehler) erhöht sich die Qualitätszahl auf 1. Nach dem Tausch der Rollenkästen in den letzten Gerüsten des Fertigblockes stellte sich ein normales Niveau ein. Eine Inspektion der Rollenkästen ergab einen erhöhten Verschleiß der Rollen.

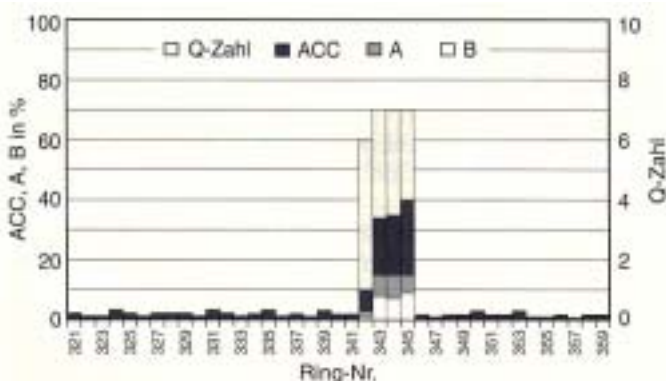


Bild 8. Entwicklung eines Kaliberschadens

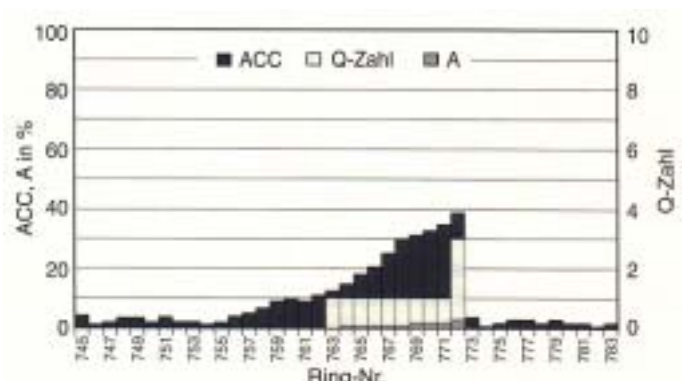


Bild 9. Fehleranstieg durch Rollenverschleiß

**Halbzeugbedingte Walzdrahtfehler.** Bild 10 stellt die Anzeige schalenartiger Fehler, verursacht durch fehlerhaftes Halbzeug dar.

**Systematische Fehler.** Im Bild 11 sind die Prüfergebnisse von 3 aufeinanderfolgenden Walzdrähten zu sehen. Der Oberflächenfehler tritt jeweils in der 9. Sektion auf. Dies läßt eindeutig auf einen systematischen Zusammenhang zwischen Fehlerlage am Walzdraht und dem Ort der Entstehung schließen. Die Ursache war, wie sich später herausstellte, eine verschlissene Ofenausmauerung im vorderen Bereich des Stoßofens.

Bemerkenswert hierbei ist, daß sich die Fehler am Walzdraht nur über ca. 10 Drahtwindungen erstrecken. Dies entspricht ca. 30 m Drahtlänge. Bei einem Drahtdurchmesser von 5,5 mm ergibt sich eine Sektionslänge von ca. 240 m und somit ein relativ geringer prozentualer Anteil an Fehlern in der betroffenen Sektion. Im vorliegenden Beispiel sind die Sektionen mit max. 6% ACC, 0,9% A und 0,7% B-Fehlern belegt. Durch die in der verwendeten Prüfklasse festgelegten Bedingungen zur Bildung der Qualitätszahl werden den Mitarbeitern der Qualitätsüberwachung vor Ort auch kleinste fehlerhafte Drahtabschnitte sichtbar gemacht.

**Instandhaltung**

Im Auftragsumfang des Softwarelieferanten ist eine Ferndiagnose für das Rechnersystem enthalten, die bei Störungen in der Software unverzüglich, via ISDN-Anschluß, Zugriff auf die erstellten Programme ermöglicht.

