

# THERM-O-MATIC®

Billet Surface

Inspection System

– made by steel people for steel people



Sonderdruck aus SIE & WIR, Information 14/84

# Das Therm-O-Matic-Verfahren

## Ein neues Prüfverfahren für die Online-Prüfung von Knüppeln und Rundstahl auf Oberflächenfehler

Dr.-Ing. Karl-Josef Kremer

Knüppel und Rundstahl mit Edeltahlanspruch liegen nach dem Walzen und einem gegebenenfalls vorzunehmenden Wärmebehandeln noch nicht in einer Ausführung vor, wie sie von Kunden verlangt wird. Sie müssen durch Richten, Entzundern sowie eine Enden- und Oberflächenbearbeitung auf die bestellten Anforderungen zugerichtet werden.

Aus wirtschaftlichen Gründen erfolgt heute das Richten, Entzundern und Prüfen überwiegend in Zurichtungslinien. Bild 1 zeigt den Aufbau der Zurichtungslinie im Werk Niederschelden: Knüppel mit einer Kantenlänge von 50 bis 130 mm und Rundstahl mit 80 bis 130 mm Durchmesser werden zunächst auf einer Rollenrichtmaschine gerichtet, anschließend im Durchlauf strahlentzundert und schließlich automatisch auf Oberflächen- und Innenfehler geprüft. Die durch die Online-Prüfung aufgedeckten Fehler werden durch

Farbspritzen lagegerecht markiert. Stäbe mit unzulässigen Oberflächen- und Innenfehlern können automatisch zur Nacharbeit sortiert werden. Zusätzlich kann eine Sortierung nach vorgegebenen Längen vorgenommen werden.

Die Prüfanlage für die Online-Prüfung auf Oberflächenfehler gestattet es, nach anwendungsorientierten Kriterien definierte Fehlererscheinungen mit hoher Prüfempfindlichkeit und Zuverlässigkeit aufzudecken. Die Prüfvorgabe muß so gewählt werden, daß einerseits das Erzeugnis hinsichtlich der Fehlerarmut den Ansprüchen unserer Abnehmer entspricht, andererseits Oberflächeninhomogenitäten, die bei der Weiterverarbeitung nicht stören, möglichst nicht aufgedeckt werden.

Diese Aufgabenstellung bot immer wieder Anreiz zur Entwicklung neuer verfahrenstechnischer Lösungen. So wurde im Werk Siegen Mitte der 60er Jahre mit der ersten Magnetografie-Anlage eine Prüfanlage eingesetzt, die den für eine Online-Prüfung genannten Kriterien entsprach. Ein moderner Nachfolger wird heute in der Knüppelzurichtung des Werkes Rheinhausen betrieben. Mitte der 70er Jahre ist im Werk Niederschelden das Trockenflux-Prüfverfahren eingeführt worden, das zwar hinsichtlich der Fehleraufdeckung den Ansprüchen gerecht wurde, jedoch in

seiner Prüfkapazität nicht ausreichte.

Im Frühjahr 1981 stellte das norwegische Unternehmen Elkem A/S mit dem Therm-O-Matic-Verfahren ein neuartiges Prüfverfahren der Öffentlichkeit vor, das sich aufgrund seiner Konzeption für einen Einsatz in der Niederscheldener Zurichtungslinie anbot. Nachdem durch umfangreiche Betriebsversuche mit einer einseitig prüfenden Versuchsanlage die grundsätzliche Eignung des Verfahrens nachgewiesen worden war, wurde der Elkem A/S der Auftrag für die Entwicklung und Errichtung einer ersten betrieblichen Prüfanlage erteilt.

Bild 1: Zurichtungslinie für Knüppelhalbzeug und Grobrundstahl.

Bild 2: Einbau der Therm-O-Matic-Prüfanlage in die Zurichtungslinie.

Bild 3: Stabdurchlauf durch die Induktionsspule.

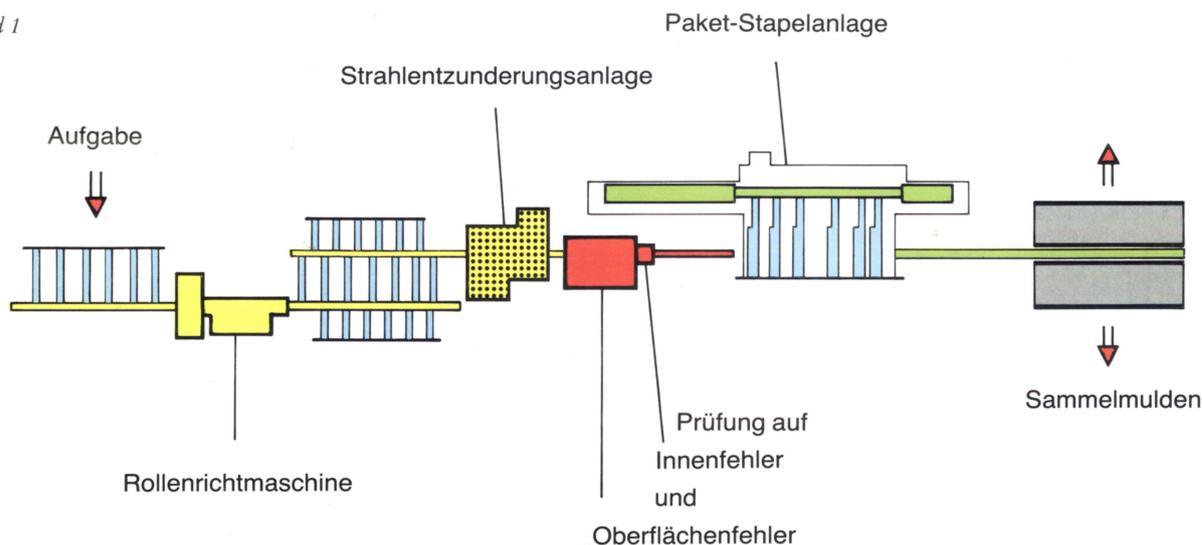
Bild 4: Abtasten des Temperaturfeldes auf der Staboberfläche.

