

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 45 (1967)

Heft: 12

Artikel: Die konstruktive Gestaltung einer Umlenkeantennenanlage

Autor: Hauenstein, Fritz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874913>

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: 29.11.2025

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

Die konstruktive Gestaltung einer Umlenkantennenanlage

Fritz HAUENSTEIN, Bern

621.396.677.831 : 624.042

Zusammenfassung. Es werden die statischen Anforderungen unter Berücksichtigung der Vereisung und der Temperatureinflüsse beschrieben, die für die Erstellung eines Umlenkspiegels berücksichtigt werden müssen. Gleichzeitig werden konstruktive Einzelheiten und die in den Hauptkonstruktionsteilen wirkenden Kräfte erläutert.

Construction d'une antenne de relais passif

Résumé. On décrit ici les exigences statiques dont on doit tenir compte pour construire un miroir de relais passif, en considérant aussi le dépôt de glace et les influences de la température. Certains détails de construction sont exposés et les forces agissant sur les parties principales sont expliquées.

La configurazione costruttiva di un relè passivo.

Riassunto. Sono contemplate le esigenze statiche delle quali si deve tener conto per la costruzione di un relè passivo, senza trascurare il carico di ghiaccio e l'influenza della temperatura. Contemporaneamente vengono esposti i dettagli della costruzione e descritte le forze che agiscono sulle parti più importanti

1. Einleitung

Mit der Projektierung und Erstellung von Passivrelais wurde in der Schweiz vor einigen Jahren Neuland betreten. Zwei kleine Relais, die bereits längere Zeit in Betrieb sind, dienen als Grundlage für die Weiterentwicklung.

Die Umlenkantennenkonstruktion besteht aus einer Strahlfläche von 19,3 m², die jedoch nach Bedarf auf 48,4 m² erweitert werden kann. Eine Kardanrahmenkonstruktion ermöglicht die Azimut- und Elevationsrichtungen um $\pm 5^\circ$ und den Knickwinkel der beiden Antennenhälften um $0..3^\circ$ einzustellen. Als Antennenträger wurde ein Fachwerkmast in Stahlrohrkonstruktion gewählt. Die ausgeführte Konstruktion und deren Abmessungen sind aus *Figur 1* zu ersehen.

2. Grundlagen für die statische Berechnung

Bei einer Windgeschwindigkeit von 150 km/h darf die Strahlachse höchstens $\pm 0,15^\circ$ auslenken. Diese Auslenkung muss auch bei einem Eisbehang von 10 cm und bei unterschiedlicher Sonnenbestrahlung der Konstruktion gewährleistet sein. Die Planheit der Strahlfläche muss mit ± 2 mm garantiert werden. Die ganze Konstruktion ist für eine Strahlfläche von 48,4 m², deren unterer Rand 6,0 m über dem Erdboden liegen soll, berechnet und gebaut.

3. Vereisung

Dem Vereisungsproblem, besonders der Vereisung der Strahlfläche, wurde grösste Aufmerksamkeit gewidmet. Dem Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung wurde der Auftrag erteilt, abzuklären, mit welchen Materialien und welcher Behandlung der Antennenfläche die Vereisungsrate eingedämmt werden könnte. Versuche in einem Windkanal sollten darüber Aufschluss geben. Als Testobjekt dienten fünf verschieden behandelte Bleche 5×5 cm aus Anticorodal:

- Nr. 1: unbehandelt
- Nr. 2: durch Sandstrahlen aufgeraut
(Rückseite grauer Schutzanstrich)
- Nr. 3: farblos eloxiert
(Rückseite grauer Schutzanstrich)
- Nr. 4: braun eloxiert
(Rückseite grauer Schutzanstrich)

