

# Tragendes Potenzial

Autor(en): **Hegner-van Rooden, Clementine**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **140 (2014)**

Heft 39: **Toni-Areal Zürich**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-390771>

## **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.

DIE TRAGKONSTRUKTION DES TONI-AREALS

# Tragendes Potenzial

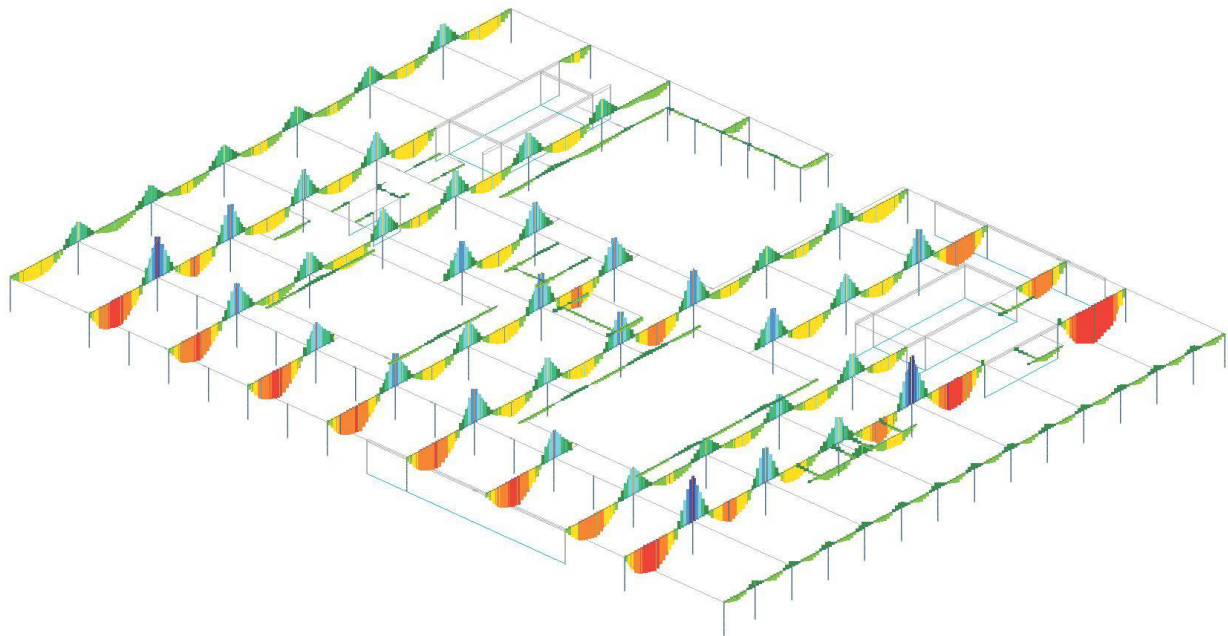
Das Betonskelett der Toni-Molkerei blieb erhalten, weil bereits bei seiner Erstellung ein enormes Anpassungspotenzial einkalkuliert wurde. Die Ingenieure von Walt + Galmarini haben diese Stärke in die Neunutzung einbezogen.

Text: Clementine Hegner-van Rooden

Die Toni-Molkerei in Zürich erfuhr eine radikale Erneuerung. Bis auf den 40 Jahre alten Rohbau wurde das ganze Bauwerk rückgebaut. Dabei wurde die Umnutzung des Areals im Gestaltungsplan von 2003 festgehalten. Studien in den Jahren 2001 bis 2005 belegten die Machbarkeit von Nutzungsänderungen der damals 30-jährigen Liegenschaft und zeigten auf, dass ein totaler Rückbau weder ökonomisch, ökologisch noch städtebaulich sinnvoll sei. Zum einen hätte er viel graue Energie freigesetzt. Allein die Bodenplatte besteht aus ein bis zwei Meter dickem Beton, insgesamt wurden 12000 t Stahl verbaut. Zum anderen liegt die Fabrik tiefer, als es das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft heute genehmigen würde, denn seit dem Bau ist der Grundwasserspiegel um

1 bis 1.5 m gestiegen. Bei einem Neubau hätten sich die Planenden an die höher liegende Kote halten müssen, womit man Nutzfläche verloren hätte. Gegen einen Rückbau sprach auch die gut erhaltene Tragkonstruktion, die grossräumig ausgelegt und für hohe Lasten bemessen ist. Das ermöglicht eine grosse Flexibilität und verschiedene Nutzungen; die Grundsteine für das Projekt.

