

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 87 (1969)  
**Heft:** 39

**Artikel:** Fundationsprobleme bei Bau der Frequenzumformieranlage Giubiasco  
**Autor:** Stamm, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-70788>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Vereinbarungen stützten. Im Jahre 1945 wurde sie umbenannt in International Air Transport Association; auch ihre Satzungen bekamen einen Hauch der Gesinnungswandlung unmittelbar nach der grossen Weltkatastrophe. Nach ihnen ist es Zweck der IATA, den Luftverkehr in bezug auf Sicherheit, Regelmässigkeit und Wirtschaftlichkeit zum Wohle aller Völker der Erde zu fördern.

In ihrem Jubiläumsjahr zählt die IATA weit mehr als 100 Mitglieder aus über 80 Ländern. Diese betreiben zusammen rund 2500 strahlgetriebene Verkehrsflugzeuge und haben ausserdem

noch weitere 1100 im Werte von rund 65 Mrd Fr. in Auftrag gegeben. Sie werden im laufenden Jahre rund 300 Mio Passagiere befördern.

Das fünfzigjährige Bestehen der IATA ist ein eindrücklicher Beweis dafür, dass Geduld, gegenseitige Aussprachen und Verständnis, guter Willen und Treue einem übergeordneten Ziel selbst die kompliziertesten internationalen Probleme der Lösung näher bringen können. Möge dieser Geist auch auf andern Gebieten Schule machen!

M. Künzler

## Fundationsprobleme beim Bau der Frequenzumformeranlage Giubiasco

Von E. Stamm, dipl. Ing. ETH, Suselectra, Basel

DK 624.15:621.314.26

### 1. Einleitung

Die in den Jahren 1964/66 von den Schweizerischen Bundesbahnen erstellte Frequenzumformeranlage Giubiasco dient der elastischen Kupplung des Dreiphasen-Industrienetzes mit dem Einphasen-Bahnnetz der Gotthardlinie durch den Bezug von elektrischer Energie für den Bahnbedarf aus dem Dreiphasennetz und deren Umformung von 50 auf 16⅔ Hz. Die im ersten Ausbau installierte Leistung beträgt 26 MW/33,3 MVA. Einer eventuellen späteren Vergrösserung der Leistung ist beim baulichen Konzept der Anlage Rechnung getragen worden.

Die von einer Umformergruppe ausgehenden relativ starken Vibrationen müssen trotz der elastischen Lagerung der Gruppe auf dem Fundamentblock bei dessen Berechnung berücksichtigt werden. Für die Frequenzumformeranlage Giubiasco stellten sich infolge ungünstiger bodenmechanischer Gegebenheiten des Untergrundes zusätzliche Fundationsprobleme, welche nachfolgend eingehender beschrieben werden.

### 2. Allgemeine bauliche Gestaltung des Umformergebäudes

Das Umformergebäude (Bild 1) liegt unmittelbar neben der bestehenden Unterstation der SBB. Auf der Nordseite, direkt an den Maschinensaal angebaut, befindet sich der viergeschossige Trakt mit den Hilfsbetrieben und auf der Seite des Tessin-Flusses, in Verlängerung des Maschinensaales, der dreistöckige Diensttrakt mit dem Kommandoraum. Die bauliche Anordnung von Maschinensaal, Diensttrakt und Hilfsbetriebeanbau musste der Lage der bestehenden Unterstation, der Lage der neuen Schaltanlage und

dem Zufahrtsgeleise vom Bahnhof Giubiasco Rechnung tragen. Ausserlich sind Maschinensaal, Diensttrakt und Hilfsbetriebeanbau durch die verschiedenen Bauhöhen betont. Der Maschinensaal ist für zwei Umformergruppen vorgesehen, von denen vorläufig nur eine ausgeführt wurde. Der Montageboden musste wegen der Einführung des SBB-Anschlussgeleises auf Terrainhöhe angeordnet werden, während der Maschinensaalboden im Bereich der beiden Maschinenfundamentblöcke um ein Stockwerk erhöht ist. Diese etwas ungewöhnliche Niveaudifferenz im Maschinensaal hat sich im Zusammenhang mit den Fundationsproblemen ergeben, welche in Abschnitt 4 eingehender dargelegt sind. Der in neuzeitlicher Architektur mit Flachdach konzipierte Baukörper steht in einem gewissen Gegensatz zur alten Unterstation mit Natursteinfassaden, doch zeigt die nunmehr fertiggestellte Anlage, dass sich Alt und Neu gut in das Gesamtbild einfügen.

### 3. Fundationsverhältnisse und Bodenuntersuchungen

Der Untergrund besteht aus einer 5 bis 6 m starken Schicht aus Bachschutt des Tessins und der Morobbia mit grösseren Steinen. Darunter folgen Feinsand und Grobsand in wechselnder Schichtung.

