

Leistungswettbewerb Bauingenieur

Sanierung, Umbau und Erweiterung Kantonsspital Graubünden, Chur

Häuser H und M

Jurybericht



INHALTSVERZEICHNIS

1. Aufgabenstellung	2
2. Nummerierung und Kennwörter der eingegangenen Beiträge	3
3. Vorprüfung	3
4. Ablauf der Jurierung	7
5. Beschreibung der jurierten Beiträge	8
6. Bewertung und Anträge der Jury	16
7. Couvertöffnung	20
8. Unterschriften	21

1. Aufgabenstellung

Die Stiftung Kantonsspital Graubünden AG beabsichtigt, in naher Zukunft die bestehende Spitalanlage für heutige Bedürfnisse umzubauen und mit Neubauten zu ergänzen. Wichtige Neubauten sind das „Haus H“, das vorwiegend Behandlungs- und Operationsanlagen umfasst, sowie das „Haus M“, das der Untersuchung dient.

Im Anschluss an einen 2006 durchgeführten Architekturwettbewerb wurde das Büro Astrid Stauffer & Thomas Hasler Architekten aus Frauenfeld mit der Projektierung der Bauarbeiten beauftragt. Stand der Arbeit ist heute die Baueingabe. Das Ingenieurbüro Conzett Bronzini Gartmann AG aus Chur erarbeitete in enger Zusammenarbeit mit den Architekten das Vorprojekt des Tragwerks und der Baugrube.

Die Wahl des Bauingenieurs für die Ausarbeitung von Bauprojekt, Ausschreibung und Ausführung erfolgt über den hier beschriebenen Leistungswettbewerb. In diesem Wettbewerb wurden den Teilnehmern je eine wesentliche Teilaufgabe der Tragwerke der Häuser H und M zur Lösung gestellt. Ergänzend dazu wurde eine Honorarofferte verlangt und auch die Anzahl der in den einzelnen Büros beschäftigten Lehrlinge wurde in die Bewertung mit einbezogen.

Der Wettbewerb wurde offen, anonym und einstufig ausgeschrieben. Für die Häuser H und M wurde je ein unabhängiges Wettbewerbsprogramm abgegeben.

Haus H: für dieses Gebäude wurden den Teilnehmern die Schnittkräfte aus Erdbeben für alle stabilisierenden Gebäudekerne abgegeben. Die Wettbewerbsaufgabe bestand darin, diese Einwirkungen in den Baugrund einzuleiten. Dafür standen verschiedene Möglichkeiten offen, zwischen denen sich die Teilnehmer zu entscheiden hatten. Verlangt wurde eine Dokumentation der Krafftflüsse, wichtige statische Nachweise und eine Kostenberechnung der Aufwändungen für diese Erdbebenstabilisierung. Dabei wurden die Einheitspreise vom Auslober vorgegeben.

Haus M: hier bestand die Aufgabe darin, einen typischen Ausschnitt einer Decke zu bemessen. Die Betonabmessungen von Decke und Stützen waren gegeben, ebenso Lage und Grösse der Aussparungen in Stützennähe. Die Werte der Einwirkungen wurden den Teilnehmern abgegeben. Die Wettbewerbsaufgabe bestand darin, die Deckenfelder zu bewehren und dabei auch die Frage des Durchstanzens zu lösen. Verlangt wurden auch hier eine statische Berechnung, entsprechende Nachweise und eine Kostenberechnung mit vorgegebenen Einheitspreisen.

Die Gewichtung der Ergebnisse erfolgte für beide Häuser wie folgt:

Kriterium	max. Punkte Produkt aus Bewertung x Gewichtung	%
Krafftfluss / statische Berechnung	5	17.5
Nachweise der massgebenden Querschnitte / Zusammenstellung der Hauptmasse	5	17.5
Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Lösung	10	35
Honorarofferte	7	25
Lehrlingsausbildung	1.5	5

Die Bewertung der Honorare erfolgte zwischen max. Honorar (0 Pt.) und min. Honorar (7 Pt.) linear abgestuft. Die Bewertung der Lehrlingsausbildung erteilte die maximale Punktzahl ab 2 und mehr Lehrlingen. Die Kriterien, deren Gewichtung und Punktezuteilung entsprechen den Angaben der Wettbewerbsunterlagen.

2. Nummerierung und Kennwörter der eingegangenen Beiträge

Die neun eingegangenen Wettbewerbsbeiträge zu den Häusern H und M wurden zur einfacheren Beschreibung nummeriert. Diese Nummerierung erfolgte zufällig. Die Nummerierung entspricht folgenden Kennwörtern:

Haus H:

Team 1: „Frühling“
Team 5: „1.618“
Team 6: „Vicino Loë“

Haus M:

Team 1: „Frühling“
Team 2: kein Kennwort
Team 3: „Penelope“
Team 4: „Tulpe“
Team 5: „1.618“
Team 7: „Efficienza Caluna“

3. Vorprüfung

Die Vorprüfung der eingegangenen Beiträge wurde durch Josef Dora, dipl. Ing. FH und Jürg Konzett, dipl. Ing. ETH/SIA vom Ingenieurbüro Konzett Bronzini Gartmann AG in Chur vorgenommen.

3.1 Formale Prüfung

Für das Haus H wurden drei Wettbewerbsarbeiten abgegeben.

Alle drei Beiträge wurden termingerecht eingereicht. Die gemäss Wettbewerbsprogramm einzureichenden Unterlagen sind bei allen Teilnehmern vollständig. Die Anonymität ist bei Team Nr. 1 verletzt (Bürobezeichnung als Fusszeile in statischer Berechnung).

Für das Haus M wurden sechs Wettbewerbsarbeiten abgegeben.

Alle sechs Beiträge wurden termingerecht eingereicht. Die gemäss Wettbewerbsprogramm einzureichenden Unterlagen sind bei allen Teilnehmern vollständig. Zwei der sechs Teams verletzen die Anonymität (Team Nr. 2: Namensunterschrift bei Offerte statt Unterschrift mit Kennwort und Team Nr. 4: Beiblatt mit Namen der Lehrlinge). Team Nr. 1 verletzt die Anonymität durch die Verbindung (gleiches Kennwort) mit Haus H, bei dem die Bürobezeichnung ersichtlich ist. Team Nr. 2 gibt zudem in der Selbstdeklaration an, sich in einem Konkursverfahren zu befinden.

3.2 Technische und wirtschaftliche Prüfung

Die technische und wirtschaftliche Prüfung wurde entsprechend den Beurteilungskriterien des Wettbewerbsprogramms gegliedert in:

Haus H:

- Kräfteverlauf von der Einspannstelle bis zum Baugrund
- Konstruktion und Bemessung der kritischen Schnitte
- Ausmass und Kostenberechnung der zur Erfüllung der Wettbewerbsaufgabe erforderlichen Bauteile und Bewehrungen im Sockelgeschoss sowie der Foundationen.

