Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 64 (1973)

Heft: 9

Artikel: Steuerung, Sicherheit und Automatik

Autor: Schwinnen, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915548

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: 13.12.2025

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

Steuerung, Sicherheit und Automatik [1])

Von *H. Schwinnen*

Wenn von Steuerung, Sicherheit und Automatik im Zusammenhang mit dem schienengebundenen Verkehr gesprochen wird, so muss das Wort «Sicherheit» besonders hervorgehoben werden. Dieser Ausdruck ist in aller Leute Mund, und trotzdem muss man immer wieder feststellen, dass unter diesem Ausdruck verschiedenes verstanden wird. Aus diesem Grund sei zu Anfang der Ausführungen dieses Wort definiert, wie man es aus der Eisenbahnsicherungstechnik versteht.

In der englischen Sprache gibt es für das Wort «Sicherheit» einen speziellen Ausdruck: «fail safe». Dieses englische Wort drückt schon viel besser aus, was unter Sicherheit verstanden wird:

«Ein System ist dann sicher, wenn im Falle irgend eines Defektes im System das System nicht im Sinne einer Gefährdung wirkt.»

Dies sei an einem kurzen Beispiel erläutert. Das Signalbild, welches einem Zug die reduzierte Geschwindigkeit von 40 km in der Stunde signalisiert, besteht aus einem grünen und einem gelben Licht. Wenn nun die Lampe in der gelben Leuchte aus irgend einem Grunde dunkel bleibt, würde das alleinig verbleibende Grün «freie Fahrt» bedeuten, also eine Gefährdung zur Folge haben. Aus diesem Grunde ist ein Lichtsignal als «fail safe»-System ausgebildet, welches garantiert, dass bei Ausfall der gelben Leuchte sofort das rote Signallicht aufleuchtet und der Zug zum Stehen gebracht wird.

Im weiteren muss sich definitionsgemäss in einem «fail safe»-System jeder einzelne Fehler sofort anzeigen. Dadurch kann angenommen werden, dass nie zwei Fehler gleichzeitig auftreten, so dass die vorgenannte Definition dahingehend eingeschränkt werden kann, dass zwei gleichzeitig auftretende Fehler im Sicherheitssystem nicht berücksichtigt werden müssen.

Wie man sieht, geht die Sicherheitstechnik von der Voraussetzung aus, dass es nicht möglich ist, eine hundertprozentige Zuverlässigkeit zu erreichen. Die Zuverlässigkeit eines Systems steht im direkten Zusammenhang mit der Qualität des Systems und seiner Bauelemente. Es wäre technisch wohl möglich, eine hundertprozentige Zuverlässigkeit zu erreichen, doch würden dadurch die Bauelemente so teuer, dass sie nicht mehr bezahlt werden könnten. Deshalb sucht man einen Kompromiss zwischen Qualität und Kosten zu finden, entschärft jedoch den unter Umständen fatalen Kompromiss durch das «fail safe»-Prinzip.

Es ist wohl verständlich, dass ein sicheres System teurer ist als ein nur zuverlässiges System. Deshalb ist man im Eisenbahnsicherungswesen bestrebt, die Sicherheit nur dort zu fordern, wo dies unbedingt notwendig ist. Zum Beispiel müssen reine Informationssysteme nicht sicher sein. Allerdings muss man sich bewusst sein, dass solche nicht sicheren Informationen in Ausnahmefällen, zum Beispiel bei Störungen, nicht zur Umgehung dieser Störungen verwendet werden.

Wie wir alle wissen, eignet sich der schienengebundene Verkehr für die Automation vorzüglich. Es besteht nun heute die Tendenz, dass die Automation als ein an und für sich einfaches Problem dargestellt wird, da ja jedermann, der das nötige Kleingeld besitzt, sich einen Computer kaufen kann, der dann alles macht. Dass der Computer, der effektiv für jeden Ingenieur, der sich mit Automatik befasst, ein faszinierendes Hilfsmittel ist, nicht alles kann, zeigen die Überlegungen, was unter «Automatik» zu verstehen ist.