Das Tragwerk, das Dialma Jakob Bänziger 1973 plante und ausführen liess, besteht aus vier Haupttrakten: das Kesselhaus mit Trockenwerk und die markante Rampe an den beiden Enden des Gebäudes sowie der Fabrikationstrakt und das Kühllager als Flachbau dazwischen. Drei quer verlaufende Dilatationsfugen gliedern das Bauwerk in die vier Hauptabschnitte. Jeweils zwei Treppenkerne und eine Windscheibe stabilisieren jeden Trakt. Der Skelettbau im Flachbau ist



**Deckenschnitte mit Momentenlinien nach der Perforierung.** Die Lichthöfe sind in der Regel dort platziert, wo es statisch sinnvoll ist: Solange die bestehenden Decken an der Nullstelle der Momentenlinie geschnitten werden, verändert sich die Momentenbeanspruchung in der Decke nicht, und es sind keine Verstärkungen notwendig.



Die Toni-Molkerei wurde 2011 bis auf ihren Rohbau rückgebaut, dieser wurde dann stark angepasst. Die Voraussetzungen dafür waren von Beginn an eingeplant worden.



Die Rampe dient als Aufenthaltszone und Zugang für die Besucher der Konzertsäle und des Kinos. Als Fluchtweg darf sie wegen der zu grossen Steigung nicht dienen.

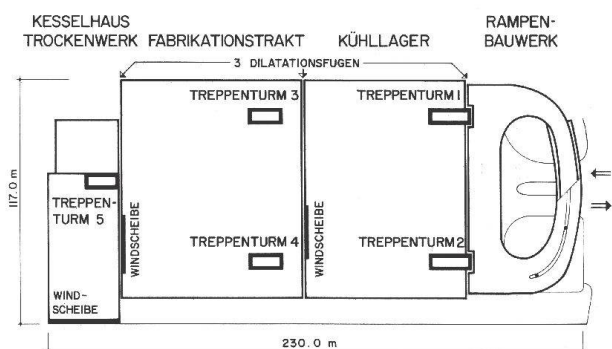
auf einem Raster von 10×10 m Abmessung aufgebaut. Die bis zu 7.28 m hohen und schlanken Stützen ( $\lambda = 36-15$ ) sind als Pendelstützen ausgebildet. Die Flachdecken sind 52 bis 74 cm dick und nicht vorgespannt, da es möglich sein sollte, nachträglich grosszügige Aussparungen aus der Stahlbetondecke auszuschneiden. Darin liegt das dem Projekt eigene Veränderungspotenzial «Ingenieurbaukunst unter Zeitdruck», S. 27).

### Das Tragwerk: vorausschauend geplant

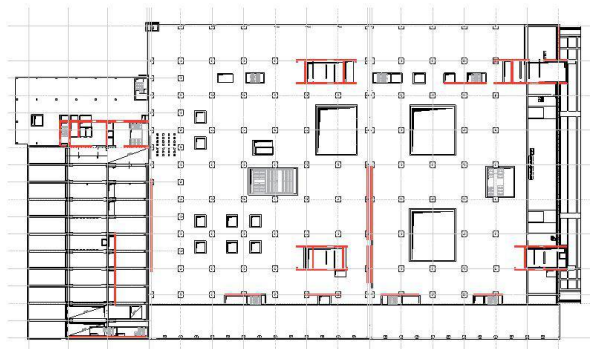
Die Tragkonstruktion war eine ausgeprägte Stärke des Bauwerks, die die Ingenieure von Walt+Galmarini für den Umbau zu nutzen wussten. Der Bestand war in den Ausführungsplänen ersichtlich, die alle im Archiv des Ingenieurbüros Bänziger Partner vorhanden sind. «Wir