Da das Grundwasser einen wesentlichen Einfluss hat auf die Übertragung von Vibrationen in die nähere und weitere Umgebung, war die Abklärung des Grundwasserstandes von Wichtigkeit. Zur Zeit der Bodenuntersuchungen lag der Grundwasserspiegel mit rd. 9,5 m unter dem natürlichen Boden verhältnismässig nie-

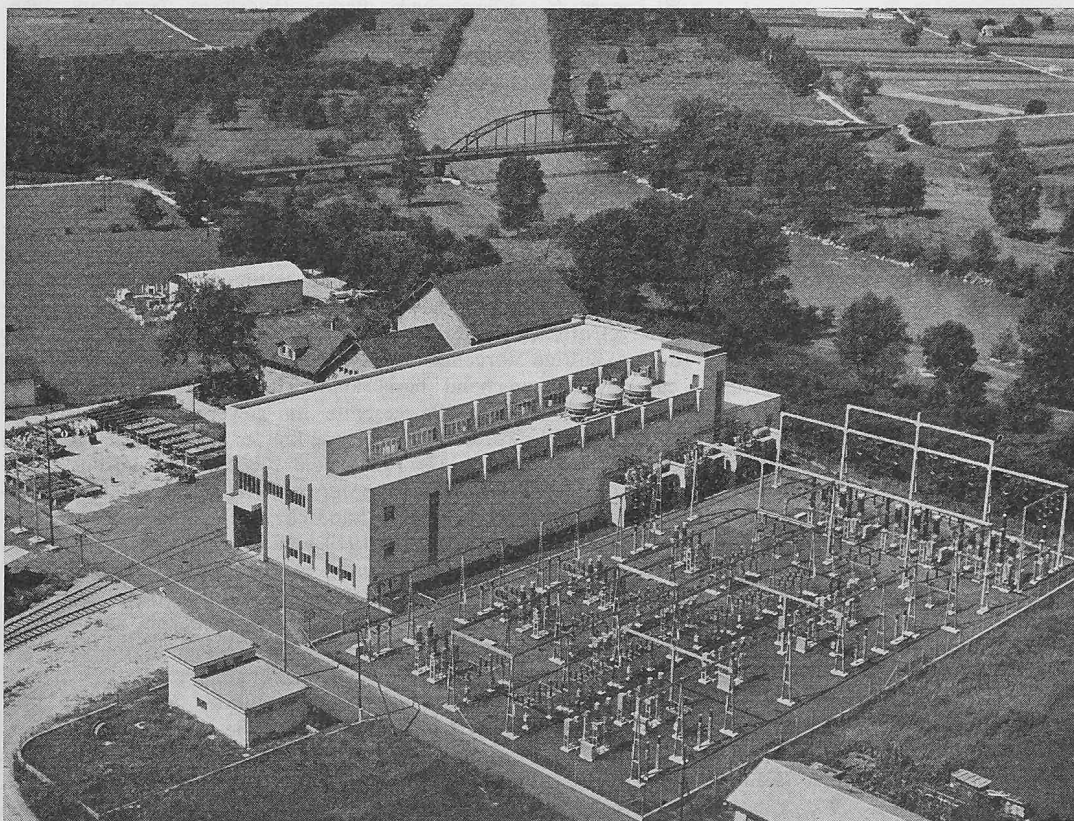


Bild 1. Gesamtansicht des Umformergebäudes

drig. Bei höheren Grundwasserständen hätte die Sohle des Umformergebäudes, je nach Fundamenttiefe, noch tangiert oder überflutet werden können.

Zur Abklärung der Tragfähigkeit des Bodens unter Berücksichtigung von permanenten Erschütterungseinwirkungen sind verschiedene Bodenuntersuchungen durchgeführt worden, wie Raumgewichtsbestimmungen, Bestimmung des  $M_E$ -Wertes, Messungen betreffend Druckstossausbreitung bei Detonation kleiner Sprengladungen zwecks Bestimmung des Elastizitätsmoduls und Verdichtungsversuche nach Proctor im Labor zur Bestimmung der optimalen Lagerungsdichte. Für die Durchführung der Bodenuntersuchungen wurde eine Versuchsgrube von  $6 \times 6$  m Sohlenquerschnitt und 4 m Tiefe ausgehoben. Von der Grubensohle aus wurde sodann ein gebölzter Schlitz von  $6 \times 1$  m Querschnitt 3 m abgeteufelt, so dass Messungen in 4 m bzw. 7 m unter der Terrainoberfläche vorgenommen werden konnten. Die im Grundwasser liegenden tieferen Bodenschichten waren durch die Versuchsgrube nicht mehr direkt aufgeschlossen, so dass in bezug auf die Lagerungsdichte und das Raumgewicht keine Untersuchungen gemacht werden konnten. Der Elastizitätsmodul ist aus den gemessenen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Stosswellen im grundwassergesättigten Material berechnet worden. Die Bodenuntersuchungen der VAWÉ zeigten eine aussergewöhnlich lockere Lagerung von Sandschichten wechselnder Mächtigkeit. Das mittlere Feuchtraumgewicht ergab  $1,65 \text{ t/m}^3$ . Im Labor liess sich das gleiche Material ohne Veränderung des Wassergehaltes auf  $1,85 \text{ t/m}^3$  verdichten. Der grössten Lagerungsdichte beim optimalen Wassergehalt nach Proctor entspricht sogar ein Feuchtraumgewicht von rund  $2 \text{ t/m}^3$ . Das hohe Porenvolumen des Sandes von 50 bis 60 % im natürlichen Lagerungszustand ist dem grossen Anteil an Glimmer zuzuschreiben.