Die Automatik besteht neben dem zu steuernden Objekt aus folgenden Elementen:

a) Informations-Beschaffung
b) Informations-Verarbeitung
c) Informations-Abgabe

Der Computer eignet sich für die Informations-Verarbeitung ausgezeichnet, sofern die dazu notwendigen Instruktionen auf Grund sorgfältiger Problem-Analyse bis ins kleinste Detail definiert worden sind. Zur Lösung der Probleme braucht der Computer Informationen. Die Menge dieser Informationen steigt jedoch mit zunehmendem Automatisierungsgrad überproportional an. Dies führt dazu, dass das effektive Problem der Automatisierung die oft teure Informations-Beschaffung ist. Diese wesentlichen Probleme der Automation werden uns im Folgenden, neben den Problemen der Informations-Abgabe, beschäftigen.

Zur Illustration sei ein kurzes Beispiel angeführt: Ein Zug soll automatisch, das heisst ohne menschliches Dazutun, abgefertigt werden. Welche Informationen muss die Informations-Verarbeitung erhalten, damit sie ihre Aufgaben ausführen kann?

Vor Einstellung der Fahrstrasse:

a) Wann soll ein Zug abfahren?
b) Welche Zeit ist jetzt?
c) Welcher Zug soll abfahren?
d) Wohin soll der Zug fahren?
e) Muss der Fahrweg schon vorher reserviert werden? (auf Grund der momentanen Situation);
f) Wieviel Zeit braucht es, um den Fahrweg für den Zug einzustellen?

Ist der Zeitpunkt für die Einstellung der Fahrstrasse gekommen, muss sich der Automat folgende Informationen beschaffen:

a) Steht der Zug überhaupt auf dem Abfahrtsgeleise?
b) Ist es der richtige Zug?
c) Ist die Strecke, wohin der Zug fahren will, frei?
d) Ist der Fahrweg bis zur Strecke im Bahnhofsgelände frei?
e) Sind alle Weichen für den Fahrweg richtig gestellt? (wenn nicht, müssen die Weichen zuerst gestellt werden und dazu weitere zahlreiche Informationen gesammelt werden);
f) Ist der Fahrweg gegen feindliche Fahrstrassen gedeckt?
g) Sind die Weichen verschlossen, so dass sie nicht unter den Zug gestellt werden können?

[1]) Vortrag gehalten am 25. Oktober 1972 anlässlich der Informationstagung Transport urbains collectifs an der EPFL.

Sind bis hieher alle Bedingungen erfüllt, kann der Fahrweg freigegeben werden, das heisst das Signal kann auf Fahrt gestellt werden. Dieser bis hieher geschilderte Vorgang kann heute ohne weiteres automatisiert werden und wird auch teilweise bereits durchgeführt. Der folgende weitere Ablauf konnte jedoch bis heute noch nicht automatisiert werden.

Für das Erteilen des Abfahrbefehls können folgende Informationen von Bedeutung sein:

a) Ist der genaue Zeitpunkt für die Abfahrt erreicht?
b) Sind alle Passagiere eingestiegen?
c) Ist alles Gepäck eingeladen?
d) Sind irgend welche Zugsverspätungen von Anschlusszügen zu berücksichtigen?
e) Sind alle Türen geschlossen?

Erst bei Erfüllung all dieser Bedingungen (in vielen Fällen sind es noch mehr) kann der Zugführer den Abfahrbefehl geben.

Es ist selbstverständlich, dass eine ganze Anzahl der aufgezählten Informationen unter Sicherheitsbedingungen übermittelt und verarbeitet werden müssen.

Ein heute noch schwacher Punkt der Automation im Eisenbahnsicherungswesen ist die Informations-Abgabe. Die Steuerung der ortsfesten Anlagen, wie zum Beispiel der Weichen, stellt heute kein Problem mehr. Die ununterbrochene Informations-Abgabe an den Zug ist jedoch bis heute nur an wenigen Orten, wie zum Beispiel bei einzelnen Linien der Untergrundbahn London, der Tokaido-Linie in Japan und an wenigen anderen Orten, in Betrieb. Obwohl dies heute technisch durchaus kein Problem mehr darstellt, dürfte es noch einige Zeit dauern, bis diese Informations-Abgabe durchgehend automatisiert ist, da es sich hier um sehr kostspielige Projekte handelt und die Diskussion über die effektiven Bedürfnisse für die Informations-Abgabe noch lange nicht abgeschlossen ist.

