

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 94 (1976)  
**Heft:** 36: SIA-Heft, 4/1976: Bruchsicherheitsnachweis bei vorgespannten Betontragwerken

**Artikel:** Europas grösster Tokamak im Bau  
**Autor:** pd.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73160>

### **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:** 23.02.2026

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

Das Systemkonzept berücksichtigt ferner, dass die Zentrale Steuerung (ZS) als Träger der zentralen Funktionen, wie z.B. Führung des Wagen- und Ablaufdatenspeichers, Laufwegverfolgung, Laufwegsteuerung, Koordinierung des Datenverkehrs zwischen den einzelnen Funktionseinheiten, einerseits vom Prozess und andererseits von Bedienungshandlungen entkoppelt ist, so dass die ZS hardware- und softwaremässig aufwandsarm gestaltet werden kann. Neben der Kommunikation mit dem Ablaufwärter und dem Dispositionssystem erfüllt der Bedienungskoordinator (BK) weitere Aufgaben, wie die Führung von Statistiken über besondere Betriebsfälle und Störungsfälle oder die Speicherung aller anlagenspezifischen Konstanten, z.B. Gleiskrümmungswiderstände in einem Festwertspeicher (PROM) oder auf einer Floppy-Disk. Diese Konstanten werden von den einzelnen Funktionseinheiten im Zusammenhang mit einer «Grundstellungsroutine» abgefragt.

Das gesamte Steuersystem arbeitet im wesentlichen mit peripherer Initiative, d.h. die Verarbeitungsanstösse in den einzelnen Funktionseinheiten werden direkt vom Prozessgeschehen abgeleitet.

#### *Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit*

Zur Erreichung einer hohen Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Ablaufsteuersystems dienen folgende Massnahmen:

- Konsequente sternförmige Gesamtstruktur (nur intern weisen die Funktionseinheiten eine BUS-Struktur auf)
- Zusammenfassung aller Aufgaben, die zur Steuerung eines Prozesselements gehören, in einem Mikrocomputer
- Zusammenfassung mehrerer Prozesselemente, z.B. Weichen, Richtungsgleisbremsen oder Förderanlagen, in einer Funktionseinheit entsprechend dem Längsschnitt der Ablaufanlage
- Steuerung von zentralen Prozesselementen, z.B. Talbremsen, jeweils nur durch eine Funktionseinheit
- Verdoppelung zentraler Funktionseinheiten, unter anderem Ablaufdatenmessung (AM) und Zentrale Steuerung (ZS)
- Duplex-Funktionseinheiten arbeiten im «hot standby»-Betrieb, d.h. sie empfangen und bearbeiten die gleichen Meldungen zur gleichen Zeit; für die Ausgabe von Daten jedoch ist nur eine zuständig
- Alle Schnittstellen der einzelnen Funktionseinheiten sind zur Pegeltrennung konsequent mit optoelektronischen Koppellementen ausgestattet

- Mittels Softwarekontrollroutinen überwacht jede Funktionseinheit sich selbst sowie gleich- und untergeordnete Funktionseinheiten
- Datenaustauschwege werden durch den natürlichen – prozessabhängigen – Datenfluss oder durch einen künstlichen Datenfluss in einem zeitlich festen Raster, z.B. alle 10 s, überprüft.

Durch diese Massnahmen wird erreicht, dass bei Ausfall eines Teils des Steuersystems im ungünstigsten Fall nur ein begrenzter Bereich der Ablaufanlage betroffen ist und ein Totalausfall vermieden wird. Darüber hinaus ist die Reparaturzeit nicht durch Fehlerlokalisierung, sondern durch den Austausch von fehlerhaften Baugruppen bestimmt.

#### **Ausblick**

Ein Vergleich mit dem bisherigen Ablaufsteuersystem zeigt, dass für die Unterbringung der Funktionseinheiten und der Prozessanpassungen nur etwa 25 % des heutigen Schrankvolumens benötigt wird.