Der auf Grund von Lastsetzungsversuchen und Messungen der Wellenausbreitungsgeschwindigkeit ermittelte Elastizitätsmodul weist in den verschiedenen Bodenschichten folgende, in weiten Grenzen variierende Werte auf:

Oberste Deckschicht (Bachschutt)	$6000 \div 11\,000 \text{ kg/cm}^2$
Ueber dem Grundwasser liegende Sandschichten aus nicht sehr dicht gelagertem Material	$900 \div 1\,500 \text{ kg/cm}^2$
Unterhalb dem Grundwasserspiegel liegende Sand- oder Kies-Sandschichten	$20\,000 \div 40\,000 \text{ kg/cm}^2$

Aus den Grenzwerten für den Elastizitätsmodul haben sich in den Bodenschichten über dem Grundwasserspiegel dynamische Bettungsziffern von 3 bis  $5 \text{ kg/cm}^3$  ergeben. Kommen die Bodenschichten ins Grundwasser zu liegen (mittlerer bis maximaler Grundwasserstand), so betragen die entsprechenden Werte für die Bettungsziffer 17 bis  $35 \text{ kg/cm}^3$ . Infolge dieser stark variierenden Werte für die Bettungsziffer war es, wie in Bild 2 dargestellt,

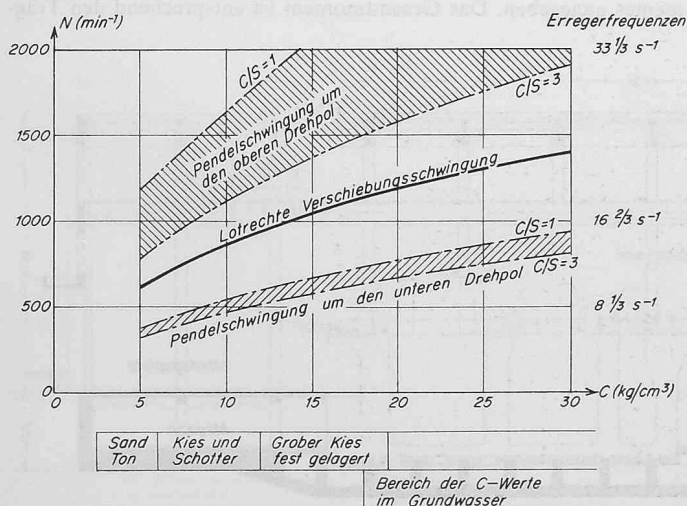


Bild 2. Maschinenfundamentblock. Eigenfrequenz in Abhängigkeit der Bettungsziffer C und der Schubziffer S für die Pendelschwingungen und die lotrechte Verschiebungsschwingung

schwierig, dem Baugrund und Maschinenfundamentblock als Schwingungssystem eine in einem eng begrenzten Bereich liegende Eigenfrequenz zuzuschreiben.

#### 4. Fundationsprobleme im Zusammenhang mit den Vibrationen der Umformergruppe

Der erste Entwurf des Umformergebäudes sah eine Querschnittsausbildung analog der ausgeführten Umformerstation der SBB bei Rapperswil vor (Bild 3). Der massive Maschinenfundamentblock der Umformergruppe ist direkt auf den Untergrund fundiert. Das Umformergebäude ist zwecks Ausschaltung von Schwingungsübertragungen durch Dilatationsfugen vom Maschinenfundament vollständig abgetrennt. Der Maschinensaalboden liegt auf Bodenhöhe.

Das Maschinenfundament mit einer Fundamenttiefe von rd. 8,50 m unter Oberkante Terrain wäre danach zeitweise ein bis zwei Meter ins Grundwasser zu liegen gekommen. Für diesen ersten Entwurf des Umformergebäudes ist das Schwingungsverhalten des Maschinenfundamentblockes untersucht worden. Die Maschinengründung ist ein schwingungsfähiges Gebilde (Betonblock auf elastischer Unterlage), dessen Eigenschwingungszahlen von der Masse des Fundamentes und den Federungseigenschaften des Baugrundes abhängig sind. Diese Federungseigenschaften werden durch die Bettungs- und Schubziffer eines Bodens charakterisiert. In Bild 2 sind die drei wichtigsten Eigenfrequenzen in Abhängigkeit der dynamischen Bettungsziffer und der Schubziffer des Bodens dargestellt. Für die Schubziffer liegen keine genaueren Werte vor, so dass unter Annahme von Grenzwerten für das Verhältnis Bettungsziffer zu Schubziffer die Eigenfrequenz der waagerechten Pendelschwingungen einen weiteren Streubereich aufweist. Bild 2 zeigt, dass für die auf Grund der durchgeführten Bodenuntersuchungen erhaltenen dynamischen Bettungsziffern die Eigenfrequenzen so stark variieren, dass Resonanzlagen mit den Erregerfrequenzen  $8\frac{1}{3}$ ,  $16\frac{2}{3}$  und  $33\frac{1}{3}$  Hz kaum hätten vermieden werden können.

Diese Erkenntnisse führten bei der vorhandenen Setzungsempfindlichkeit des Baugrundes bei länger dauernden Erschütterungen zur Prüfung einer elastischen Lagerung der Maschinenfundamentblöcke, um dadurch die Schwingungsübertragung auf den Untergrund zu verringern. Gummi als schwingungsdämpfende Isolation hatte als Baustoff bei den Dimensionen und dem grossen Gewicht des abzufedernden Fundamentkörpers gewisse Nachteile. Der Vorgang des Auswechselns einzelner eventuell schadhafter Gummielemente unter Belastung wie auch unbestimmte Prognosen hinsichtlich der Alterungsbeständigkeit für einen Zeitraum über 15 bis 20 Jahre konnten nicht befriedigen. Mit Stahlfedern als Schwingungsisolatoren konnte eine Eigenfrequenz des Schwingungssystems erreicht werden, welche wesentlich unter den Erregerfrequenzen liegen. Im weiteren war es möglich, Stahlfederisolatoren konstruktiv so auszubilden, dass sie mittels Schraubenmutter vorgespannt und auf relativ einfache Art und Weise ein- bzw. ausgebaut werden können. Kostenmässig kam eine Schwingungsisolierung mit Stahlfedern etwas höher zu stehen als mit Gummielementen. Im vorliegenden Fall wies jedoch Stahl als Baustoff für die konstruktive Gestaltung eines schwingungsdämpfenden Elementes gegenüber Gummi Vorteile auf.

