

Skisprungschanze „Bergisel“ Ein neues Wahrzeichen von Innsbruck

Die Skisprungschanze von Innsbruck (Österreich), die für die jährliche „Vierschanzen-Tournee“ zum Jahreswechsel berühmt ist, wurde im vergangenen Jahr komplett erneuert. Der ursprüngliche Sprungturm – für die Olympischen Winterspiele 1976 errichtet – wurde vollständig abgetragen, und es entstand ein leuchtturmähnliches neues Wahrzeichen am Bergisel am Rande der Stadt. Die bekannte Architektin Zaha Hadid (London) gewann den Wettbewerb. Mit der Konstruktion und Tragwerksplanung wurde das Büro Aste, Zivilingenieur für Bauwesen, in Innsbruck betraut. Das teilkomplettierte Bauwerk wurde nach einem sehr engen Terminplan bereits zum Sprungbetrieb im Januar 2002 an den Bauherren, die Bergisel Betriebs-GmbH, übergeben. Das Ende der Bauphase ist für das Frühjahr 2002 vorgesehen.

The ski jump – a new landmark of Innsbruck. *The ski jump in Innsbruck known for the famous annual New Year „4-ski-jump-tour“ has been fully renewed. The original jumping tower (built for the 1976 Olympic winter games) was fully pulled down and a new landmark similar to a lighthouse has been erected located on a small hill at the border of the city. The international architectural competition for this significant building was won by Zaha Hadid (London). The constructional realization is being ordered from Aste Konstruktion, Innsbruck. After a very strict timetable the building was already handed over to the owner (the Bergisel Management Assoc.) for the jumping event in January 2002.*

1 Einleitung

Der Bergisel, ein Moränenhügel am Südrand von Innsbruck, am Eingang des zum Brennerpaß führenden Wipptales, ist ein historischer Boden (Bild 1): Opferplatz der Kelten, Wegmarke der nach Rom ziehenden römisch-deutschen Kaiser, heißumkämpfte Front der Tiroler Freiheitskriege unter *Andreas Hofer* 1809, Zentrum der Olympischen Winterspiele 1964 und 1976 mit den beiden Flammenbecken und seit 50 Jahren Schauplatz der internationalen Skispringertournee jeweils zum Jahreswech-

sel: Die Vierschanzentournee gastiert jährlich in Oberstdorf, Garmisch-Partenkirchen, Innsbruck und Bischofshofen.

Die Sprunganlage des Jahres 1976, geplant und konstruiert von *Prachensky* und *Passer* [1], war den Anforderungen der internationalen Skiwettkampfordnung nicht mehr gerecht. Ein ungünstiger Längenschnitt im Anlauf und Aufsprung, schlechte Zu- und Abgänge für die Zuschauer und veraltete Infrastrukturen für die Medien führten im Jahre 1999 zu einem Ultimatum des Internationalen Skiverbandes (FIS).

Die Stadt Innsbruck übergab die Anlage an den Österreichischen Skiverband (ÖSV), veranstaltete einen geladenen Architektenwettbewerb, aus dem *Zaha Hadid* als Siegerin hervorging (Bild 2), und beteiligt sich an den Kosten. Auch das Land Tirol und die Bundesrepublik Österreich finanzieren mit.

Der österreichische Weg der Privatisierung öffentlicher Bauten und Kompetenzen hat damit auch die Innsbrucker Olympiabauten aus den Jahren 1964 und 1976 erreicht. Der ÖSV führt die Bergisel-Anlage nun mit einer Tochtergesellschaft, der Bergisel Betriebs-GmbH, und wird einen sanften Ganzjahresbetrieb mit Nacht- und Mattensprungbewerben im Sommer anstuern.

Der untere Bereich des Stadions, die Arena oder „Publikumschüssel“, war bereits im Jahre 1991 Gegenstand eines weltweiten Architektenwettbewerbes. Eine weitgespannte Überdachung und versenkbare Bühnen sollten eine sportliche und kulturelle Multifunktionalität initiieren und Wetterschutz gewährleisten. Die damalige Unentschlossenheit der Stadt Innsbruck hat die Realisation allerdings verhindert – vorerst jedenfalls. Der Wettbewerbsbeitrag *Aste/Honold* sah ein textiles Fächerdach vor, offenbar, Spannweite der Seilhängekonstruktion 120 m, technisch realisierbar und finanzierbar [2].



