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 von Fernmeldesystemen in Klimaversuchsräumen

Autor: Fiechter, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905140

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: 09.12.2025

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

Prüfung von Fernmeldesystemen in Klimaversuchsräumen

Von M. Fiechter

621.398:628.8;

In Fernmeldenetzen mit hoher Dienstqualität werden sehr zuverlässige Anlagen verlangt. Bei deren Prüfung sind auch die Umweltbedingungen einzubeziehen. Es werden hiezu geeignete Klimaversuchsräume benötigt. Diese werden beschrieben und die damit möglichen automatischen, rationellen Messverfahren an einem Beispiel erläutert.

Les réseaux de télécommunications à haute qualité de service exigent des installations très fiables. Pour leurs contrôles de performance, il faut également tenir compte des conditions ambiantes. Des locaux de climatisation appropriés sont décrits de même que, à l'aide d'un exemple, les procédés de mesure automatiques rationnels qu'ils permettent.

1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten sind die Fernmeldegeräte in ihrem Aufbau immer komplexer und kompakter geworden, und viele Übertragungssysteme besitzen eine grössere Übertragungskapazität als ihre Vorgänger. Ihre Verfügbarkeit (Zuverlässigkeit) ist besser geworden und hat gleichzeitig erlaubt, den Zeitaufwand für den Unterhalt (Personalstunden) zu senken und dadurch einen Teil der Verkehrszunahme aufzufangen. Dementsprechend sind auch die messtechnischen Anforderungen an die Typenprüfungen und Abnahmemessungen gestiegen. Eine besondere Bedeutung haben die Prüfungen unter kontrollierten Umweltbedingungen in Klimaversuchsräumen erlangt. Dies soll anhand von Beispielen aus der drahtlosen Fernmeldetechnik erläutert werden.

Es kommt öfters vor, dass Geräte den rauhen Umweltbedingungen der Atmosphäre mehr oder weniger direkt ausgesetzt sind, wie z.B. gewisse Mikrowellengeräte der Richtstrahlverbindungen (TV-Reportage, Telefonie), mobile Funkverbindungen u.a.m. Anderseits müssen auch die in geschlossenen Räumen aufgestellten Richtstrahlanlagen bis in Höhen von 3700 m ü.M. im Dauerbetrieb zuverlässig arbeiten, was besondere Anforderungen an die Wirksamkeit ihrer Wärmeabfuhr und an die Isolation der Hochspannung bei reduziertem Luftdruck stellt.

Fig. 1 Klima-Versuchsraum A
Links: Schiebetor mit pneumatischem Antrieb
Mitte links: Bedienungsschrank für Raum A, Kreislauf III und Raum C
Mitte rechts: Radio-elektrisches Fenster 2×2 m aus Polyurethan
Darunter: Durchführungen
Rechts daneben: Beobachtungsfenster 0,5×0,5 m
Darunter: Durchführungen
Rechts: Messgeräte für das Prüfobjekt
Rechts aussen: Türe zum Maschinenraum

Für die Typenprüfung solcher Anlagen und für die Abnahmemessungen der mobilen Richtstrahlanlagen, die keiner Verbindungsabnahme im Gelände unterworfen werden, sind in der Abteilung Forschung und Entwicklung der PTT drei Klimaversuchsräume vorhanden. Deren wichtigste Eigenschaften sind in Tabelle I zusammengestellt.

2. Klimaversuchsraum A

Im Raum A mit 75 m³ Nutzinhalt und 22 m² Bodenfläche können Temperatur, Feuchte und Luftgeschwindigkeit geregelt werden (Fig. 1). Ausserdem erlauben drei radioelektrische Fenster aus Polyurethan Messungen an vereisten Mikrowellenantennen und an Materialien für Radome und Umlenkantennen. Der Raum kann wahlweise mit drei verschiedenen Luftkreisläufen betrieben werden:

– Der *Kreislauf I* erlaubt die indirekte Temperierung. Boden, Wände und Decke sind hohl. Die aus wärmeleitenden Metallblechen bestehende Innenseite bietet einen guten Wärmeübergang zu der in diesen Hohlräumen zirkulierenden temperaturgeregelten Luft. Die Wärmeisolation ist Teil der tragenden Aussenwände. Diese Anordnung vermeidet Blasluft im Versuchsraum, so dass sich die auch in Betriebsräumen mit natürlicher Kühlung vorhandene Temperaturschichtung einstellen kann. Der Prüfling steht in ruhender Luft, ohne zusätzliche Blasluftkühlung. Die Temperaturänderungen im Versuchsraum verlaufen in diesem Fall nur langsam.

