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: 88 (1997)

Heft: 2

Artikel: Montage von Betonmasten mit dem Hubschrauber

Autor: Bettens, Philippe / Ghiraldi, Albert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902176

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

Die Verwendung von Betonmasten ist eine in der Schweiz in Überland-, Orts- und Stromversorgungsnetzen bewährte Technik. Dass sie nicht gewartet werden müssen, ist ein Vorteil, den die Betreiber von Stromnetzen im Vergleich zu Stahlmasten oder zu Holzmasten schätzen. Die Nachteile bezüglich des Gewichts dieser vorgefertigten Betonelemente waren bis heute ein Hinderungsgrund dafür, sie in bestimmten Umgebungen zu verwenden. Ohne direkten Zugang von der Strasse in unmittelbarer Nähe waren die notwendigen Montagevorrichtungen nur schwer zu plazieren, abgesehen von ihrem Einfluss auf die Umwelt. Dank der Entwicklung eines patentierten Montagesystems kann man heute Anlagen mit Masten aus Teilstücken erstellen, die über dem Luftweg transportiert werden können. Die Montage dieser im Gewicht reduzierten Elemente ist mit dem gleichen Hubschrauber möglich, wie eine Vorführung im Juli 1996 gezeigt hat.

Montage von Betonmasten mit dem Hubschrauber

Bild 1 3,3 Tonnen kommen durch die Luft.

Adresse der Autoren
Philippe Bettens, Ingenieur ETS, Abteilung Technik, ENSA Electricité Neuchâteloise SA
2035 Corcelles

Albert Ghiraldi, Generaldirektor, GRAM SA
1527 Villeneuve-près-Lucens

■ Philippe Bettens und Albert Ghiraldi

Montagekonus für Betonmasten

Betonmasten werden zunehmend als Träger für Hochspannungsleitungen geschätzt. Ihre Einwirkungen auf den Erdboden sind begrenzt. Einmal aufgestellt, besteht nicht mehr der Nachteil, dass man in irgendeiner Weise einschreiten muss. Dies im Gegensatz zu den Metallmasten, bei denen Probleme durch Korrosion auftreten können. Dieser Aspekt gewinnt zunehmend an Bedeutung, besonders im Hinblick auf die letzten Empfehlungen des Buwal zur Oberflächenbehandlung witterungsexponierter Gegenstände, die sich aus der Luftreinhalteverordnung ergeben haben.

Die hauptsächlichen Nachteile von Betonmasten konzentrieren sich auf diejenigen Arbeitsgänge, die ihrer Herstellung folgen und die der Inbetriebnahme des Bauwerkes vorangehen. Der Transport und die Montage der vorgefertigten Elemente bilden die hauptsächlichen Schwierigkeiten, betrachtet man deren Gewicht und Länge. Nur wenige leistungsstarke Unternehmen der Branche sind in der Lage, solche Aufgaben wirtschaftlich zu lösen.

Im Anschluss an Werksversuche ist die Technik an 60-kV-Masten getestet worden, die im Gebiet von Boudry am nördlichen Ufer des Neuenburgersees aufgestellt werden sollen (Hochspannungsnetz der ENSA). In einem ersten Arbeitsgang konnte man sich Anfang Juli 1996 vor Ort an einem mit konventionellen Hebezeugen errichteten Masten von der Richtigkeit des patentierten Montagekonus überzeugen. Diesem Arbeitsgang folgte am 16. Juli 1996 an zwei anderen Masten derselben in Bau befindlichen Stromleitung (Bild 1) eine Demonstration für eine grössere Anzahl Spezialisten mit einem Super-Puma-Hubschrauber.

Ein halbes Jahrhundert Erfahrung

Betonmasten werden in der Schweiz seit 50 Jahren weitverbreitet mit Erfolg eingesetzt. Mit ihnen ist es möglich, Lösungen für die gesamte Skala der Netzspannungen zu finden.