Haus M:

- Nachvollziehbare statische Berechnung der Decke
- Zusammenstellung der Hauptmasse Bewehrung und Durchstanzmassnahmen innerhalb des Bemessungsparameters
- Wirtschaftlichkeit unter Voraussetzung der Erfüllung der Grenzwerte der Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit

Allgemeine Bemerkungen zur technischen und wirtschaftlichen Prüfung:

Haus H:

Kräfteverlauf von der Einspannstelle der aussteifenden Bauteile bis zum Baugrund

Wie zu erwarten war, ist die Einspannung der Erdbebenpfeiler für den Kräfteverlauf von grosser Bedeutung. Alle Anbieter haben die zur Verfügung gestellten Geschossdecken, insbesondere die über Geschoss E06, für die Einspannung mehr oder weniger aktiviert. Wie ebenfalls zu erwarten war, reichte die Stabilisierung über diese horizontale Geschosseinspannung (Kräftepaar Decke mit Bodenplatte) nicht aus, um die auftretenden Erdbebenauswirkungen vollständig in das Sockelgeschoss einzuleiten. Dies gilt besonders bei den Erdbebenpfeiler A, E-F, K und M, wo der Abstand zwischen der massgebenden Geschossdecke und der Bodenplatte gering ist. Die Steifigkeit dieser Deckeneinspannung wurde von den Anbietern unterschiedlich gewählt. Sie sind für den weiteren Kräfteverlauf und die Bemessung der kritischen Schnitte von grosser Bedeutung. Die vertikale Einspannung wurde bei allen Anbietern über eine Bodenplatteneinspannung mit Pfahlfoundationen gelöst.

Der Kräfteverlauf innerhalb des Sockelgeschosses erfolgte grösstenteils mit Scheibenbetrachtungen oder Spannungsfeldern bzw. entsprechenden Hinweisen dazu.

Konstruktion und Bemessung der kritischen Schnitte

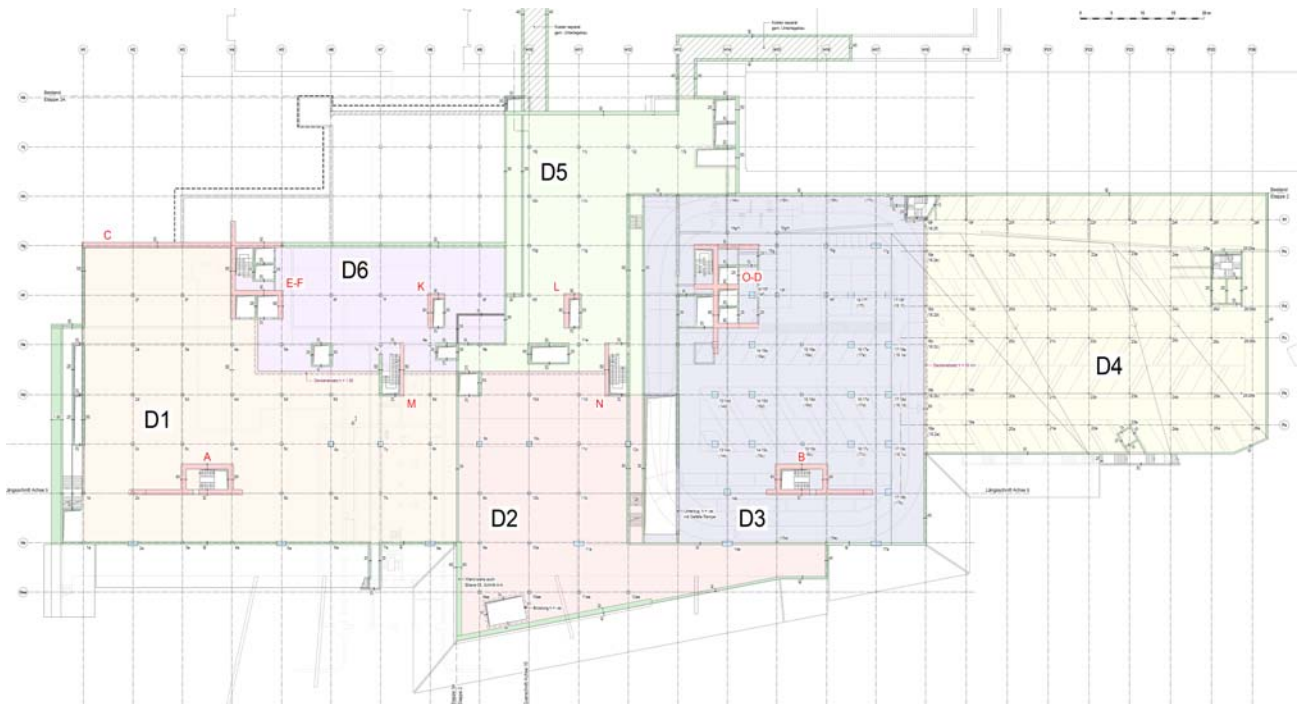
Die kritischen Schnitte wurden bei allen Wettbewerbsteilnehmern erkannt. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um folgende Bereiche:

- Bemessung der Erdbebenpfeiler in den massgebenden Querschnittbereichen
- Einspannung der Erdbebenpfeiler in die Geschossdecken
- Bemessung der Pfahlbankette
- Bemessung der Pfahlfoundationen

Die Lösung dieser Punkte wurde von den Teilnehmern sehr unterschiedlich behandelt. Verschiedene Rechenmodelle wurden angewendet.

Ausmass und Kostenberechnung der zur Erfüllung der Wettbewerbsaufgabe erforderlichen Bauteile und Bewehrungen im Sockelgeschoss sowie der Fundationen

Die Kosten wurden von den Anbietern mit den im Wettbewerbsprogramm vorgegebenen Einheitspreisen ermittelt. Dort wo Fehler bei den Bemessungen vorlagen, wurden die Vorausmasse durch die Vorprüfung mit nachvollziehbaren Schätzungen entsprechend angepasst, damit die Vergleichbarkeit der Kosten zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit gegeben war.



Haus M:

Nachvollziehbare statische Berechnung der Decke

Die Decke wurde von den Anbietern auf verschiedene Art gerechnet. Vier der sechs Anbieter verwendeten FE-Programme zur Bestimmung der Schnittkräfte, Reaktionen und elastischen Verformungen an der ungerissenen Platte. Zwei Anbieter bestimmten die massgebenden Grössen mit Handrechnungen. Die Bestimmung der Durchstanzwiderstände erfolgte in den meisten Fällen von Hand oder mit der Verwendung von Bemessungssoftware der Produkteanbieter. Die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (Deckenverformungen) wurden recht unterschiedlich gelöst.