Dieses Beispiel wurde etwas näher durchleuchtet, um damit auf die eigentliche Problematik der Automatisierung im schienengebundenen Verkehr zu stossen. Diese Problematik kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. Beschaffung der äusserst komplexen und vielgestaltigen Informationen (zum Beispiel: sind alle Gepäckstücke verladen).
2. Der Computer kann wohl alle Informationen ohne weiteres verarbeiten. Kann er sie jedoch unter Sicherheitsbedingungen verarbeiten?
3. Die Informationsabgabe an die Passagiere ist komplex und unkontrollierbar.
4. Die Abgabe an den Zug ist heute technisch auch unter Sicherheitsbedingungen möglich, ist jedoch noch kostspielig und die Bedürfnisfrage noch nicht geklärt.

Das bisher über die Automatik Gesagte kann unter die technische Problematik der Automation zusammengefasst werden. Diese wird heute theoretisch teilweise beherrscht, insbesondere bei vereinfachten Fällen, wie sie Untergrundbahnen darstellen. Man muss sich jedoch noch mit der ganzen betrieblichen Problematik der Automation befassen.

Dazu wieder ein Beispiel: Angenommen, es ist gelungen, eine Untergrundbahnlinie voll zu automatisieren. Die Züge haben kein Bedienungspersonal und an den Stationen ist kein Abfertigungspersonal vorhanden. Irgendwo, zum Beispiel im Zentrum der Linie, ist eine Überwachungszentrale, wo das ganze Betriebsgeschehen angezeigt ist und eine Person zur Überwachung bereitsteht. Wie ganz zu Beginn betont wurde, wird es nicht möglich sein, ein System zu bauen, das ohne Defekt auskommt. Dem schlimmsten Fall eines Defektes, der Ausfall der eigentlichen Steuerungszentrale, wird man in jedem Fall vorbeugen müssen, indem alle wesentlichen Teile doppelt installiert sind. Trotzdem muss man zum Beispiel damit rechnen, dass die Informationsabgabe an einen Zug ausfällt, sei es durch Defekt einer ortsfesten Anlage, also örtlich beschränkt ist, oder durch einen Defekt in einem Zug selbst. Ein solcher Zug muss aus Sicherheitsgründen sofort angehalten werden. Dies wird durch das im Zug eingebaute «fail safe»-System gewährleistet. Ein derart havarierter Zug ist vergleichbar mit einem riesengrossen Lift, der in einem Wolkenkratzer zwischen zwei Stockwerken steckenbleibt.

Die erste Massnahme, welche nun notwendig sein wird, ist die Information der Passagiere. Ein Lokomotivführer ist nicht vorhanden. Es muss also die Möglichkeit geschaffen werden, dass der Beamte in der Überwachungszentrale in der Lage ist, über die Zugslautsprecher die Passagiere anzusprechen. Da jedoch die normale Informationsabgabe an den Zug gestört ist, wird es notwendig sein, einen zweiten, vollständig unabhängigen Kanal vorzusehen, über welchen die Passagiere erreicht werden können. (Nebenbei: Woher weiss der Beamte in der Zentrale überhaupt, was die Ursache der Störung ist?)

Je nach Umständen wird es nun notwendig sein, entweder die Passagiere zu evakuieren oder den Zug bis zur nächsten Station von Hand, das heisst unabhängig vom automatischen System, auf die nächste Station zu führen. Es wird also notwendig sein, dass eine Notfallequipe, die auf Pikett steht, an den Ort des havarierten Zuges geht und dort persönlich die notwendigen Massnahmen trifft. In jedem Fall muss nun der Zug von Hand gesteuert werden können, das heisst, unter der Notfallequipe muss eine Person sein, die instruiert und geübt ist, einen Zug zu steuern. Liegt der Defekt im Zug selbst, kann nach Entfernung dieses Zuges der Betrieb wieder aufgenommen werden. Im ungünstigeren Falle, bei Defekt an der ortsfesten Anlage, müssen nun alle Züge von Hand über die defekte Stelle gesteuert werden, damit der Betrieb noch aufrechterhalten werden kann. Das heisst, dass nun alle Züge der gestörten Linie durch Lokomotivführer bemannt werden müssen, wobei selbstverständlich alle diese Lokomotivführer ausgebildet und auch geübt sein müssen. Trotz dem Ausfall des Informationsabgabe-Systems am genannten Ort, müssen die Betriebs-Informationen übertragen werden, sei dies durch optische Signale oder andere Hilfseinrichtungen, welche den Sicherheitsbestimmungen genügen. Es ist selbstverständlich, dass der Defekt so bald wie möglich behoben werden muss. Trotzdem muss angenommen werden, dass einige Zeit mit einem Notsystem der Betrieb aufrechterhalten werden muss.