Hieraus ergibt sich eine Verminderung des Leistungsbedarfs, wodurch es möglich wird, auf die bisher übliche Klimatisierung zu verzichten. Darüber hinaus werden durch die erhebliche Verringerung des Raumbedarfs die Kosten für die Gebäude vermindert.

Das vorgeschlagene System hat gegenüber dem vorhandenen erhebliche Vorteile, so dass zu erwarten ist, dass die in den achtziger Jahren zu bauenden Anlagen mit dieser Technik ausgerüstet werden.

#### **Literaturverzeichnis**

- [1] A. Delpy: Die Prozesssteuerung im automatisierten Rangierbahnhof. «Signal und Draht» 62 (1970), H. 2.
- [2] G. Olzowy: Die rechnergesteuerten Ablaufanlagen. «Eisenbahningenieur» 26 (1975), H. 1.
- [3] O. Stalder: Computergesteuerter Rangierbahnhof. «Technische Rundschau» Nr. 16, 17, 18 und 21 (1975).
- [4] Siemens Datenbuch 1976/77. Mikroprozessor Bausteine. System SAB 8080.

Adressen der Verfasser: Dipl.-Ing. Alexander Hörder und Dipl.-Ing. Jürgen Schmall, Siemens AG, Ackerstrasse 22, D-3300 Braunschweig, Oskar Stalder, El.-Ing. ETH, SIA, Bauabteilung der Generaldirektion SBB, Mittelstrasse 43, 3000 Bern, und Dr. sc. techn. Edgar Suter, Bauabteilung der Kreisdirektion II der SBB, Schweizerhofquai 6, 6000 Luzern.

## **Europas grösster Tokamak im Bau**

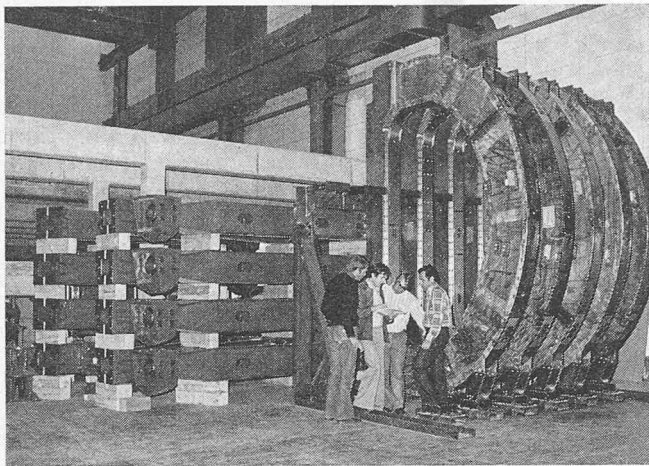
DK 621.039.6

Im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching bei München begann nach einer zweijährigen Planungs- und Konstruktionsphase vor wenigen Wochen der Aufbau von ASDEX, dem derzeit grössten Tokamak-Experiment Europas. Der Name ASDEX ist die Kurzbezeichnung für «Axialsymmetrisches Divertorexperiment». Es hat eine Höhe von 5 m und einen Durchmesser von 8,5 m und wird voraussichtlich Investitionskosten von rd. 30 Mio Mark erfordern. Finanziert wird es zu rd. 54 % vom Bundesministerium für Forschung und Technologie, 40 % kommen von EURATOM und 6 % vom Land Bayern. Mitte 1978 soll dieses Grosseperiment in Betrieb gehen.

Mit ASDEX werden die Forschungsarbeiten fortgesetzt, die mit dem wesentlich kleineren Tokamak «Pulsator» in den letzten Jahren weltweit beachtete Erfolge brachten. Ziel dieser Arbeiten ist die Entwicklung eines Kernfusionsreaktors, der die Energieprobleme der Zukunft lösen könnte.