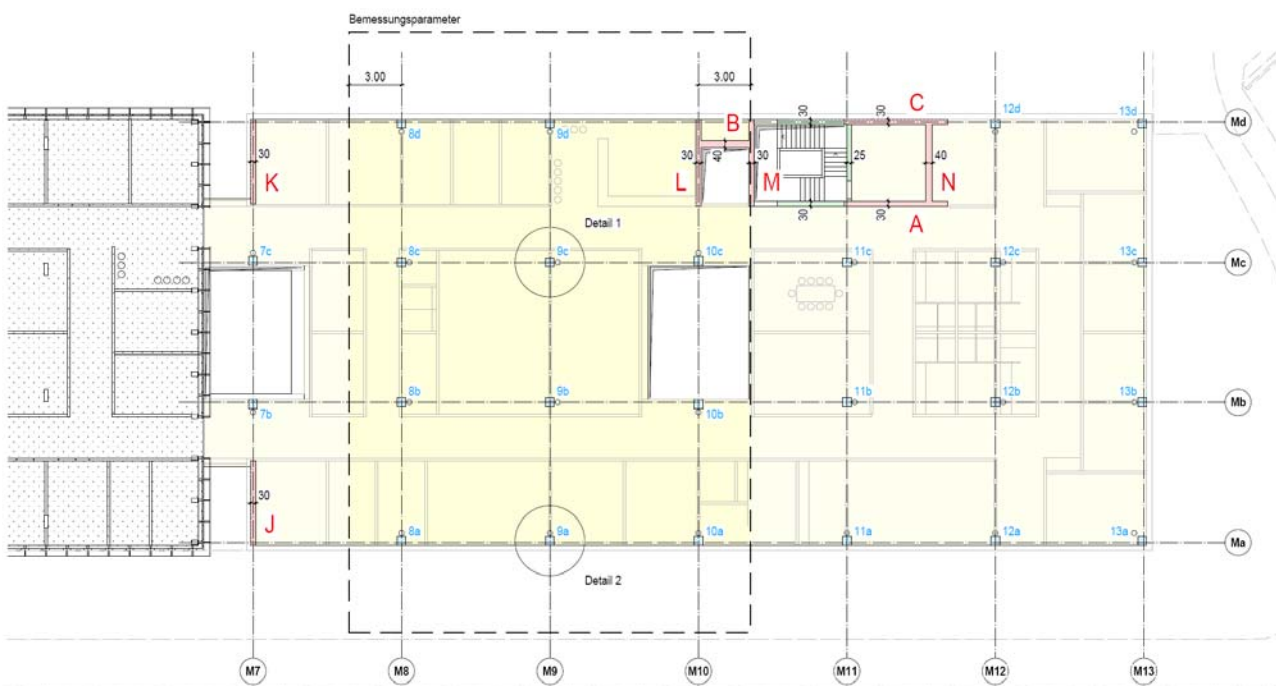
Zusammenstellung der Hauptmasse Bewehrung und Durchstanzmassnahmen innerhalb des Bemessungsparameters

Alle Anbieter haben einen Bewehrungsplan und eine zugehörige Eisenliste zur Bestimmung der Bewehrungsausmasse im bezeichneten Bemessungsparameter erstellt. Die Massnahmen zur Erfüllung der Durchstanzwiderstände wurden von den meisten Anbietern mittels Tabellen und Listen erfasst.

Wirtschaftlichkeit unter Voraussetzung der Erfüllung der Grenzwerte der Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit

Da alle Anbieter einen Bewehrungsplan mit zugehöriger Eisenliste erstellt haben konnten die Vorausmasse der Bewehrung sehr gut verglichen werden. Die Kosten wurden von den Anbietern mit den im Wettbewerbsprogramm vorgegebenen Einheitspreisen ermittelt. Dort wo Fehler bei den Bemessungen vorlagen, wurden die Vorausmasse mit einer groben Schätzung durch die Vorprüfer entsprechend angepasst, damit die Vergleichbarkeit der Kosten zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit gegeben war.

Ein Anbieter hat die vorgegebenen Einheitspreise durch eigene, nach seiner Aussage marktgerechtere Preise ersetzt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden diese vom Anbieter vorgeschlagenen Einheitspreise durch die Vorprüfer entsprechend der Vorgabe korrigiert.



4. Ablauf der Jurierung

Die Jury trifft sich am Freitag, 13. Mai 2011 im Sitzungsraum des Personalhauses des Kantonsspitals an der Loëstrasse in Chur.

Da Herr Dr. Arnold Bachmann an der Teilnahme an der Jurierung verhindert ist, wird Ersatzpreisrichter Adrian Ammann als stimmberechtigtes Mitglied in die Jury aufgenommen. Als Vorsitzender wird Hermann Just bestimmt. Die Jury besteht damit aus folgenden Personen:

- Lic. iur. Hermann Just, Vorsitzender der Bauplanungskommission KSGR (Vorsitz)
- Adrian Ammann, dipl. Masch. Ing. HTL, Leiter Spitaltechnik KSGR
- Ernst Casty, dipl. Arch. FH, Spitalarchitekt KSGR
- Dr. sc. techn. Thomas Hasler, dipl. Arch. ETH, Stauer & Hasler, Architekten
- Markus Neukom, dipl. Ing. ETH, Zürich
- Jürg Konzett, dipl. Bauing. ETH/SIA, Konzett Bronzini Gartmann AG; Chur
- Josef Dora, dipl. Bauing. FH, Konzett Bronzini Gartmann AG; Chur

Die Jury nimmt Kenntnis von den Ergebnissen der Vorprüfung. Sie beschliesst einstimmig, folgende Beiträge wegen Verstössen gegen die Anonymität vom Verfahren auszuschliessen:

- Team 1 („Frühling“, Haus H, Haus M)
- Team 2 (kein Kennwort, Haus M)
- Team 4 („Tulpe“, Haus M)

Bei den verbleibenden Beiträgen wurde die Anzahl Lehrlinge, die ein Beurteilungskriterium darstellt, in den offen eingereichten Unterlagen nicht deklariert (dies war im Verzeichnis der einzureichenden Unterlagen nicht explizit aufgeführt). Da die Jury davon ausgeht, dass die Angaben in den Verfassercouverts enthalten sind, beschliesst sie, die Verfassercouverts von einem Notar unter Wahrung der Anonymität öffnen zu lassen, um die nicht vorhandenen Information aufgrund der darin enthaltenen Personallisten zu ergänzen. Der Notar Lic. iur. Gian Reto Zinsli öffnet die Couverts in Abwesenheit der Jury, notiert die Anzahl Lehrlinge mit entsprechender Zuordnung zum Kennwort auf einem Blatt und gibt die Verfassercouverts in einem verschlossenen Briefumschlag der Jury zurück.

