

Bei grösseren Öffnungen ergibt sich ein Rahmensystem (Bild 2d). Dies setzt jedoch voraus, dass die Knoten biegesteif ausgebildet werden. Andernfalls entsteht ein biegeweicher Anschluss, der zur Folge hat, dass die Querkraft nur vom Unter- oder Obergurt aufgenommen wird (Bild 2e).

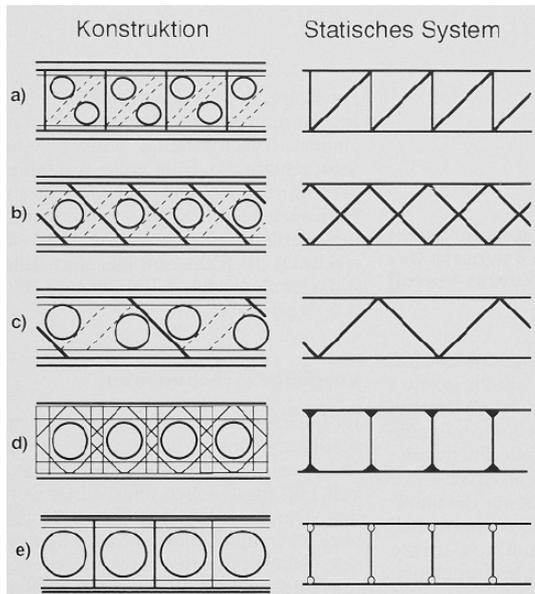


Bild 2: Statische Systeme bei Öffnungen aus [3]

Mansur und Tan [4] haben eine ausführliche Untersuchung von Öffnungen in Trägern verfasst. In ihrem Buch erläutern sie die verschiedenen Versagensmechanismen und diskutieren die Berechnungsmethoden in Anlehnung an die amerikanische Bemessungsnorm ACI-318 und zeigen verschiedene Bewehrungsführungen auch in Abhängigkeit von der Öffnungsgrösse und damit der statischen Tragwirkung auf.

Bei Stahlbetonbauteilen mit kleinen Öffnungen, sind zwei Versagenskriterien zu betrachten. Diese werden von Mansur und Tan [4] nach ihrem Bruchbild (z.B. radiale und tangentiale Rissbildung bei runden Öffnungen) als Balkenbruch und Rahmenbruch bezeichnet. Im ersten Fall handelt es sich um ein Versagen der Bewehrung, im zweiten Fall um ein Versagen der Betondruckstreben. Die Stahltragfähigkeit kann gemäss Bild 3 ermittelt werden. Gegen das Versagen der Betondruckstrebe ist nachzuweisen, dass ober- und unterhalb der Leitung eine ausreichende Betonfläche vorhanden ist.

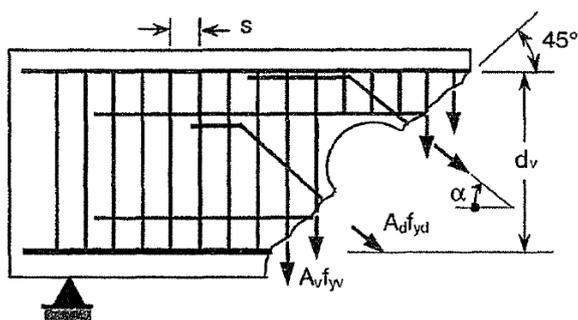


Bild 3: Darstellung des Kräfteverlaufs in der Bewehrung bei einer Öffnung aus [4]

Da die Bewehrungsführung in diesen Bereichen nicht ganz einfach ist, wurden auch fertige Bewehrungskörbe entwickelt. Vor allem in Japan wurden verschiedene Bauprodukte entwickelt und zum Teil auch patentiert. Ein Beispiel stammt von Nipponsteel (Bild 4). Dabei wird ein vorgefertigter Rahmen aus Betonstahl um die Leitung gelegt [5].

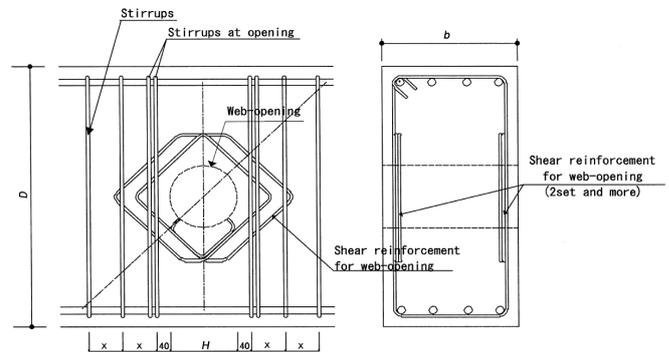


Bild 4: Japanisches Bewehrungselement aus [5]

Da es sich um ein geschlossenes Bewehrungssystem handelt, ist es für Stahlbetondecken nicht ideal. In Japan wurden jedoch andere Systeme dieser Art entwickelt (Bild 5), die auch bei Stahlbetonplatten eingesetzt werden können, auch wenn nicht immer die gewünschte Tragfähigkeit erreicht wurde [6].