scannten über 200 Schalungspläne und 1000 Dokumente ein und zeichneten alles neu», berichtete Gregorij Meleshko, Projektleiter bei Walt+Galmarini. Die Ingenieure bauten das Projekt auf einem digitalisierten Zustand der damaligen Planung auf. Abweichungen des Bestands von den Plänen nahm ein Geometer auf; ebenfalls digitalisiert bot sich eine komfortable Situation für die Planung und die Ausführung des Umbaus. Der Aufwand war gross, doch das Risiko für Unvorhergesehenes in der Ausführung verkleinerte sich dadurch.

Ingenieure und Architekten liessen sich zusammen auf den Bestand, d.h. den bestehenden Rohbau ein, und in einem intensiven iterativen Prozess kristallisierten sich die Grundrisse heraus (vgl. «Industrie – Kultur», S. 18) und insbesondere die markanten Durchstösse für die Lichthöfe.



**Alter Grundriss:** Drei quer verlaufende Dilatationsfugen gliedern das Bauwerk in vier Teile. Jeweils zwei Treppenkerne und eine Windscheibe stabilisieren Fabrikationstrakt und Kühllager – damals wie auch heute (vgl. Grundriss rechts).



**Neuer Grundriss:** Das grundsätzliche Konzept der Stabilisierung des Gebäudes blieb erhalten. Die bestehenden Tragelemente wurden lediglich aufgedoppelt, verlängert oder verstärkt. Neue Fluchttreppenhäuser wurden ebenfalls genutzt.



## Den Schnittkraftlinien folgend

Die Neubaumassnahmen passten die Ingenieure den Erkenntnissen an, die sie aus der Bestandsanalyse gewonnen hatten. Dabei setzten sie tragwerkspezifische Regeln virtuos in die Architektur um. Die Lichthöfe stehen exemplarisch dafür: Ihre Platzierungen sind auf die statischen Rahmenbedingungen abgestimmt, damit möglichst wenige kostspielige Tragwerksverstärkungen vorgenommen werden mussten.

Bänziger hatte sein Tragwerk für nachträgliche Öffnungen von 7×7 m konzipiert – aus betrieblichen Gründen war es notwendig, die Maschinerie für den Milchverarbeitungsprozess auszuwechseln zu können. Bänziger legte deshalb die schlaffe Bewehrung in 3 m breite Streifen. Für die Platzierung der Perforierungen hielten sich die Ingenieure an diese planerisch dokumentierten Angaben. Sie reizten das statische Konzept allerdings weiter aus, um grössere Ausschnitte zu ermöglichen: Sie schnitten die Stahlbetondecke dort, wo die Momentenschnittkraftlinie null ist. Folgt man diesem Prinzip, sind auch bei grösseren Öffnungen als 7×7 m in der Regel keine Verstärkungen notwendig, denn die Beanspruchung der Decke bleibt gleich. So gelang eine Symbiose zwischen dem architektonischen Raumprogramm und dem statischen Kräftefluss: Licht gelang bis in den Kern des 90 m tiefen Gebäudes.

## Konzept der Gebäudestabilität erhalten

Auch das Konzept der Gebäudestabilität ist erhalten. Nach wie vor stabilisieren dieselben Tragelemente das Bauwerk – auch bei aussergewöhnlichen Ereignissen wie einem Erdbeben. Dank dem Erdbebenkonzept waren alle notwendigen Elemente da. Allerdings mussten einzelne Bauteile verstärkt werden, denn die auf damalige Anforderungen ausgelegte Tragkonstruktion genügte den aktuellen Normen nicht mehr. Die rechnerisch aufzubringenden Einwirkungen sind seit der Erstellung des Gebäudes um den Faktor vier angestiegen. Die Neunutzung als Schule bedingt für die Dimensionierung zudem eine höhere Gebäudeklasse; die Bauwerksklasse II. Das erhöht die rechnerischen Einwirkungen nochmals um 20%.