Die Jury legt nach eingehender Diskussion aufgrund der allgemeinen Bemerkungen zur technischen und wirtschaftlichen Prüfung der Vorprüfung eine Feineinstufung innerhalb der Bewertungsskala mit Punkten fest, nach der die einzelnen Stärken und Schwächen der Beiträge bewertet werden. Anschliessend schreitet sie zur Diskussion der eingegangenen Beiträge. Die entsprechenden Punkte werden den einzelnen Beiträgen zugeteilt.

Darauf werden die Beurteilungstexte des Juryberichts verfasst, vor der versammelten Jury vorgelesen, in einzelnen Formulierungen angepasst und schliesslich genehmigt.

Schliesslich werden die Anträge an die Bauherrschaft formuliert und die Preisgelder festgesetzt.

Dann schreitet die Jury zur Öffnung der Verfassercouverts.

Sie stellt fest, dass gegen eine Vergabe an die siegreichen Teams keine formalrechtlichen Hindernisse bestehen.

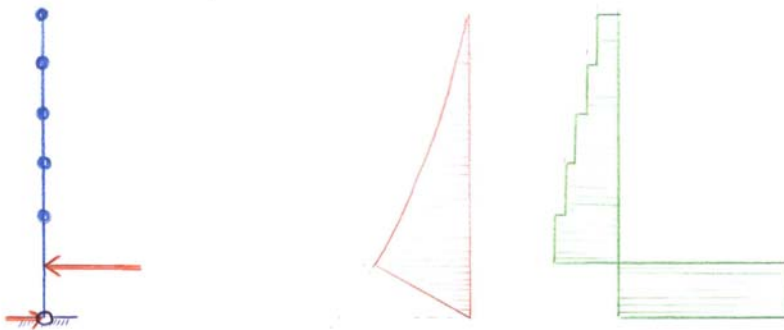
5. Beschreibung der juriierten Beiträge

Haus H

Team 5: „1.618“

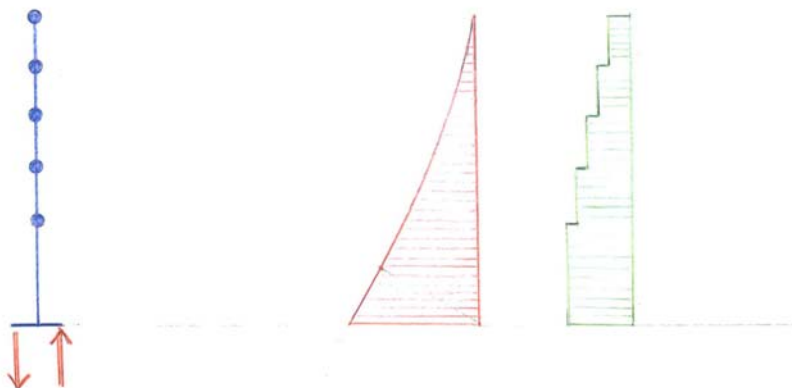
Kräfteverlauf und Deckeneinspannung

Zur Einspannung der Erdbebenpfeiler wurden zwei unterschiedliche Modelle verwendet. Das Berechnungsmodell A, mit den Pfeilern B, L, N und O-D, wurde da angewendet, wo ein grosser Abstand zwischen den Geschossdecken und der Bodenplatte vorliegt und damit die Reaktionen bei einem horizontalen Kräftepaar entsprechend tief sind. Beim Berechnungsmodell A wurde eine volle Einspannung über das horizontale Kräftepaar zwischen der Geschossdecke (Decke über E06) und der Bodenplatte angenommen. Der Anschluss bei der Bodenplatte wurde gelenkig gewählt.



(Berechnungsmodell A)

Das Berechnungsmodell B, mit den Pfeilern A, C, E-F, K und M, wurde da angewandt, wo ein entsprechend kleiner Abstand zwischen den Geschossdecken und der Bodenplatte vorliegt. Der Anschluss an die Geschossdecken wurde statisch losgelöst, so dass ein reines Kragarmmodell mit alleiniger Einspannung bei der Bodenplatte vorliegt. Die Geschossdecken übernehmen somit keine stabilisierenden Funktionen.



(Berechnungsmodell B)

Die Ausbreitung der Reaktionskräfte aus dem Berechnungsmodell A in der Decke über E06 und die Aufteilung auf die Sockelgeschosswände wurde mit einem FE-Scheibenmodell untersucht.

Diese klare Aufteilung der statischen Systeme bei den Erdbebenpfeilern führt besonders bei den Pfeilern B und O-D zwar zu sehr hohen Schnittkräften bzw. Reaktionen, was sich bei der Bemessung der kritischen Schnitte entsprechend auswirkt, hingegen zu weniger Pfählen.

Konstruktion und Bemessung der kritischen Schnitte

Bei der Bemessung des Erdbebenpfeilers O-D wurde nicht der massgebende Querschnitt berücksichtigt (die Querschnittreduktion beim Übergang vom Geschoss E05 zu E06 wurde nicht berücksichtigt). Die Nachweise sind demzufolge nicht erfüllt bzw. die gewählte Bewehrung ist nicht ausreichend. Dies kann aber bei einer allfälligen Weiterplanung durch den Projektverfasser einfach korrigiert werden.

Vom Berechnungsmodell A wurde nur beim massgebenden Pfeiler O-D ein Nachweis für die Krafterleitung in die Geschossdecke dokumentiert. Mehrere dicht nebeneinanderliegende massive Stahllamellen sollen die sehr hohe Last von fast 100 MN (für eine volle Einspannung in ein horizontales Kräftepaar) in die Decken einleiten. Die Bemessung dieser Stahlteile erfolgte nur summarisch und lässt verschiedene Fragen offen.

Die Pfahlwiderstände wurden im Anhang zur Statik für zwei verschiedene Rechenmodelle in Tabellenform zusammengefasst. Die beiden Tabellen enthalten, insbesondere für die Zugpfähle (reine Mantelreibung), unterschiedliche Resultate, ohne dass deren Ableitung nachvollziehbar ist. Die beiden Resultate für die Druckpfähle stimmen befriedigend gut überein. Bei den Zugpfählen hingegen sind die Unterschiede gross. Die Projektverfasser benutzen die günstigeren Werte dieser Vergleichsrechnungen. Eine unabhängige Kontrollrechnung lässt jedoch vermuten, dass die Sicherheitsbeiwerte nach SIA 267 bei den Zugpfählen für diese günstigeren Werte vernachlässigt wurden. Daraus folgt eine rechnerische Überbeanspruchung von ca. 100%. Erfahrungsgemäss werden die realen Widerstandswerte höher liegen, sodass sich die Auswirkung dieses Fehlers verringert; dies ist jedoch noch durch Pfahlversuche zu verifizieren.