– Der *Kreislauf II* arbeitet dagegen mit direkter Temperierung. Die temperaturgeregelte Luft durchströmt den Versuchsraum diagonal. Temperaturänderungen breiten sich rasch im ganzen Versuchsraum aus. Die Luftgeschwindigkeit ist stetig von Maximum bis null regulierbar. In einem so grossen Raum ist eine gleichmässige Klimahaltung erschwert. Um trotzdem einen Überblick zu erhalten, sind mehrere Meßstellen vorhanden: eine erste für die Temperatur beim Lufteintritt am Boden der einen Wand, eine zweite auf einer frei im Raum beweglichen Platte für Temperatur und Feuchtigkeit beim Prüfling und eine dritte für die Temperatur beim Luftaustritt zuoberst an der gegenüberliegenden Wand. Wahlweise kann jede dieser Meßstellen zur Temperaturregulierung benützt werden.

– Der *Kreislauf III* wird normalerweise gleichzeitig mit der indirekten Temperierung durch den Kreislauf I benützt. Dabei wird extern aufbereitete Luft in den Versuchsraum geblasen. Zur Aufbereitung wird diese Luft nach Bedarf durch ein Wasserbad und/oder durch einen chemischen Trockner geleitet. Beim Austritt aus dem Wasserbad entspricht ihr Tau-

Wichtigste Eigenschaften Tabelle I

		Raum A	Raum B	Raum C
Nutzinhalt	m^3	75	2,8	5
Bodenfläche	m^2	22	1	2
Nutzhöhe	m	3,3	2,85	2,5
Türöffnung	m×m	1,4×2,9	0,95×2,9	0,8×1,9
Deckenöffnung	m×m	1,7×1,2	.	.
Zulässige Bodenbelastung	kg/m^2	400	.	400
Schwellenlos befahrbar		ja	nein	ja
Temperierung		wahlweise indirekt, gemischt, direkt	direkt	direkt
Regelbereich Luftgeschwindigkeit		Max. bis null	Max. bis null	Max. bis null
T-Bereich		−50°...+80 °C	−50°...+80 °C	−15°...+80 °C
Taupunkt bzw. relative Feuchte regulierbar		In weiten Grenzen: nass bis sehr trocken	In üblichen Grenzen: 5% bis 100%	In weiten Grenzen: nass bis sehr trocken
Unterdruck		nein	ja	nein
Vereisungsversuche		ja	nein	nein
Radioelektrische Fenster aus Polyurethan		2 St. 2×2 m 1 St. 0,5×1 m	nein	nein
Heizbare Beobachtungsfenster aus Verbundglas		4 St. 0,5×0,5 m	1 St. 0,5×0,5 m	1 St. 0,5×0,5 m
Frischluft		(ja)	nein	(ja)
Bodenwasserablauf via Syphon für Spritzwasserversuche		ja	nein	ja
Automatischer Zeitplangeber für folgende Sollwerte		Trockentemperatur Feuchttemperatur (Taupunkt)	Trockentemperatur Feuchttemperatur (Taupunkt)	(Taupunkt)

Der Luftkreislauf III kann wahlweise zum Raum A oder zum Raum C geschaltet werden und bietet dann die in der Tabelle eingeklammerten Möglichkeiten.

punkt der Wassertemperatur, daher wird das Wasserbad gelegentlich auch Taupunktgefäss genannt.

Die Wassertemperatur kann zwischen +2 °C und dem Siedepunkt gewählt werden und ist programmierbar. Bis zum Taupunkt +2 °C kann das Wasserbad zum Trocknen der Luft verwendet werden. Für noch tiefere Taupunkte muss der chemische Trockner nachgeschaltet werden.

Sämtliche Geräte des Kreislaufs III arbeiten automatisch und sind für Dauerbetrieb ausgelegt: Entsalzen des Speisewassers für das Wasserbad, Nachfüllung des Wasserbades und die Regenerierung des chemischen Trockners. Der Kreislauf III arbeitet wahlweise offen mit Frischluft, geschlossen mit Umluft oder gemischt mit nur teilweisem Ersatz der Luft durch Frischluft. Auch ohne Aufbereitung kann er unmittelbar zur natürlichen Lüftung des Klimaversuchsraumes benützt werden.

Eine wichtige Anwendung des Kreislaufs III ist dessen Einsatz bei der Erzeugung von *Nebel, Schnee und Eis* (Fig. 2). Dabei hält der Kreislauf I die tiefe Temperatur aufrecht, während durch den Kreislauf III die erforderliche Feuchtigkeit durch gesättigte Luft mit höherer Temperatur erzeugt wird. Wenn starke Vereisung erforderlich ist, muss zusätzlich mit Zerstäuben von Wasser nachgeholfen werden.

