

OEFZS--4566

Jänner 1991

AT91 000 65



Österreichisches Forschungszentrum

Seibersdorf

Die Anwendung von Strahlenquellen
in der Industrie

Erich Frevert

DIE ANWENDUNG VON STRAHLENQUELLEN IN DER INDUSTRIE

Erich Frevert

Vortrag

gehalten am Strahlenschutz-Sonderkurs für
Referenten des Österreichischen Zivilschutzverbandes
vom 20. - 23.11.1990

Österreichisches
Forschungszentrum Seibersdorf
Ges.m.b.H.
Hauptabteilung
INDUSTRIELLE MESSTECHNIK
A-2444 Seibersdorf

DIE ANWENDUNG VON STRAHLENQUELLEN IN DER INDUSTRIE

KURZFASSUNG

In dem Vortrag werden die beiden Hauptgebiete der industriellen Isotopenanwendung an Hand von Beispielen vorgestellt. Bei der Produktionssteuerung und -kontrolle wird zuerst über Durchstrahlungs- und Rückstreuungsmessungen berichtet. Dann werden die Röntgenfluoreszenzmethode und die Feuchtemessungen mit Neutronen erwähnt. Auf Füllstandsmessungen wird hingewiesen. Bei den Traceruntersuchungen werden Strömungs- und Durchmischungsuntersuchungen beschrieben und auf Untersuchungen von Grenzflächenvorgängen hingewiesen. Zum Schluß werden noch Ortungsarbeiten an nichtmetallischen Rohrleitungen erwähnt.

THE INDUSTRIEL APPLICATION OF RADIOISOTOPES

ABSTRACT

In this paper the two main fields of the industrial application of radioisotopes are introduced. In the field of process controlling device and controll first about the transmission and the backscattering methods is reported. Then the x-ray fluorescence method and the moisture gauging with neutrons are mentioned. Also the measuring of depth of charge. In the field of tracer investigations about all kinds of flow and intermixture measurements is reported. And investigations of corrosion, wear and lubrication and precise location of nonmetallic pipe lines are mentioned.

Fachkategorie: D22, D23

Dekriptoren: RADIOISOTOPE APPLICATION / INDUSTRY / PROCESS CONTROLLING DEVICE / CONTROLL / TRACER INVESTIGATIONS

DIE ANWENDUNG VON STRAHLENQUELLEN IN DER INDUSTRIE

1. EINLEITUNG

Die Anwendung radioaktiver Isotope in Industrie und Wirtschaft hat seit den letzten Jahrzehnten eine solch große volkswirtschaftliche Bedeutung erlangt, daß sie in allen Industrienationen aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken ist. Mit dieser Technologie konnten Meßverfahren entwickelt werden, die vorher nicht möglich waren. Dadurch lassen sich Arbeitsprozesse genauer erfassen, die vorgegebenen Toleranzen besser einhalten und die Effektivität der Anlagen steigern. Dies wiederum bewirkt Kosteneinsparungen auf dem Material- und Personalsektor bei Erzielung besserer Qualitäten. Mit Hilfe von Prozeßrechnern können ferner die Arbeitsvorgänge teil- oder vollautomatisiert werden, was zu weiteren Kostenverringeringen führt. Bereits 1958 wurde der jährliche wirtschaftliche Nutzen der technischen Anwendung radioaktiver Stoffe für die USA mit 500 Millionen Dollar beziffert.

Die industrielle Isotopenanwendung kann man in zwei große Gebiete unterteilen: die Produktionssteuerung und -kontrolle und die Traceruntersuchungen. Im folgenden sollen für beide einige Beispiele angeführt werden, wobei vorwiegend auf Arbeiten und die daraus resultierenden Erfahrungen der Hauptabteilung für Industrielle Meßtechnik (IM), dem vormaligen Institut für Isotopenanwendung, zurückgegriffen wird.