Der prinzipielle Aufbau von ASDEX gleicht dem aller anderen grossen Tokamaks: 16 riesige Magnetfeldspulen (Höhe 4 m, Gewicht 10 t pro Stück) umgeben ein ringförmiges Metallgefäss, in dem ein extrem heisses Gas, das sogenannte Plasma, erzeugt wird. Um es von den Wänden des Gefässes fernzuhalten – diese würden sonst verdampfen –, erzeugt man mit den Spulen ein starkes magnetisches Feld, welches das heisse Plasma wie in einem Käfig «gefangen» hält. Gewaltige Ströme sind dazu notwendig: Durch jede der Spulen fliessen bis zu 45 000 A. Zum Vergleich: In einer 100-W-Glühbirne fliesst ein Strom kleiner als 0,5 A.

Beeindruckend ist von aussen die Gerüststruktur – für sich allein wiegt sie schon 100 t. Sie soll die Magnetfeldspulen abstützen und so halten, dass sie sich um keinen Millimeter verschieben. Die starken Ströme verursachen nämlich enorme Kräfte, drücken die Spulen mit 1000 t nach innen und versuchen, sie zu kippen.



Die ersten Teile des Tokamak-Experimentes ASDEX liegen im Max Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching zum Zusammenbau bereit. Rechts sieht man die ersten fünf der D-förmigen Hauptfeldspulen, links Teile des 100 Tonnen schweren Gerüsts

Die hohen Kräfte, die beim Betrieb auf die *Spulen* wirken, bedingen auch deren *besondere Bauart*. Um Verformungen zu vermeiden, werden die Kräfte durch einen Edelstahlrahmen, der die stromführenden Leiter umgibt, aufgefangen und an das Gerüst weitergeleitet. Die Leiter – mehrere Zentimeter dicke Kupferschienen – sind zusammen mit dem Isolationsmaterial mit Epoxiharz zu einem festen Paket vergossen. Ebenfalls wegen der Kräfte erhielten die Spulen anstatt der bisher verwendeten Kreisform einen D-förmigen Querschnitt, der sich aufgrund theoretischer Untersuchungen als besonders günstig erwiesen hat. Bisher wurden von der Firma BBC die ersten fünf der insgesamt 16 benötigten Spulen geliefert; die restlichen folgen bis Ende dieses Jahres.

Ausserordentlich schwierig ist es für die Ingenieure, den zuvor auf einem Grossrechner berechneten Magnetfeld-

verlauf möglichst exakt im Experiment zu verwirklichen. Jede Störung – zum Beispiel durch normales Eisen – muss ausgeschaltet werden. Deshalb ist das Gerüst aus nicht-magnetischem Material, nämlich *Gusseisen, mit Nickel und Mangan legiert*, die Mittelsäule aus mehrfach geleimtem Holz gefertigt. Derzeit ist man im IPP dabei, die riesigen, zwei Tonnen schweren Einzelstücke des bei der Fa. Buderus gefertigten Gerüsts zusammenzusetzen. Der gesamte Aufbau ruht auf einem 1 m dicken Stahlbetonfundament und ist so angelegt, dass später die eine Hälfte des Experiments auf einer Schiene verschoben werden kann, eine Vorkehrung, die für die Montage und eventuelle spätere Reparatur- und Umbauarbeiten notwendig ist.

Von den herkömmlichen Tokamaks unterscheidet sich ASDEX vor allem durch den sogenannten *Divertor*. Während im herkömmlichen Tokamak alle verlorengegangenen Plasmateilchen auf die Metallwände der Entladungskammer treffen und dort Atome herausschlagen, die dann ins Plasma eindringen, es verunreinigen und abkühlen, soll im ASDEX mit Hilfe eines am Rande besonders gestalteten Magnetfeldes die äussere Plasmaschicht abgeschält und in separate «Kammern» gelenkt werden. Dort werden die geladenen Plasmateilchen neutralisiert und abgepumpt. Trotz seiner Grösse soll ASDEX nicht dazu dienen, neue Temperaturrekorde aufzustellen. Ziel des Experiments ist es vielmehr, zu untersuchen, wie man mit Hilfe eines solchen Divertors die *Reinheit des Plasmas verbessern kann*, die eine wichtige Voraussetzung für das Funktionieren eines späteren Fusionsreaktors ist.

