

Der Entwurf zur Nordpolbrücke Bochum ging aus der Zusammenarbeit von Hegger Hegger Schleiff Architekten (HHS Architekten und Planer), Kassel, und Bollinger + Grohmann, Frankfurt/Main als Tragwerksplaner in einem Workshop und Wettbewerb hervor. Die Fußgängerbrücke ist Teil eines Projektes zur Rekultivierung des innenstadtnahen ehemaligen Gießereigeländes der Firma Krupp. Es handelt sich um eine Ganzstahlkonstruktion von rund 100 m Länge aus geschweißten Hohlkastenträgern, die von wechselseitig angreifenden, V-förmig angeordneten Schrägstreben unterstützt wird. Die Horizontalaussteifung erfolgt über pfahlgegründete Massivwiderlager. Die Brücke weist einige bemerkenswerte konstruktive Details auf.

**Nordpolbrücke Bochum.** *The design of the „Nordpolbrücke“ in Bochum was a result of a workshop and design-competition by HHS Architects, Kassel and Bollinger + Grohmann, Structural Engineers, Frankfurt/Main. The footbridge is part of a cultivation project of a former cast-iron fabrication plant near the city centre of Bochum. It is a steel structure of 100 m length, consisting of a double box-section girder supported by alternating attached steel struts in a V-shaped arrangement, which give five intermediate spans of 19 m. The bridge is horizontally supported by grouted connections with the concrete abutments. The bridge design includes some remarkable structural details.*

## 1 Entwurfskonzept, Tragsystem und Tragkonstruktion

Die Nordpolbrücke ist eine Fußgängerbrücke (Bild 1) und Teil eines landschafts- und städtebaulichen Konzepts der Architekten Sieverts, Trautmann, Knye-Neczas und Danielzik + Leuchter innerhalb eines Projektes zur Rekultivierung des ehemaligen Fabrikgeländes der Firma Krupp, das zu einem industrie-archäologischen Park



Bild 1. Nordpolbrücke Bochum, Ansicht

umgewandelt wurde. Hierbei wurden Reste der früheren Nutzung bewußt erhalten wie Wasser- und Kühltürme, Hallenkonstruktionen aus genieteten Stahlfachwerkträgern (z. B. die sog. „Jahrhunderthalle“), ehemalige Brückenpfeiler und -widerlager und verschiedene Bauwerksfragmente in Klinkerbauweise aus der Blütezeit der Stahlfertigung im Ruhrgebiet. Die Nordpolbrücke schließt die Lücke eines im Wegekonzept vorgesehenen Rundweges zwischen einem ehemaligen Brückenwiderlager, das als „Nordpol“ bezeichnet wird, und dem sogenannten „Colosseum“, einem in Teilen im Grund versunkenen Gießereibauwerk mit bastionsartigem Charakter.

