Die Darstellung der Randzonen vorgespannter Seilnetzkonstruktionen in Zuschnittsplänen: praktische Erfahrungen bei den Olympischen Dächern München

Autor(en): **Linkwitz, K. / Preuss, H.D.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht**

Band (Jahr): **9 (1972)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-9581

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Darstellung der Randzonen vorgespannter Seilnetzkonstruktionen in Zuschnittsplänen; praktische Erfahrungen bei den Olympischen Dächern München

Mapping of the Cutting Patterns of the Boundary Zones of Prestressed Cable Nets; Experiences from the Roofs of the Olympic Facilities at Munich

La représentation sur les plans des bordures des structures en réseau de câble; application pratique pour les toits olymiques à Munich

K. LINKWITZ H.D. PREUSS
Stuttgart, BRD

Eine der Aufgaben des Zuschnitts ist die Ermittlung der Längen aller Seilstücke zwischen je zwei Netzknoten und die Bestimmung der Gesamtlänge jedes Netzseils und jedes Randseils durch Addition der Seilstücke. Da Zahlenangaben allein zur Netzfertigung und -verknüpfung nicht ausreichen, gehören zum Zuschnitt auch grossmassstäbige Zuschnittspläne, in denen die Netzränder möglichst verzerrungsfrei dargestellt werden. Da das Netz ein doppelt gekrümmtes, dreidimensionales Gebilde ist, müssen aber bei der Abbildung in die Ebene gewisse Verzerrungen in Kauf genommen werden. Man kann nur anstreben, diese Abbildungsfehler durch geeignete Abbildungsmethoden klein zu halten.

Solange die Zuschnittsmasse direkt von Modellen abgenommen wurden - Pavillon Montreal -, benutzte man Photographien des Netzrandes, welche mit jeweils zum Netzstück senkrechter Aufnahmeachse aufgenommen worden waren. Nach massstäblicher Vergrösserung und fortlaufender Montage erhielt man eine in die Zeichenebene sukzessiv eingedrehte ebene Abbildung des Netzrandes.

Bei der Aufnahme der Randzonen mit Hilfe eines Messtisches oder der Nahbildphotogrammetrie, schliesslich auch bei der analytischen Berechnung von Seilnetzen erhält man Raumkoordinaten der Netzpunkte, die in die Ebene abgebildet werden müssen. Dazu wurden bei den Dächern der Olympia-Sportstätten München zwei verschiedene Methoden angewendet:

Verfahren "Planebene": Eine einfache Abbildung gewinnt man durch orthogonale Projektion der Netzknoten in eine Ebene. Die Abbildungsfehler sind dann umso kleiner, je besser sich die Abbildungsebene dem abzubildenden Netzstück anschmiegt. Tatsächlich wurde die räumliche Stellung der Abbildungsebene als "ausgleichende Ebene" so bestimmt, dass je Randzonenstück und damit je Plan die gewogene Quadratsumme der quadratischen Punktabstände zum Minimum wurde.

Praktische Versuche zeigten, dass nicht alle Punkte des Abbildungsbereiches zur Bestimmung dieser Ebene mit gleichem Gewicht herangezogen werden dürfen. Günstige Projektionseigenschaften ergaben sich, wenn alle Punkte auf dem Randseil und einige ausgewählte in seiner Nachbarschaft in die Berechnung der Parameter eingingen. Um zu vermeiden, dass sich die Ebene zu stark dem Randseil anpasste, erhielten die ausgewählten Netzpunkte ein "Gruppengewicht" gleicher

Grösse wie das aller Randseilpunkte. Dadurch lässt sich die Anpassung der Abbildungsebene an ausgezeichnete Punkte oder Netzstücke beeinflussen.

Nach dieser Methode - übersetzt in ein Programmsystem - wurden die Zuschnittspläne von Sporthalle, Schwimmhalle und Stadion berechnet und automatisch im Massstab 1:10 gezeichnet. Dazu mussten zunächst in Übersichtsplänen 1:125 die Blattschnitte für die einzelnen Abbildungsebenen so festgelegt werden, dass je Plan der Zeichenbereich der Zeichenmaschine eingehalten wurde, dass sich aufeinanderfolgende Pläne genügend überdeckten und dass weiter die Abmessungen jedes Planes den Krümmungsverhältnissen des Netzes angepasst waren.

Das Programmsystem lieferte je Plan einen Steuerstreifen für die Zeichenanlage KONGSBERG KINGMATIC und ein Protokoll, welches alle für die Bearbeitung der Werkstattpläne notwendigen Zahlenangaben enthielt. Zusätzlich wurden je Plan Transformationsparameter berechnet, damit die Stahlbaufirmen bei der Weiterverarbeitung Raumpunkte in die Planebene und - umgekehrt - Punkte aus den Zuschnittsplänen in den Raum transformieren konnten.

In stark gekrümmten Netzbereichen traten - obwohl der Blattschnitt durch zusätzliche Unterteilungen dem Netz besonders angepasst wurde - Projektionsverkürzungen auf, die über der Zeichengenauigkeit lagen und manuell verbessert werden mussten; die für jeden Punkt berechneten Projektionshöhen lieferten dazu wesentliche Angaben.

Verfahren "Abwicklung": Nach einer analytischen Berechnung des Netzes kennt man die Raumkoordinaten der Knotenpunkte einer Gleichgewichtsfigur. Im Lastfall Zuschnitt werden die Seilstücke als gewichtslos angenommen, alle äusseren Belastungen sind null. An den Knoten des Randseils greifen dann jeweils drei Kräfte an, nämlich zwei Kräfte in den im Knoten aneinanderstossenden Randseilstücken und eine Kraft im abgehenden Netzseil. Da im Gleichgewicht, müssen diese drei Kräfte und damit die Seilstücke, in denen die Kräfte wirken, in einer Ebene liegen und können direkt in dieser Ebene abgebildet werden. Sukzessiv aufeinanderfolgende "3-Kräfteebenen" lassen sich aneinandersetzen und bilden einen in der Nachbarschaft jedes Randseilknotens verzerrungsfreien Plan. Dehnt man nach diesem Prinzip den Plan in die Tiefe des Netzes aus, so erhält man auch in einigem Abstand vom Randseil noch eine - innerhalb der Zeichengenauigkeit - winkel-, flächen- und streckentreue Abbildung, die als "quasi-konform" charakterisiert werden kann. Ein Blattschnitt ist nicht mehr notwendig; jede Randzone kann in einem Endlosplan dargestellt werden.

In dieser Weise wurden - wiederum nach Erstellung eines entsprechenden Programmsystems - die Zuschnittspläne der Zwischenteile und zusätzlich die Randzonen des Stadions nach der Berechnung der 3m-Gleichgewichtsnetze berechnet, in Protokollen für die Stahlbaufirmen ausgegeben und auf der Zeichenanlage CONTRAVES CORAGRAPH im Massstab 1:10 gezeichnet.

Zusammenfassung: Es werden zwei Verfahren beschrieben, die bei der Herstellung von insgesamt etwa 3800 qm Zuschnittsplänen im Massstab 1:10 für die Olympiadächer München entwickelt und praktisch angewendet wurden. Bei der Methode "Planebene" bildet man die Randzonen in aufeinanderfolgenden ausgleichenden Ebenen ab. In der Methode "Abwicklung" wird eine quasi-konforme Abbildung der Randstreifen in Endlosplänen gezeichnet.