Bild 1. Bergisel und Berge der Nordkette von der Brennerstraße Richtung Nordost
Fig. 1. Bergisel and mountains of Nordkette from the Brenner road facing north-east



Bild 2. Fotomontage der neuen Bergisel-Schanze
(Quelle: Zaha Hadid)
Fig. 2. Photomontage of the new Bergisel ski jump

Am 25. März 2001, während einer fahrplanmäßigen Zuglücke der Österreichischen Bundesbahnen, wurde der alte Betonturm inklusive Anlauf spektakulär gefällt [3] (Bild 3). Der noble, auserwählte Ort war frei für ein neues Wahrzeichen.

2 Beschreibung des Gesamtprojektes

Die Gesamtarena erhielt – neben dem geforderten neuen Sprungprofil – eine Reihe neuer Bauten, welche hier zur



Bild 3. Sprengung der alten Olympiaschanze am 25. März 2001
(Quelle: Krone)

Fig. 3. Blasting of the old olympic ski jump at the 25th March 2001

Übersicht aufgelistet werden (Bild 4). Die konstruktiven Stahlbauteile Turmkopf und Anlauframpe werden in den Abschnitten 3 und 4 genauer betrachtet.

- Turm: 48,5 m Höhe über Boden, Spitze 791 m. ü. A. und damit 13,8 m höher als der alte Turm, Stahlbetonhohlkasten 7 m × 7 m mit 40 cm Wanddicke, örtliche Vorspannung im Kopfbereich und für den Auflagerkragträger der Anlauframpe, Kletterschalung, Sichtbeton, Betonierbeginn Juni 2001

- Turmkopf: drei Ebenen, räumlicher Stahlrohrrahmen, vorgespannte Andockkonsolen am Betonturm, Verbund-Trapezblechdecken, Betonauskragungen, Blech- und Glasfassaden, Montage Winter und Frühjahr 2002, Restaurantsausbau für mehr als 100 Besucher

- Anlauframpe: durchhängender Fischbauchträger über eine schräge Stützweite von 68,5 m, Bogen mit 100 m Radius und Rampe mit 35° Neigung, Gesamtlänge inkl. Absprungbauwerk 97,6 m, Stahlfachwerk-Trog, Seilunterspannung, Fahrbahn als Trapezblech mit Aufbeton im Verbund, Montage mit Hilfstütze innerhalb von vier Wochen

- Absprungbauwerk und Schanzentisch: Betonwiderlager in Form eines Springer-Knies, Länge ca. 24 m, festes Lager der Anlaufbrücke, 17 m weiter südlich und 10 m höher als der Altbestand, Meßeinbauten der Universität Innsbruck – Sportinstitut

- Vorbaubauwerk: dreigeschossiger Betonhochbau mit gekrümmtem Dach unterhalb des Schanzentisches – wird von den Springern überflogen, Technik Stromversorgung, Aufenthalts- und Lagerräume

- Aufsprunghang: Betonbefestigung und Randleisten bzw. begleitende Stützwände, Querschubrippen im Abstand von ca. 30 m, Unterflur-Querdrainagen, Verankerungen für die Schneehaltenetze und Kunststoffmatten für den Sommersprungbetrieb, Mattenberegnungsanlage

- Reportertribüne: vier Etagen für 31 Standard-Berichterstattekkabinen, Trainertribüne (Gitterrostpodeste in der Nähe des Schanzentisches) – jeweils Stahlrohrrahmen

- Schrägaufzug: Standseilbahn mit drei Stationen, Förderleistung 350 Pers/h, automatische Neigungsanpassung der Fahrkabine an die Fahrspur



Bild 4. Gesamtprojekt Bergisel-Schanze
Fig. 4. Full project Bergisel ski jump

Büro/Firma	Ort	Funktion	Kompetenz
Bergisel Betriebs-GmbH	Innsbruck		Bauherr
Hadid	London	Architekt	Schanze mit Turm
Fuchslueger	Trofaiach	Planungsbüro	Schanzenplanung
Aste	Innsbruck	Tragwerksplaner	alle konstruktiven Bauteile
Malojer	Innsbruck	Bauleitung	Projektmanager
Schrempf	Schladming	Fachplaner	HSL
Pürcher	Schladming	Fachplaner	Elektro
Alpine-Mayreder/ Ast-Holzmann	Innsbruck	ARGE Bergisel Baufirmen	Betonhochbauten
Fröschl-Swietelsky	Innsbruck	Sub-ARGE	Erdbau und Tiefbauten
Martin	Braz	Stahlbau	Tribünen (Trainer, Reporter)
Pichler	Bozen	Stahlbau	Anlauftrampe und Turmkopf
IMO-Bau	Leipzig	Sub-Stahlbau	Montage Anlauf und Kopf
Leitner	Sterzing	Seilbahn	Schrägaufzug
Vorspann-Technik	Oberndorf	Brückenausrüster	Vorspannungen und Seile

Bild 5. Bautafel

Fig. 5. Construction board

– Sprungrichtertürme: Sanierung der alten Holzkonstruktionen, Innenausbau, VIP-Räume, neue Fassaden.