Beim Kostenvergleich ist nicht nur die Lieferung zu erfassen, sondern auch die Kosten für Fundamentierung (bei Betonmasten unsichtbar und manchmal fakultativ), Transport und Errichten der Masten. Zahlreiche Vergleiche haben

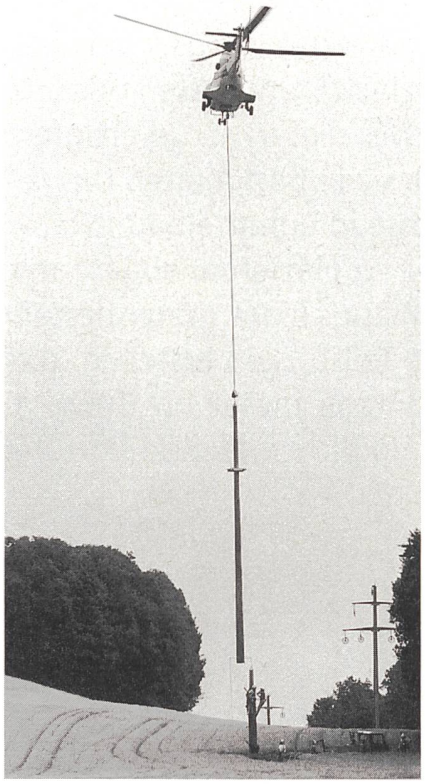

Bild 2 Setzen des oberen Elementes des im Zentrifugierverfahren hergestellten Mastes.

wichtige potentielle Einsparungen klar herausgestellt, insbesondere im Vergleich zur Alternative mit Metallrohrmasten.

Vom Standpunkt der Integration in die Umwelt aus betrachtet, benötigen die Betonmasten lediglich eine Grundfläche, die in Quadratmetern gemessen wird. Besonders in landwirtschaftlichen Gebieten ist dies eine Lösung, die vorteilhafter ausfällt als Gittermasten, deren Platzbedürfnisse rund zehnmal höher sind.

Entscheidend ist, dass Betonmasten nicht gewartet werden müssen. Sie widerstehen nachweisbar Witterungseinflüssen und korrosionsfördernden Mitteln. Auch ist das Phänomen der Karbonisierung praktisch unbekannt (1–2 mm/50 Jahre). Zudem ist weder ein Anstrich noch das Sandstrahlen notwendig.

Bei den Betonmasten handelt es sich jedoch nicht um ein ideales Produkt, da es immer noch darum geht, ihr Gewicht und ihre Länge zu bewältigen. Unter Berücksichtigung dieser Schwierigkeiten konnte die Wahl der Strecke beeinflusst werden. Dies wird durch ökologische Einschränkungen immer weniger vorstellbar. Um Zugang zu bestimmten Orten zu erhalten, ist der Zugriff auf den Hubschrauber deshalb zu einer Notwendigkeit geworden. Dies hätte zu einem Verzicht der Lösung mit Betonmasten geführt. Man hätte sich für Stahlmasten, Gittermasten oder Rohrmasten, die sich in Elementbauweise aufstellen lassen, entscheiden können.

Um eine nutzbare Möglichkeit bieten zu können, haben die Hersteller von Betonmasten neue Verbindungstechniken entwickelt. Diese sind mehr oder weniger gelungen, oftmals kostspielig und heikel. Nach jahrelanger Forschungsarbeit ist die Firma Gram in der Lage, verschiedene Typen dieser Masten anzubieten. Die leistungsfähigsten hiervon sind patentiert worden. Jetzt ist es möglich, Betonmasten mit Schiffscontainern zu transportieren oder sie mit Hilfe eines Hubschraubers aufzustellen. Mit diesem Montagesystem können die einzelnen Teilstücke auf eine wirtschaftliche Weise aneinandergesetzt werden, da sich jedes Teilstück über Luft- oder Landwege transportieren lässt. Die Elemente sind so ausgelegt, dass sie vertikal ineinandergefügt werden können.

Bei der Montage kann ebenfalls von der massgeblichen Gewichtsreduzierung der zu transportierenden Elemente profitiert werden. Aus wirtschaftlicher Sicht sind die Auswirkungen einzig auf den Lieferpreis für die Masten beschränkt (5–15% Mehrkosten, gemäss der Anzahl der Elemente pro Mast). Sie dürften weitgehend durch die Senkung der anderen zu berücksichtigenden Kosten kompensiert werden.

Neues für Hochspannungsleitungen

Das Heligram-System ist auf einer Baustelle der ENSA bei seinem ersten Montageversuch in echter Grösse vorgestellt worden. Das Unternehmen Arnold hat seine Kompetenzen mit der Leistungsstärke eines Hubschraubers des Typs Super-Puma von Helog kombiniert, um die Durchführbarkeit zu beweisen. Der Erfolg des Unternehmens war von den meteorologischen Bedingungen abhängig und vom Fingerspitzengefühl des Piloten. Wesentlicher Faktor ist auch die Präzision bei der Herstellung der Anschlusskonen der Maststücke. Die Operation ist in sechs Durchgängen beurteilt worden.

