

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	69 (1978)
<b>Heft:</b>	24
<b>Rubrik:</b>	Qualitätskontrolle und Zuverlässigkeit

### 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:** 13.01.2026

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

# Qualitätskontrolle und Zuverlässigkeit

Bericht über die SEV-Informationstagung «Qualitätskontrolle und Zuverlässigkeit» vom 21. September 1978 in Fribourg<sup>1)</sup>

## 1. Einleitung

Die einleitenden Worte des Vortrages von A. Birolini beschreiben sehr gut die heutige Situation, welche unter anderem den Anstoss zu dieser Tagung unter Leitung von P.L. Boyer gab: «Bis zum Beginn der sechziger Jahre wurden die Produkte mit wenigen Ausnahmen vor allem bezüglich *Leistung* und *Anschaffungspreis* beurteilt. Die wachsende Komplexität technischer Anlagen und die damit verbundenen Probleme bei Ausfällen sowie die rasch ansteigenden Instandhaltungskosten haben aber in den letzten Jahren die Aspekte der *Zuverlässigkeit*, *Instandhaltbarkeit*, *Verfügbarkeit* und *Sicherheit* in den Vordergrund gerückt. Man interessiert sich daher vermehrt für das korrekte Funktionieren während einer bestimmten Zeitdauer oder für das Vermeiden, dass bei einem Ausfall eine Gefahr für Menschen, Sachen oder Umwelt entstehen kann. Jeder Hersteller komplexer und hochwertiger Anlagen und Systeme muss diesem Trend Rechnung tragen und sieht sich dadurch genötigt, während der Entwicklung, Beschaffung und Fertigung die sich daraus ergebenden Aktivitäten durchzuführen. Viele Kunden gehen heute schon so weit, dass sie konkrete Zuverlässigkeits-, Instandhaltbarkeits-, Verfügbarkeits- und Sicherheitsforderungen in Pflichtenheften und Verträgen festlegen und für die Sicherstellung dieser Aspekte – wie auch für die Qualität ganz allgemein – die Anwendung etablierter Normen und Standards verlangen.»

## 2. Wichtigste Definitionen

*Zuverlässigkeit*: Wahrscheinlichkeit, dass eine Betrachtungseinheit eine geforderte Funktion unter vorgegebenen Arbeitsbedingungen während einer Zeitdauer *T* ausfallfrei ausführt.

*Instandhaltung*: Alle notwendigen Massnahmen, um bei einer Betrachtungseinheit die spezifizierten Eigenschaften zu halten oder ihr diese neu geben zu können.

*Verfügbarkeit*: Sie berücksichtigt das gleichzeitige Einwirken der Zuverlässigkeit, der Instandhaltbarkeit und menschlicher Faktoren.

*Sicherheit*: Eigenschaft einer Betrachtungseinheit, für Menschen, Sachen oder Umwelt keine Gefahr darzustellen.

*Qualität*: Grad, in dem eine Betrachtungseinheit den gestellten Anforderungen gesamthaft genügt.

Den wichtigsten Definitionen ist hier absichtlich relativ viel Platz eingeräumt worden, da sie die ganze Thematik der Tagung sehr gut andeuten. Im folgenden wird auf die einzelnen Vortragsthemen kurz eingegangen.

## 3. A. Birolini: Zusammenhang zwischen Qualitäts-sicherung und Zuverlässigkeit

Nach der erwähnten Einleitung und den sehr präzisen Definitionen der Begriffe wurde auf die Qualitätsprüfung und das Prinzip des Qualitätsdatensystems eingegangen. Das Schwergewicht der Qualitätsprüfung liegt meistens in der Fertigungsphase eines Produktes, während das Qualitätsdatensystem (oft computerunterstützt) von der Erprobung des Prototyps bis mindestens zum Ende der Gewährleistungsperiode reicht. Im Idealfall sollte es auch nach der Gewährleistungsperiode wirksam bleiben, da die wichtigsten Zuverlässigkeits-, Instandhaltungs-, Verfügbarkeits- und Sicherheitsdaten erst dann wirklich aussagekräftige Werte erreichen.