Der Einbau von Federisolatoren beeinflusste die Querschnittsgestaltung des Umformergebäudes. Der ganze Baukörper wurde auf eine Plattengründung fundiert, welche unter den Maschinenfundamentblöcken durch Querrippen sowie durch die als Längsträger ausgebildeten Auflager der Federisolatoren verstärkt wurde. Da die Zugänglichkeit zu den Federisolatoren gegenüber dem ersten Projektentwurf eine um rd. 1 m tiefere Fundierung erfordert hätte, wurde das Umformergebäude als Ganzes um ein Stockwerk höher gelegt (Bilder 4 und 5). Montageplatz und Maschinensaalboden liegen dadurch nicht mehr auf dem gleichen Niveau, andererseits kommt das Untergeschoss nicht ins Grundwasser zu liegen, so dass auf die Ausführung einer Dichtungswanne verzichtet werden konnte.

Neben den Untersuchungen über die elastische Lagerung der Maschinenfundamentblöcke wurde auch die Tiefenverdichtung des setzungsempfindlichen Untergrundes mittels dem Rütteldruckverfahren geprüft. Die finanziellen Aufwendungen für eine Rüttel-



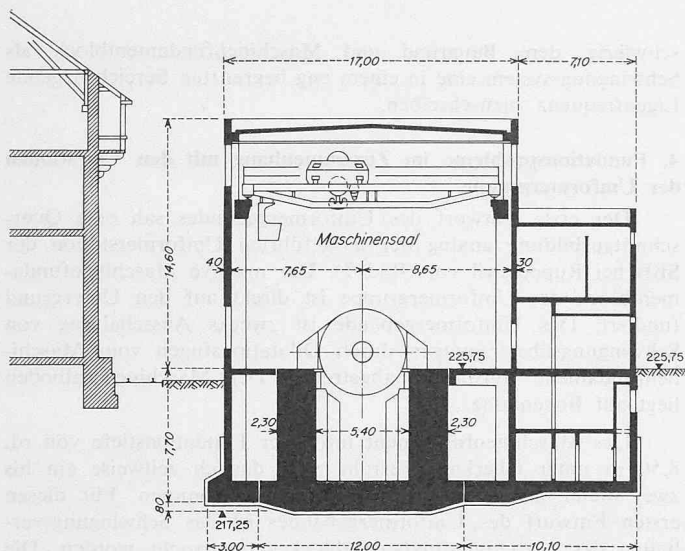


Bild 3. Erster Entwurf des Umformergebäudes, Querschnitt entsprechend der Umformerstation der SBB in Ruppertswil, 1:450

druckverdichtung variierten innerhalb ziemlich grosser Grenzen, je nach Anzahl bzw. Abstand der Versenkpunkte des Rüttlers und der notwendig errichteten Tiefe der Bodenverdichtung.

## 5. Die Schwingungsdämpfung mit Federisolatoren

Das gesamte abzufedernde Gewicht des Maschinenfundamentblockes inklusive Maschinen beträgt 2150 t. Zum Einbau kamen 100 Federisolatoren zu 4 Federn, so dass sich pro Feder eine statische Betriebslast von 5370 kg ergab. Die einzelnen Federn weisen folgende Charakteristiken auf: Durchmesser des Federstahles 35 mm, mittlerer Windungsdurchmesser 133 mm, unbelastete Höhe 410 mm, mittlere Federkonstante 955 kg/cm. Die Federn sind aus hochwertigem Siliziummanganfederstahl mit Chromzusatz und 130 bis 150 kg/mm<sup>2</sup> Festigkeit hergestellt. Die vertikale Gründungs-Eigenfrequenz unter der Gesamtlast des Maschinenfundamentblockes beträgt 2,1 Hz gegenüber den Erregerfrequenzen von 8⅓, 16⅓ und 33⅓ Hz. Die einzelnen Federisolatoren bestehen aus vier Federn, welche zwischen einer Fuss- und einer Kopfplatte angeordnet sind. Die Kopfplatte ist mit gekreuzten DIN-Trägern verstärkt, auf welchen das Betonfundament aufliegt (Bild 6). Mittels vier vertikalen Schraubenbolzen, die innerhalb der einzelnen Federspiralen liegen, können die Federn zusammengedrückt und der Isolator als Ganzes vorgespannt werden, was einen späteren Aus- bzw. Wiedereinbau erleichtert. Der theoretisch ermittelte Isolierungswirkungsgrad liegt je nach der Erregerfrequenz bei 93 % bis 99 %. Auf den Auflagerträgern der Fundamentplatte liegen je drei Isolatoren nebeneinander (Bild 7). In Längsrichtung muss die Resultierende der Federkräfte mit der Resultierenden des gesamten Maschinenfundamentes inkl. Maschinen übereinstimmen.

