Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 72 (1981)

Heft: 15

Artikel: Prüfung eines Verstrahlungsmessgerätes

Autor: Kuhn, T.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905141

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Prüfung eines Verstrahlungsmessgerätes

Von Th. Kuhn

621.317.794;

Die Qualitätsprüfung muss heute als Bestandteil der Qualitätssicherung gesehen werden. An einem praktischen Beispiel wird gezeigt, wie die Qualitätsprüfung unter diesem Aspekt bei der Produktion eines Strahlenmessgerätes eingesetzt wird.

Le contrôle de la qualité fait désormais partie de l'assurance de celle-ci. A un exemple tiré de la pratique, on montre comment ce contrôle est opéré, dans le cas de la production d'un mesureur d'irradiation.

1. Einleitung

Die Qualitätsprüfung hatte im Rahmen der Qualitätssicherung, worunter hier die Massnahmen zur Erzielung der geforderten Qualität verstanden werden, schon immer eine wesentliche Bedeutung. Ihr Zweck hat sich mit der Zeit allerdings verändert. Sie dient heute nicht mehr vorwiegend zur Aussortierung schlechter Erzeugnisse, sondern soll vermehrt Aufschluss darüber geben, ob das geplante Vorgehen derart ausgeführt wurde, dass die geforderte Qualität möglichst ohne Fehler erreicht wird. Andernfalls müssen, gestützt auf das Prüfergebnis, Korrekturmassnahmen ausgelöst werden. Nachfolgend wird am Beispiel des Strahlenmessgerätes RA-73 gezeigt, wie die Qualitätsprüfung während der Herstellung praktisch angewendet wird, um sicherzustellen, dass der Abnehmer ein Gerät erhält, das seinen Ansprüchen in jeder Hinsicht genügt. Betreffend der im Text verwendeten Begriffe der Qualitätssicherung sei auf die entsprechende DIN-Norm verwiesen [1; 2].

2. Gerätebeschreibung

Das Strahlenmessgerät RA-73 ist ein handliches Gerät zur Messung der radioaktiven Verstrahlung im Gelände nach Einsatz von Nuklearwaffen (Fig. 1). Es wird in der Schweizer Armee und im Zivilschutz eingesetzt und misst die Dosisleistung der γ-Strahlung im Energiebereich von 0,08...2 MeV. Dank einer logarithmischen Skala des Anzeigeinstrumentes werden nur zwei Bereiche für den grossen Messumfang von 1 mR/h bis 1000 R/h benötigt. Ein akustisches Signal warnt den Benützer beim Überschreiten einer bestimmten Dosisleistung. Die Speisung erfolgt aus einer normalen 4,5-V-Taschenlampenbatterie nach CEI Typ 3R12. Damit ergibt sich eine Autonomie des Gerätes von mindestens 90 h. Ein robustes Gummietui erlaubt das Tragen des Gerätes am Leibgurt. Das Apparategehäuse besteht aus schlagfestem Kunststoff. Darin sind untergebracht:

- das Galvanometer zur Anzeige der Dosisleistung,
- der Schallgeber für das akustische Warnsignal,
- der mehrstufige Betriebsschalter,
- eine Leiterplatte mit zwei Geiger-Müller(GM)-Röhren,
- eine Leiterplatte zur Auswertung der Impulse, enthaltend auch den Spannungswandler für die Speisung der GM-Röhren, aufgebaut mit diskreten Elementen und einem gerätespezifischen IC.

Da dem Verwendungszweck entsprechend der praktische Einsatz nur im Ernstfall möglich ist, fehlen weitgehend Felderfahrungen wie bei anderen Geräten. Dazu kommt, dass eine Nachprüfung der gelagerten Geräte infolge des hohen Aufwandes nur in zeitlich grösseren Abständen wirtschaftlich vertretbar ist. Trotzdem soll die Einsatzbereitschaft jederzeit gewährleistet sein. Deshalb wird eine sehr hohe Lagersicherheit verlangt, die u.a. durch eine intensive Prüfung während der Fertigung und bei der Endprüfung durch Hersteller und Abnehmer sichergestellt wird.

3. Vertragliche Bedingungen des Abnehmers

Das Gerät wurde durch die Firma Saphymo-Stel (SAST) in Massy (F) für die Schweizer Armee entwickelt. Der Vertrag mit der GRD (Gruppe für Rüstungsdienste), der Beschaffungsinstanz, verpflichtet diese Firma, den Hauptanteil der Arbeiten in die Schweiz zu verlagern. So erhielt die Autophon AG (AAG), Solothurn, den Auftrag zur Durchführung folgender Arbeiten:

- Montage des Gerätes inkl. Beschaffung bzw. Herstellung von Einzelteilen und Komponenten,
- Durchführung der Endprüfung,
- Mitwirkung bei den Prüfungen der GRD im Werk der AAG.