2. PRODUKTIONSSTEUERUNG UND -KONTROLLE

Bei der Produktion eines Gegenstandes war es seit jeher der Wunsch, diesen mit möglichst geringem Arbeits- und Materialaufwand bei gleichbleibender optimaler Qualität herzustellen. Das Endziel ist die Automatisierung. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß sämtliche Arbeitsvorgänge und Kenngrößen meßtechnisch erfaßbar sind. Man benötigt also Sensoren, die diese Daten mit der erforderlichen Genauigkeit sofort kontinuierlich und ohne merkbaren Eingriff in den Produktionsablauf liefern. Bei vielen Herstellungsverfahren und Arbeitsprozessen war dies erst mit der Einführung der Isotopentechnik möglich.

So kann z.B. die Dicke eines Materials entweder durch die Bestimmung des Absorptionsgrades einer ionisierenden Strahlung durch das Material oder durch die Messung der Intensität der von dem Material zurückgestreuten Strahlungsanteile ermittelt werden. In beiden Fällen ist der Meßvorgang berührungslos. Er kann also auch u.a. bei glühenden Blechen angewendet werden. So ist es nicht verwunderlich, daß gerade in der Schwerindustrie die Verwendung radioaktiver Isotope weit verbreitet ist. Aber auch in anderen Industriezweigen wird sie häufig angewendet. Es gibt praktisch weltweit kein Papier mehr, dessen Dicke bei der Herstellung nicht durch die Absorption ionisierender Strahlung geregelt wird. Für die Fa. Hatschek wurde von IM eine Anlage zur kontinuierlichen Dickenmessung von Asbestzement-Platten während des Fertigungsprozesses entwickelt, die eine automatische Regelung der Plattenmaschine ermöglicht, wodurch eine optimale Dickenverteilung und damit eine verbesserte Qualität der erzeugten Platten erreicht wird. Bei einer Extrudermaschine wurde die Strahlenquelle am äußersten Extruderherz angebracht, um so die Wandstärke und die Exzentrizität der erzeugten Rohre messen zu können. Durch eine Anlage zur Dickenmessung von Industriefilzen können Fehler rechtzeitig erkannt und so die Ausschußkosten erheblich gesenkt werden.

Wenn das Meßgut nur von einer Seite her zugänglich ist, muß das Rückstreuverfahren angewendet werden. Allerdings muß man dabei die

relativ große Geometrieabhängigkeit berücksichtigen. Der Abstand zwischen Meßgut und dem Meßkopf muß unbedingt konstant gehalten werden. Bei einem Gerät zur kontinuierlichen Messung der Dicke von vorgedeltem Industriefilz wurde durch entsprechende Führungen an der Meßstelle dafür gesorgt, daß dieses Kriterium erfüllt wurde. Weitere Anwendungen der Rückstremethode sind Bestimmungen der Wandstärke von Rohren, bei denen es nicht möglich ist, eine Strahlenquelle ins Rohrinne zu bringen.

Ein Spezialgebiet der Dickenmessung ist die Ermittlung der Dicke von Auflageschichten. Wenn das Trägermaterial eine konstante Dicke besitzt, reduziert sich das Problem bei einer Durchstrahlung auf eine normale Dickenbestimmung mit konstanter Vorabsorption. Denn eine Änderung der Strahlungsintensität wird dann ausschließlich durch eine Änderung der Schichtdicke bewirkt. Falls das Trägermaterial in Bezug auf Zusammensetzung oder Dicke nicht konstant ist, kann man mit einer Vergleichsmessung zwischen unbeschichtetem und beschichtetem Produkt eine exakte Schichtdickenmessung durchführen. Dies wurde bei einer Anlage zur kontinuierlichen Messung und Regelung des Farbauftrages von Schreibmaschinenfarbbändern ausgenutzt.

Eine andere Möglichkeit bietet die Rückstremethode. Hierbei sollte im Idealfall die Dicke des Trägers größer sein als die Sättigungsschichtdicke (bei der Sättigungsschichtdicke bewirkt eine Zunahme der Dicke keine Erhöhung der Intensität der rückgestreuten Strahlung). In dem Fall ist die Rückstreuung proportional der Schichtdicke. Diese Art von Messungen werden vor allem in der Galvanik, in der Gummi- und Kunststoffindustrie und bei der Papierherstellung angewendet. Vom IM wurde eine Methode entwickelt, die Schichtdicke und Exzentrizität von ummantelten Drähten zu bestimmen.