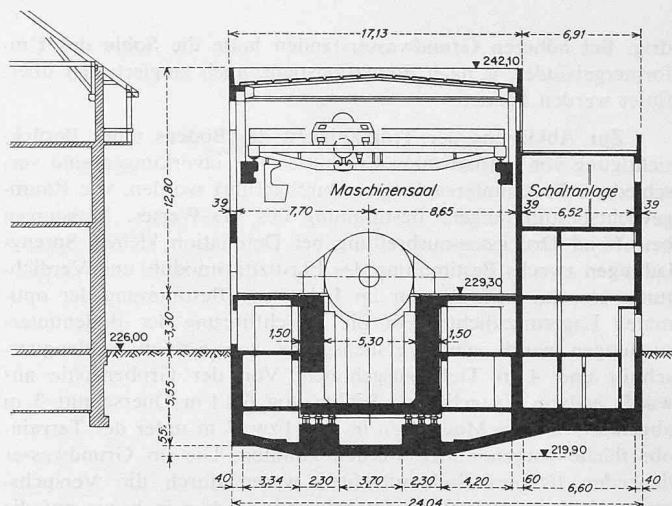


Bild 4. Endgültiger Entwurf des Umformergebäudes, Querschnitt 1:450

Die Federelemente wurden mit einer leichten Vorspannung vor dem Schalen der Untersicht des Maschinenfundamentblockes an ihren endgültigen Standort versetzt, wobei die Oberkante der Federelemente auf der Höhe des Schalbodens lag. Nach dem Erhärten der 50 cm starken Grundplatte des Maschinenfundamentblockes wurde sie ausgeschalt und lag somit frei auf den Federelementen. Diese trugen in der Folge bereits das gesamte Gewicht des weiteren Aufbaues und der Maschinen. Nach beendeter Montage wurden die Vorspannschrauben vollständig gelöst, was ein Anheben des Blockes um 4,5 mm bewirkte. Lieferung und Montage der Federn erfolgte durch die *Gestag*, Schwingungstechnik AG, Zürich-Stuttgart.

## 6. Statisch-konstruktive und ausführungstechnische Probleme beim Unterbau des Umformergebäudes

### a) Fundierung des Umformergebäudes

Der tragende Querschnitt des Unterbaues des Umformergebäudes besteht aus der durchgehenden Bodenplatte mit den als Längsträger ausgebildeten, 2,30 m breiten und 1,80 m hohen Auflagern der Federisolatoren sowie aus den drei rund 5 m hohen Längswänden des Maschinenhauses im Untergeschoss. Die Last der Maschinenfundamentblöcke auf jeden Auflagerträger der Federisolatoren beträgt pro Laufmeter 55 t. Dieses relativ grosse Gewicht wird durch Querträger auf die wesentlich steiferen Längswände des Maschinentraktes übertragen. In Längsrichtung des Umformergebäudes ist der gesamte tragende Teil des Unterbaues als 74 m langer Träger auf elastischer Unterlage angenommen worden. In Bild 8 sind die Biegemomente infolge der Auflast bei Ausführung beider Maschinenfundamente bzw. nur eines Fundamentes angegeben. Das Gesamtmoment ist entsprechend den Träg-

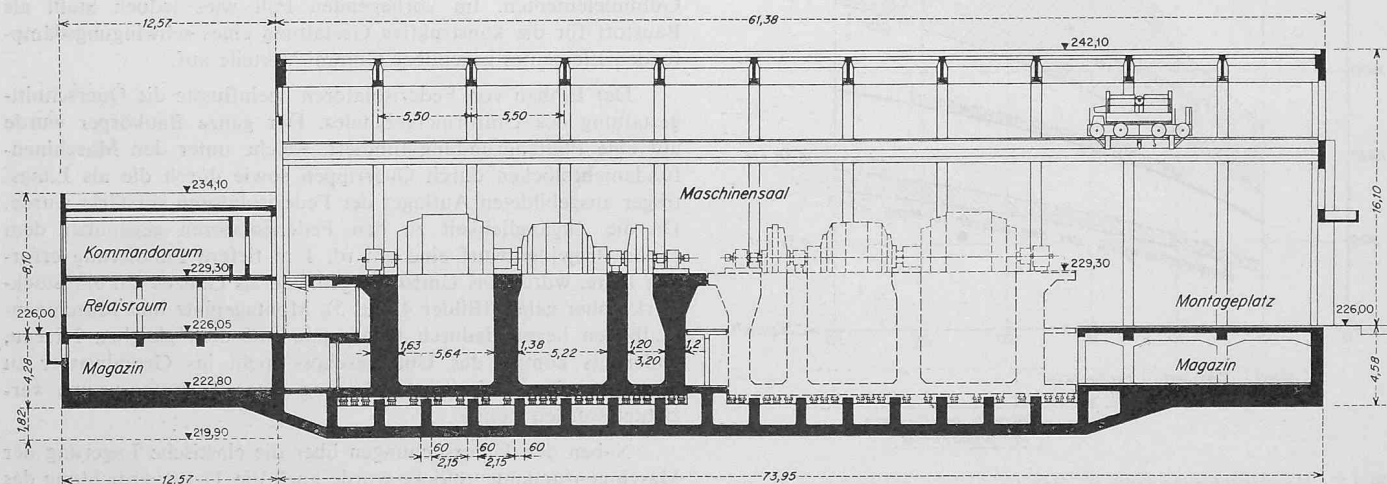


Bild 5. Endgültiger Entwurf des Umformergebäudes, Längsschnitt 1:450

heitsmomenten auf die einzelnen Hauptlängswände aufgeteilt worden.

Das Untergeschoss als Fundamenttragkonstruktion des Umformergebäudes ist auf die ganze Länge von 74 m ohne Dilation ausgeführt worden. Die Gebäudetrennfuge beginnt erst ab Erdgeschoss. Bei der vorläufigen Ausführung nur eines Maschinenfundamentblockes hätten sich mit einer auch im Untergeschoss durchgehenden Dilatationsfuge zwei Gebäudeteile mit sehr ungleichen Belastungen ergeben, was bei der vorliegenden Qualität des Untergrundes ungleiche Setzungen hätte zur Folge haben können. Die Federisolatoren sind zugänglich angeordnet. Hierzu mussten in den Querträgern Durchgänge vorgesehen werden.