SAST beschafft, prüft und liefert die übrigen elektrischen Komponenten und ist für das Engineering verantwortlich, insbesondere in bezug auf die Fehleranalyse.

Der Vertrag enthält neben den Lieferbedingungen und den Spezifikationen auch eine sog. Kontroll- und Abnahmevorschrift, in der neben allgemeinen Bedingungen bezüglich der Qualitätssicherung des Herstellers vor allem die Prüfungen durch den Abnehmer festgelegt sind. Sie werden unterschieden nach:

- Zwischenprüfungen an den beiden bestückten Leiterplatten,
- Abnahmeprüfungen, welche an den einzelnen Lieferlosen stichprobenweise nach MIL-STD-105 D [3] durchgeführt werden,
- Typenprüfungen, d.h. Prüfungen unter simulierten Umweltbedingungen und Messung von Nebendaten. Diese Prüfungen werden z.T. an jedem Lieferlos, sonst aber nur nach jeweils einer bestimmten Zahl gefertigter Geräte durchgeführt. Dazu gehören auch Zuverlässigkeitsprüfungen.

Bevor die GRD die genannten Prüfungen vornimmt, hat eine von der Fertigung unabhängige Betriebsstelle des Herstellers dieselben ebenfalls durchzuführen. Ausgenommen davon sind lediglich die Prüfung der Energieabhängigkeit (durch GRD an andere staatliche Instanzen vergeben) und die Zuverlässigkeitsprüfung (durch Hersteller und Abnehmer gemeinsam).

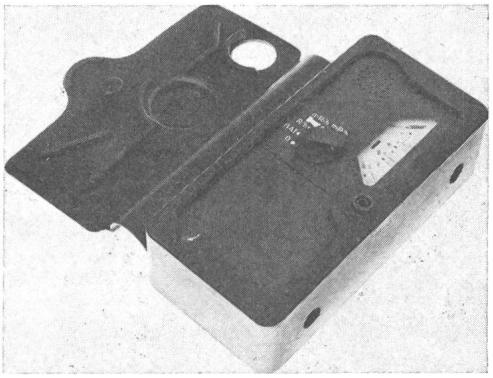

Fig. 1
Das Strahlenmessgerät RA-73

4. Voralterungen

Eingehende Untersuchungen an den Prototypen und der Nullserie wurden durchgeführt, um die Notwendigkeit von Voralterungen abzuklären. Mit solchen Voralterungen soll vermieden werden, dass in der ersten Zeit die Lagersicherheit durch Frühausfälle nachteilig beeinflusst wird. In bezug auf die verwendeten Bauteile ergab sich, dass nur für die Zenerdioden zur Stabilisierung der Speisespannung der GM-Röhren eine thermische Voralterung durch Temperaturzyklen vorzusehen ist.

Frühausfälle können aber auch durch Fertigungseinflüsse hervorgerufen werden. Die Untersuchungen ergaben, dass auch diesbezüglich keine Voralterung am fertigen Gerät nötig ist. Daneben zeigen Erfahrungen mit ähnlichen Geräten, dass Voralterungen am fertigen Produkt weitgehend entfallen können, wenn

- eine seriöse Auswahl der Komponentenlieferanten erfolgte,
- eine beherrschte Fertigung vorliegt,
- konsequente Eingangs-, Zwischen- und Endprüfungen erfolgen,
- eine reaktionsfähige Qualitätslenkung eingerichtet ist.

5. Qualitätssicherung des Herstellers

Auch eine noch so gute Qualitätsprüfung kann einmal begangene Fehler nicht rückgängig machen. Qualität muss erzeugt werden! Die dazu erforderlichen Massnahmen sind unter dem Begriff «Qualitätssicherung» bekannt. Diese Massnahmen beziehen sich auf den gesamten Werdegang eines Produktes von der ersten Idee bis zur Lieferung und darüber hinaus auch auf den Unterhaltsdienst. Sie betreffen damit praktisch alle Stellen eines Unternehmens und beziehen sich jeweils sowohl auf die Qualität der Planung wie auch auf die Ausführungsqualität. Die Gesamtheit aller so entstehenden Qualitätsanteile ergibt erst die Qualität des Endproduktes. Diese Tatsache wird in Form des Qualitätskreises, d.h. einer in sich geschlossenen Folge qualitätswirksamer Massnahmen, dargestellt.