Die Röntgenfluoreszenzmethode bietet eine weitere Meßmöglichkeit an. Hier werden mit einer geeigneten Strahlenquelle die charakteristischen Röntgenstrahlen des Schichtmaterials angeregt. Deren Intensität muß proportional der Schichtdicke sein. Beispiele für solche Möglichkeiten sind die Messung von Chrom-, Kupfer-, Zink- und Zinnschichten auf Stahl, Chrom und Gold auf Kupfer, Platin auf Zinn

u.a.m. Vom IM wurden ein Verfahren zur Bestimmung der Schichtdicke von Papier und ein Meßkopf zur Messung der Dicke der Lackschicht im Inneren von Tuben und die der äußeren Farbschicht entwickelt.

Ein weiteres großes Anwendungsgebiet sind die Feuchtemessungen. Hierbei werden als Strahlenquellen Neutronenquellen verwendet, also Quellen, die die neutralen Kernteilchen aussenden. Wenn diese Materie durchdringen, verlieren sie durch Stöße an den Atomkernen einen Teil ihrer kinetischen Energie. Dieser Verlust ist am größten bei einem Zusammentreffen mit den Kernen von Wasserstoffatomen (1 Proton). Die Zahl der abgebremsten oder thermischen Neutronen muß also proportional der Zahl der Wasserstoffatome und damit auch proportional dem Wassergehalt sein. In der Bauindustrie werden Geräte, die nach diesem Prinzip arbeiten, bereits seit langem für eine automatische Wasserzugabe bei der Betonherstellung eingesetzt, um das vorgegebene Wasser-Zementverhältnis genau einhalten zu können. IM hat solche Geräte zusammen mit einer Anlage zur Sieblinienbestimmung der feinen Sandkornfraktionen 0/4 mm gebaut. Weitere Anwendungsmöglichkeiten, die von IM teilweise für die Industrie verifiziert wurden, teilweise aber nur im Labor erprobt worden sind, sind kontinuierlich, berührungslose Messungen am Förderband für so unterschiedliche Materialien wie Sintererze, Kohle, Lehm, Holz, Blähtonsteine und Industrieschlacke. In der Landwirtschaft kann durch kontinuierlich messende Feuchtesonden eine automatische Regelung der notwendigen Bodenfeuchte durch künstliche Bewässerung ermöglicht werden.

Mit Hilfe von Strahlenquellen können auch Füllstandskontrollen und -messungen durchgeführt werden. Man kann den Behälter durchstrahlen oder mit den Rückstreuverfahren arbeiten. Die Ermittlungen erfolgen wieder berührungsfrei von außen her. Der Produktionsablauf wird also nicht gestört. Von IM wurde ein Gerät zur Kontrolle von Feuerzeugtanks entwickelt und ausgeliefert. Anwendungen findet dieses Verfahren in der gesamten Industrie, vor allem aber in der petrochemischen Industrie.

3. TRACERUNTERSUCHUNGEN

Das zweite wichtige Gebiet der industriellen Isotopenanwendung ist das der Tracer- oder Leitisotopenuntersuchungen. Mit ihrer Hilfe können Produktionsvorgänge verfolgt, der Einfluß einzelner Parameter bestimmt, Fehlerursachen ermittelt, Wirkungsgrade gemessen und Kenntnisse über eine Reihe weiterer für die Industrie interessanter Daten gewonnen werden. Das Prinzip beruht im wesentlichen auf der Tatsache, daß sich die radioaktiven Isotope eines Elementes chemisch nicht von dessen stabilen Isotopen unterscheiden, daß sich aber noch geringste Mengen radioaktiver Isotope durch deren Strahlung nachweisen lassen. Der eminente Vorteil der Methode liegt darin, daß in den meisten Fällen kein Eingriff in das System notwendig ist, daß also die Messungen unter normalen Arbeitsbedingungen durchgeführt werden können.