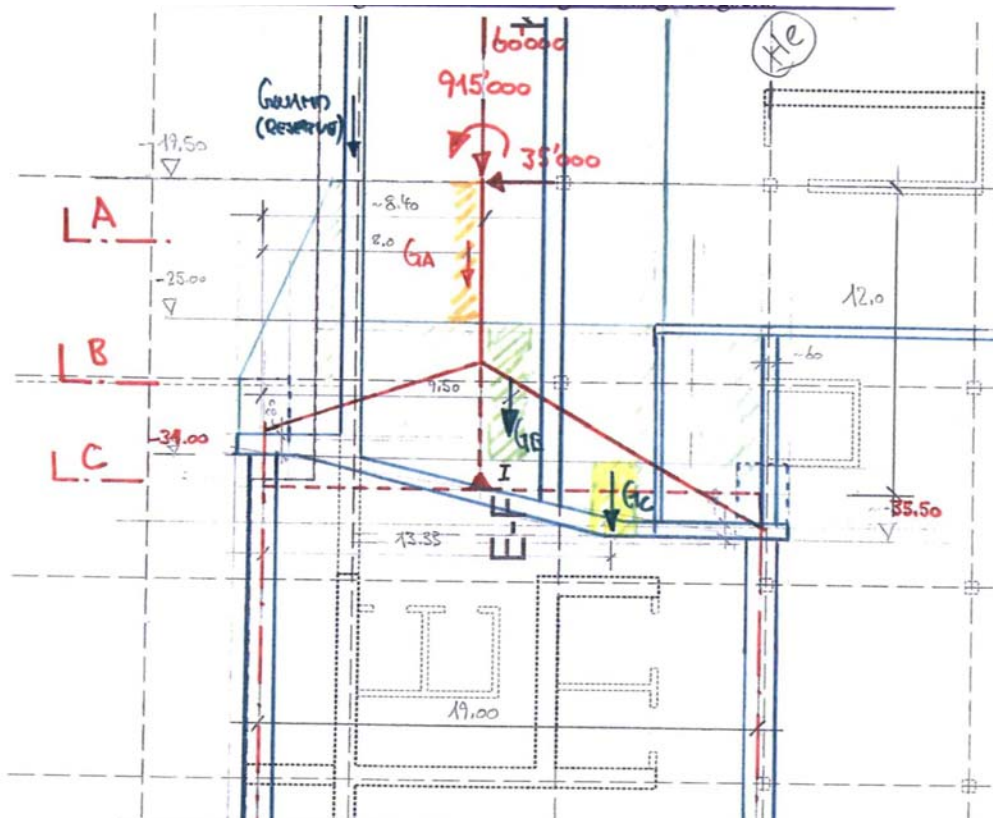
Neben den Pfählen wurde beim Pfeiler A auch das Pfahlbankett für die Gründung berücksichtigt (Pfahl-Plattengründung). Leider sind die Eingaben der Computerberechnung nicht genügend dokumentiert. Die Resultate lassen jedoch darauf schliessen, dass bei der Plattengründung Zugbeanspruchungen zwischen Platte und Baugrund zugelassen wurden, was nicht möglich ist und zu falschen Resultaten führt. Mit einer entsprechenden nichtlinearen Berechnung würden sich Pfahlreaktionen ergeben, die ein Vielfaches höher sind, als sie vom Verfasser ermittelt wurden. Das Pfahlbankett wurde ausserdem mit einer Stärke von 1 m modelliert, ohne die versteifende Wirkung des darüberliegenden Pfeilers zu berücksichtigen. Gegenüber der Wirklichkeit ist das Pfahlbankett in der Berechnung viel zu weich angenommen. In Verbindung mit der unzutreffenden Plattenlagerung ergeben sich daraus zu geringe Pfahlkräfte und zu geringe Plattenschnittkräfte. Die erforderlichen Nachweise (Biegung und Schub) wurden für dieses Pfahlbankett nicht durchgeführt. Hier werden bei einer allfälligen Weiterbearbeitung Korrekturen nötig sein. Für den Wirtschaftlichkeitsvergleich wurde dieser Einfluss berücksichtigt.

Bei den kleineren und wenig beanspruchten Pfeilern M und K wurden die Pfahlbankette mit Oberzügen ausgesteift. Dafür müssen die beiden Pfahlbankette ca. 3 m tiefer als die Bodenplatte gesetzt werden.

Bei der Gründung des Erdbebenpfeilers E-F wurde ein interessanter Vorschlag mit einem abgetieften und erdgefüllten Fundamentkasten vorgeschlagen. Damit konnte die Ausnutzung der Zug- und Druckpfähle weitgehend ausgeglichen werden. Die Kräftegleichgewichte wurden bei diesem Pfeiler klar und korrekt analysiert und auch die Bemessung der Zugpfähle ergibt hier plausible Resultate.

Wirtschaftlichkeit

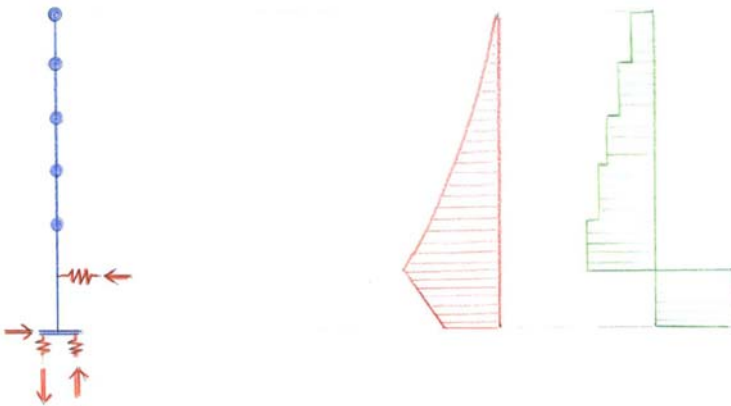
Weil die Kostenangaben des Projektverfassers wegen der erwähnten Fehler zu tief sind, wurden sie in der Vorprüfung entsprechend angepasst. Der Beitrag des Teams 5 ist jedoch dank seiner konzeptionellen Stärken auch nach diesen Korrekturen immer noch wirtschaftlich.