Trotzdem nimmt im Rahmen der Qualitätssicherung die Qualitätsprüfung immer noch einen breiten Raum ein. Im Vordergrund steht jedoch nicht mehr die Sortierprüfung, bei der alle Einheiten geprüft und die schlechten ausgeschieden werden. Vielmehr soll die Qualitätsprüfung einen Beitrag zur Qualitätslenkung leisten. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse der Qualitätsprüfung dahin verwendet werden, die Ausführung eines Produktes zu korrigieren, damit die vorgegebenen Qualitätsanforderungen erfüllt werden. Unter Korrektur wird dabei nicht die Fehlerbehebung, sondern die Beseitigung der Fehlerursache verstanden, damit sich die Fehler nicht wiederholen können.

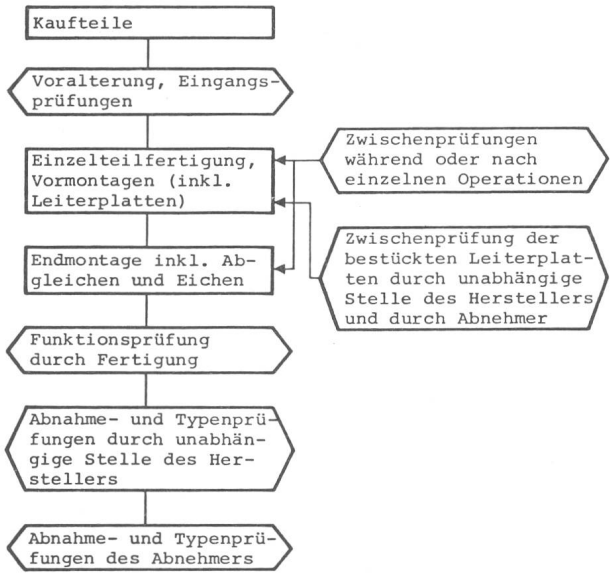

Fig. 2 Fertigungs- und Prüffliessplan (Grobstruktur)

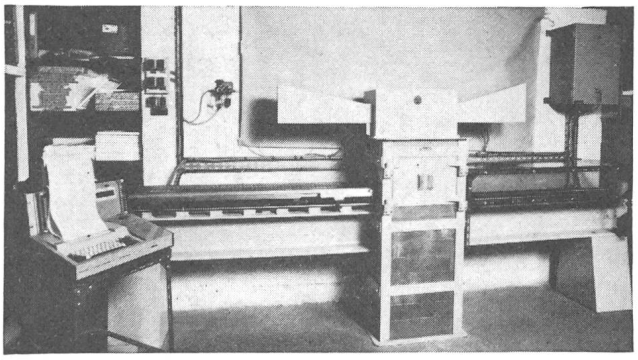

Fig. 3 Prüfeinrichtung für die GM-Röhren
Auf einem Fliessband werden die Röhren an einer Strahlenquelle vorbeigeführt. Links der Rechner für die Steuerung und die Auswertung der Messergebnisse

Beim RA-73 galt es für den Hersteller, bereits an den Prototypen, und später an der Nullserie, durch Qualifikationsprüfungen die Seriereife festzustellen. Daneben war die Eignung des Produktes für den späteren, zeitlich noch unbekannten Einsatz zu beurteilen. Diese Überprüfung der sog. Gebrauchstauglichkeit umfasst neben objektiven Qualitätsprüfungen auch subjektive Beurteilungen. Gerade diese letzteren bedingen eine sehr enge, konstruktive Zusammenarbeit zwischen Abnehmer und Hersteller. Dies gilt auch für die Phase der Serieproduktion, wenn bei subjektiven Beurteilungen durch den Abnehmer immer wieder nach der Gebrauchstauglichkeit gefragt werden muss. Nicht zuletzt aus diesem Grunde fanden nach jeder Lieferung offizielle Zusammenkünfte zwischen Abnehmer und Hersteller statt, um über die festgestellten Fehler zu diskutieren und wenn nötig fehlerverhütende Massnahmen einzuleiten.

Die vorgesehenen Prüfungen während der Seriefertigung gehen aus Figur 2 hervor. Die durch SAST beschafften Einzelteile werden von dieser Firma einer eingehenden Eingangsprüfung unterzogen. Bei 100%-Prüfungen sind die Messplätze z.T. durch elektronische Rechner gesteuert, welche auch die Auswertung der Messergebnisse vornehmen (Fig. 3). Alle übrigen Kaufteile werden anhand von Stichproben nach MIL-STD-105D geprüft. Dasselbe gilt für das durch AAG beschaffte Material.