Die Aufgaben und organisatorischen Voraussetzungen für eine optimale Produktsicherung bezüglich Qualität, Zuverlässigkeit usw. wurden in Tabellenform eindrücklich dargestellt, und es wurde darauf hingewiesen, dass der Aufwand manchmal ganz beachtlich werden kann, wenn man ein «gutes» Produkt herstellen will.

## 4. J. Mattli: Internationale Gütebestätigungs- und Prüfberichtsaustauschsysteme für Bauelemente der Elektronik

Die Notwendigkeit, internationale Gütebestätigungsstysteme aufzubauen, wurde seit dem 2. Weltkrieg immer dringender, um Handelshemmnisse zu vermeiden und Produktionsumstellungen leichter durchzuführen. Neben dem US-Military Specifications System wurde für Europa zunächst das CECC-System geschaffen, das etwa seit 1976 wirksam ist<sup>2)</sup>. Es gilt als Vorbild für das im Aufbau befindliche, weltweit wirkende IEC-Gütebestätigungsstystem IECQ.

Als Ergänzung zu diesen Gütebestätigungsstystemen wurde Ende der 60er Jahre das EXACT-System geschaffen, welches erlaubt, unter den angeschlossenen Teilnehmern Prüfberichte von Bauelementen gegenseitig auszutauschen. Die Prüfergebnisse enthalten vorwiegend Informationen über Typenprüfungen, Lebensdauer- und Zuverlässigkeitstests, Dauerprüfungen und Ausfallanalysen. Zu den erwähnten Systemen wurden Beispiele von Dokumenten gezeigt und die Organigramme der einzelnen Organisationen erläutert.

## 5. B. N. Ellis: Die Kontrolle der Qualität gedruckter Schaltungen

Nach einer Beschreibung der schweizerischen Druckschaltungs-industrie ging der Autor auf die Probleme der Kontrolle gedruckter Schaltungen ein:

*Visuelle Kontrollen*: Zuerst mit blossem Auge, danach mit 2...5facher Vergrößerung und in zweifelhaften Fällen mit 8...10-facher Vergrößerung.

*Kontrolle der Abmessungen*: Mit konventionellen Mitteln, jedoch sind oft wegen der Weichheit des Isolationsmaterials keine präzisen Messungen möglich.

*Metallographische Kontrollen*: Bei Druckschaltungen mit durchplattierten Bohrungen muss an Teststücken die Qualität der Plättungen geprüft werden.

*Metallurgische Kontrollen*: Sie müssen nur selten durchgeführt werden, um beispielsweise Schichtdicken usw. zu prüfen.

*Lötbarkeitstests*: Es ist nötig, diese für jede Serie auszuführen, jedoch ist keine der verschiedenen Methoden perfekt. Es gibt aber internationale Empfehlungen.

*Chemische Tests*: Durch die chemischen Fabrikationsprozesse können oft korrosive Rückstände vorhanden sein, welche man mit chemischen Verfahren entdecken kann.

*Elektrische Tests*: Messung der Isolation usw. von Leiterbahnen, oft mit Messautomaten.

*Radiographische Tests*: Meist recht schwierig, weil Mehrschichtplatten kaum untersucht werden können (Abschirmung).

*Schichtdickenmessung mit  $\beta$ -Strahlung*: Ersetzt die metallurgische Kontrolle kaum, gibt aber brauchbare Resultate an einzelnen Stellen einer Leiterplatte.

*Elektro-analytische Tests*: Mit Elektrolyse kann die Porosität und die Homogenität von Schichten bestimmt werden.

Einige dieser Kontrollen werden während der Fabrikation gemacht, wobei noch zusätzliche Faktoren beachtet werden müssen: Reinheit des Wassers für chemische Prozesse, Überwachung der chemischen Bäder, Qualität und Genauigkeit der Filme, Standzeit der Werkzeuge und speziell der Bohrer für die Löcher, menschliche Einflüsse, Materialeingangskontrolle (Leiterplattenmaterial, chemische Produkte usw.).

Die Herstellung von Leiterplatten umfasst recht viele Kontrollen, wenn eine hohe Qualität gefordert wird. Dies schlägt sich natürlich im Preis nieder: oft ist die Leiterplatte die teuerste Komponente einer Baugruppe!