Der Raum A bietet auch die Möglichkeit der *Prüfung mit Kälteschock*. Falls die benötigte Öffnungszeit des Tores zum Einfahren des Prüflings zu stark stören würde, kann dieser durch eine normalerweise geschlossene Öffnung in der Decke

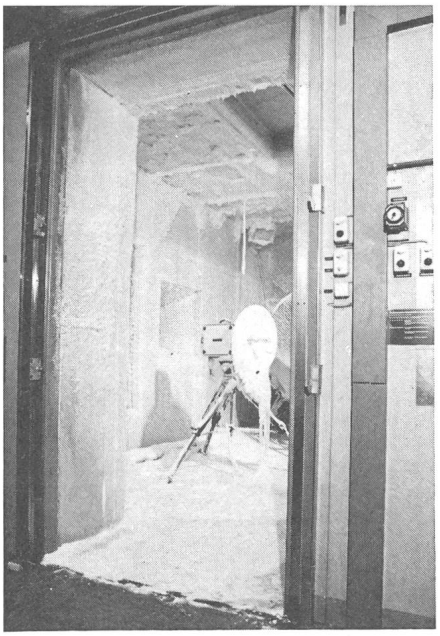

Fig. 2 Vereisungsversuch während der Auftauphase
Richtstrahlgerät für Aussenübertragungen. Die Parabolantenne zeigt stellenweise starken Eisansatz, wogegen das Richtstrahlgerät infolge seiner Eigenerwärmung weniger schnell vereist

in den kalten Raum hinuntergelassen werden, wobei die Kaltluftverluste auch bei längerer Öffnungszeit nicht zu gross sind (Prinzip der Kühltruhe).

In den Räumen A und C erlauben mit Syphon versehene Wasserabläufe *Versuche mit Spritzwasser*. Um das Austrocknen des Syphons bei trockener Luft zu verhindern, besitzt dieser eine Trennschicht aus Rizinusöl.

Heizbare *Beobachtungsfenster aus Verbundglas* mit bloss zwei Glas/Luft-Übergängen bieten dauernd klare Sicht in sämtlichen Versuchsräumen, auch für Fotoaufnahmen.

Im Raum A ist die Temperatur ohne Einschränkung über den ganzen Temperaturbereich programmierbar, die Feuchtigkeit hingegen nur bei Temperaturen oberhalb +5 °C.

Dadurch ist es möglich, auch ausserhalb der regulären Arbeitszeit zeitaufwendige Prüfarbeiten automatisch durchzuführen, um Arbeitsstunden einzusparen und die Prüfarbeiten zu beschleunigen. Diese Forderung stand bei der Konzeption der Klimaversuchsräume an erster Stelle. Inzwischen hat sie noch mehr Bedeutung erlangt.

Die *kalorische Leistung* des Raumes ist wie folgt spezifiziert: 1. Für Prüfobjekte mit einer Masse von 2000 kg und 4 kW Eigenverlust kann vom stationären Zustand bei +25 °C ausgehend innerhalb von 4 h die Raumtemperatur −25 °C erreicht werden und umgekehrt. 2. Bei −40 °C darf der Eigenverlust der Prüfobjekte im stationären Zustand noch mindestens 1 kW betragen.

Zu Protokollzwecken werden alle wesentlichen Betriebsdaten der Klimaversuchsräume auf einem eingebauten 12-Punkt-Schreiber erfasst. Für den Prüfling werden getrennte Schreiber nach Bedarf eingesetzt.

Der Raum A dient vorzugsweise zur Prüfung grosser Objekte und ganzer Verbindungen mit mehreren Teilstrecken. Wenn ein gemeinsames Prüfklima möglich ist, können auch mehrere Prüfungen gleichzeitig und unabhängig voneinander durchgeführt werden, da genügend Wanddurchführungen und Arbeitsplätze im Laborraum bestehen. Der Laborraum ist temperaturstabilisiert, damit Menschen und Messgeräte durch das Prüfklima nicht unnötig belastet werden. Dem Lärmpegel wurde ebenfalls Beachtung geschenkt: Alle Maschinen, Schaltschützen und die Vakuumpumpe sind in einem separaten Maschinenraum untergebracht.