Während der Einzelteilfertigung und den Vormontagen führt die Fertigungskontrolle laufend Stichprobenprüfungen während oder nach den einzelnen Fertigungsoperationen durch. Vor allem kommt dabei die Attributprüfung zur Anwendung. Bei Prüfungen während der Fertigungsoperation (Laufprüfungen) werden Qualitätsregelkarten eingesetzt.

Vor dem Einbau der Leiterplatte mit den GM-Röhren ins Gehäuse erfolgt der Abgleich des Gerätes bezüglich Anzeigegenauigkeit. Dazu wird die Leiterplatte über eine Schleuse in einen Container mit einer Strahlenquelle eingeführt und durch ein Kabel mit dem Rest des Gerätes verbunden (Fig. 4). Als Strahlenquelle dient radioaktives Cäsium Cs 137. Auf beiden Messbereichen wird an zwei Punkten der Skala abgeglichen, wozu eine entsprechende Zahl Container mit verschiedenen

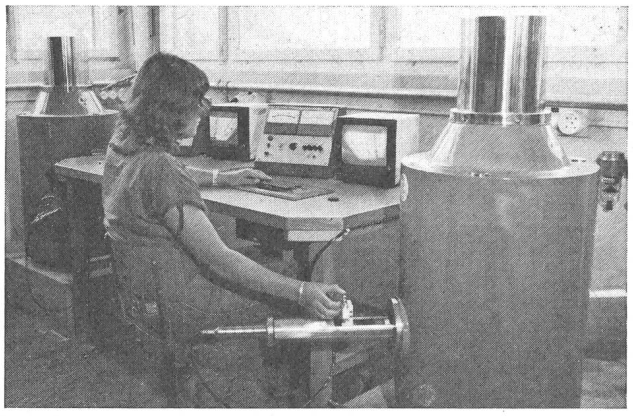

Fig. 4 Abgleich des Gerätes
Im Container ist die Strahlenquelle angeordnet; die Leiterplatte wird über eine Schleuse eingeführt. Der Rest des Gerätes befindet sich in einer Halterung auf dem Arbeitstisch. Zur Erleichterung der Ablesung erfolgt eine Vergrösserung der Instrumentenskala über Fernsehkamera mit Monitor

Strahlungsaktivitäten benötigt wird. Nach erfolgter Einstellung wird mit je einem weiteren Container eine Eichung (Prüfung) in der Mitte der Skala vorgenommen.

Nach dem Einbau der letzten bestückten Leiterplatte und dem Verschliessen des Gehäuses findet noch eine 100 %-Funktionsprüfung durch die Fertigung auf einem speziellen, halbautomatischen Prüfplatz mit einer einzigen Strahlenquelle Cs 137 statt. Diese Funktionsprüfung soll einen in der Schlussmontage noch unterlaufenen Fehler aufdecken. Wie die Erfahrung zeigt, ist eine solche Prüfung unerlässlich, wenn bei der Stichprobenprüfung durch den Abnehmer eine sehr hohe Annahmewahrscheinlichkeit erreicht werden soll.

Alle während der Fertigung benützten Prüfeinrichtungen mit Strahlenquellen sind soweit abgeschirmt und gesichert, dass das Personal nicht speziell zu überwachen ist. Vierteljährlich werden die Einrichtungen bezüglich einwandfreien Strahlenschutzes überprüft nach Prüfanweisungen, die mit der SUVA abgesprochen sind.

6. Die vertraglichen Prüfungen

6.1 Zwischenprüfungen

Gemäss Vertrag müssen die beiden bestückten Leiterplatten losweise dem Abnehmer vorgelegt werden. Er führt daran stichprobenweise Sichtprüfungen durch, da nur ein kleiner Teil der Geräte anlässlich der Endprüfungen geöffnet wird. Dieses Vorgehen erhöht die Sicherheit, dass diese beiden für Funktion und Zuverlässigkeit sehr wichtigen Teile unterlagenkonform ausgeführt sind. Zur Erhöhung der Lagersicherheit werden die Leiterplatten nach der elektrischen Vorprüfung noch schutzlackiert. Wie aus Erfahrungen bekannt, wirkt sich diese Massnahme bei langen Lagerzeiten ausserordentlich günstig aus.