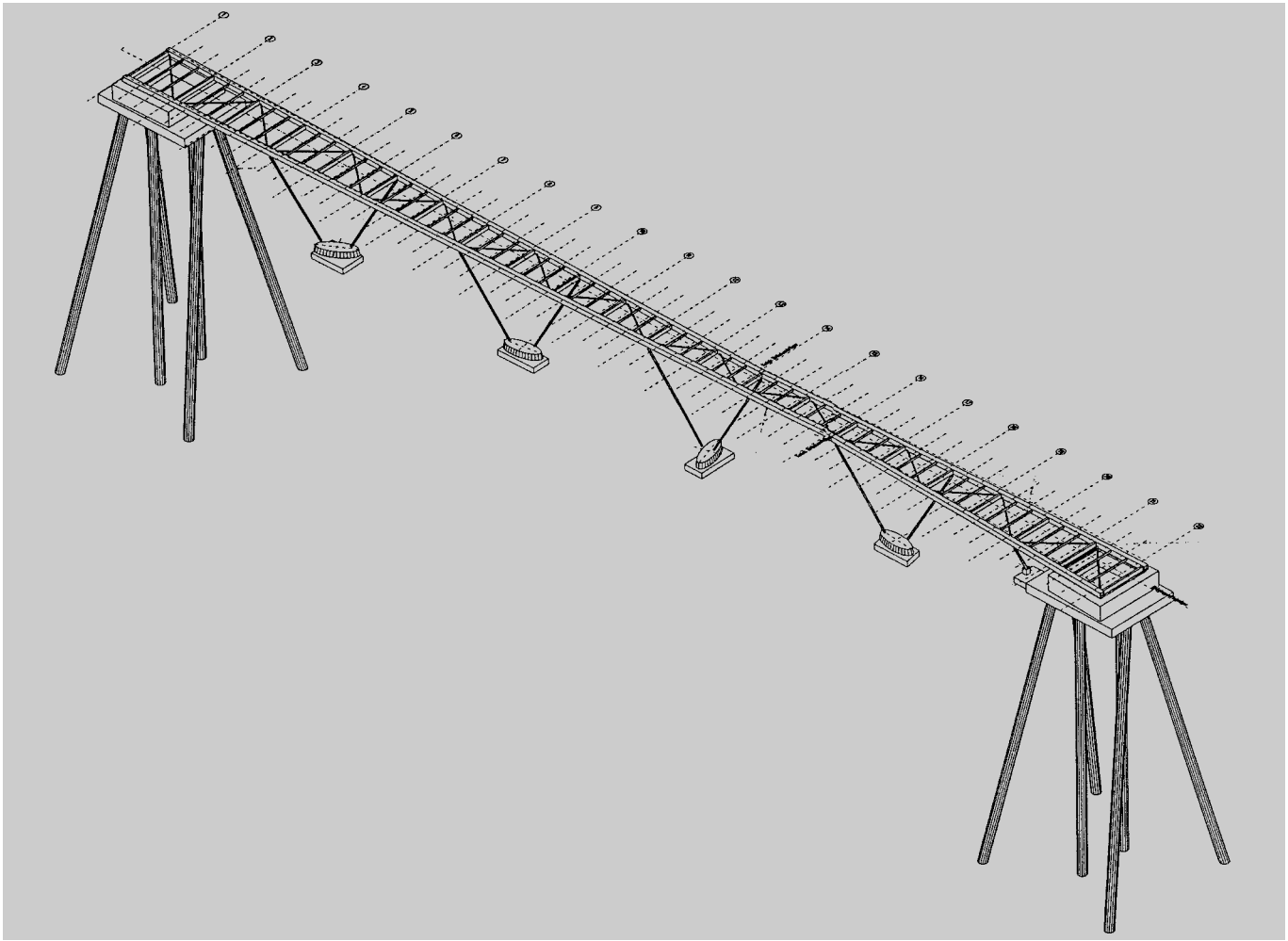
Ausgangspunkt des Entwurfes war die Idee der Architekten eines schwebenden Bandes, das, ohne die umgebende industriearchäologische Landschaft zu berühren, das Tal zwischen „Nordpol“ und „Colosseum“ überbrücken sollte. Es wurde u. a. deshalb darauf verzichtet, in der Nähe befindliche, bestehende Brückenwiderlager und Bunker als Unterkonstruktion miteinzu beziehen.

Zur Markierung des tiefsten Einschnittes des Brückenübergangs (ca. 22 m) über der Zufahrtstraße verjüngt sich die Fahrbahn zu dieser Stelle hin von 4 m auf 2 m von beiden Seiten.

Dieses gestalterische Konzept wurde umgesetzt in eine Brückenkonstruktion (Bild 2), die aus zwei Hohlkästen ( $b \times h = 400 \text{ mm} \times 430 \text{ mm}$ ) als Hauptbalkenträger besteht und Querträgern, ebenfalls Hohlkästen ( $160 \text{ mm} \times 362 \text{ mm}$ ), im Abstand von 4,75 m. Die Hauptträger werden von schlanken, V-förmig angeordneten und wechselseitig angreifenden Streben aus Rundrohr ( $\varnothing 219 \times 11 \text{ mm}$ ), unterstützt.

Um Windlasten abzutragen, sind zwischen die Querträger Diagonale aus Rundrohr ( $\varnothing 139,3 \times 10 \text{ mm}$ ) eingefügt, so daß ein liegender Fachwerkträger entsteht. Wegen der Schlankheit der Streben können Horizontallasten nur über die Widerlager in den Baugrund abgeleitet werden. Da diese 95 m voneinander entfernt sind, wurde der Brückenüberbau zur Begrenzung der Verformungen unter Windbelastung und zur Vermeidung eines ungünstigen Resonanzverhaltens bezüglich Windanregung in die pfahlgegründeten Widerlager aus Beton eingespannt.