Die Vielzahl der Bauwerke und Bauausführenden, die Beengtheit und Steilheit des Bauplatzes und der Turmzufahrt und die äußerst knappe Bauzeit, zuletzt mit Frost und Schnee, mußten zu Reibungen führen. Aber durch Toleranz, Koordination und Improvisation wurden auch diese Probleme gelöst. Die Bautafel ist im Bild 5 ersichtlich.

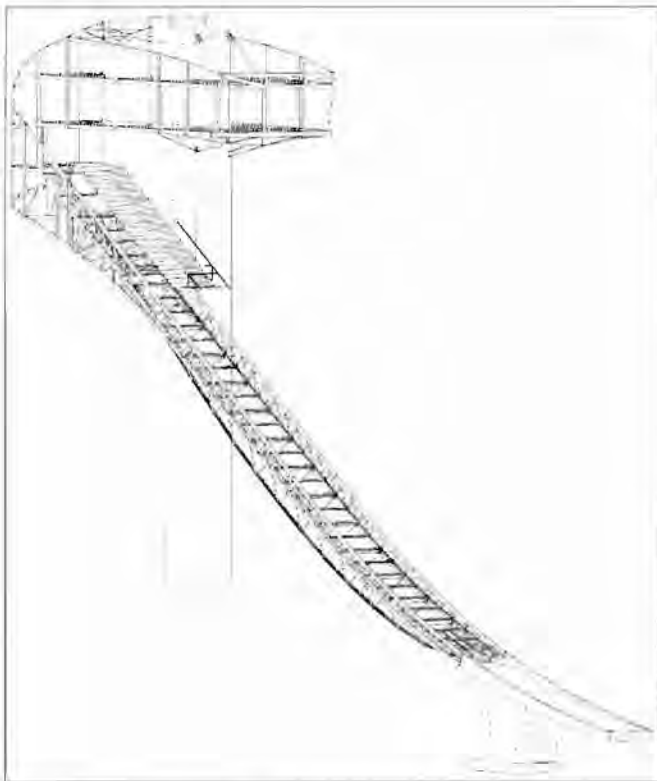


Bild 6. Prinzipskizze der Stahlkonstruktion (Quelle: Pichler)

Fig. 6. Sketch of the steelwork construction

3 Anlauftrampe

Der Entwurf der Anlauftrampe des Wettbewerbsprojektes sah – ähnlich dem Altbestand – einen Durchlaufträger über vier Felder mit drei Stützen vor. Das nun ausgeführte Tragwerk für die steile Anlaufbrücke gelang stützenfrei über 68,5 m schiefe Länge mit bis zu 35° Neigung als Stahlfachwerk-Trog mit Seilunterspannung – ein Fischbauch (Bilder 6 und 7). Die Vorspannkraft wird als Druckkraft in den Versteifungsträger eingeleitet. Zur Querverteilung der zentrischen Vorspannkraft in die seitlichen Wangenträger dienen der Endquerträger sowie räumliche Rohrdiagonalen in den Auflagerbereichen (Bild 8).

Diese Anlauftrampe als wichtiges Gestaltungselement ähnlich einem organischen Rückgrat konnte die anfänglichen Bedenken relativ

rasch beruhigen und trug letztlich erheblich zur allgemeinen Identifikation und Motivation aller am Gesamtprojekt Beteiligten bei.

Der Kostenvergleich Beton-Mehrfeldträger gegenüber dem Stahl-Fischbauchträger verlief unentschieden. Das Argument, daß die Betonpfeiler den Bauplatz allerdings von Baubeginn an bedenklich einengen würden, war entscheidend. Die verbleibenden Ängste bezogen sich auf ein möglicherweise unkontrolliertes Schwingungsverhalten bei Föhnsturm oder Erdbeben. Die dynamischen Untersuchungen der Eigenschwingungen überzeugten jedoch und führten zur Erkenntnis, daß dieses



Bild 7. Schanzenturm und freischwebende Anlauftrampe

Fig. 7. Tower and column-free approach ramp



Bild 8. Räumliche Rohrdiagonalen in den Auflagerbereichen zur Lastverteilung
Fig. 8. Space diagonals within the support areas of load distribution

Drei-Stäbe-Bündel aus Trogwangen und Seilunterspannung einen ausgezeichneten Tube-Effekt aufweist und der nach unten kettenlinienartig durchhängende Längenschnitt die stabile Gleichgewichtslage unterstützt.