Die Zwischenprüfungen an den bestückten Leiterplatten erfolgen nach Prüfanweisungen des Herstellers, die mit dem Abnehmer abgesprochen sind. Die festgestellten Fehler werden aufgrund der Schwere ihrer Auswirkung in drei Fehlerklassen eingeteilt: Hauptfehler A und B sowie Nebenfehler. Zur Festlegung der Fehlerklasse dienen allgemeine, beidseitig anerkannte Definitionen.

Zur Stichprobenprüfung wird ein Einfachstichprobenplan nach MIL-STD-105D angewendet. AQL-Werte sind jeweils für die Gesamtheit der Hauptfehler A und B festgelegt. Dabei wird der Philosophie nachgelebt, dass der AQL-Wert keinen Freipass für Fehler darstellt, sondern nur ein Entscheidungskriterium ist. Die Fertigung hat die Aufgabe, möglichst fehlerfrei zu arbeiten, damit eine so hohe Annahmewahrscheinlichkeit bei der Stichprobenprüfung erreicht wird, dass praktisch kein Los durch den Abnehmer zurückgewiesen werden muss [4].

Für die Nebenfehler ist kein AQL-Wert festgelegt. Sie werden im Sinne der Qualitätslenkung gegenseitig besprochen. Solche Fehler beeinflussen die Brauchbarkeit definitionsgemäss kaum, zeigen aber doch an, dass im Fertigungsprozess von den gegebenen Arbeitsanweisungen leicht abgewichen wurde, und man kann rechtzeitig eingreifen, bevor schwerwiegendere Fehler entstehen.

6.2 Abnahmeprüfungen

Mit der Abnahmeprüfung werden vor allem die gemäss Spezifikation geforderten Funktionen des Gerätes unter Normalbedingungen geprüft. Ferner erfolgt eine Beurteilung der fachmännischen, unterlagenkonformen Ausführung. Die Prüfungen werden stichprobenweise an den einzelnen Lieferlosen mit Doppelstichprobenplan nach MIL-STD-105D durchgeführt.

Die Grundlage für die Durchführung bildet die Kontroll- und Abnahmevorschrift des Abnehmers. Die Fehler werden wie bei der Zwischenprüfung klassiert. Für die Zuordnung steht aber in diesem Falle ein zwischen Abnehmer und Hersteller abgesprochener Fehlerkatalog zur Verfügung, der auch die Codierung der Fehler zwecks Auswertung mittels EDV festlegt. Gemäss Vertrag kann dieser Fehlerkatalog im Laufe der Serie in gegenseitigem Einverständnis ergänzt werden, falls neue Fehlerarten auftreten. Für alle drei Fehlerklassen ist jeweils für die Gesamtheit der Fehler ein AQL-Wert vorgegeben. Das ganze Prüfvorgehen erfolgt nach einer aus der Kontroll- und Abnahmevorschrift abgeleiteten Prüfanweisung, welche auch den optimalen Prüfablauf festlegt.

Das Schwergewicht der Prüfungen liegt auf der funktionellen Überprüfung. Ein besonderes Problem stellt dabei die Prüfung der Anzeigegenauigkeit am fertig montierten Gerät dar, da sie nur durch Bestrahlen mit γ-Strahlen in einem möglichst freien Raum durchgeführt werden kann. Erschwerend kommt der grosse Anzeigebereich des Gerätes von sechs Dekaden hinzu. Gelöst wurde das Problem durch Einsatz von drei Messbänken mit Strahlenquellen verschiedener Aktivität (Fig. 5). Als Strahler dient ebenfalls Cs 137. Zur Veränderung der Strahlungsintensität können die Geräte auf der Messbank verschoben werden. Die Strahlenquellen sind in Bleigefässen im Zentrum einer Bleitrommel angebracht. Durch Drehen der Bleitrommel kann eine kleine Bohrung derselben mit einer entsprechenden als Kolimator ausgebildeten Bohrung im Bleigefäss in Deckung gebracht werden, und die Strahlen können austreten. Bleiabschirmungen um die ganze Anlage schützen das Prüfpersonal vor schädlicher Bestrahlung. Das Ablesen des Instrumentes am RA-73 erfolgt über Fernsehkameras mit Monitoren.