Der Brückenträger ist am östlichen Widerlager „Colosseum“ festgehalten und am westlichen Widerlager längsverschieblich gelagert.



**Bild 2.** Stahlüberbau, pfahlgegründete Widerlager und Einzelfundamente  
**Fig. 2.** Steel structure and pile foundation

## 2 Gründung

Abgesehen von der Notwendigkeit einer Einspannung des Brückenträgers um die Vertikalachse mußten die Widerlager auch wegen des ausgesprochen heterogenen Baugrundes aus aufgefülltem Bodenmaterial, teilweise quellfähiger Gießereischlacke, auf Pfahlrosten mit Großbohrpfählen ( $\varnothing$  80 cm) abgesetzt werden. Zwei schräg gebohrte Pfähle bilden jeweils einen Zweibock an den Stirnseiten der Pfahlkopfplatte, wodurch Drehmomente um die Vertikalachse als Kräftepaar abgetragen werden. Zur Zwischenstützung sind in der Mittelachse der Platte zusätzlich zwei Vertikalpfähle angeordnet.

## 3 Modellierung und Berechnung

Das Tragsystem wurde mit dem Rechenprogramm RSTAB4 berechnet. Um die maximalen und minimalen Schnittkräfte und die Zwischen- bzw. Auflagerreaktionen, insbesondere der schlanken Streben und deren Gelenke (s. o.), unter verschiedenen Verkehrslaststellungen genau zu ermitteln, wurde das Lastkombinationsmodul des Programmes eingesetzt, das Schnittkraftgrenzlinien für bis zu 100 Lastfälle nach Vorgabe deren logischer Verknüpfung durch Überlagerung und Kombination errechnet. Die Verkehrslast auf jeweils eine Hälfte eines Quer-

trägers wurde als eigener Lastfall deklariert und mit einer Oder-Bedingung versehen. Das Lastkombinationsmodul ermittelte so die jeweils ungünstigsten Lastkonfigurationen aus symmetrischen wie asymmetrischen Verkehrslastanteilen und hieraus die extremalen Beanspruchungen der einzelnen Bauteile.

Bedingt durch die wechselnde Unterstüzung des Trägers stellen sich an den Hauptknoten des Trägers Biegemomente  $M_2$  und Torsionsmomente  $M_1$  ein, die zugehörigen Querkkräfte sowie Normalkräfte aus der Fachwerkwirkung unter Horizontalkräften.

Aus der dynamischen Analyse des Tragwerks ergeben sich horizontale Biegeschwingungen als diejenigen Eigenformen mit den niedrigsten Eigenfrequenzen ( $f_1 = 1,29$  Hz,  $f_2 = 3,02$  Hz). Es folgen die ersten beiden vertikalen Biegeschwingungen mit den Frequenzen  $f_3 = 3,90$  Hz,  $f_4 = 4,0$  Hz, Werte, die durchaus als günstig für eine so schlanke Ganzstahlkonstruktion anzusehen sind.

## 4 Ausführung des Überbaus und konstruktive Details

Die beiden Hauptträger des Überbaus sowie die Querträger sind vollständig zusammengesetzte und geschweißte Querschnitte und aus Stahl der Qualität St 37-2, lediglich die Rundrohre der Stützen bestehen aus St 52.



**Bild 3.** Knotenausbildung des Hauptträgers und Querträgers als Durchführung des Querträgers bei der Herstellung im Werk (mittig eingesetztes Edelstahlrundrohr dient zur Führung eines Stromkabels)