Für die beiden von dem Hubschrauber beförderten Masten sind sechs Leitungen des Typs Aldrey (240 mm^2) und eine Erdleitung mit FO Ald/Acs (242 mm^2) vorgesehen.

Der erste Mast ist im Zentrifugierverfahren hergestellt worden (runder Abschnitt) und ist insgesamt 23 m lang (maximale Auslegungs-Beanspruchung 1200 kg). Er besteht aus zwei Teilstücken, dem unteren Element mit 7 m Länge (Gewicht 3 t) und dem oberen Element mit 16 m Länge (Gewicht 3,7 t; Bild 2). Seine beiden Träger wiegen 2,3 t. Sie sind mit einer einzigen Hubschrauberrotation gesetzt worden. Die Einstellung ihrer Höhe und ihre Ausrichtung erfolgte nach dem Hub.

Der zweite Mast ist mechanisch vorgespannt (achteckiger Abschnitt) und hat 21,5 m Gesamtlänge (maximale Beanspruchung 2700 kg). Er besteht aus drei Teilstücken: dem unteren Element mit 6,8 m Länge (Gewicht 3,8 Tonnen), dem mittleren Element mit 9 m Länge (Gewicht 3,1 t) und dem oberen Element mit 5,7 m Länge (Gewicht 3,3 t; Bild 3).

Hubschrauber

Der Super-Puma ist einer der leistungsfähigsten Hubschrauber, die in der Schweiz im Einsatz sind. Ausgerüstet mit

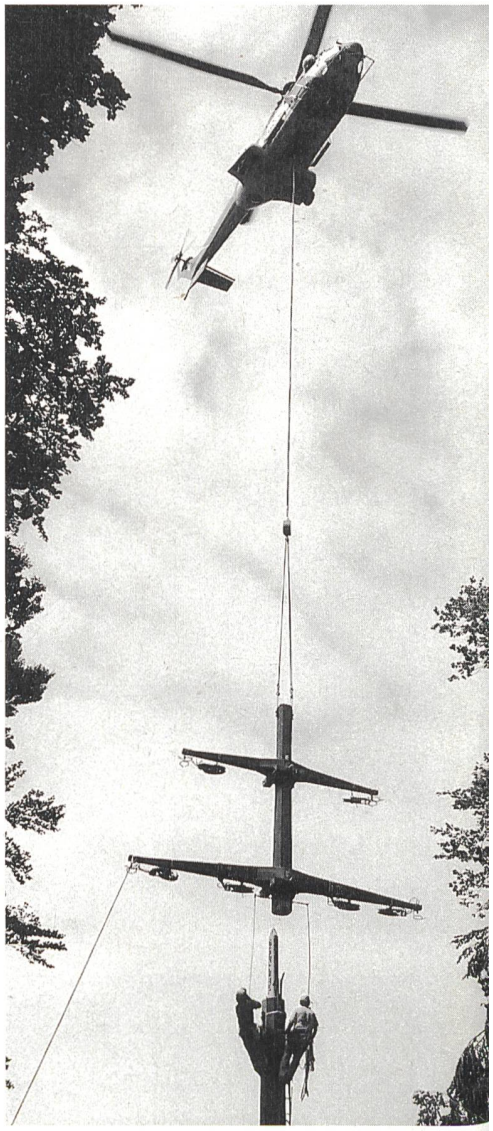

Bild 3 Setzen des oberen Teils des achteckigen Mastes mit Trägern.

zwei Turbinen (Leistung je 1400 kW) verfügt er unter optimalen Bedingungen über 4500 kg maximale Nutzlast.

Die Schweiz hat ihre ersten Erfahrungen mit diesem Hubschrauber in den 80er Jahren gemacht, als er bei den Holztransporten in den Bergregionen eingesetzt worden ist. Diese Erfahrungen wurden dann mit den Montagearbeiten an Funk- und Fernsehsendern, Drahtseilbahnen, Kränen oder Metallmasten für Stromleitungen vervollständigt.

Erfahrungen mit der Montage

Der Einsatz eines Hubschraubers erfordert an erster Stelle eine äusserst gewissenhafte Vorbereitung, um die Flugzeit und die damit verbundenen Kosten einzuschränken. Sie schliesst die Koordination zwischen den verschiedenen am Unternehmen beteiligten Partnern ein.