<sup>1)</sup> Der den Teilnehmern ausgehändigte Band mit den ausführlichen Referaten kann beim SEV, Abt. VVW, zum Preis von Fr. 45.- (+ Versandspesen) noch bezogen werden.

<sup>2)</sup> CECC: CENELEC Electronic Components Committee  
CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
IEC: International Electrotechnical Commission  
IECQ: IEC-Quality Assessment System for Electronic Components  
EXACT: Exchange of Authenticated Electronic Component Performance Test Data

## **6. D. Clerc: Verbesserung der Qualität durch Analyse von Fehlern**

Die Ausfallrate elektronischer Komponenten ist durch die bekannte «Badewannenkurve» charakterisiert. Das Ziel der Fehleranalyse von Komponenten (hier: integrierte Schaltungen) soll sein, durch korrigierende Massnahmen in der Herstellung die Früh-ausfälle zu reduzieren und die Lebensdauer zu vergrössern. Mit der vorgeschlagenen Methode:

- elektrische Kontrolle und Analyse der fehlerhaften Parameter
- Vergleich der gemeldeten und gemessenen Fehler
- Öffnung des Elements
- mikroskopische Untersuchung des Fehlers
- Verbesserungsvorschlag

ist es gelungen, wesentliche Verbesserungen der Ausfallrate zu erzielen. Dies wurde an fünf ausgewählten Beispielen gezeigt, bei denen einerseits durch konstruktive Massnahmen, verbesserte Kontrolle und Thermozyklen beim Fabrikanten und anderseits durch Zusammenarbeit mit dem Anwender bei Schaltkreisproblemen eine bemerkenswerte Reduktion der Ausfallrate erreicht werden konnte.

## **7. M. Vetter: Methoden zur Kontrolle von hoch-integrierten Schaltungen im Zusammenhang mit dem Einsatz von rechnergesteuerten Testsystemen**

Mit der zunehmenden Komplexität der integrierten Schaltungen steigen die Anforderungen an die Systeme zur Prüfung dieser Komponenten. Für den Verbraucher von integrierten Schaltungen stellt sich die Frage nach der Universalität solcher Testeinrichtungen, da er ein ganzes Produktespektrum (Speicher, Mikroprozessoren, I/O-Bausteine usw.) in relativ kleinen Stückzahlen prüfen muss. Das Prüfen von Speichern (algorithmische Datenerzeugung) und Mikroprozessoren (gespeicherte Wahrheitstabelle) stellt aber unterschiedliche Anforderungen an ein Testsystem.

Die Betriebskosten solcher Systeme, die ca. 1 Mio Fr. kosten, liegen in der Höhe von ca. 0,25 Mio Fr. pro Jahr. Die Prüfkosten pro Bauelement können nur durch grosse Stückzahlen pro Typ und niedrige Programmerstellungskosten in vertretbaren Grenzen gehalten werden.

Man darf sich nicht der Illusion hingeben, dass eine Eingangskontrolle die Baugruppenprüfung ersetzen kann. Die Eingangskontrolle erhöht aber deren Wirkungsgrad, da die Kosten pro gefundenes defektes Bauelement bei der Eingangsprüfung wesentlich kleiner sind als bei der Baugruppenprüfung.

## **8. E. Müller: Zuverlässigkeit von Endprodukten, von professioneller Technik bis zur Raumfahrtstechnik**

Dieser Vortrag begründete die wesentlichen Unterschiede in den Anforderungen bezüglich Qualität für verschiedene Anwendungen. Einige Entscheidungskriterien sind beispielsweise:

- die Gebrauchshäufigkeit des Produktes (kurzzeitig bis 24 h/Tag)
- die Umgebungsbedingungen
- die Folgen einer oder mehrerer Pannen
- die Fähigkeiten des Betriebspersonals
- die Möglichkeiten der vorbeugenden Wartung

Als typisches Beispiel für unterschiedliche Anforderungen und Kosten wurden erwähnt: der Bordrechner eines Kampfflugzeuges im Vergleich zum Steuerrechner für die Einspritzung beim Automotor. Bei beiden Anwendungen muss jedoch die Zuverlässigkeit noch keine Extremwerte erreichen. Dies verhält sich bei Satelliten der Raumfahrt und bei Tiefseekabel-Verstärkern völlig anders. Hier können weder Wartung noch Reparaturen ausgeführt werden, und es müssen außerordentliche (teuerste) Methoden in der Fabrikation und Kontrolle zur Erreichung der Zuverlässigkeit angewandt werden. Diese Methoden wurden erläutert.