**Fig. 3.** Torsion and bending connection of the main girder and the cross girder

#### 4.1 Haupt-Querträgerverbindung

Entsprechend der Modellierung in der statischen Berechnung waren die Knotenverbindungen der Haupt- und Querträger biege- und torsionsfest durchzubilden. Dies wurde erreicht, indem der Kastenquerschnitt des Querträgers in Überlänge hergestellt und in den Hauptträger in der zur Verfügung stehenden Breite eingebunden und verschweißt wurde (Bild 3). Der Querträger wird durch ein eingeschweißtes Schott in der Achse des inneren Hauptträgersteges versteift. Zwei oben an die Stege des Querträgers angeschweißte Plattenstücke ergänzen diese so, daß die im Knotenbereich erforderlichen, wölbbehindernden Querschotte entstehen. Hierdurch kann auf gesondert eingesetzte Schottbleche und Steifen im Hauptträger verzichtet werden, so daß sich die schweißtechnische Herstellung der komplexen Knoten erheblich vereinfacht und Stegbleche in teurer „Z-Qualität“, wie sie entsprechende Stumpfstoße verlangt hätten, überflüssig waren.

Die Rundrohrdiagonalen sind über Schlitzbleche, die in horizontale Steifenbleche übergehen und den Knoten in Querrichtung stützen, zentrisch angeschlossen.

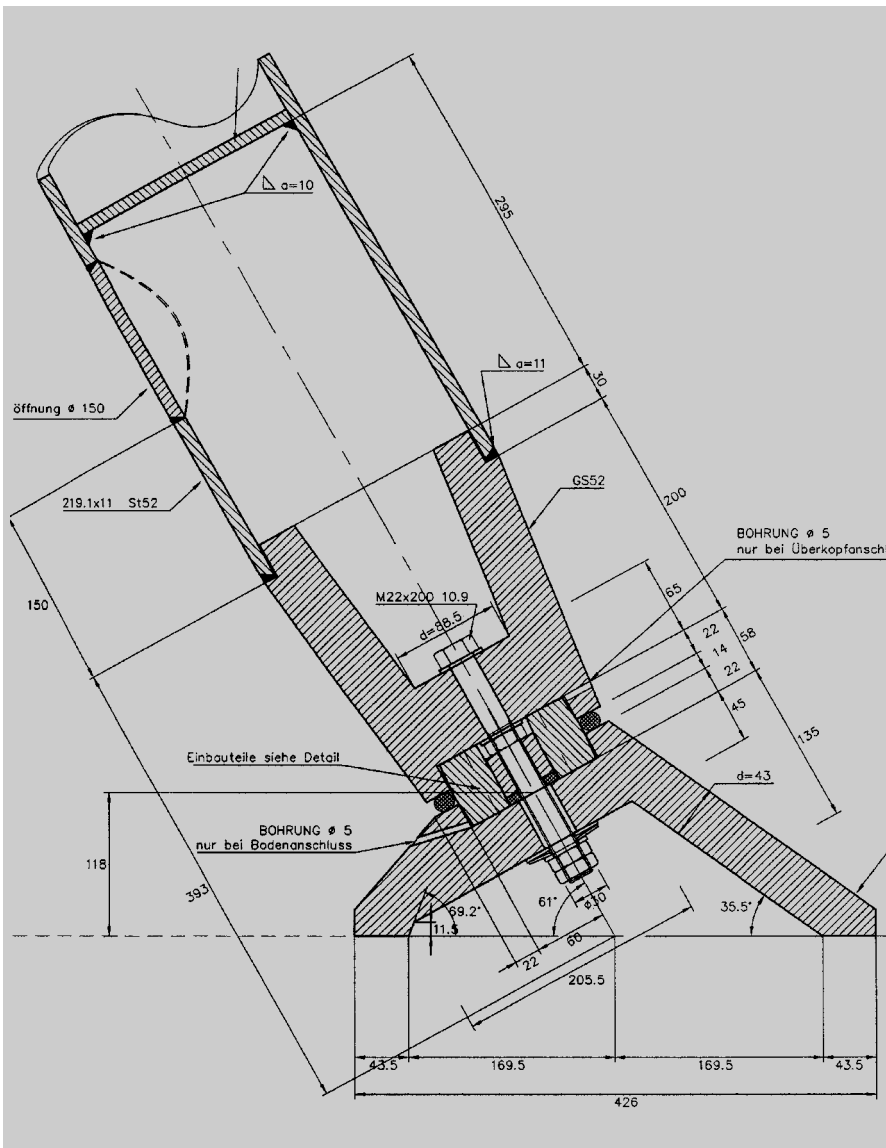
#### 4.2 Gußgelenk zwischen Hauptträger und Strebe und zwischen Strebe und Fundament

Um den erwünschten schwebenden Charakter des Brückenträgers zu unterstützen, wurde eine schlanke, taillierte Verbindung zwischen Brücke und Stützen und zwischen Stützen und Fundamentoberteilen angestrebt. Ein solches Detail ließ sich durch Konstruktion eines entsprechend geformten Gelenkes aus schweißbarem Gußstahl realisieren (Bild 4).