Um die Flexibilität des Grundrisses zu bewahren, verstärkten die Ingenieure möglichst nur den Bestand, indem sie bestehende Scheiben aufdoppelten. Wo zusätzliche Tragelemente für die horizontale Lastabtragung notwendig waren, nutzten sie aus dem architektonischen Konzept notwendige Elemente wie die neuen Fluchttreppenhäuser. In einzelnen Fällen erneuerte man die Konstruktion ganz, um die Tragsicherheit zu erreichen. So entkernte man zwei Treppenhäuser, und zwei weitere trug man ab, um sie entsprechend dimensioniert neu aufzubauen.

Für die Lastabtragung im Erdbebenfall fehlte im Untergeschoss die sogenannte «steife Kiste», worin die Erdbebenwände geschosshoch eingespannt werden sollten. Um die Stützenreihe im Fassadenbereich und damit den Lichteinfall beibehalten zu können, verlegte

man die «steife Kiste» nach innen. Die Ingenieure nutzten notwendige Wände im Kernbereich der untersten Geschosse und führten sie in Stahlbeton statt in Kalksandsteinmauerwerk aus.

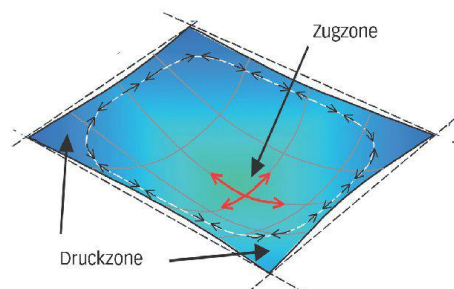
## Kompatibilität zwischen Alt und Neu

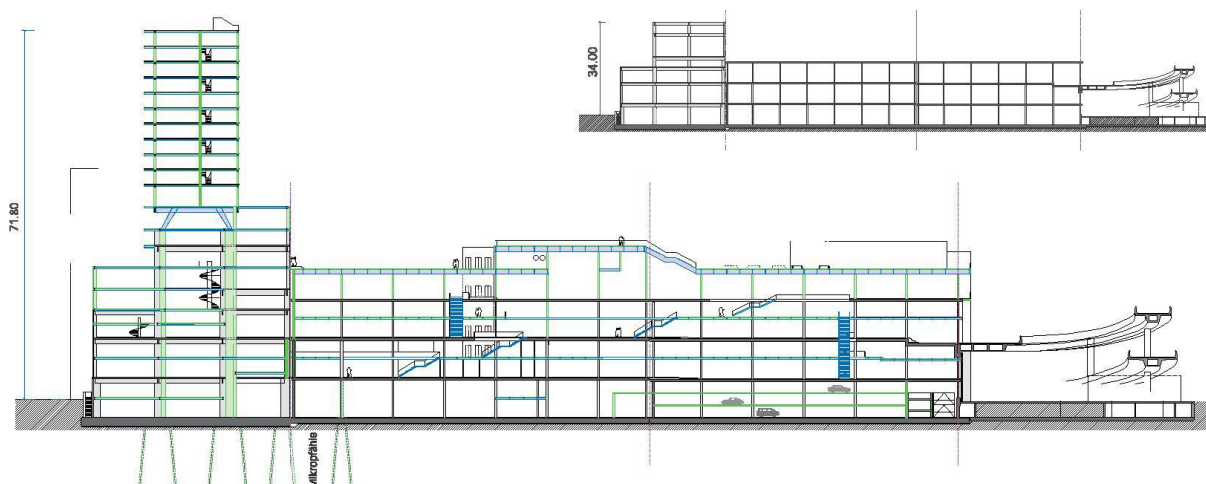
Trotz den guten Voraussetzungen, die der Rohbau für das neue statische Konzept mitbrachte, waren gewichtige Anpassungen nötig. Die Neunutzung bedingte neue Zwischendecken, und der neue 22-geschossige Turm, dessen oberste zehn Etagen als Wohnungen genutzt werden, erforderte Verstärkungen der Rahmenkonstruktion und der Bodenplatten.