Die Architekten waren sehr kooperativ und einfühlsam: Aus dem schmalen unterstützten Betonband wurde das freischwebende organische Wirbeltier.

Der konstruktive Systementwurf und die Detailberechnungen im Büro Aste erfolgten mit Hilfe der Dlubal-Stabstatikprogramme inkl. Stahlbaubemessung und dynamischer Untersuchung. Die ausführende Stahlbau-

firma Pichler erstellte Kontrollrechnungen mit dem EDV-Programm ESA. Die Übereinstimmung der Ergebnisse war äußerst zufriedenstellend.

Die Einwirkungen sind ständige Lasten, Schnee (35 cm gepreßt à 9 kN/m³), Wind, Erdbeben und Nutzlasten (u. a. ein Präparierungsgerät für die Anlaufspur).

Die Gebrauchstauglichkeit wurde von der FIS überprüft, da eventuelle Niveau-Abweichungen des Anlauf-Sollprofils die Flugparabel des Skispringers erheblich beeinflussen. Die vorhandene Durchbiegungsdifferenz zwischen Vollast und ständiger Last beträgt $\Delta f = 8,1$ cm, also nahezu L/1000.

Der Brückenquerschnitt besteht aus Rechteck-Rohrfachwerken mit einer Konstruktionshöhe von 1,15 bis 1,80 m in einem Abstand von ca. 4,5 m, die im Endzustand mit Edelstahlblechen bzw. Glas verkleidet werden. Die Dimension der Regelprofile beträgt 300 × 200 × 14,2 mm für die Fachwerkgerüste und 180 × 180 × 12,5 mm für die Füllstäbe (Bild 9). Die Breite der Anlaufspur beträgt 2,5 m, seitlich sind jeweils Gitterrosttreppen



Bild 9. Anlauframpe – Stahlfachwerk-Trogbrücke

174 Fig. 9. Approach ramp – Steel truss trough bridge



Bild 10. Einheben des ersten Teiles der Anlauframpe
Fig. 10. Lifting of the first part of the approach ramp

angeordnet. Für den Sommersprungbetrieb wird eine Porzellan-Anlaufspur eingebaut.

Besondere Bedeutung kam dem Montageablauf dieser steilen Brücke mit einem Höhenunterschied von 31,5 m zwischen den Auflagern zu. Der untere Trogtteil mit einer



Bild 11. Einheben des zweiten Teiles der Anlauframpe
Fig. 11. Lifting of the second part of the approach ramp

Länge von ca. 30 m wurde am Boden aus den zwei Wangenträgern (jeweils aus zwei Teilen auf der Baustelle verschweißt), dem End-QT-Rahmen und den Querträgern in einem Abstand von 2 m montiert und am 24. November 2001 mittels Autokran auf das Absprungbauwerk und eine Hilfsstütze aufgelegt (Bild 10). Diese Stütze hatte exakt die Sollhöhe für ständige Last (FIS-Sollprofil) des fertigen Tragwerkes. Zwei Wochen später wurde die turmseitige Wange des oberen Trogschusses (Länge 40,0 m) auf den äußerst schlanken Auflager-Kragträger (Beton 140 × 40 cm, vorgespannt) am Turm eingefädelt und gelagert (Bild 11) und mit dem unteren Brückenteil zusammengesteckt. Die zweite außenseitige Wange folgte anschließend. Innerhalb eines Arbeitstages wurden dann alle Querträger über Kopfplatten-Schraubverbindungen an die beiden Hauptträger montiert, Lage und Nivellette justiert

und die Schweißstöße der Wangen zwischen dem oberen und unteren Schuß im Bereich der Hilfsunterstellung ausgeführt.

Die Distanzdreiecke für die Seilunterspannung wurden montiert, für den Vorspannvorgang temporär gegen-

einander abgestrebt und die fünf Spannseile eingefädelt (Bild 12). Die hinterschnittenen Trapezbleche mit Hammerschlagdübeln wurden zwischen den Querträgern eingebaut und befestigt, der Aufbeton mußte warten. Nun wurde die erste Hälfte der Vorspannung des Seilpakets aufgebracht (1000 kN).