Es handelt sich um ein punktartiges Wälzlager bestehend aus einem runden, konischen Teil, das an die Rundrohrstreben angeschweißt ist und eine Lagerschale bildet, und einem kegelförmigen Lagerteller mit der anderen, eingedrehten Lagerschale. Zwischen den Lagerschalen ist der eigentliche Wälzkern eingesetzt, ein torusförmiger Ring aus Stahl St 52, mit einer entsprechend den einzuhaltenden *Hertz*schen Pressungen ausgeformten, gedrehten Oberflächenkrümmung.

Das Lager ist durch eine Schraube M22, 10.9 zusammengehalten und kann in geringem Maß auch Zugkräfte übertragen, was gemäß den ermittelten Grenzkraftverläufen (s. Abschn. 3) an einigen Gelenkstellen notwendig ist.

Die aufzunehmenden Kippwinkel ergaben sich aus den maximalen und minimalen Temperaturdehnun-



**Bild 4.** Gelenkverbindung als punktartiges Wälzlager aus Gußstahl

**260 Fig. 4.** Joint with non-friction-bearing of cast steel

gen in Längsrichtung sowie aus den maximalen Horizontalverformungen aus Wind. Zum Korrosionsschutz wurde der Lagerhohlraum durch einen zwischen die Lagerschalen eingebauten Dichtring verschlossen.

#### 4.3 Starre Verbindung von Überbau und Widerlagertrog

Die biegesteife Verbindung des Brückenüberbaus mit den Flankenwänden des östlichen Widerlagertroges wird durch vier um die Ecken angeordnete Lagerschuhe aus Stahl erreicht, die trägerseitig angeschweißt und massivbauseitig an Einbauteile angeschraubt sind. Die Einbauteile sind mit zweireihig angeordneten Kopfbolzen zur Einleitung von Schubkräften versehen sowie mit Flacheisen und Ankerplatten, die als Zugverankerung im Widerlager dienen. Sie wurden in vorbereitete Nischen in der Oberseite der Widerlager zwischen die Bewehrung eingesetzt und mit hochfestem Mörtel vergossen.

#### 5 Weitere Besonderheiten

Der Gang über die Nordpolbrücke wird zu einem besonderen Erlebnis durch den transparenten Fahrbahnbelag aus Gitterrosten, die zwischen den Querträgern spannen und einen direkten Blick in die Tiefe erlauben.

Neben ihrer Erschließungsfunktion fungiert die Nordpolbrücke als das westliche Eingangsportale des neuen Parks und, in der Dämmerung und bei Nacht, als Lichtskulptur. Hierzu wurden die Brückengeländer als schlanke Stahlkonstruktion mit Geländerpfosten aus

Flacheisen und Füllungen aus Verbundglas (VSG aus TVG) konstruiert. Es handelt sich um ein Spezialglas mit einer reflektierenden Beschichtung, die das Licht der im Boden eingebauten Lichtleisten zu den Seiten hin transmittiert, so daß die Scheiben wie Projektionsschirme funktionieren, die wechselnde, computergesteuerte und von den Passanten beeinflusste Lichtkonfigurationen entlang der Brückenachse abbilden.