Bänziger hatte Massnahmen eingeplant, um nachträglich Zwischendecken einbauen zu können. Wertvoll waren die eingerechneten Lasten, die aus den 2 t/m<sup>2</sup> Nutzlast (20 kN/m<sup>2</sup>) und den Lastreserven bestanden. Denn es waren fast 80 000 m<sup>2</sup> neue Flächen notwendig. Mit dem leichten (ca. 350 kg/m<sup>2</sup>) und bewährten Deckensystem aus einer Stahl-Beton-Verbundkonstruktion war es möglich, die ursprünglichen 10 m Spannweite einzuhalten, ohne zusätzliches Eigengewicht auf

## Brandschutz der Zwischendecken

Die neuen Zwischendecken bestehen aus einer Stahl-Beton-Verbundkonstruktion, die die entsprechenden Brandschutzanforderungen erfüllt: R60 beim Flachbau und R90 beim Hochhaus. Die Konstruktion hat in etwa so viel Abwicklung, wie sie Deckenfläche hat. So entsprechen 36 000 m<sup>2</sup> Decke in etwa den Quadratmetern an Brandschutzanstrich. Gerechnet zu einem Preis von 60.– Fr./m<sup>2</sup> fällt der Anstrich als wesentlicher Budgetposten aus, den die Ingenieure im Vorprojekt reduzierten. Für die tragwerkspezifische Auslegung der Zwischendecken wendeten sie deshalb die Membranmethode von Bailey an. Im Brandfall soll sich demnach ein in Felder aufgeteiltes Membrantragwerk bilden, das jeweils aus brandgeschützten Randträgern und der Betondecke besteht – die Träger dazwischen bleiben ungeschützt und werden im Brandfall weich. Das Zugband besteht aus der Verbunddecke mit geschützten Bewehrungseisen und unwirksamen Stahlträgern. Ein Feld ist auf den vier Randträgern aus geschützten Stahlträgern gelagert. Die geschützten Träger erhalten im Brandfall eine zusätzliche Belastung, die rechnerisch in der Dimensionierung und Bemessung berücksichtigt wurde. Auf diese Weise musste im Flachbau nur jeder zweite Träger angestrichen werden – eine Kostenreduktion von etwa 40%.





**Schnitte durch den Bestand** (oben in seiner ursprünglichen Version, unten in seiner angepassten Form); ergänzte und neue Tragwerkelemente. Grün: Beton neu, blau: Stahl neu, grau: Bestand.

das Tragsystem. Auf der Höhe der Bodenplatte erreichten die Ingenieure bei den Stützen zu 80% einen Lastausgleich. Verstärkungen im Flachfundament waren deshalb kaum erforderlich. Flachdecken wären gegenüber dem gewählten Stabtragwerk in Detailkonstruktionen wie den Anschlüssen von Brandschutzwänden einfacher zu handhaben gewesen, doch hätten sie die Tragfähigkeit der Bodenplatte überschritten. Bei den restlichen 20% wären massive Durchstanzverstärkungen notwendig gewesen. Mit einem Modell, das bestehenden Bauten zugrunde liegt (die aktuelle Normenreihe 269 gab es noch nicht), konnten die Ingenieure mit Unterstützung der ETH nachweisen, dass nur etwa 10 von über 100 Stützen verstärkt werden mussten. Für diese Fälle doppelte man die Bodenplatte auf und presste Mikropfähle kontrolliert in den Untergrund.