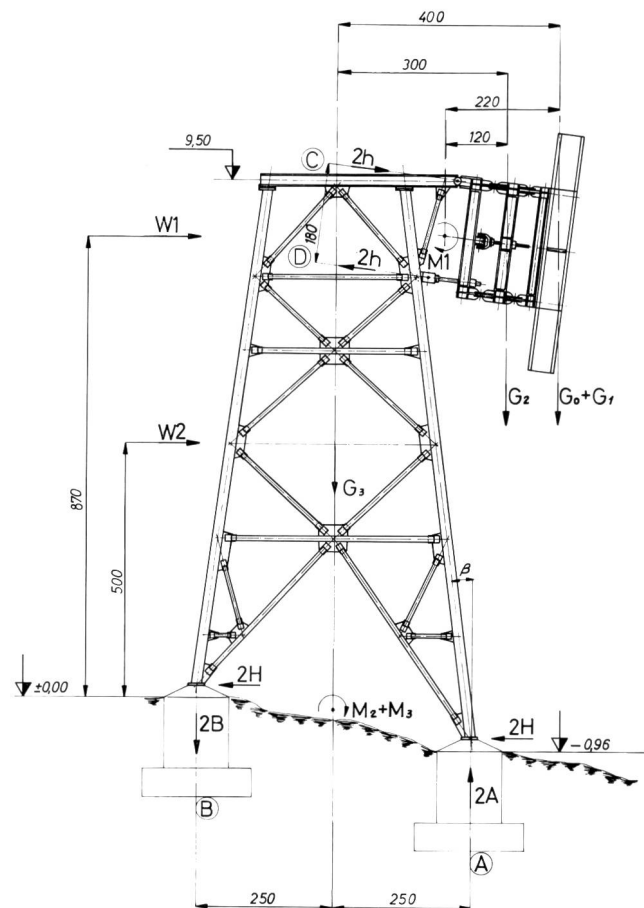


Fig. 1
Abmessungen der Antennenkonstruktion

Nr. 5: Überzug aus Scobalit (Polyester) (Rückseite grauer Schutzanstrich)

Die Ergebnisse der Versuche liessen den Schluss ziehen, dass grössere Unterschiede nicht bestehen. In der Art der Vereisung wurde auch bei den extremsten Proben kein wesentlicher Unterschied festgestellt. Die Schlussfolgerung des genannten Institutes (Gutachten vom 2. September 1964) lautet:

«Um die Vereisung gering zu halten, müssen bei der Aufstellung der Antennenanlage in erster Linie möglichst günstige aerodynamische Verhältnisse angestrebt werden, das heisst die Anlage muss dem Wind eine grosse, glatte und keinesfalls durchbrochene Angriffsfläche bieten. Die Wahl des Antennenmaterials hatte in den untersuchten Fällen auf die Vereisungsrate keinen wesentlichen Einfluss, eine dunkle Farbtönung zur Ausnutzung der Strahlung dürfte jedoch den Abbau allfälliger Vereisungen beschleunigen.»

Auf Grund dieser Erkenntnisse wurde bestimmt, dass für die Strahlfläche dunkel eloxiertes Anticorodalblech verwendet werden sollte.

4. Umlenkspiegel

Figur 2 zeigt den ausgeführten rhombusförmigen Umlenkspiegel, der folgende Abmessungen aufweist:

Fläche $F = 19,3 \text{ m}^2$

Höhe $H = 4,4 \text{ m}$

Breite $B = 8,8 \text{ m}$

Der Spiegel ist mit vier rechteckigen und acht dreieckigen Elementen mit Seitenlängen 2,20/1,10 m aufgebaut. Für die