#### Am Bau Beteiligte:

Architekten:

HHS Architekten und Planer, Kassel

Team: Prof. M. Hegger, Dipl.-Ing. G. Schleiff,

Dipl.-Ing. G. Höfert

Tragwerksplanung:

Bollinger + Grohmann, Frankfurt

Team: Prof. K. Bollinger, Dr.-Ing. M. Trautz,

Dipl.-Ing. D. Mayer, K. Lieberum

Prüfingenieur:

Weyer GmbH, Dortmund

Baufirmen:

Stahlbau: Preussag Noell, Würzburg

Massivbau: Vössing Bau, Bochum

Lichtinszenierung:

Achim Wollscheid, Frankfurt/Main

#### Autoren dieses Beitrages:

Prof. Dr.-Ing. Klaus Bollinger und Dr.-Ing. Martin Trautz, Bollinger + Grohmann, Kaiserstraße 41, 60329 Frankfurt/Main

## Jahrestagung der Gesellschaft für Korrosionsschutz

Am 7. und 8. November 2000 veranstaltete die Gesellschaft für Korrosionsschutz e.V. (GfKORR) bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin ihre Jahrestagung.

Neben der ordentlichen Mitgliederversammlung fand das Korrosionsforum statt, diesmal zur Thematik „Nichtrostende Stähle in der Bautechnik – Korrosionsbeständigkeit als Kriterium für innovative Anwendungen“. Hier referierte zunächst Dr. Schlerk-mann vom Mannesmann Forschungsinstitut, Duisburg, zum Thema „Nichtrostende Stähle“, wobei er einen Überblick über die Eigenschaften und vor allem die Korrosionsbeständigkeit dieser Werkstoffe gab. Für die „Zulassungen für Bauprodukte aus nichtrostendem Stahl“ setzte sich Professor Bos-senmayer, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, mit dem Regelwerk im Bauwesen auseinander.

Mit „Problemlösungen für Bauteile und Verbindungsmittel im Ingenieurbau“ beschäftigte sich Dr.-Ing. Mietz von der BAM. Hauptaspekte waren Beanspruchungsbedingungen und die vier Korrosionswiderstandsklassen, die er mit Ergebnissen eines Untersu-

chungsprogramms zum Einfluß der Kaltverformung auf die Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion veranschaulichte. Daraus ließen sich die Haupteinsatzgebiete der nichtrostenden Stähle im Ingenieurbau ableiten, die von Professor Nürnberg-er, Universität Stuttgart, weitergeführt wurden: „Alternativwerkstoffe für Zugglieder im Ingenieurbau und Blechschrauben für den Dach- und Wandbereich“. Hier behandelte Professor Nürnberg-er am Beispiel der offenen Spiralseile aus kaltumgeformten austenitischen Drähten und von Blechbohrschrauben europäischer und eines japanischen Herstellers das Verhalten dieser Produkte unter aggressiven Einsatzbedingungen und in der Baupraxis.

Ergebnisse aus einem BAM-Arbeitsprogramm stellte Prof. Dr.-Ing. Isecke, BAM, vor: An drei mit Stickstoff legierten Stählen wurden neue Werkstoffkonzepte hochfester Spannstähle für dauerhafte Anker im Grundbau auf ihre Eignung und die Grenzen ihrer Einsatzmöglichkeiten untersucht. Bevor die Teilnehmer im Rahmen einer Abschlußdiskussion die Gelegenheit zu konkreten Fragen an die Referenten

nutzen konnten, widmete sich Dr.-Ing. Menzel von der Universität Stuttgart den Vorzügen nichtrostender Betonstähle. Diesen Werkstoffen kommt eine besondere Stellung zu; aufgrund der hohen Schutzwirkung des Betons eignen sie sich für Spezialaufgaben, z. B. bei besonderer korrosiver Belastung durch Tausalz und Meerwasser oder in filigranen Bauteilen.

Den zweiten Tag leitete der Plenarvortrag „Mikrotechnologie ‚The Power of a Small World‘ – Wirtschaftlicher Erfolg durch Miniaturisierung“ von Dr. Werner, Deutsche Bank Berlin, ein.

Parallel zu der Veranstaltung konnten sich die Teilnehmer auch über die Tätigkeit einiger Mitglieder der Gesellschaft für Korrosionsschutz informieren. Neben Firmenpräsentationen stellte sich eine Reihe von Instituten mit ihrem Dienstleistungsspektrum vor.

Die GfKORR ist eine gemeinnützige technisch-wissenschaftliche Gesellschaft, sie arbeitet u. a. bei der nationalen und internationalen Normung mit und unterstützt die Mitglieder bei der Beratung und Durchführung von Gemeinschaftsprojekten.