Die Robustheit und die Wartungsfreundlichkeit der eingesetzten Komponenten der Prüfanlage überzeugte. Alle Verschleißteile können mit eigenem Personal in den betriebsnahen Werkstätten gewartet und repariert werden, so daß hier die notwendigen Betriebskosten auf einem geringen Niveau liegen.

Der Austausch der Spulen entsprechend den Drahtabmessungen ist dahingehend vereinfacht, daß dieses in den Umstellphasen der Produktion integriert ist, infolgedessen ist die Betriebszeit der Straße hiervon nicht betroffen.

**Ausblick**

Über die Beurteilung des Fehlerbildes, sowohl makro- als auch mikroskopisch, sollen weitere Optimierungen der Einstellparameter durchgeführt werden. Diese sind sowohl abhängig von der gewalzten Stahls-

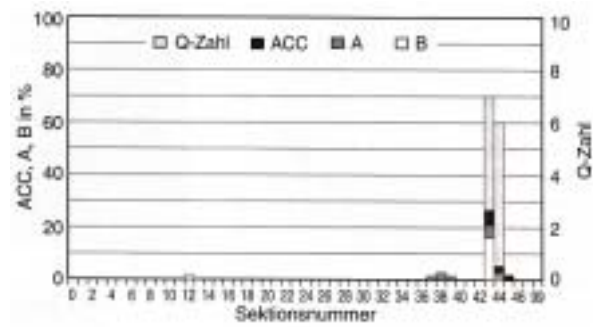


Bild 10. Halbzeugbedingter Fehler am Ringende

orte als auch vom jeweiligen Füllfaktor, d.h. vom Verhältnis Spulendurchmesser zu Walzdrahtdurchmesser. Die Ergebnisse sollen zur Erweiterung des Fehlerkataloges dienen, welcher die Grundlage für die Anpassung der Parameterdateien nach Qualitätsgruppen bilden soll.

Eine ringbezogene Archivierung der Prüfergebnisse bildet die Grundlage für statistische Auswertungen. Durch diese Auswertungen können z.B. Rückschlüsse auf die eingesetzten Stahlsorten und die Oberflächenqualität des Halbzeuges gezogen werden. Somit kann eine Optimierung der Walzdrahtoberfläche bereits am Halbzeug erfolgen. Weiterhin ist es möglich, systematische Fehler, die ihre Ursachen im Walzwerk haben, zu erkennen und abzustellen. Dazu ist der Aufbau einer Langzeitarchivierung und der Einsatz einer speziellen Auswertesoftware geplant.

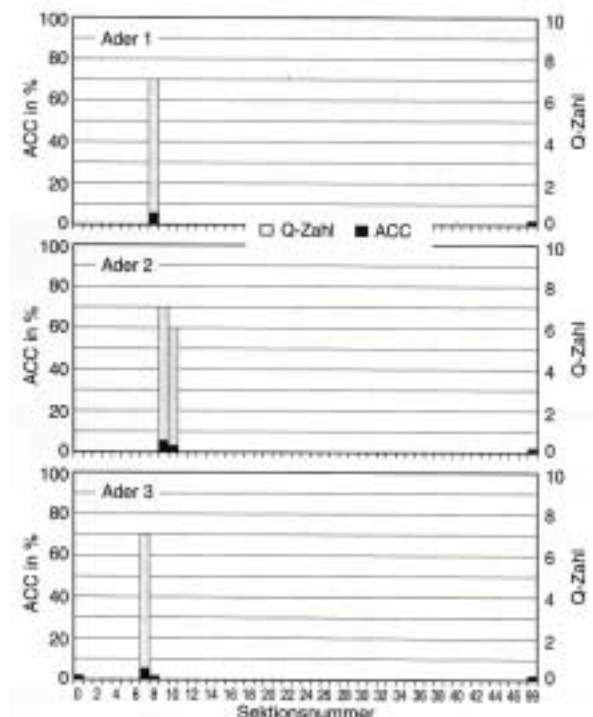


Bild 11. Darstellung eines systematischen Fehlers