Schwingungstechnisch wäre anzustreben gewesen, die Federisolatoren auf der Höhe des Fundamentschwerpunktes anzuordnen, wobei dann der untere Teil des Fundamentblockes hängend hätte ausgebildet werden müssen. Wegen der Schienenabgänge und Kühlrohre aus den Fundamentinnenräumen und wegen anderen Installationen wäre die Anordnung von seitlichen Tragwänden für die Federisolatoren in Höhe des Fundamentschwerpunktes in konstruktiver Hinsicht mit verschiedenen Schwierigkeiten verbunden gewesen.

Die Betonierung der 74 m langen und 24 m breiten Fundamentplatte erfolgte zwecks Verminderung von Schwindspannungen schachtbrettartig in Teilstücken von 8 m Länge und 8 bis 12 m Breite. Die Betonkubatur eines solchen Teilstückes entsprach ungefähr einer Tagesbetonierleistung. Auf diese Weise konnte jedes Teilstück 3 bis 4 Wochen abbinden, bis ein direkt anschliessendes zur Ausführung kam. Im weiteren wurden in Abständen von rund 15 m auf der ganzen Breite des Untergeschosses durchgehende Aussparungen von 80 cm Breite etwa einen Monat offen gelassen. Bei diesen nachträglich zubetonierten Aussparungen, in denen auch die Armierung gestossen wurde, sind heute Schwindrisse erkennbar. Das Offenhalten von Fugen zwecks Reduktion der Schwindspannungen erweist sich nur zweckmässig, wenn die Fugen wesentlich länger offen gehalten werden können, was jedoch mit Rücksicht auf das Bauprogramm vielfach nicht möglich ist.

#### b) Maschinenfundamentblock

Die Abmessungen und die konstruktive Ausbildung des Maschinenfundamentblockes waren weitgehend durch die Verankerung der Umformergruppe und den unter den einzelnen Maschinen erforderlichen Raum für Schienenabgänge und Kühler bestimmt. Entsprechend der tiefen Abstimmung des Schwingungssystems mussten die Längs- und Querwände zur Erreichung der notwendigen Masse relativ stark ausgeführt werden. Ebenfalls

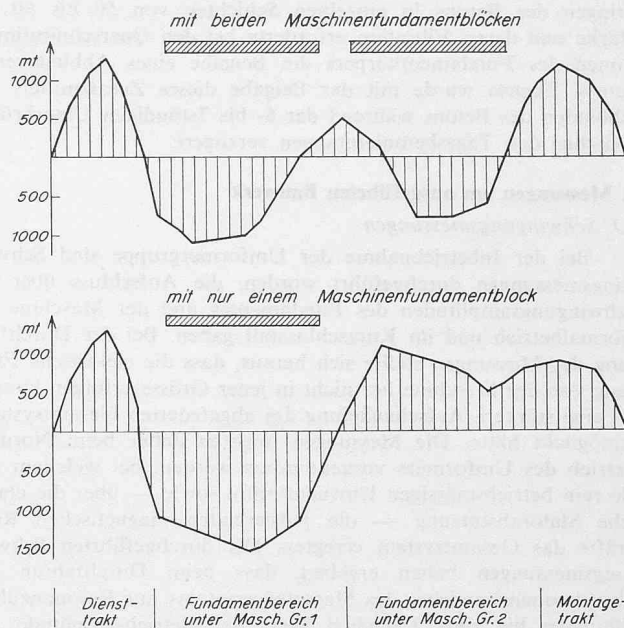


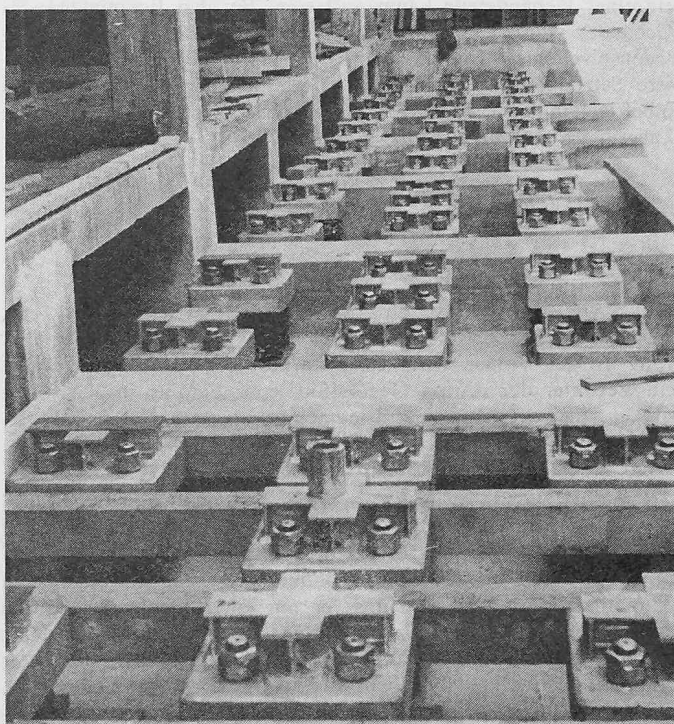
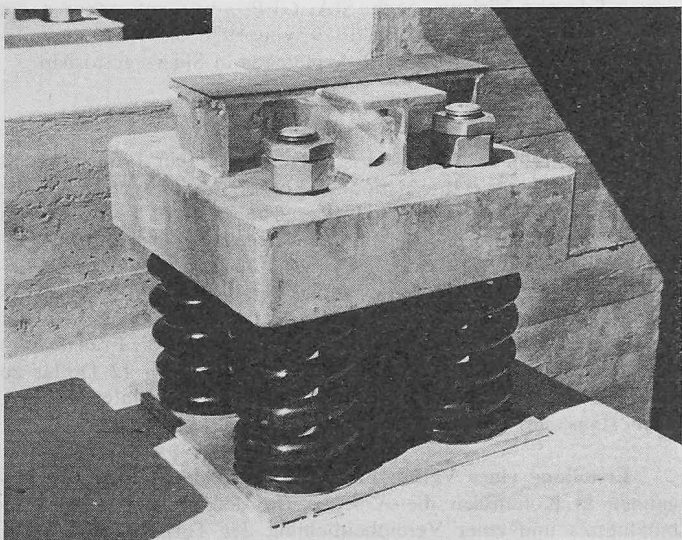
Bild 8. Biegemomente in der Fundament-Tragkonstruktion