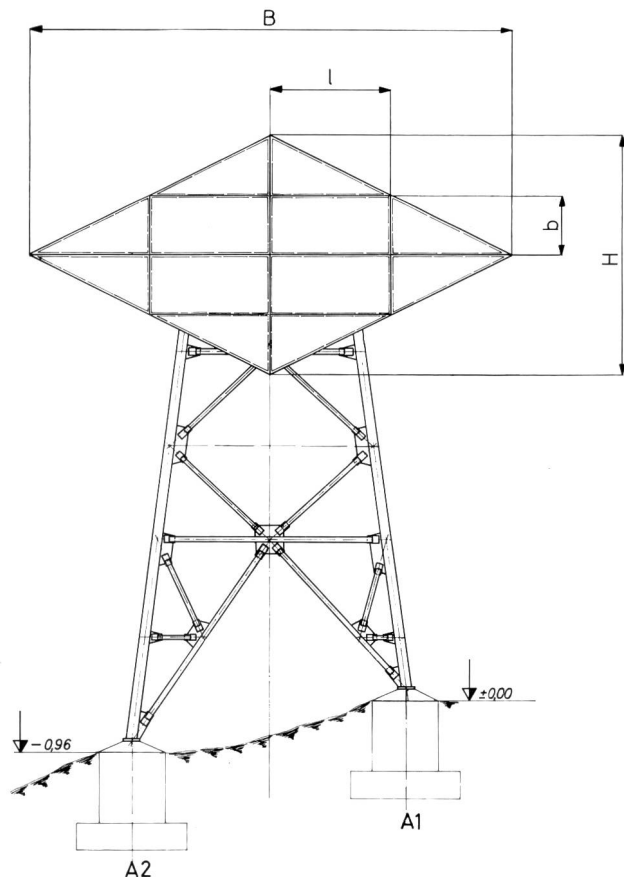


Fig. 2
Abmessungen des Umlenkspiegels

Strahlfläche wurde Anticorodalblech B, hart, von 4 mm Stärke verwendet, die auf Versteifungsrahmen aufgeschraubt sind. Die freie Fläche wurde geschliffen, gebürstet und dunkelgrau eloxiert.

An die Herstellung von Passivrelais werden ganz allgemein grosse Anforderungen gestellt. Bei einer Fläche von $48,4 \text{ m}^2$ darf die Abweichung von der Ebene maximal $\pm 2 \text{ mm}$ betragen. Um diese Toleranz auch bei den grössten Temperaturschwankungen einhalten zu können, werden die Blechelemente, aus denen die Gesamtfläche besteht, beweglich mit dem Grundrahmen verbunden. Die Befestigung mit Spezialschrauben und Bohrungen in den Blechen mit grösserem Durchmesser als jenem des Schraubenschaftes ermöglichen eine Dilatation in allen Richtungen.

Eine Formkontrolle der Reflektorfläche in der Werkstätte hat mit der Belastungsannahme für eine Fläche von $48,4 \text{ m}^2$ ergeben, dass die diesbezügliche Forderung knapp eingehalten wird, jedoch für die ausgeführte Fläche von $19,3 \text{ m}^2$ sehr gut erfüllt ist. Als Korrosionsschutz wurde für die Grundrahmen die Spritzverzinkung mit einem Farbanstrich vorgesehen. Die Feuerverzinkung fiel wegen der zu erwartenden Wärme-Verformungen im Bad ausser Betracht. Zweimalige Beobachtungen aus dem Flugzeug im Winter haben bestätigt, dass die Reflektorfläche eisfrei, jedoch die Kardanrahmen und der Mast ziemlich stark mit Schnee und Eis behaftet waren.

5. Kardanrahmen

Um die Forderungen für die Einstellbarkeit des Spiegels, wie in der Einleitung beschrieben, genügen zu können, musste ein dreiteiliger Kardanrahmen konstruiert werden, der in Figur 3 schematisch dargestellt ist. Der Azimut, die Elevation und der Knickwinkel können mit entsprechenden Spindeln eingestellt werden. Nach der Justierung können die Spindeln blockiert werden, dadurch wird ein Verstellen des Spiegels infolge eines heftigen Sturmes ausgeschlossen. Die Kardanrahmentteile sind aus I-Stahlprofilen konstruiert,

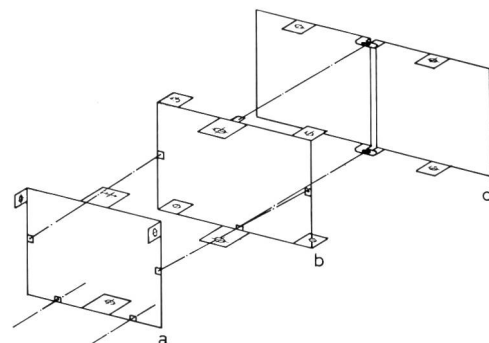


Fig. 3
Dreiteiliger Kardanrahmen zur Spiegeleinstellung

deren sämtliche Drehlager mit Resofil-Büchsen versehen wurden, um Einrostungen zu vermeiden. Sämtliche Lager und Spindeln mussten spielfrei erstellt werden. Damit ist erreicht, dass Winkelabweichungen ausgeschlossen sind. Als Korrosionsschutz ist für alle Stahlteile die Feuerverzinkung angewendet worden.