3. Klimaversuchsraum B

Im Raum B mit 2,8 m³ Nutzinhalt und 1 m² Bodenfläche können Temperatur, Feuchte, Luftdruck (Unterdruck) und Luftgeschwindigkeit geregelt werden. Der Raum dient vor allem den Typenprüfungen und Abnahmemessungen kleinerer Geräte. Temperaturänderungen können rund sechsmal schneller als im grossen Raum A vorgenommen werden. Mit einem Prüfling von 200 kg Masse und 1 kW Eigenverlust kann die Raumtemperatur innert 40 min zwischen +25 °C und −25 °C gesenkt oder erhöht werden. Der druckfeste Behälter ist innen und die thermische Isolation aussen angeordnet. Dadurch entfällt die Beanspruchung der Isolation durch die starken Luftdruckschwankungen. Dagegen wirkt die grosse Masse des Druckbehälters als Wärmekapazität stark verzögernd auf die Temperaturänderungen. Aus Sicherheitsgründen wurde der Druckbehälter einschliesslich Beobachtungsfenster so dimensioniert, dass bis zum Vakuum gefahren werden darf, obwohl sich der normale Einsatzbereich auf 500 mbar und mehr beschränkt.

4. Klimaversuchsraum C

Der Raum C mit 5 m³ Nutzinhalt und 2 m² Bodenfläche ist aus dem Bedürfnis nach einem einfachen, nicht programmierbaren Raum für leistungsmässig weniger anspruchsvolle Dauerversuche entstanden. Die spezialisierten und viel leistungsfähigeren Räume A oder B bleiben damit verfügbar. Wie die Erfahrung zeigte, ist dieser Raum für viele Anwendungen sehr zweckmässig, z.B. für das Prüfen von Telefon-Kassierstationen, Briefmarkenautomaten, elektronischen Geräten aller Art, elektronischen Hausautomaten u.a.m.

Regulierbar durch Handeinstellung sind: Temperatur, Feuchte und Luftgeschwindigkeit. Der Raum C kann an den Kreislauf III angeschlossen werden und dessen Vorteile nutzen mit Ausnahme der Vereisungsversuche. Spritzwasserversuche sind möglich, da ein Wasserablauf vorhanden ist.

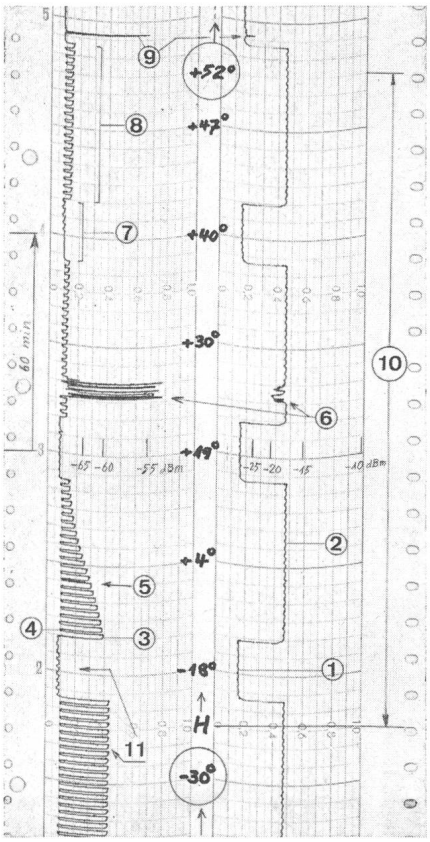

Fig. 3 Automatische Prüfung ausserhalb der Arbeitszeit: Routinetest mit weissem Rauschen

1 Grundgeräusch, breitbandig gemessen
2 Summenpegel (breitbandig) bei voller Aussteuerung
3 Messkanal 70 kHz, Dauer der Stichprobe 80 s
4 Messkanal 3886 kHz, Dauer der Stichprobe 40 s
5 Kurzes sporadisches Störgeräusch um 02.26 Uhr bei 0 °C mit geringer Amplitude
6 Starke Störgeräusche während ca. 5 min bei ca. +25 °C Reproduzierbar bei jedem Temperaturzyklus beim Aufheizen, nicht beim Abkühlen
7 Grundgeräusch selektiv gemessen
8 Gesamtgeräusch = Grundgeräusch + Intermodulation
9 Kurzes sporadisches Störgeräusch um 04.56 Uhr bei +52 °C
10 Aufheizzeit 3 h von −30 °C bis +52 °C
11 Anstieg der Intermodulation im Messkanal 70 kHz bei tiefen Temperaturen; das Grundgeräusch bleibt konstant. Reversibel bei steigender und fallender Temperatur. Kein Anstieg im Messkanal 3886 kHz
H Heizung eingeschaltet