aus schwingungstechnischen Gründen war anzustreben, dass der Schwerpunkt von Betonblock und Maschinengruppe senkrecht über den Schwerpunkt der Grundfläche des Maschinenfundamentes zu liegen kam. Kleinere diesbezügliche Abweichungen konnten durch eine entsprechende Verteilung der Federisolatoren ausgeglichen werden. In statischer Hinsicht ist der Maschinenfundamentblock ein ziemlich komplexes Gebilde, welches von den Verankerungspunkten der Maschinen konzentrierte dynamische Kräfteinleitungen variabler Richtung und Amplitude auf die Auflagerflächen der Federisolatoren zu übertragen hat. Sodann musste den Temperaturdifferenzen zwischen den Innenräumen des Fundamentblockes und den Aussenräumlichkeiten Rechnung getragen werden. Unter dem Einphasengenerator treten beispielsweise Raumtemperaturen von 50 bis 60° auf. Zur Reduktion der Wärmespannungen im Konstruktionsbeton wurden diesem im Bereich der Fundamentinnenräume 10 cm Lecabeton vorgesetzt.

Für den Maschinenfundamentblock waren 530 m<sup>3</sup> Beton einzubringen. Die Betonierung erfolgte in 5 Tagesetappen. Das Ein-

Bild 7 (rechts). Auflagerträger der Fundamentplatte mit «Isolatoren»

Bild 6 (unten). Federisolator aus vier Federn, Kopfplatte mit gekreuzten DIN-Trägern verstärkt





bringen des Betons in einzelnen Schichten von 50 bis 60 cm Stärke und deren Vibration erforderte bei den Querschnittdimensionen des Fundamentkörpers die Beigabe eines Abbindeverzögerers. Ebenso wurde mit der Beigabe dieses Zusatzmittels das Abbinden des Betons während der 6- bis 7stündigen Unterbrüche zwischen den Tagesbetonieretappen verzögert.

## 7. Messungen am ausgeführten Bauwerk

### 7.1 Schwingungsmessungen

Bei der Inbetriebnahme der Umformergruppe sind Schwingungsmessungen durchgeführt worden, die Aufschluss über die Schwingungsmplituden des Fundamentes und der Maschine bei Normalbetrieb und im Kurzschlussfall gaben. Bei der Durchführung der Messungen stellte sich heraus, dass die elektrische Erregung von der Maschine her nicht in jener Grösse erfolgen konnte, die eine stärkere Aufschaukelung des abgefederten Gesamtsystems ermöglicht hätte. Die Messungen mussten daher beim Normalbetrieb des Umformers vorgenommen werden, bei welchem nur die rein betriebsmässigen Unwuchtkräfte sowie — über die elastische Statorabstützung — die pulsierenden magnetischen Restkräfte das Gesamtsystem erregten. Die durchgeführten Schwingungsmessungen haben ergeben, dass beim Durchfahren des Eigenfrequenzbereiches des Massfedersystems nur Resonanzüberhöhungen bis zum 2,5fachen Wert der Betriebsamplitude des Fundamentblockes (Geschwindigkeitsamplitude) bzw. Absolutwerte von etwa 2 bis 2,5 mm/s auftreten. Diese Werte sind ausserordentlich niedrig.

Da mit den anlässlich der Schwingungsmessungen eingesetzten Instrumenten lediglich die Weg- bzw. die Geschwindigkeitsamplituden, nicht aber die Kraftamplituden ober- und unterhalb der Federung registriert werden konnten, gestatteten die Messresultate nicht, die effektive Reduktion der Erregerkraft dem theoretisch errechneten Isolierungswirkungsgrad gegenüberzustellen. Die ausgeführte Messung ergab eine Reduktion der Wegamplitude von 23,5 Mikron oberhalb der Federung auf 3,5 Mikron unterhalb der Federung.

### 7.2 Setzungsmessungen

Berechnungen, welche auf Grund der Resultate der Bodenuntersuchungen durchgeführt wurden, liessen im vorliegenden setzungsempfindlichen Baugrund Einsenkungen des Bauwerkes in der Grössenordnung von 6 bis 10 cm erwarten.

Um allfällige Setzungen des Umformergebäudes während der Bauzeit und im späteren Betrieb feststellen zu können, sind an den Aussenfassaden Messbolzen angebracht worden. Da der Unterbau des Umformergebäudes in seiner Gesamtheit als starre Flachfundation ausgebildet worden ist, können örtliche Setzungen einzelner Gebäudeteile kaum auftreten. Bei den Eckpunkten des Gebäudes wurden nach Fertigstellung des Rohbaues durch Präzisionsnivelement Einsenkungen von etwa 6 mm gemessen. Grössere Setzungen als Folge von Vibrationen der Maschinen nach Inbetriebnahme der Anlage sind mit der ausgeführten elastischen Lagerung nicht aufgetreten.