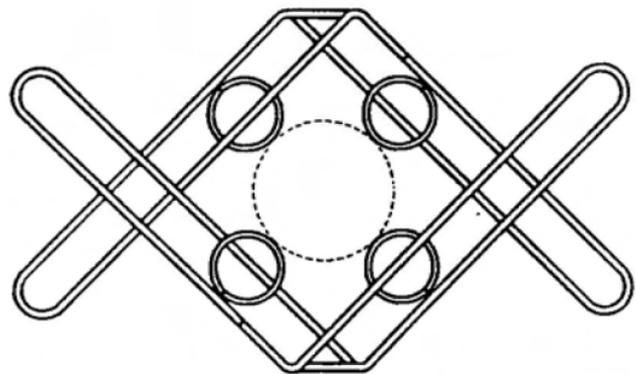


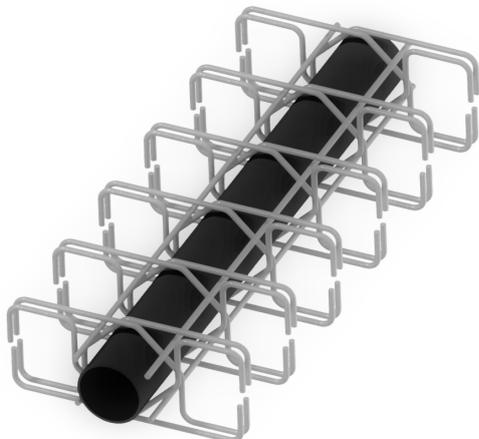
Bild 5: Japanisches Bewehrungselement, aus [6]

Auch in Deutschland wurde von 2009 - 2011 ein Forschungsprojekt zur Querkrafttragfähigkeit im Bereich von Öffnungen durchgeführt [7]. Dabei wurde der Tragwiderstand verschiedener Bewehrungselemente untersucht.

Das Bewehrungssystem GRAVIDUR TUB basiert auf den vorgängig genannten Untersuchungen und Modellvorstellungen. Aufgrund der Bügelform und Anordnung stellt es ein effizientes System zur Kraftübertragung dar. Grundsätzlich kann mit der bestehenden Theorie die Kraftübertragung im Bereich der Öffnungen auch mit einzelnen Bewehrungsbügeln sichergestellt werden. Der Vorteil von GRAVIDUR TUB liegt jedoch auch darin, dass es geometrisch so gestaltet ist, dass nicht nur eine ausreichende Bewehrungsfläche, sondern auch eine ausreichende Betonfläche für die Betondruckstrebe zur Verfügung steht. Dies ist insbesondere auch zwischen zwei

nebeneinander liegenden Rohren sicherzustellen. Bei eigenen Bewehrungsanordnungen oder anderen Systemen ist gegebenenfalls Vorsicht geboten und es muss bauseits sichergestellt werden, dass genügend Betonfläche zur Verfügung steht.

a)



b)

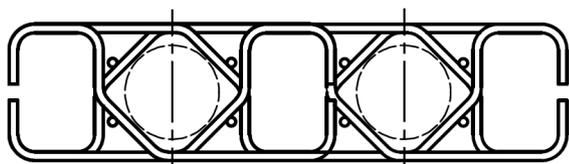


Bild 6: GRAVIDUR TUB Bewehrungselemente
a) Isometrie bei einem Rohr, b) Ansicht bei zwei Rohren nebeneinander

Literatur

- [1] Kasarnowsky, S., Statische Untersuchung durchbrochener Wandträger in Eisenbeton, Schweizerische Bauzeitung, Band 68, 1916, pp. 53-55
- [2] Vereinshaus z. Kaufleuten in Zürich: erbaut durch Bischoff & Weideli, Architekten in Zürich, Schweizerische Bauzeitung, Band 67, 1916, pp. 245-249
- [3] Hauri, H., Der durchlöcherter Träger, Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 14, 1994, pp. 227-230
- [4] Mansur, M. A., Tan, K-H., Concrete Beams with Openings Analysis and Design, CRC Press, 1999, 238 pp.
- [5] Suzuki, A., Harada, K., Aihara, M., Oohashi, S., High Strength Deformed Bar-in-Coil HDC800 for Shear Reinforcement of RC Beam with Web-opening, Nippon Steel Technical Report, No. 96, 2007, pp. 67-74
- [6] Maeguchi, T., Forschung zur Verbesserung der Bewehrungsmethoden für perforierte Stahlbetonträger, Dissertation, Kyushu Institute of Technology 1996, 104 pp. (in Japanisch)
- [7] Schnell, J., Albrecht, C., Tragfähigkeitssteigerung von Installationsdecken durch Querkraft-Bewehrungselemente, Forschungsinitiative Zukunft Bau, 2011, 234 pp.

 GRAVIS AG
Birchstrasse 17, 3186 Düdingen

 +41 26 492 30 10

 info@gravis.swiss

 www.gravis.swiss