5. Anwendungsbeispiel: Automatische Prüfung der wichtigsten Übertragungseigenschaften bei wechselnder Temperatur

Richtstrahlanlagen für Aussenübertragungen sind sehr strengen klimatischen Bedingungen ausgesetzt und müssen eine hohe Betriebssicherheit aufweisen, um unliebsame und kostspielige Ausfälle zu vermeiden. In der Regel werden die Abnahmeprüfungen im Labor durchgeführt. Dazu eignet sich besonders ein Dauertest mit Temperaturwechsel über den spezifizierten Frequenzbereich. Dieser Test fördert oft Mängel zutage, die im thermisch stationären Zustand nicht feststellbar sind. Äusserst unangenehm sind sporadisch auftretende Störungen, weil sie im Betrieb sehr schwer lokalisierbar sind.

Typisches Temperaturprogramm: Aufheizen auf +50 °C, Verweilzeit 3 h, Abkühlen 3 h auf −30 °C, Verweilzeit 3 h, Aufheizen 3 h auf +50 °C usw.; Zyklusdauer 12 h, vollautomatischer Ablauf.

Der *automatische Routinetest* mit Hilfe eines sog. Weissrausch-Messplatzes erlaubt auch ausserhalb der regulären Arbeitszeit vielfältige Kontrollen durchzuführen und die sporadisch auftretenden Fehler pausenlos zu erfassen, die als Geräuschzunahme erkennbar sind. Als Beispiel soll die Messung eines Bildkanals mit dem international definierten Rauschklirr-Messverfahren betrachtet werden. Gesendet wird weisses Rauschen mit 4,2 MHz Bandbreite (Tf 960) und einem Vollastpegel von +14,5 dBmO. Zur Aufnahme des Grundgeräusches wird die Belastung periodisch abgeschaltet. Bei angelegter Aussteuerung ist der empfangene Summenpegel auch ein Mass für den Verstärkungsgrad des Systems. Im Rauschsignal sind sendeseitig im vorliegenden Fall zwei Messkanäle gesperrt bei 70 kHz und 3886 kHz zur selektiven Messung des Grundgeräusches und des Gesamtgeräusches (inkl. Intermodulation). Die Auswertung des Registrierstreifens (Fig. 3) geschieht visuell und zeigt auf den ersten Blick sowohl die rasch verlaufenden Unregelmässigkeiten als auch die sehr langsamen temperaturabhängigen Veränderungen. Die zugehörige Temperatur kann bei Bedarf dem 12-Punkt-Schreiber des Klimaversuchsraumes entnommen werden. Zur Identifikation der Messkanäle – es dürfen auch mehr als zwei sein – wird ihre Stichprobendauer deutlich ungleich gemacht. Die Messwerte sind dann über den ganzen Registrierbereich eindeutig gekennzeichnet. Die Figur zeigt bei (5) ein kurzes sporadisches Störgeräusch bei 0 °C mit geringer Amplitude. Bei (6) ist ein starkes Störgeräusch von ca. 5 min Dauer intermittierend sichtbar bei einer Temperatur von ca. +25 °C. Dieses Geräusch wiederholt sich bei jedem Zyklus, immer beim Aufheizen, nie beim Abkühlen. Bei (9) ist ein kurzes starkes Störgeräusch bei +52 °C erkennbar. Ausserdem ist bei tiefen Temperaturen eine temperaturabhängige stetige Zunahme der Intermodulation im Messkanal 70 kHz feststellbar (11 in Fig. 3). Sie ist reproduzierbar und verläuft sowohl beim Abkühlen wie beim Aufheizen kontinuierlich. Oberhalb +20 °C verschwindet sie, bei −30 °C ist sie am grössten. Das Grundgeräusch bleibt in beiden Messkanälen unverändert, ebenfalls das Gesamtgeräusch bei 3886 kHz. Die Lokalisierung dieser Erscheinungen führte auf einen fehlerhaften Print (vermutlich Kontaktfehler).

Im Zeitpunkt der Prüfung waren die Auswirkungen auf die Übertragungsqualität bereits gravierend, wie der Abfall des Summenpegels bei (6) beweist. Wie die Erfahrung lehrt, verstärken sich derartige Fehler meistens noch im Laufe der Zeit. Sie wären ohne solche automatische Messmöglichkeiten mit Klimawechsel praktisch nicht feststellbar.

Adresse des Autors

Max Fiechter, dipl. Ing. ETH, pens. PTT, Schwarzenburgstrasse 129, 3097 Liebefeld.