Bild 5: Markierung der Oberflächenfehler durch Farbspritzen.

Bild 6: Auswertung der IR-Kamera-Signale über Mikrocomputer und analoge Darstellung der Ergebnisse über Monitor.

Bild 7: Steuerung der Prüfanlage.

Bild 1





Sie wurde im Juni 1983 in die Zurichungsline eingebaut (Bild 2). Nach Einfahren der Anlage und ihrer Kalibrierung wurden umfangreiche Versuche zum Nachweis der Fehleraufdeckung vorgenommen. Nach deren Abschluß konnte die Prüfanlage für die routinemäßige Prüfung freigegeben werden.

Das Verfahrensprinzip ist wie folgt: Der Knüppel oder Rundstahl durchläuft eine mit etwa 40 KHz betriebene Induktionsspule (Bild 3). Dabei werden in der Staboberfläche Wirbelströme induziert, die zu einer leichten Erwärmung der äußersten Oberflächenschicht führt. Strukturelle Inhomogenitäten in der Staboberfläche verursachen eine ungleichmäßige Temperaturverteilung. Hinter der Induktionsspule wird das Temperaturfeld der Staboberfläche mit hochempfindlichen Infrarotkameras mit hoher Frequenz abgetastet (Bild 4). Die auf diese Weise aufgenommene Temperaturverteilung wird durch sehr schnelle Mikrocomputer nach einem vorgegebenen Algorithmus ausgewertet. Entsprechend der Prüfvorgabe unzulässige Oberflächenfehler werden nur wenig hinter der Abtastebene durch Farbspritzen lagegerecht markiert (Bild 5).

So einfach das Verfahrensprinzip erscheint, so schwierig war jedoch die Entwicklung der technologischen Lösung. Schließlich sollten auch Fehler geringer Längen und Fehlertiefen ab etwa 0,3 mm bei Durchsatzgeschwindigkeiten bis zu 60 m/min sicher und ohne Fehlmarkierungen sowohl auf

den Flächen wie auch im Kantenbereich aufgedeckt werden. In Temperaturwerten für die nur kurzzeitig erwärmte Staboberfläche heißt dies: Bei einer allgemeinen Temperaturerhöhung durch den induzierten Wirbelstrom in der Größenordnung von 10 K betragen die durch Fehler hervorgerufenen Temperaturschwankungen bis zu 3 K. Diese kleinen Temperaturunterschiede müssen feinfühlig erfaßt und im Mikrosekundenbereich ausgewertet werden. Dies konnte durch Einsatz hochempfindlicher Infrarot-Kameras mit einem Auflösungsvermögen von  $\leq$  als 0,2 K sowie modernster Mikrocomputerbausteine, die die erforderliche kurzzeitige Auswertung der Kamerasignale ermöglichen (Bild 6), erreicht werden.

Die Steuerung der weniger als 5 m langen Prüfanlage erfolgt durch ein übergeordnetes Mikrocomputersystem (Bild 7). Dieses übernimmt auch die Ergebnisse der vier Mikrocomputer, die diese bei der Auswertung der von den IR-Kameras empfangenen Signale gewinnen. Außerdem verfügt dieser übergeordnete Rechner über ein Programm zur automatischen Korrektur bei zulässigen Schwankungen der Durchlaufgeschwindigkeit der Stäbe sowie ein umfangreiches Programm zur Erfassung von Anlagenstörungen. Bei Auftreten prüfrelevanter Anlagenstörungen wird die Prüfanlage automatisch außer Betrieb genommen. Der Betrieb der Prüfanlage, auftretende Störungen sowie der Prüfvorgang werden von dem Anlagenbediener über

Bildschirm verfolgt. Die Anlage wird von einem Mitarbeiter aus einem Steuerhaus heraus bedient, das klimatisiert und lärmgeschützt sowie nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltet ist. Da nahezu alle Abläufe automatisiert sind, ist die Bedienung problemlos.

Nach Durchsatz eines Fertigungsloses wird ein Losbericht ausgedruckt, der neben den identifizierenden Angaben die durchgesetzte Stückzahl, die Prüfvorgabe sowie das Prüfergebn dokumentiert. Ferner wird nach jeder Schicht ein Schichtbericht erstellt, der alle durchgesetzten Positionen mit den für den weiteren Durchsatz wichtigen Kennzahlen nennt. Schließlich wird am Ende jeder Schicht ein Bericht ausgedruckt, der die gegebenenfalls aufgetretenen Anlagenstörungen und ihre Dauer ausweist.

Die Nagelprobe für jedes Prüfverfahren ist die in der betrieblichen Praxis erreichte Fehlerauffindbarkeit. Bild 8 ist eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse umfangreicher Untersuchungen. Aufgetragen ist die mit unterschiedlicher Prüfeinstellung im Vergleich zum Naßfluxen gefundene Fehlerauffindwahrscheinlichkeit. Das Bild weist aus, daß die für Knüppelhalbzeug geforderte Fehlerarmut sicher eingestellt werden kann.

Bild 8: Gewählte Prüfvorgaben bei unterschiedlichen Erzeugnisanforderungen.