Zuerst ist ein geeignetes Gelände für die Lagerung der Betonelemente und Zusatzmaterialien (Bild 4) freizumachen. Einige Tage zuvor sind detaillierte Fragen, wie die Länge des Seilgeschirrs oder die Zusammensetzung des Montageteams, zu diskutieren.

Das Leitsystem am Boden ist ebenfalls zu überprüfen. Im weiteren müssen die Funkverbindungen und Haltegriffe an den oberen und unteren Elementen vorhanden sein. Ausserdem sind neben den Haltegriffen mehrere Seile vorzusehen, um eine optimale Unterstützung durch das Bodenpersonal zu gewährleisten.

Diese Überlegungen sind den Unternehmen, die Metallmasten mit Hilfe von Hubschraubern montieren, bekannt. Sie sind in einer vergleichbaren Situation noch wichtiger, bei Massen und Trägheiten, die doppelt oder dreimal so hoch sind.

Schlussfolgerungen und Aussichten für die Zukunft

Ziel der erwähnten Demonstration war es, die Durchführbarkeit der Technik, Betonmasten mit Hilfe eines Hubschraubers zu montieren, zu beweisen. Die wirtschaftlichen Aspekte des Systems können nicht vollständig und genau aufgrund dieser einzigen Demonstration beurteilt werden, die noch weitere Versuche aufwies. Ausserdem wurde ihre Durchführung durch das anwesende Fachpublikum entscheidend beeinflusst.

Dieses Publikum wusste über die Dienste, die ein Hubschrauber erweisen kann, und über die relativ geläufige Verwendung für das Verlegen von Leitungen oder das Setzen von Trägern einer Stromleitung mit Betonmasten Bescheid.

Bild 4 Gelände für die Zwischenlagerung.

Unbestreitbar hat man eine wichtige und entscheidende Etappe beim Einsatz von Betonmasten hinter sich gebracht. Diese Überlegung ist nicht nur für die Schweiz wertvoll, sondern auch für die Elektrifizierung von Entwicklungsländern, wo praktisch keine Strassennetze existieren, ganz zu schweigen von den schier unlösbaren Problemen hinsichtlich der Überwachung und Wartung.

In Europa wird dieses vor allem für Projekte in abschüssigem, bewaldetem oder schwer zugänglichem Gelände wichtig sein. Da jedes Projekt ein Einzelfall ist, muss die Wirtschaftlichkeitsanalyse einfach auf allgemeine Art durchgeführt werden (unter Einbezug der Kosten der Masten, für den Transport und für die Montage, aber auch für die Realisierung eines Zugangs, der für die verschiedenen Varianten eingeplant werden muss, sowie eventuelle Wartungskosten). Zukünftig lässt sich eine solche Analyse durchführen, ohne an technische Grenzen zu stossen, die bis heute als unüberwindlich galten.

Schliesslich drückt sich die Wirtschaftlichkeit des Zugangs in der heutigen Zeit, in der der Umweltschutz immer mehr Einfluss auf Infrastrukturprojekte hat, nicht mehr einzig in finanzieller Hinsicht aus. Bei der Anforderung von Durchgangsrechten wird immer mehr der Einsatz von Hubschraubern bevorzugt, wenn diese Vorgehensweise die Beeinträchtigungen auf ein Minimum reduziert.

Montage de mâts en béton par hélicoptère

L'utilisation de mâts en béton est une technique largement éprouvée en Suisse, dans les réseaux de transport, de répartition et de distribution d'électricité. Leur absence de besoin d'entretien est un avantage que les exploitants de lignes apprécient, par rapport aux pylônes en acier ou aux poteaux en bois. Les inconvénients relatifs à la taille et au poids de ces éléments préfabriqués en béton ont empêché jusqu'ici de les prévoir à certains endroits. Sans accès routier à proximité immédiate, la nécessité d'aménagements provisoires a souvent été dissuasive. Elle représente dans tous les cas des dépenses importantes, sans parler de l'impact sur l'environnement qu'il y a lieu de considérer. Grâce à la mise au point d'un système d'assemblage (Pat.), on peut aujourd'hui établir des projets avec des fûts par tronçons, transportables par la voie des airs. Le montage de ces éléments, dont le poids est réduit, est envisageable par le même hélicoptère, comme l'a prouvé une démonstration, en juillet 1996.

Une version intégrale de cet article, en français, est à disposition chez les auteurs.