Das Tragwerk hob sich wie erwartet aus der Hilfsstütze. Nach Einbringung des Aufbetons bediente sich der funktionierende Fischbauch gewollt wieder des Hilfsjoches und wurde durch die zweite Stufe der Vorspannung daraus wieder um 1,5 cm abgehoben. Die Berechnungen stimmten! Das Hilfsgerüst wurde entfernt.

Das Brückentragwerk umfaßt ca. 80 t Stahl der Güte S355J2G3. Die fünf Seile der Unterspannung sind ummantelte Monolitzen der Vorspanntechnik, System VT-M01-Sonderanfertigung, reibungslose Vorspannung, mit zul V = 400 kN/Litze. Die Montage der Anlauframpe inkl. der Betonierarbeiten konnte in lediglich vier Wochen realisiert werden.

4 Turmkopf

Der *Hadid*-Turmkopf ist weder architektonisch noch konstruktiv Alltagskost. Auf den im oberen Bereich verjüngten Betonschaft wird ein dreigeschossiger Stahlhut mit Rettungsebene, Restaurant und Aussichtsplattform aufgesetzt (Bild 13). Etwa 250 Höhenmeter über dem Stadtzentrum gelegen hat man damit einen herrlichen Blick auf Innsbruck und die umliegende Bergwelt.

Die allseitig bis zu 11,5 m ausragenden Ebenen bilden zusammen mit dem Stahlrohrrahmen und den schrägen Abhängestreben zum Betonkern hin einen Käfig. Die Horizontalaussteifung zum Betonkern erfolgt über die drei Ebenen der Stahl-Beton-Verbunddecken. Ohne Diagonalen im Bereich der Außenflächen wird die Transparenz und Eleganz der großzügigen Glasfassaden entsprechend unterstützt.

Die Andockkonsolen an den Betonturm (Bild 14) waren eine zusätzliche Herausforderung: Sie sollten die Kletterschalung tunlichst nicht durchlöchern, und die Knaggen sollten ausreichend Schweißnahtlängen für machbare Baustellennähte ermöglichen. In einem Werk-

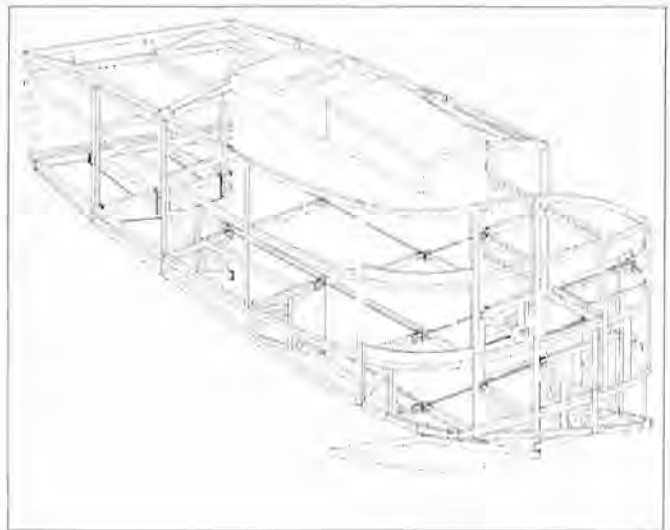
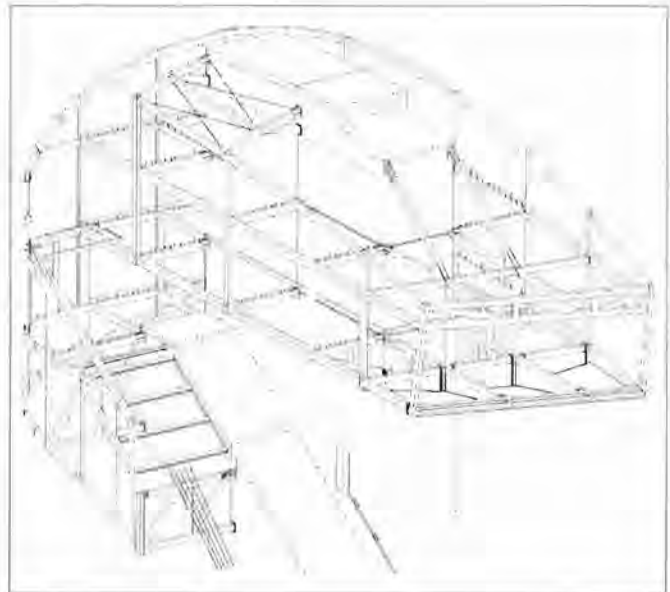


Bild 13. Turmkopf – Prinzipskizze der Stahlkonstruktion (Quelle: *Pichler*)

Fig. 13. Tower top – sketch of the steelwork construction



Bild 12. Distanzdreiecke für Seilunterspannung
Fig. 12. Distance triangles for cable suspension

stattversuch wurde ein eventueller Einfluß der Temperaturen infolge der Baustellenschweißnähte auf die vorgespannten Ankerköpfe abgeklärt, die Bedenken konnten zerstreut werden (max $\Delta T = +50\text{ °C}$).