Dieses einfache und durchaus glaubwürdige Beispiel zeigt, dass technische Ersatzeinrichtungen für den Störungsfall geschaffen werden müssen, welche den Sicherheitsanforderungen genügen. Andererseits jedoch wird in einem solchen Fall der menschliche Eingriff unumgänglich. Im Falle des Personals stellt sich nun jedoch folgende praktische Frage:

Ist es wirtschaftlich, neben dem kostspieligen automatisierten System die Mannschaft für alle Züge bereitzuhalten? Dazu ist zu bedenken, dass diese Mannschaft ausgebildet und trainiert sein muss. Man muss zum Beispiel den Lokomotivführern Gelegenheit geben, ihre Züge regelmässig zu führen.

Ist es richtig, einem einzigen Mann in der Überwachungszentrale die volle Verantwortung im Störungsfall zu überbür-

den? Ist es nicht notwendig, diesem Mann in jedem Fall zusätzliches Personal für den Notfall bereitzustellen?

Ist es mit dem grossen Fahrkomfort vereinbar, dass die Passagiere in einem solchen Fall auf sich selbst angewiesen sind? Was sagen die Psychologen dazu?

Zusammengefasst muss bezüglich der Automatisierung von spurgebundenen Verkehrsmitteln folgendes gesagt werden: Die Problematik liegt in der Informations-Beschaffung, welche infolge der grossen Komplexität für ein volles kybernetisches System noch nicht gelöst ist. Die Informations-Abgabe kann heute technisch beherrscht werden. Die Kosten für ein kybernetisches System sind sehr hoch, es wird ein Kompromiss zwischen finanziellem Aufwand und Automatisierungsgrad gesucht werden müssen. Die betriebliche Problematik der Automatik wird noch eingehender Studien bedürfen. Dabei muss auch von den Ingenieuren berücksichtigt werden, dass es sich nicht darum handelt, Fahrzeuge zu befördern, sondern es sind Personen, Menschen, die befördert sein wollen.

Zum Schluss möchte ich auf das bis heute bezüglich der Automatisierung Erreichte zurückkommen. Im Bereich der Untergrundbahnen, mit ihren vereinfachten Betriebsverhältnissen, ist die Automatik schon relativ weit fortgeschritten. Als Beispiel sei die Victoria-Linie der Londoner Untergrundbahnen erwähnt. Wohl hat dort jeder Zug seinen Maschinisten, dieser hat jedoch nur noch die Aufgabe, zu kontrollieren, ob die Türen vor der Abfahrt frei sind, wenn ja, hat er auf zwei Knöpfe gleichzeitig zu drücken, mit der Folge, dass die Türen geschlossen werden, der Zug abfährt und vollautomatisch ohne weiteres menschliches Dazwischentreten bis zur nächsten Station fährt, dort anhält und die Türen wieder öffnet. Bei den Vollbahnen wurde insbesondere im Bereich der Fahrwegsteuerung bereits ein relativ grosser Automatisierungsgrad erreicht. So ist es heute möglich, Bahnhöfe vollautomatisch zu steuern, automatisch Kreuzungen und Überholungen durchzuführen sowie bei Verzweigungen die Züge mittels der Zugnummern automatisch in der richtigen Richtung zu steuern. Als Beispiel sei dazu der Bahnhof Oerlikon erwähnt, wo alle Züge aus Zürich sich vollautomatisch in allen vier Richtungen, nämlich Seebach, Kloten, Glattbrugg und Wallisellen, steuern.

Bezüglich der automatischen Zugsteuerung sei das Beispiel der Zürcher Vorortszüge Zürich-Meilen-Rapperswil erwähnt, bei denen durch den Lokomotivführer nur noch die Soll-Geschwindigkeit eingegeben werden muss, wobei dann die Automatik die Ist-Geschwindigkeit der Soll-Geschwindigkeit automatisch angleicht.