Im Rahmen des europäischen Programms nimmt ASDEX in der Fusionsforschung eine bedeutende Stellung ein. Für das geplante europäische Grossexperiment JET ist es ein wichtiges unterstützendes Experiment. Ähnliche Zielsetzungen wie ASDEX verfolgt nur noch der vergleichbar grosse Tokamak PDX (Poloidal Divertor Experiment) in Princeton (USA), der ebenfalls 1978 in Betrieb genommen werden soll.

pd.

## Umschau

### Neues Verfahren für Müll-Recycling

Ein Beispiel dafür, dass die Industrie nicht nur – wie landauf, landab gern geglaubt und kolportiert wird – umweltschädigende «Kuckuckseier» in der Natur ablegt, sondern auch für deren Beseitigung sorgt, ist die Initiative eines der grössten Einweg-Kartonhersteller in Europa. In Zusammenarbeit mit einer Reihe von Forschungsanstalten entwickelte der norwegische Elopak-Konzern ein Verfahren, mit dem aus kommunalem Abfall ein Rohstoff für die Bauindustrie erzeugt werden kann, der noch dazu so gut wie gar nichts kostet – vergleicht man mit anderen, jedoch unproduktiven Abfallbeseitigungsmethoden herkömmlicher Art.

Der Müll wird dabei in einer Hammermühle zerkleinert und Metall wie auch Glas (zur Weiterverwendung) ausgeschieden; der restliche Abfall wird dann getrocknet und zu einer sogenannten REGE (= regenerated)-Platte, ähnlich der normalen Pressholzplatte, verarbeitet<sup>1)</sup>. Nach Abschluss aller erforderlichen Versuche soll mit dem Bau einer Pilotanlage begonnen werden, deren Kosten mit ungefähr 4 Mio DM veranschlagt sind.

Dr. Markus Fritz, München

<sup>1)</sup> Siehe auch H. Kühne: Platten aus modifiziertem Müllgrundstoff nach Verfahren Jetzer, «Schweizerische Bauzeitung» 92 (1974), H. 23, S. 561–566.

## Wettbewerbe

**Wettbewerb in zwei Stufen «Obstmarkt» in Herisau.** Die Einwohnergemeinde Herisau veranstaltet einen Wettbewerb in zwei Stufen für das Gebiet «Obstmarkt» in Herisau. In der ersten Stufe sollen Vorschläge für eine Verteilung der vorgesehenen Nutzungen und Baumassen für eine architektonische Gestaltung der den Obstmarkt umgebenden Gebäude sowie des Platzes selber erlangt werden. Die zweite Stufe soll aufgrund des ausgewerteten Ideenwettbewerbes zu Vorschlägen für einen Neubau des Hauptsitzes der Appenzell-Ausserrhodischen Kantonalbank führen. *Teilnahmeberechtigt* sind alle Architekten, die ihren Wohn- oder Geschäftssitz zurzeit der Ausschreibung in den Kantonen Appenzell Ausserrhodon und Innerrhodon haben. Zusätzlich werden auswärtige Architekten zur Teilnahme eingeladen. *Fachpreisrichter* sind Jakob Koch, Herisau, Werner Gantenbein, Zürich, Otto Glaus, Zürich, Prof. Dolf Schnebli, Zürich, Werner Stücheli, Zürich, Max Werner, Greifensee. Die *Preissumme* beträgt für beide Stufen insgesamt 80 000 Fr. *Aus dem Programm:* Der Obstmarkt ist gemäss dem Verkehrsrichtplan der Kernzonenplanung als Fussgängerbereich auszubilden. Er soll zur Hauptsache als Marktplatz für variable Nutzungsmöglichkeiten dienen. Im Minimum sollen darauf rd. 2000 Personen stehend, angenehm Platz finden und einer Veranstaltung beiwohnen können. Ausserdem ist ein Hotel- und Geschäftshausneubau sowie der Hauptsitzneubau der Kantonalbank zu planen. Die *Unterlagen* können gegen Hinterlage von 100 Fr. bis zum 17. September im Gemeindehaus Herisau, Poststrasse 6, bezogen werden. *Termine:* Fragenstellung bis 30. September, Abgabe der Entwürfe bis 3. Dezember 1976.