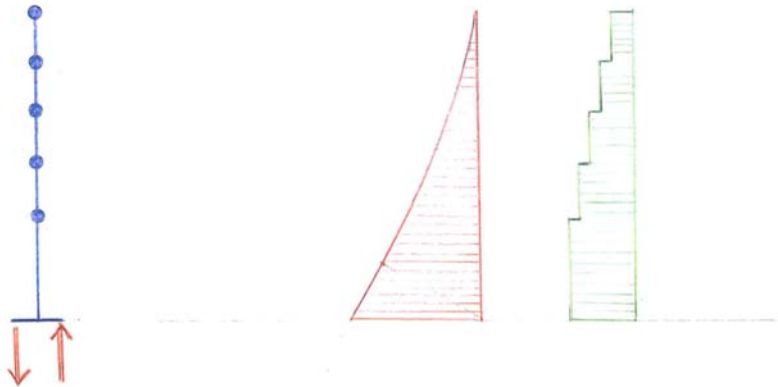
Team 6: „Vicino Loë“

Kräfteverlauf und Deckeneinspannung

Bei den Erdbebenpfeilern B, L, N und O-D (Pfeiler mit grossem Hebelarm zwischen Geschossdecke und Bodenplatte) wurde die Einspannung über ein horizontales Kräftepaar zwischen den Decken über E06 und der Bodenplatte zusätzlich zur Bodenplatteneinspannung berücksichtigt.



Bei den übrigen Erdbebenpfeilern wurde allein die Bodenplatte zur Einspannung berücksichtigt.



Die Einspannungen bei den Geschossdecken wurden so gewählt, dass in den Wänden des Sockelgeschosses die Mindestbewehrung ausreichend ist. Die angeschlossenen Kräfte bei den Geschossdecken sind eher vorsichtig gewählt, wodurch sich die Krafteinleitung bei den Geschossdecken und deren Ausbreitung als unproblematisch erweist. Das Gleichgewicht in der Deckenscheibe wurde mit einer Handrechnung hergestellt und die Bewehrung mit einem FE-Scheibenmodell ermittelt.

Konstruktion und Bemessung der kritischen Schnitte

Die Erdbebenpfeiler wurden mit einem "Stringer-Panel-Querschnitt" modelliert und bemessen. Dabei werden die Normalkräfte und Biegemomente auf die fiktiven Gurte zugeordnet und die Querkräfte durch die dazwischen liegenden Stegscheiben aufgenommen. Die Berechnung ist klar, konsequent und verständlich dokumentiert.

Die bis 2.50 m dicken Pfahlbankette wurden als eine auf den Pfählen elastisch gebetteten FE-Platte modelliert. Dabei wurden die massgebenden Zugpfähle mittels iterativ bestimmter Bettungsmoduln optimiert.

Die Widerstände der Zugpfähle wurden mit Erfahrungswerten ermittelt. Beim gewählten Referenzbaugrund handelte es sich gemäss Anbieterangabe um einen Flussschotter (genauere Angaben zu diesem Referenzbaugrund sowie entsprechende Versuchsmessungen, insbesondere über das Mantelreibungstragverhalten, liegen keine vor). Gemäss geologischem Gutachten handelt es sich beim realen Baugrund um einen geschichteten Baugrundaufbau mit Rüfeschutt und darin eingelagerten Stillwasserablagerungen (bindiges Material mit 4 x kleinerem Zusammendrückungsmodul). Die Annahmen des Anbieters sind eher auf der ungünstigen Seite und müssen durch Pfahlversuche verifiziert werden.

Die Verankerungen der hochbeanspruchten Gurtbewehrungen wurden mittels angeschweisster Stahlplatten gelöst.

Wirtschaftlichkeit

Die Einspannungen der Erdbebenpfeiler über horizontale Kräftepaare werden relativ bescheiden angesetzt. Daraus resultieren vergleichsweise hohe vertikale Kräfte und entsprechend viele und lange Pfähle. Das vorgeschlagene Konzept ist daher nur bedingt wirtschaftlich.

Haus M

Team 3: „Penelope“

Statische Berechnung der Decke

Die Berechnung der Schnittkräfte erfolgte mit einem elastischen Gleichgewichtssystem von Hand mittels Einführung von Feld- und Gurtstreifen.

Die Modellbildungen wurden für die Handrechnung entsprechend vereinfacht.

Eine ungünstige Lastanordnung bei den Nutzlasten wurde nicht berücksichtigt. Dies ist jedoch nur für die Bemessung vertikaler Lastabtragungen zugelassen.

Bemessung auf Tragsicherheit:

Für den Nachweis der Tragsicherheit wurde die Methode der Bruchlinientheorie verwendet, welche einen oberen Grenzwert der Tragsicherheit ergibt. Für die Nachweise wurde eine Reserve von 10 % berücksichtigt. Mittels einer Vergleichsrechnung wird aufgezeigt, dass diese Reserve ausreichend ist.

Kontrolle der Gebrauchstauglichkeit (Deckenverformungen):

Die Deformationen mit dem zeitlichen Verlauf und dem Einfluss der Langzeitverformungen wurden nicht untersucht. Der Anbieter weist darauf hin: "Die Verformungen aus permanenten Lasten werden nicht massgebend. Eine eventuelle Überhöhung wäre einfach machbar". Mit einer Deckenüberhöhung kann nur der Anteil der Deformationen vor dem Einbau der spröden Bauteile ausgeglichen werden. Massgebend wird die Forderung w_2 nach SIA 260 Anhang A. Sie muss kleiner als $l/500$ sein. Dies wird von den Projektverfassern nicht nachgewiesen.

Durchstanzmassnahmen:

Die maximale Auflagerreaktion bei den Stützen wurde mittels Einflussfelder bestimmt. Die Übereinstimmung mit einer FE-Berechnung stimmt befriedigend gut überein. Die vorgeschlagene Dübelleistenlösung ist richtig bemessen.

Zusammenstellung der Hauptmasse Bewehrung und Durchstanzmassnahmen innerhalb des Bemessungsparameters

Für die Ermittlung der Bewehrungsmasse innerhalb des massgebenden Bemessungsparameters wurde ein Bewehrungsplan mit Eisenliste erstellt. Die Durchstanzdübelleisten wurden separat in einer beigelegten Tabelle erfasst. Die Bewehrungsmasse inkl. aller Stösse und Randabschlüsse sind somit vom Anbieter erfasst worden.

Wirtschaftlichkeit unter Voraussetzung der Erfüllung der Grenzwerte der Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit

Die Vorausmasse wurde vom Anbieter aus der erstellten Eisenliste bzw. der Dübelleistenzusammenstellung übernommen und mit den vorgegebenen Einheitspreisen hochgerechnet. Alle Angaben sind korrekt. Die Disposition der Bewehrung führt zu einer mittleren Wirtschaftlichkeit.

Team 5: „1.618“

Statische Berechnung der Decke

Die gesamte Geschosdecke inkl. der wichtigsten Aussparungen wurde mit einem FE-Programm der Firma Cubus gerechnet. Die Eingaben des Systems und deren Einwirkungen inkl. der Zusammenstellung der Gefährdungsbilder (Grenzwertbildung) sind nicht dokumentiert. Ein Vergleich der Reaktionen lässt darauf schliessen, dass sie richtig sind.