6. Mast

Als Tragwerk für den Spiegel und die Kardanrahmen dient ein Mast aus Stahlröhren. Diese Konstruktion wurde verhältnismässig gedungen und weitmaschig ausgeführt, um eine allseitige und möglichst gleichmässige Sonnenbestrahlung und daher günstige Ausdehnung zu erzielen. Der runde Querschnitt aller Stäbe begünstigt den Windfaktor. Aus Figur 1 ist auch dieser Konstruktionsteil ersichtlich.

7. Lasten

7.1 Ständige Lasten

a. Umlenkspiegel	$G_0 = 5,0 \text{ t}$
b. Kardanrahmen	$G_2 = 3,2 \text{ t}$
c. Mast	$G_3 = 3,5 \text{ t}$

7.2 Vereisung

Spiegel und Kardanrahmen	$G_1 = 5,2 \text{ t}$
--------------------------	-----------------------

7.3 Wind

a. Spiegel und Kardanrahmen	$W_1 = 11,0 \text{ t}$
b. Mast	$W_2 = 2,5 \text{ t}$

8. Kräfte in den Konstruktionsteilen

Aus Figur 4 und der nachstehenden Aufstellung sind die auf den Kardanrahmenteil b wirkenden Kräfte zu ersehen.

C	= 4,9 t
D	= 8,9 t
E	= 17,4 t
F	= 21,4 t
G	= 9,2 t
H	= 14,1 t
I	= 15,4 t

Die Kraft G muss von einer Gewindespindel übertragen werden, die wie folgt dimensioniert ist:

Rundstahl 52 mm $\varnothing$:	$F_{\text{Kern}} = 16,6 \text{ cm}^2$
i	= 1,32 cm
l_{kmax}	= 35 cm
λ	= 27
ω	= 1,07

$$\sigma_{\text{zulässig}} = 1,4 \text{ t/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{vorhanden}} = \frac{9,2 \times 1,07}{16,6} = 0,592 \text{ t/cm}^2$$

Die maximalen Kräfte und Spannungen, die am Mast in den Eckpfosten und Diagonalen auftreten, werden an zwei Beispielen dargestellt

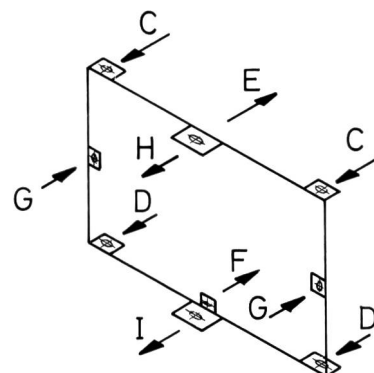


Fig. 4

Die auf den Kardanrahmen Teil b wirkenden Kräfte

$$\text{Eckpfosten: } E_{\text{max}} = \frac{M}{2 b \cos \beta} = 18,5 \text{ t}$$

Stahlrohr 171/162 $\varnothing$:	$F = 23,5 \text{ cm}^2$
i	= 5,89 cm
l	= 180 cm
λ	= 31
ω	= 1,07

$$\sigma_{\text{zulässig}} = 1,10 \text{ t/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{vorhanden}} = \frac{7,9 \times 1,38}{10,1} = 1,08 \text{ t/cm}^2$$

Die maximalen Fundamentkräfte wurden wie folgt berechnet:

A	= +19,6 t
B	= -11,2 t
H	= 3,4 t

Die an das Tragwerk gestellten Anforderungen entsprechen in bezug auf die Stabilität in allen Teilen.

9. Schlussbemerkungen

Das Bauwerk wurde auf einem schwer zugänglichen Bergücken in 2140 m ü. M. aufgestellt. Sämtliche Baumaterialien, Konstruktionsteile, Montagegeräte und Werkzeuge mussten mit dem Helikopter auf die Baustelle geflogen werden. Die Gewichte der Konstruktionsteile waren daher der Tragfähigkeit des Hubschraubers anzupassen. Durch sehr gute Zusammenarbeit des Auftraggebers mit der ausführenden Firma *Willy Bühler AG* in Bern, war es möglich, dass trotz vorgerückter Jahreszeit Transporte und Montage, ausser einer vorübergehenden Behinderung durch starken Schneefall und einen Kälteeinbruch, normal verliefen.

Adresse des Autors: F. Hauenstein, in Fa. Willy Bühler AG, Eigerstrasse 71, 3000 Bern.