Es war nicht einfach, alle Verstärkungen in den Bestand zu integrieren, denn Alt und Neu waren nicht kompatibel. Die Geilinger-Stahlpilze in den Stahlbetondecken zum Beispiel genügten gegen Durchstanzen nicht mehr. Durchgebohrte Gewindestangen verstärken die Decken im Stützenbereich. Sie sind vor-



**Abfangtisch:** Das Raster von  $5 \times 12.5$  m im bestehenden Trockenwerk ist für den Wohnungsbau, der oben aufgestockt wurde, nicht optimal. Ein Zwischengeschoss mit einem Trägerrost aus Stahl bildet den Wechsel (vgl. Schnitt oben).

gespannt und ausinjiziert, damit sie für die Lastabtragung wirksam sind. Ebenso galt es, die Kompatibilität zwischen alten und neuen Stützenkonstruktionen im aufgestockten Trockenwerk zu beurteilen. Denn hier waren infolge der zusätzlichen Geschosse Verstärkungen erforderlich. Der neue Beton schwindet, der bestehende nicht mehr. So entsteht zwischen Stützenkopf und Decke eine klaffende Fuge, und die Last wird nicht in die neue Stütze abgetragen, sondern nur in die bestehende; es droht Versagen. Flachpressen schlossen die Schwindfuge und spannten die neuen Stützen vertikal vor. Etappenweise wurde die Verkürzung infolge Schwinden und Kriechen kompensiert und das Zusatzgewicht der Aufstockung ausgeglichen. Im letzten Pressgang ersetzte man das Wasser mit Zementmilch. Nur so konnten auch diese neu integrierten, sicheren Tragelemente wirksam werden.

## Aufstockung auf Abfangtisch

Nicht nur die Neunutzung, auch die Aufstockung des Trockenwerks erforderte eine Angleichung der Tragkonstruktion. Im bestehenden Trockenhaus ist das Tragwerk auf einem Industrieraster von  $5 \times 12.5$  m aufgebaut; alle 5 m ist ein Rahmen angeordnet. Diese Struktur ist für den Wohnungsbau, der oben aufgestockt wurde, nicht optimal – dafür sollte ein Raster von  $6.5 \times 6.5$  m erreicht werden. Eine Abfangdecke aus einem Trägerrost aus Stahl bildet den Wechsel.

Damit das Geschoss mit der Abfangdecke gut nutzbar blieb – es ist ein Dozentenfoyer –, durfte die Tragwerkshöhe des Rosts 1.5 m nicht überschreiten. Dies erforderte auch in diesem Fall einen geschickten Umgang mit den Kräften. Die Beine des Abfangtischs (Abb. links) stehen schräg und verkürzen die Spannweite des Abfangträgers – die Tischplatte sozusagen. Die Achslinien der Stützen sind so gestellt, dass das Stützmoment des Abfangträgers gleich dem Feldmoment ist. Dadurch ist das maximale Moment kleiner als bei einem einfachen Balken, weshalb der Träger eine geringere



statische Höhe benötigt. Die aufgrund der schräg gestellten Beine entstehenden Zugkräfte übernehmen ein vorgespanntes Zugband aus einem Walzprofil HEB 360 und zwei Zugstangen  $d=50$  mm. Der Kräftefluss ist in sich geschlossen, und die Stützenfüsse konnten unten einfach auf die neuen Betonstützen abgestellt werden.

Der Abfangtisch mit seiner schieren Grösse verwischt die Dimensionen des Gebäudes – man verliert die Massstäblichkeit. Er zeigt, dass Konstruieren im Bestand eine grosse Herausforderung ist, die zuweilen Neubaukonstruktionen in den Hintergrund drängt. So wurden die Konzertsäle auf dem Dach für 400 Personen mit einer 20 m weit gespannten Stahlverbundkonstruktion zu Nebenbaustellen.