Ein Teilgebiet sind Strömungsuntersuchungen aller Art an festen, flüssigen und gasförmigen Medien. So lassen sich Strömungs- und Durchlaufgeschwindigkeiten ermitteln, Durchsatzmengen bestimmen und Verweilzeiten messen. Auch hier hat IM in den vergangenen Jahrzehnten eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt. Stellvertretend dafür sollen die Bestimmung der Durchflußmenge der Donau zwischen Aschach und Linz und die Messung der Durchlaufzeiten des Klinkers in einem Rohrkühler einer 2000 t/d Wärmeaustauscheranlage erwähnt werden.

Bei Durchmischungsuntersuchungen geht es meistens um die Feststellung der optimalen Mischzeit. Hier konnten bei verschiedenen Messungen der IM bedeutende Herabsetzungen vorgeschlagen werden, die natürlich finanzielle Einsparungen mit sich gebracht haben. Untersuchungen von Verteilungen und Volumensbestimmungen von komplizierten Systemen gehören ebenfalls zu den Arbeiten, die in der Vergangenheit durchgeführt worden sind.

Ein ganz wichtiges Gebiet sind die Untersuchungen von Grenzflächenvorgängen. Es umfaßt die volkswirtschaftlich so bedeutenden Themen Korrosion und Verschleiß. Da, wie schon erwähnt, geringste Spuren

von Radioaktivität noch nachweisbar sind, können gerade Verschleißvorgänge in den Anfangsphasen untersucht werden. Durch Interpolation auf Langzeitverhalten können so die Untersuchungen drastisch verkürzt werden. Bei Messungen des Abriebes von Wendeschneidplättchen aus Hartmetall - die Nachweisgrenze betrug 10^{-8} g - wurde festgestellt, daß bei Beginn des Zerspanens der Kobaltanteil um das 6-fache höher war als es der normalen Zusammensetzung entsprach. Die Produktion der Schneidplättchen wurde darauf hin umgestellt. Bei Schmelzöfen aller Art wird der Verschleiß der feuerfesten Innenauskleidung durch radioaktive Markierung kontrolliert. Auch hier hat IM einschlägige Arbeiten durchgeführt. Eng zusammen mit den Abriebmessungen hängen Untersuchungen über Schmierprozesse wie Effektivität, Abhängigkeit von Zusätzen etc. Von IM wurde u.a. für die Fa. Vorwerk, BRD, der Öltransport in einem System Sinterlager-Filzringe für Staubsaugermotoren bestimmt. Es zeigte sich, daß schon nach kurzer Zeit ein vollständiger Austausch stattgefunden hat.

Zum Schluß soll noch kurz auf eine weitere Anwendung von radioaktiven Strahlenquellen hingewiesen werden, den Ortungsuntersuchungen. Wenn man eine Strahlenquelle durch eine unterirdisch verlegte Leitung zieht, kann man deren Verlauf an der Erdoberfläche mit großer Präzision feststellen. Auf die Art sind bisher fast 100 km Gasleitungen aus Kunststoffrohren geortet worden. Und Lecksuchen mit radioaktiven Isotopen gehören zu den routinemäßigen Dienstleistungen der Hauptabteilung.

4. SCHLUSSBEMERKUNG

Mit diesen Ausführungen wurde der Versuch gemacht, einen kurzen Überblick über das vielfältige Gebiet der Anwendung von radioaktiven Strahlenquellen in der Industrie zu geben, wobei als Beispiele vorwiegend auf Arbeiten zurückgegriffen worden ist, die die Hauptabteilung Industrielle Meßtechnik in den vergangenen Jahrzehnten durchgeführt hat. Es reicht von der Papierindustrie bis zur Schwerindustrie, von der Bauindustrie bis zur petrochemischen Industrie. Und

trotz neuer Entwicklungen bei der Sensortechnik wie Radar, Laser, Ultraschall etc. wird man in absehbarer Zeit auf die Radionuklidtechnik nicht verzichten können.

ÖEFZS-Berichte

Herausgeber, Verleger, Redaktion und Hersteller:

Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf Ges.m.b.H.

A-2444 Seibersdorf, Tel. (02254) 80, Telex 014-353

Alle Rechte vorbehalten.