Adresse des Verfassers: E. Stamm, dipl. Ing., Suisselectra, Malzgasse 32, 4000 Basel

## Nekrologe

† **Alfred G. Naville**, dipl. Masch.-Ing., SIA, GEP, von Genf, geboren am 28. Sept. 1903, ist, wie bereits gemeldet, am 14. Jan. 1969 an den Folgen eines Herzinfarktes gestorben. Mit ihm ist ein Vertreter der dritten Generation jener Familie ins Grab gesunken, die der GEP zwei Präsidenten geschenkt hat: seinen Grossvater Gustave Naville, Chef des Hauses Escher Wyss, und seinen Vater Henri Naville, Präsident der AG Brown Boveri.

Alfred Naville ist im Kreise seiner Geschwister in Baden aufgewachsen. Nach dem Abschluss seines Studiums an der ETH (1923 bis 1927) arbeitete er bei der Allis Chalmers Mfg. Co. in Milwaukee und bei der Edison Illuminat. Co. in Boston. Seinen Aufenthalt in den USA schloss er mit einer Studienreise durch die Staaten ab, um 1930 in die Firma Brown Boveri einzutreten. Vorerst war er im Dampfturbinen-Versuchslabor tätig, und später wurde er als Verkaufsingenieur für Schiffausrüstungen eingesetzt. In der Zusammenarbeit mit Mitarbeitern zeigte sich seine beson-

dere Begabung im Umgang mit Menschen, wobei ihm seine fundierte Allgemeinbildung und sein ausgeglichener Charakter zusetzten kamen.

Im Jahre 1939 wurde Alfred Naville zum Stellvertreter des Generalsekretärs und zum Vorstand des allgemeinen Sekretariates der AG Brown Boveri, Baden, ernannt. Neben den mehr administrativen Arbeiten befasste er sich intensiv und erfolgreich mit Nachwuchsfragen. Durch diese Arbeit entstanden enge Kontakte mit den schweizerischen technischen Bildungsstätten. Als Mitglied der Praktikantenkommission der ETH und als Präsident der schweizerischen Kommission für den Austausch von Stagiaires mit dem Ausland förderte er die Möglichkeiten einer sinnvollen Einführung junger Berufsleute in die Industriebetriebe. Während vieler Jahre vertrat er seine Firma in der Personalchef-Konferenz der Grossfirmen der Maschinenindustrie, wo er zeitweilig auch den Vorsitz führte.

In seiner unauffälligen Art erfüllte Alfred Naville auch seine Pflichten als Staatsbürger. Der Armee diente er als Oberstleutnant. Und wenn er auch in der Öffentlichkeit wenig hervortrat, so lag ihm doch die Entwicklung Badens am Herzen. Eingehend beschäftigte er sich mit lokalpolitischen Fragen, wobei ihn Schulprobleme besonders interessierten. Als Mitglied und mehrere Jahre als Präsident der Sekundar- und Gemeindeschulpflege stellte er sein Wissen und seine Arbeitskraft auch diesem Gremium zur Verfügung.

Seine besondere Liebe und Anhänglichkeit aber galt seiner Familie. Wie freute er sich über die Ausbildungserfolge seiner vier Töchter, über die wachsende Schar seiner fröhlichen Enkel! Zwei Tage nach seinem Tod hätte er den 40. Hochzeitstag feiern können...

«Seine Grösse — so schreibt uns ein Freund, der ihn gut kannte — war sein hohes Pflichtbewusstsein, seine Korrektheit und gleichzeitig seine Bescheidenheit; er passte eigentlich schlecht in die heutige Industrielatmosphäre».

† **Max Schuler**, dipl. Masch.-Ing., GEP, von Glarus, ETH 1911 bis 1916, in Zürich, ist im Mai 1969 gestorben.

† **Hans Vollenweider**, dipl. Kult.-Ing., GEP, von Lanterswil TG, geboren am 11. Juni 1912, ETH 1932 bis 1935, seit 1949 Chef des Topogr. Depart. der Shell Carribbean Petr. Co., Venezuela, zuletzt in Herrliberg ZH, ist am 7. September nach längerer, schwerer Krankheit entschlafen.

† **Ernest Dubois**, Masch.-Ing., SIA, GEP, von Le Locle, ETH 1915 bis 1919, in La Chaux-de-Fonds, ist gestorben.

† **Edmond Virieux**, Arch. SIA, GEP, von Genf, geboren am 24. Dez. 1893, ETH 1914 bis 1919, von 1936 bis 1960 Kantonsarchitekt der Waadt, ist am 10. September in Siders gestorben.

## Umschau

**Messtechnik im Korrosionsschutz.** Im Oktober 1969 erscheint ein Bericht über die Internationale Konferenz «Euromeskor», die im Jahre 1968 in Prag als 42. Veranstaltung der Europäischen Föderation Korrosion durchgeführt wurde. Der dreiteilige Sammelband enthält den Wortlaut der 40 Vorträge über Messmethoden, die in der Korrosionsforschung und auf dem Gebiet des Materialschutzes Anwendung finden. Die Vorträge werden in der jeweiligen Originalsprache (Deutsch, Englisch oder Französisch) veröffentlicht. Der Sammelband ist zum Preise von 12 Dollar zu beziehen bei: Staatliches Forschungsinstitut für Materialschutz, U měšťanského pivovaru 4, Praha 7, Tschechoslowakei.

DK 06.055.1:620.191

**Erstellung eines Verbundnetzes in Kolumbien.** Ende Juli begannen in Kolumbien die Arbeiten für den Aufbau eines Verbundnetzes und einer Vereinheitlichung der Tarife zwischen der



ALFRED NAVILLE

Dipl. Masch.-Ing.

1903 1969