Die Aufgabe, den schienengebundenen Verkehr zu automatisieren, muss jeden Ingenieur faszinieren. Dass das Bedürfnis für die Automatisierung immer grösser wird, macht die Aufgabe noch weit interessanter. Wir werden auf dem Weg zum kybernetischen System in den nächsten Jahren grosse Schritte zurücklegen, denn die technischen Möglichkeiten scheinen heute unbeschränkt zu sein. Trotzdem darf der Realist im Fachmann nicht verlorengehen, denn wie die Erfahrung zeigt, lässt sich der Mensch als Passagier in seiner Vielgestaltigkeit zum Glück nur sehr schwer in ein kybernetisches System integrieren.

Adresse des Autors:
H. Schwinnen, Chef einer Projektierungsabteilung der INTEGRA, 8304 Wallisellen.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Sitzungen des CE 62 und des SC 62A vom 7. bis 10. März 1973 in Rockville (USA)

CE 62, Equipements électriques dans la pratique médical

Die Sitzung des CE 62 wurde von seinem Präsidenten, Prof. Dr. E. Koivisto (Finnland), geleitet. Es nahmen daran 30 Delegierte aus 12 Ländern und eine Anzahl Beobachter der nachstehend aufgeführten internationalen und nationalen Institutionen teil

- der EWG
- der World Health Organization
- der International Commission on Radiological Protection and International Commission on Radiation Units and Measurement
- der International Federation for Medical and Biological Research
- der International Dental Federation
- des US Federal Department of Health, Education and Welfare
- des US FDA-Office for Medical Devices

Nach Genehmigung des Protokolls der Sitzung des CE 62 vom 12. Juni 1971 in Brüssel folgte die Entgegennahme der Tätigkeitsberichte der Sous-Comités 62A, 62B, 62C und 62D. Der Vorsitzende stellte dabei fest, dass auf einzelnen Gebieten (Allgemeine Sicherheitsanforderungen, Strahlenschutz bei Röntgenanlagen, usw.) bereits ein beachtlich fortgeschrittener Stand in der Publikationsausarbeitung erreicht wurde. Da die Arbeiten der Arbeitsgruppe 3, «Dosemeters», des SC 62A im Grunde genommen in die Bereiche mehrerer Sous-Comités einwirken, wurde beschlossen, diese aus Koordinationsgründen ab sofort dem Hauptkomitee zuzuordnen. Ein erneuter Vorstoss des Sekretärs, ins Programm der zukünftigen Arbeiten auch die Fragen einer Gerätebezeichnung – eine Art Gütemarke, die aussagen soll, dass das betreffende Gerät bestimmten Vorschriften und Normen genügt – einzubeziehen, fand keinen Anklang.

Auf Einladung der Delegation des holländischen Nationalkomitees wurde beschlossen, die nächste Tagung gegen Ende 1974 in den Niederlanden durchzuführen.

SC 62A, Aspects généraux des équipements électriques utilisés en pratique médical

Unter dem Vorsitz seines Präsidenten, R. Michoudet (Frankreich), tagte das SC 62A vom 7. bis 9. März 1973. 34 Delegierte von 12 Nationalkomitees und Vertreter der im Bericht über die Sitzung des CE 62 aufgeführten internationalen und nationalen Institutionen beteiligten sich an den sehr lebhaften und arbeitsintensiven Sitzungen. Nach Genehmigung der Tagesordnung, Traktandenliste und des Protokolles der Sitzung des SC 62A vom 11. Juni 1971 in Brüssel folgte die Entgegennahme der Tätigkeitsberichte der verschiedenen Arbeitsgruppen.

Die Arbeitsgruppe «Safety» tagte in der Zwischenzeit in Mailand, Stockholm und Helsinki und erarbeitete im wesentlichen den Entwurf zu den Recommendations for general requirements of safety of electrical equipment used in medical practice, über den noch besonders berichtet wird. Die Arbeitsgruppe «Installations» versammelte sich an denselben Orten, zum Teil vor oder kurz nach den Sitzungen der «Safety-Gruppe» und erarbeitete den Entwurf zu Requirements for installations in medically used rooms. Dieses Dokument wurde mit Vertretern des CE 64, Installations électriques des bâtiments, durchberaten, so dass es dem-