Bemessung auf Tragsicherheit:

Die Mindestbewehrung zur Verhinderung spröden Versagens beim Erreichen von f_{ctd} wurde vom Anbieter richtig ermittelt. Es wird eine Grundbewehrung vorgeschlagen und wo erforderlich Zulagen eingesetzt. Die Biegezugwiderstände wurden in einer Tabelle zusammengefasst und mit den Auswirkungen aus der Grenzwertbildung verglichen. Die Bewehrung ist im Stützenbereich eher konservativ gewählt.

Kontrolle der Gebrauchstauglichkeit (Deckenverformungen):

Die Deformationen mit den Langzeiteinflüssen wurden detailliert untersucht. Es wird angenommen, dass der Bodenaufbau 90 Tage nach dem Betonieren eingebaut wird. Die Einbauten der Zwischenwände erfolgen 210 Tage nach dem Betonieren. Der Bewehrungsgehalt im massgebenden Randfeld wurde etwas zu hoch berücksichtigt. Bei der Annahme, dass der Querschnitt vor dem Einbau der spröden Bauteile bereits gerissen ist und entsprechend überhöht werden kann, können die Nachweise für die Verformungen trotzdem eingehalten werden.

Durchstanzmassnahmen:

Die Dübelbemessung erfolgte mit einer Software eines Produkthanbieters. Die angenommenen Durchstanzlasten und Berechnungsparameter sind richtig eingesetzt.

Zusammenstellung der Hauptmasse Bewehrung und Durchstanzmassnahmen innerhalb des Bemessungsparameters

Für die Ermittlung der Bewehrungsmasse innerhalb des massgebenden Bemessungsparameters wurde ein Bewehrungsplan mit Eisenliste erstellt. Die Durchstanzdübelleisten wurden separat in einer beigelegten Tabelle erfasst. Die Bewehrungsmasse inkl. aller Stösse und Randabschlüsse sind somit vom Anbieter erfasst worden.

Wirtschaftlichkeit unter Voraussetzung der Erfüllung der Grenzwerte der Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit

Die Vorausmasse wurden vom Anbieter aus der erstellten Eisenliste bzw. der Dübelleistenzusammenstellung übernommen und mit den vorgegebenen Einheitspreisen hochgerechnet. Für die Dübelleisten hat der Anbieter Dübel $\varnothing 16$ mm gewählt. Die vorgegebenen Einheitspreise für Dübel $\varnothing 20$ mm wurden vom Anbieter entsprechend korrigiert. Diese Preisreduktion steht im Verhältnis mit den vorgegebenen Einheitspreisen und wird deshalb von der Jury akzeptiert. Die im Stützenbereich eher konservative Bemessung führt zu einer vergleichsweise aufwändigen Lösung.

Team 7: „Efficienza Caluna“

Statische Berechnung der Decke

Eingaben:

Die Bemessung der Platte erfolgte von Hand mit der einfachen Streifenmethode, welche im Rahmen der Plastizitätstheorie der statischen Methode entspricht und somit einen unteren Grenzwert der Traglast liefert. Die variable Lastanordnung bei den Nutzlasten ist im Rahmen der plastischen Bemessung abgedeckt.

Bemessung auf Tragsicherheit:

Für den Grenzzustand der Tragsicherheit wurden plastische Umlagerungen berücksichtigt. Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit wurden über statisch zulässige Schnittkraftverteilungen Grenzwertbetrachtungen angestellt, die zeigen, dass die erforderlichen Bedingungen eingehalten werden können. In den Gurtstreifen wurden „versteckte Unterzüge“ („strong bands“) modelliert und entsprechend ausgebildet (inkl. Bügelbewehrung). Die ermittelte Mindestbewehrung wurde mit $t = h$ anstelle von $t = h/3$ berücksichtigt. Dadurch ergibt sich ein leicht zu kleines Rissmoment. Mit der gewählten, vom Projektverfasser aufgerundeten Bewehrung ist das korrekte Rissmoment aber wieder abgedeckt. Ein Vergleich mit der kinematischen Methode (oberer Grenzwertsatz) zeigt, dass mit der gewählten abgestuften Bewehrung die Traglast gut ausgenutzt ist.

Kontrolle der Gebrauchstauglichkeit (Deckenverformungen):

Die versteckten Unterzüge wurden zur Untersuchung der Langzeitdeformationen als gerissen mit der Kriechzahl $\phi=2$ angenommen. Die erhaltenen Verformungen stimmen mit einer vergleichbaren FE-Plattenberechnung der Vorprüfung gut überein. Die Felder werden als ungerissen betrachtet, da deren Biege widerstände auf Bemessungsniveau etwa dem Rissmoment entsprechen.

Durchstanzmassnahmen:

Die Einführung der versteckten Unterzüge (verbügelt) führt zu einer direkten Behandlung des Querkraftflusses. Eine separate Analyse des Durchstanzwiderstandes erübrigt sich.

Zusammenstellung der Hauptmasse Bewehrung und Durchstanzmassnahmen innerhalb des Bemessungsparameters

Für die Ermittlung der Bewehrungsmasse innerhalb des massgebenden Bemessungsparameters wurde ein Bewehrungsplan mit Eisenliste erstellt. Die Bewehrungsmasse inkl. aller Stösse und Randabschlüsse sind vom Anbieter erfasst worden.

Wirtschaftlichkeit unter Voraussetzung der Erfüllung der Grenzwerte der Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit

Die Vorausmasse wurde vom Anbieter aus der erstellten Eisenliste übernommen und mit den vorgegebenen Einheitspreisen hochgerechnet. Alle Angaben sind korrekt. Die Disposition der Bewehrung mit Konzentration auf die „strong bands“ führt zu einer hohen Wirtschaftlichkeit.

6. Bewertung und Anträge der Jury

Haus H:

Kostenberechnungen der Anbieter

Die wirtschaftlichste Bausumme erhält die volle Punktzahl (5 Punkte). Das Doppelte davon würde Null Punkte erhalten und die dazwischen liegenden Summen werden linear interpoliert.

Kosten für Bemessungsparameter	[sFr.]	[%]	[Punkte]
Team 5	2'581'736.-*	100**	5**
Team 6	4'350'366.-	128	3.6

* ohne Korrektur Vorprüfung

** nach Korrektur Vorprüfung

Honorare

Die Honorarangebote wurden gemäss der Wettbewerbsprogrammbeilage von den Anbietern ausgefüllt und mit deren Kennwort gezeichnet. Verglichen wird die Höhe der bereinigten Angebotssumme (ein Skonto wird, im Gegensatz zu Rabatt, bei der Bewertung nicht berücksichtigt).