Dem Strahlenschutz des Prüfpersonals wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Grundlage dazu bilden die eidg. Verordnung über den Strahlenschutz vom 30. Juni 1976 und die Auflagen der SUVA als Aufsichtsbehörde. Die strahlenexponierten Personen sind zum Tragen von Dosimetern

verpflichtet, welche vierteljährlich durch die SUVA ausgewertet werden. Ferner hat sich jeder Prüfer jährlich einer medizinischen Kontrolle zu unterziehen. Ebenfalls vierteljährlich wird die ganze Anlage nach einer eingehenden Prüfanweisung auf etwaige Mängel in der Abschirmung untersucht. Dank diesen weitgehenden Schutzmassnahmen und dem korrekten Verhalten des Prüfpersonals konnte deren zusätzliche Strahlenbelastung unter 40 mrem/Jahr gehalten werden, bei einem gesetzlich zulässigen Höchstwert von 5000 mrem/Jahr. Ein beachtlich niedriger Wert, wenn berücksichtigt wird, dass die stärkste Quelle immerhin eine Aktivität von 450 Curie aufweist.

Um das Risiko zu verringern, dass ein ganzes Lieferlos zurückgewiesen werden muss, führt der Hersteller seine Prüfungen an Teillosen sofort nach deren Fertigstellung durch. So können rechtzeitig Korrekturmassnahmen eingeleitet werden. Von jedem Teillos werden 8 Geräte als Stichprobe gezogen. Als Informationsrückkopplung zur Bildung von Qualitätsregelkreisen im Rahmen der Qualitätslenkung kommen die Prüfergebnisse in folgenden Formen zur Darstellung:

– Laufende Aufzeichnung der Messgenauigkeit des Gerätes und anderer variabler Merkmale als Urwerte in Qualitätsregelkarten. Abweichungen vom Mittelwert und eine Zunahme der Streuung können im Vergleich zu Eingriffsgrenzen rasch erkannt werden.

– Summierte Aufzeichnung der festgestellten Fehler getrennt nach Fehlerklassen, wobei die möglichen Entscheidungspunkte nach dem MIL-Plan eingezeichnet sind. Dies gibt der Fertigung einen Anhaltspunkt betreffend die Sicherheit, mit der das Gesamtlos schliesslich angenommen werden dürfte.

– Darstellung der Fehler in einer Fehlersammelkarte, welche Schwachstellen sofort erkennen lässt, indem die Fehler mit Angabe der Fehlerklasse getrennt nach Fehlerarten aufgelistet sind.

Das Gesamtergebnis für das Lieferlos wird ferner in Form einer Qualitätsziffer dargestellt (Fig. 6). Dieser Index basiert auf der relativen Anzahl Fehler unter Berücksichtigung der Fehlerklasse und kann Werte zwischen null und 100 (für fehlerfreie Fertigung) annehmen. Die Qualitätsziffern der einzelnen

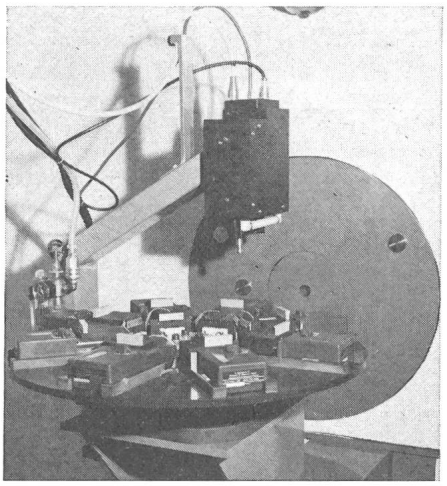

Fig. 5 Prüfung des fertigen Gerätes auf der Messbank
Rechts das Bleigefäss mit der Öffnung für den Strahlenaustritt. Auf der Messbank verschiebbar 8 Geräte auf einem Rundtisch. Darüber die Fernsehkamera zum Ablesen des Instrumentes

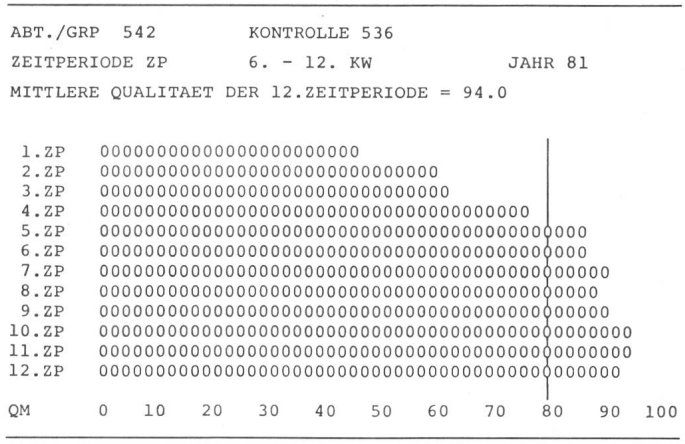

Fig. 6 Verlauf der Qualitätsziffer seit Fertigungsbeginn
Deutlich ist der Einfluss der Qualitätslenkung erkennbar (Lerneffekt)

Lieferlose werden laufend als gedämpfte Werte aufgezeichnet und geben damit Aufschluss über den zeitlichen Verlauf des Qualitätsniveaus. Als Ziel dient ein Wert, der bei einer 100%-Prüfung erreicht würde, wenn der Fehleranteil der Fertigung den vorgegebenen AQL-Werten entspräche. Die Information wird durch Angabe der häufigsten Fehlerarten und Fehlerursachen ergänzt.