## **9. J. M. Girard: Beziehungen zwischen der Zuverlässigkeit, der Instandhaltung und der Qualitätskontrolle**

Dieser Vortrag gab einen abrundenden Überblick über die ganze Tagung und beleuchtete die von den einzelnen Referenten geschilderten Probleme aus einem anderen Blickwinkel.

## **10. Diskussion**

Aus der angeregten Diskussion seien drei repräsentative Fragen und Antworten aufgeführt:

- Die Qualität der Hardware ist heute recht gut definiert und steuerbar. Wie sieht es aber auf dem Gebiet der Software aus? – Die Qualitätsbegriffe für Software sind erst im Aufbau. Man befindet sich heute etwa dort, wo man bei der Hardware 1965 war!
- Gibt es in der Schweiz hergestellte Komponenten mit Gütekennzeichen? – Nein, erst in etwa 2...3 Jahren. Die CENELEC-Kontrollstelle ist in der Schweiz bereit, aber noch nicht anerkannt.
- Was sind die Kosten (oder der Aufwand) einer Analyse eines defekten IC? – Falls der Instrumentenpark vorhanden ist, beträgt der Aufwand etwa 2...5 h Laborarbeit.

*J. von Ballmoos, Hasler AG, Bern*

# **Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE)**

## **27. Session vom 30. August bis 7. September 1978**

Die Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension vom 30. August bis 7. September 1978 in Paris darf sowohl bezüglich Thematik als auch bezüglich Interesse als Erfolg bezeichnet werden. Mit mehr als 2300 Teilnehmern wurde ein neuer Rekord erzielt. Aus der Schweiz wurden 137 Kongressteilnehmer registriert; die effektive Teilnehmerzahl war jedoch grösser, da viele kurzfristig eingegangene Anmeldungen nicht mehr in die Teilnehmerliste aufgenommen werden konnten.

Die insgesamt 44 Sujets préférentiels wurden in 156 Rapports behandelt und anlässlich der Gruppentagungen der 15 Comités d'Etudes (CE) diskutiert. Das Schwergewicht lag auch an der diesjährigen CIGRE im 3. Sektor «Réseaux» (Planification, Exploitation – commande – réglage, Surtensions et coordination de l'isolement, Protection, Télétransmissions, Perturbations). In diesem Sektor wurden die Probleme im Bereich der Netzplanung und Netzführung in den CE31, Planification des réseaux, und 32, Exploitation, commande et réglage des réseaux, erstmals nach den vom Comité Technique und Conseil d'Administration neu festgelegten Richtlinien diskutiert. Die Tagung des neuen CE 41, Avenir des transports et des réseaux d'énergie, war der Diskussion von Fragen

im Zusammenhang mit der zukünftigen Rolle der Elektrizität in der Energieversorgung gewidmet.

Obwohl auch in Zukunft allgemein mit steigendem Elektrizitätsverbrauch gerechnet wird, lag der Akzent sowohl bei der Panel-diskussion zum Thema «Le transport de l'électricité au début du XXI<sup>e</sup> siècle» anlässlich der Séance d'ouverture als auch bei den Gruppendiskussionen weniger auf Problemen im Zusammenhang mit der Wachstumssteigerung als auf Fragen der Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit. Zielsetzung der Elektrizitätsversorgungs-Unternehmen für die nächsten Jahre ist die bessere und sicherere Nutzung vorhandener und zusätzlich notwendiger Kapazitäten. Dabei divergieren die Akzente im Rahmen dieser Zielsetzung von Land zu Land, insbesondere aber zwischen den industrialisierten Ländern und den Entwicklungsländern zum Teil stark.

Einen Überblick über die Tagungen der einzelnen Comités d'Etudes geben die Berichte der Delegierten des Schweizerischen Nationalkomitees in diesen Gremien. Ausführliche Informationen über den Verlauf der Tagungen und die Arbeiten in den Comités d'Etudes enthält die ELECTRA, die Fachzeitschrift der CIGRE.