Das Einlegen dieser vorgefertigten Konsolen (max 550 kg/Stk.) in die Betonschalung, die Justierung und Fixierung und endlich die Vorspannung waren in der ausgesetzten Höhenlage bei manchmal eisigen Temperaturen beileibe keine Arbeit für Stubenhocker. Die Festigkeitsentwicklung des Betons bei den anhaltend tiefen Temperaturen wurde ein wichtiges Thema. Die Verschiebung von Vorspannterminen sorgte anfänglich für Nervosität; die pädagogische Kompetenz des Statikers war gefragt.

Die Berechnungen erfolgten wiederum auf Basis der ÖNORMEN und der Eurocodes 3 und 4. Die Montagehilfsgerüste von Doka und Peri waren zeitweise mit ihrer kühnen Zartheit ein Konkurrent an der Seite der primären Bauwerksarchitektur. Die Stahltonnage des Kopfes beträgt ca. 90 t der Güte S355J2G3. Anstrichmaß-



Bild 14. Vorgespannte Andock-Konsolen für den Stahlhut am Turmkopf

Fig. 14. Pre-stressed bearing brackets for the steel frame at the tower top



nahmen sorgen für die Brandwiderstandsklasse „brandbeständig“ F 90.

6 Zusammenfassung

Das neue Bauwerk am Bergisel ist eine gelungene Kombination aus architektonischer Gestaltung und konstruktivem Konzept. Sichtbeton, Stahl und Glas in Verbindung mit den harmonischen Linien des Längenschnittes und der Draufsicht zeigen die weltweit begehrte Handschrift von *Zaha Hadid*. Konstruktion und Bauausführung bedienen sich moderner Technologien und Bauweisen:

Stahlbetonturm mit Kletterschalung, vorgespannte Konsolen als Andockpunkte für den Stahlkopf und vorgespannter Kragträger als graziles Auflager der Anlauframpe, dreigeschossiger, weit auskragender Stahlrohrrahmen am Turmkopf, Anlauframpe in Form eines organisch unterspannten Fischbauchträgers – in Summa „Toccata und Fuge in F-Dur“ für einen Bauingenieur und sein Orchester.

Der sportliche Event am 4. Januar 2002 (Bild 15) hatte einen umjubelten Helden – *Sven Hannawald*. Er siegte mit einem Schanzenrekord von 134,5 m. Die Anlage hatte ihre Feuertaufe mit Bravour bestanden. Die wahren Helden standen auf den Rängen – die Eisenbieger, Schalzimmerer, Stahlmonteure, Poliere und Hilfsarbeiter. Sie hatten die äußerst knappe Bauzeit, die wochenlangen Vereisungen der Gerüste und Straßen und die schwindelerregenden, ausgesetzten Arbeitsplätze gemeistert.

Die restlichen Arbeiten am Turmkopf mit dem Restaurant werden im Frühjahr 2002 in Ruhe fertiggestellt. Der „Leuchtturm von Innsbruck“ wird als



Bild 15. Vierschanzentournee: Wettbewerb am 4. Januar 2002

Fig. 15. 4-ski-jump-tour: Competition on 4th January 02

modernes Wahrzeichen für den Sport, die Jugend und den Fortschritt und gegen die Ängste stehen.

Literatur

- [1] *Passer, H.*: Sprunganlage Bergisel. Zement und Beton, Heft 5, 1976.
- [2] Wettbewerb Arena Bergiselstadion, Werba/Wien Wettbewerbe, Heft 111/112, 1992.
- [3] *Schuster, F.*: Videodokumentation zur Bergiselsprengung 2001.

Autoren dieses Beitrages:

Dipl.-Ing. Christian Aste, Dipl.-Ing. Andreas Glatz, Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerald Huber, Aste Konstruktion, Erlenstraße 13, A-6020 Innsbruck, E-mail: aste@utanet.at