6.3 Typenprüfungen

Die Typenprüfungen, die an einem kleineren Stichprobenumfang als die Abnahmeprüfungen durchgeführt werden, sollen Aufschluss über das Verhalten der Geräte während oder nach verschiedenen simulierten Umweltbeanspruchungen geben. Ferner werden dabei Nebendaten geprüft, die zwar durch eine unterlagenkonforme Fertigung sichergestellt sind, aber nicht auf direkte Art geprüft werden. AQL-Werte sind bei den Typenprüfungen keine vorgegeben. Festgestellte Fehler werden in den Zusammenkünften zwischen Abnehmer und Hersteller besprochen, um gegebenenfalls Fehlerverhütungsmassnahmen einzuleiten. Folgende zwei Arten von Typenprüfungen werden unterschieden:

Die Typenprüfung A beinhaltet im wesentlichen Prüfungen betreffend das Umweltverhalten der Geräte. Sie wird an jedem Lieferlos durchgeführt. Folgende Tests sind vorgesehen:

- Feuchtetest mit Temperaturzyklen zwischen +25 und +55 °C bei einer relativen Feuchte von ≧ 95%.
- Vibration mit Frequenzen zwischen 10 und 150 Hz bei Beschleunigungen von max. 3 *g* und Amplituden von max. 0,75 mm.
- Betrieb bei extremen Temperaturen von −25 und +55 °C.
- Falltest mit Etui aus 1 m Höhe auf Buchenholz bei Raumtemperatur und −25 °C.
- Spritzwassertest nach IEC-529, Schutzgrad IPX 4.

Die festgestellten Fehler aus den Prüfungen von Hersteller und Abnehmer werden in einer Fehlersammelkarte dargestellt. Es lassen sich so leicht Vergleiche zwischen den beiden Ergebnissen anstellen, und Veränderungen im Verhalten der Geräte bezüglich Umwelteinflüsse sind rasch erkennbar.

Die Typenprüfung B wird in grösseren zeitlichen Abständen durchgeführt. Sie beinhaltet Tests betreffend Richtwirkung, Integrationszeit für die Anzeige und Verhalten bei niedrigem Luftdruck. Ferner wird die Energieabhängigkeit geprüft, d.h. die Anzeigegenauigkeit des Gerätes für verschieden harte γ-Strahlen im Energiebereich von 0,08 bis 2 MeV.

Zur Typenprüfung B gehört auch ein Zuverlässigkeitstest. Die Geräte werden dabei in einem Klimaschrank bei vorgegebenen Temperaturzyklen mit vorgeschriebener Feuchte betrieben. Dazwischen erfolgt eine mechanische Beanspruchung durch Vibration sowie ein periodischer Wechsel der Betriebsart. In gewissen zeitlichen Abständen werden die Gerätedaten überprüft. Aufgetretene Fehler werden sofort behoben und zwecks späterer Fehleranalyse registriert. Die Prüfung gilt als erfüllt, wenn die geforderte mittlere Zeit zwischen zwei Fehlern (MTBF) mit einer statistischen Sicherheit von 80 % erreicht ist.

Literatur

[1] Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik. Teil 11: Begriffe der Qualitätssicherung, Grundbegriffe. DIN-Vornorm 55350 Teil 11.

[2] Begriffe und Formelzeichen im Bereich der Qualitätssicherung. DGQ-Schrift Nr. 11–04. (Deutsche Gesellschaft für Qualität.) 3. Auflage. Berlin u.a., Beuth-Verlag, 1979.

[3] Sampling procedures and tables for inspection by attributes. MIL-Standard 105D, 1963.

[4] Stichprobentabellen zur Attributprüfung, Erläuterung und Handhabung (nach DIN 40080). DGQ-Schrift Nr. 16.01. (Deutsche Gesellschaft für Qualität.) 7. Auflage. Berlin u.a., Beuth-Verlag, 1979.