Die gesamte Transformation von der Milchverarbeitungs- zur Kunststätte basiert entscheidend auf der Anpassungsfähigkeit des bestehenden Rohbaus. Hier bot sich mit dem gegebenen Potenzial und den archivierten Grundlagen eine feudale Situation. Dabei von Glück zu sprechen, wäre zu bequem. Denn der Grundstein liegt in einem wertvollen Prinzip: ein einfaches, aber intelligentes Tragwerk zu erstellen, das mit verschiedenen Nutzungs- und Architekturformen kompatibel ist. Ein weitsichtiger Gedanke, der künftig mit dem Anwachsen der Umbauten noch bedeutender wird. •

*Clementine Hegner-van Rooden*, Dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin BR, [clementine@vanrooden.com](mailto:clementine@vanrooden.com)

INTERVIEW MIT DIALMA JAKOB BÄNZIGER

## «Ingenieurbaukunst unter Zeitnot»

Der Rohbau der Toni-Molkerei wurde in kurzer Zeit und wo nötig mit unkonventionellen Mitteln erstellt. Der projektierende Bauingenieur Dialma Jakob Bänziger erinnert sich an die Planung vor 42 Jahren.

Interview: Clementine Hegner-van Rooden

*TEC21: Herr Bänziger, nach 36 Jahren Betrieb wurde das Tragwerk der Toni-Molkerei freigelegt. Welche Erinnerungen setzt das bei Ihnen frei?*

**Dialma Jakob Bänziger:** Ende der 1960er-Jahre durfte ich mit meinen zwei Ingenieurbüro-Einzel-firmen in Zürich und Buchs SG viele und grosse Aufträge bearbeiten. Wegen dieser intensiven beruflichen und wegen einer familiären Belastung hatte ich Ende 1972 ein Burn-out, gerade als die Bauarbeiten ein Jahr früher als erwartet für die Planung und Ausführung der Molkerei begonnen hatten. Meine Mitarbeiter und zwei befreundete mitarbeitende Ingenieurbüros überbrückten die Situation während der ärztlich verordneten Pause von drei Monaten – das ist das Umfeld, das meine Erinnerung an den Baubeginn der Molkerei lebhaft prägt.

*Sie planten den grossen Baukörper mit seiner markanten und für den Bau typisch gewordenen Rampe.*

**Bänziger:** Alles an diesem Bauwerk ist gross, 230 m lang und 100 m breit ist es. Mit riesigen und schweren Maschinen drin. Und weil man während des Betriebs viel Wasser zum Waschen und Spritzen brauchte, musste über dem Konstruktionsbeton ein dicker Gefällsbeton eingebracht werden.

Die Decke hatte ein hohes Eigengewicht. Stützen störten den Betrieb – also machten wir ein Stützenraster von grosszügigen  $10 \times 10$  m. Weil die Stützen dünn und unscheinbar sein sollten, setzten wir schlanke geschmiedete Stahlstützen mit rundem Vollquerschnitt ein, die nicht gegen Feuer isoliert werden mussten. 20 bis 48 cm dick waren sie, bei einer Raumhöhe von 7.28 m. Ihre Belastung war gross; im untersten Geschoss mussten sie 1700 t tragen.

*Das sind riesige und stellenweise sehr unterschiedliche Lasten bei enorm grossen Gebäudeabmessungen. Eine Gebäudeunterteilung drängt sich auf.*

**Bänziger:** Es gibt vier verschiedene Bereiche, die mit Dilatationsfugen voneinander getrennt sind (vgl. «Tragendes Potenzial», S. 23). Jeder Bereich musste erdbebensicher sein. Obwohl der Nachweis der Erdbebensicherheit damals nicht verlangt war, liess ich jeden gemäss den SIA-Normen erdbebensicher ausführen und schrieb einen Bericht zuhanden der Bauherrschaft. Dies war notwendig, um die konstruktiven Konsequenzen gegenüber dem Architekten durchzusetzen. Wegen der verschiedenen Gebäudelasten galt es, mögliche Setzungsdifferenzen auszugleichen. Zudem war mit unterschiedlichen