Die eingereichten Honorare betragen:
 Beträge netto exkl. MwSt.

Honorar in sFr.	Team 5	Team 6
Spezialtiefbau Häuser H und M	542'800	1'570'700
Bauingenieurarbeiten Tiefgarage	397'400	646'900
Bauingenieurarbeiten Haus H	2'224'300	3'677'800
Total:	3'164'500	5'895'400
	100%	186%
Punkte	7.0	0

Bewertung

Nach eingehender Prüfung und Diskussion bewertet die Jury die beiden Beiträge wie folgt:

Zuschlagskriterium	Bewertungskriterien	Bewertungsmaassstab		Team 5			Team 6		
				Bewertung (B)	Gewichtung (G)	Produkt B x G	Bewertung (B)	Gewichtung (G)	Produkt B x G
1. Technische und wirtschaftliche Qualität der eingereichten Lösung	1.1 Kräfteverlauf von den Einspannstellen der aussteifenden Bauteile bis zum Baugrund	- Anforderung ist zweckmässig erfüllt	5 Punkte	3.0	1	3.0	5.0	1	5.0
		- Anforderung ist erfüllt	3 Punkte						
		- Anforderung ist nicht erfüllt	0 Punkte						
	1.2 Konstruktion und Bemessung der kritischen Schnitte	- Anforderung ist zweckmässig erfüllt	5 Punkte	1.0	1	1.0	5.0	1	5.0
		- Anforderung ist erfüllt	3 Punkte						
		- Anforderung ist nicht erfüllt	0 Punkte						
	1.3 Ausmass und Kostenberechnung der zur Erfüllung der Wettbewerbsaufgabe erforderlichen Bauteile und Bewehrungen im Sockelgeschoss sowie der Fundationen	- Hohe Wirtschaftlichkeit der Lösung	5 Punkte	5.0	2	10.0	3.6	2	7.2
		- Befriedigende Wirtschaftlichkeit der Lösung	3 Punkte						
		- Unbefriedigende Wirtschaftlichkeit der Lösung	0 Punkte						
2. Honorar	2.1 Höhe der bereinigten Angebotssumme (ein Skonto wird, im Gegensatz zum Rabatt, bei der Bewertung nicht berücksichtigt)	Bewertungsregel: $Punkte = 7 \cdot ((b-x)/(b-a))$ a = preisgünstigstes Angebot (ganzzahlig gerundet) b = preislich höchstes Angebot (ganzzahlig gerundet) x = zu bewertendes Angebot (ganzzahlig gerundet)		7.0	1	7.0	0.0	1	0.0
3. Sicherung des Ausbildungsstandes	3.1 Anzahl Lehrlinge	- Anzahl > 2 Lehrlinge	5 Punkte	5.0	0.3	1.5	5.0	0.3	1.5
		- bis 2 Lehrlinge	3 Punkte						
		- keine Lehrlinge	0 Punkte						
				22.5			18.7		

Antrag

Die Gesamtwertung zeigt, dass der Vorschlag des Teams 5 sowohl wegen der wirtschaftlichen Vorteile, die vor allem auf einem effizienten Konzept beruhen und des tiefen Honorarangebotes am meisten Punkte erzielt. Die Jury beantragt einstimmig, die Bauingenieurarbeiten für das Haus H dem Team 5 zu vergeben.

Preissumme

Die Preissumme von Fr. 30'000.- wird wie folgt verteilt:

Team 5 Fr. 17'000.-
 Team 6 Fr. 13'000.-

Antrag der Jury

Die Gesamtwertung zeigt, dass der Vorschlag des Teams 7 wegen der wirtschaftlichen Vorteile, die auf einer effizienten Verteilung der Bewehrung beruhen, am meisten Punkte erzielt. Die Jury beantragt, die Bauingenieurarbeiten für das Haus M an Team 7 zu vergeben.

Preissumme

Die Preissumme von Fr. 10'000.- wird wie folgt verteilt:

Team 3	Fr. 2'000.-
Team 5	Fr. 3'000.-
Team 7	Fr. 5'000.-

Zusammenfassung

Die beiden Aufträge wurden an die Ingenieure vergeben, die dank konzeptioneller oder methodischer Überlegungen wirtschaftliche Lösungen vorgeschlagen haben.

Damit hat das Verfahren seinen Zweck erfüllt.

Die Jury dankt allen Teilnehmern für ihre grosse und wertvolle Arbeit.

7. Couvertöffnung

Die anschliessend an die Formulierung des Juryberichts vorgenommene Couvertöffnung zeigt folgende Projektverfasser:

Haus H:

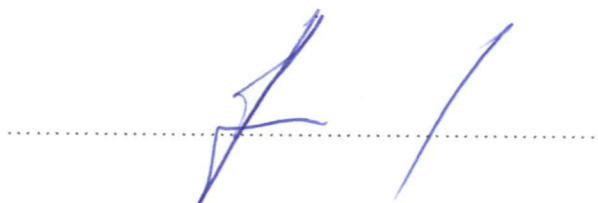
Team 1 „Frühling“: Ingenieurgemeinschaft EDY TOSCANO AG Engineering & Consulting, Zürich und Ernst Basler + Partner AG, Zürich
Team 5 „1.618“: Pöyry Infra AG Graubünden, Chur
Team 6 „Vicino Loë“: Ingenieurgemeinschaft Bänziger Partner AG, Chur und Fanzun AG, Chur

Haus M:

Team 1 „Frühling“: Ingenieurgemeinschaft EDY TOSCANO AG Engineering & Consulting, Zürich und Ernst Basler + Partner AG, Zürich
Team 2, ohne Kennwort: Kocher Ingenieurbüro für Hoch- und Tiefbau AG, Bülach
Team 3 „Penelope“: Ingegneri Pedrazzini sagl, Lugano
Team 4 „Tulpe“: Ingenieurbüro A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt AG, Möhlin
Team 5 „1.618“: Pöyry Infra AG Graubünden, Chur
Team 7 „Efficienza Caluna“: Ingenieurgemeinschaft Bänziger Partner AG, Chur und Fanzun AG, Chur

Unterschriften

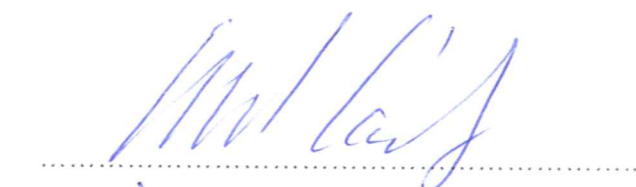
Hermann Just (Vorsitz)



Adrian Ammann



Ernst Casty



Thomas Hasler



Markus Neukom



Jürg Conzett



Josef Dora