Adresse des Autors

Theodor Kuhn, Qualitätssicherung, Autophon AG, 4503 Solothurn

Heinrich Landis 1879–1922

Landis & Gyr AG, Zug

Am Karfreitag, 11. April 1879, wurde dem Seidenindustriellen Oberst Heinrich Landis-Honegger als sechstes Kind ein Sohn geboren, der auch Heinrich getauft wurde. Dieser wuchs zusammen mit sieben Schwestern in Richterswil auf und besuchte dort die Primar- und Sekundarschule. Danach ging er an die Industrieschule in Zürich (später Oberrealschule, heute Mathematisch-Naturwissenschaftliches Gymnasium genannt). Dort lernte er Karl Heinrich Gyr kennen, mit dem ihn eine lebenslange Freundschaft verbinden sollte. Während der Mittelschulzeit erkrankte er an Scharlach, was später für ihn schwerste Folgen hatte.

1901 erwarb er an der mechanisch-technischen Abteilung des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich das Diplom als Maschineningenieur. Anschliessend besuchte er Vorlesungen über Elektrotechnik an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg. Dieses Fach wurde damals in Zürich noch nicht gelehrt. Danach arbeitete Landis auf Wunsch seines Vaters als Volontär bei der Maschinenfabrik Oerlikon (MFO). Im Herbst 1903 trat er als Teilhaber in die Firma Theiler & Cie in Zug ein, die Elektrizitätszähler fabrizierte. 1904 heiratete er Emmi Sara Fierz aus Zürich. Im selben Jahr kaufte er mit der finanziellen Unterstützung seines Vaters die Theilersche Fabrik, die fortan «Heinrich Landis, vormals Theiler & Cie» hiess. Im September erhielt Landis das Patent für einen von ihm entwickelten Apparat, der bei Überbelastung eine Reduktion der Stromstärke bewirkt.

Schon damals war Landis kränklich und hielt es für angezeigt, sich nach einem Associé umzusehen. Er schrieb seinem Freund Karl Gyr, der als Chemiker in England tätig war, und schlug ihm vor, in sein Zuger Unternehmen einzutreten. Gyr entschloss sich nach reiflicher Überlegung und nach der Einwilligung Landis' zu seinen Ideen, Teilhaber zu werden. So trägt die Firma seit dem 1. Dezember 1905 den bis heute bekannten Namen «Landis & Gyr». Die Fabrikation blieb vorerst auf Zähler beschränkt, wobei auch solche mit eingebauter Steueruhr auf dem Programm standen. Von Landis eingeführte Neuerungen waren 3- und 4-Leiter-Drehstromzähler. 1910 konstruierte man bei L & G das erste Prismen-Wattmeter.

Am 2. Juli 1914 wurde die Firma in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, in der Dr. Gyr Präsident und Landis Vizepräsident waren. Der 1. Weltkrieg und die nachfolgende Wirtschaftskrise verzögerten die Verwirklichung der weitgesteckten Gyrschen Pläne. Der Gesundheitszustand von Heinrich Landis verschlechterte sich zusehends. Er litt ständig unter Schmerzen und musste der Arbeit immer häufiger fernbleiben. Höhenaufenthalte in Zuoz, wo er ein Haus erworben hatte, brachten auch keine Besserung. Erst Anfang der zwanziger Jahre erkannten Ärzte, dass Landis als Folge des Scharlachs einen nicht mehr heilbaren Nierenschaden hatte. Es war ihm darum nicht vergönnt, den Aufstieg der von ihm gegründeten Unternehmung zur Weltfirma zu erleben. Er wusste die Firma aber bei seinem Freund Karl Gyr in besten Händen.

Trotz seiner Krankheit war Landis ein froher Mensch und seinen drei Kindern (zwei Söhne, 1905 und 1908, und eine Tochter, 1913 geboren) ein vorbildlicher Vater. Er war ein talentierter Schlittschuhläufer und ein grosser Bergfreund. Über alles liebte er die Musik, besonders diejenige von Richard Wagner. Mehrmals besuchte er die Bayreuther Festspiele; selber spielte er Klavier.

Die acht Geschwister Landis und deren Gatten pflegten regen Kontakt untereinander. Eine der Stiefschwestern heiratete den nachmaligen Bundesrat Robert Haab, eine Schwester den bekannten Dirigenten Volkmar Andreae.

Während eines Aufenthaltes in Zuoz erlag Heinrich Landis am 16. Januar 1922 seinem Leiden. An der Abdankung in der reformierten Kirche Richterswil spielte sein Schwager Andreae mit einem Teil des Zürcher Tonhalle-Orchesters den Pilgerchor aus Wagners Tannhäuser.

H. Wüger