

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83 (1965)
Heft: 16: Schweizer Mustermesse

Artikel: Die NOK bauen das erste schweizerische Atomkraftwerk
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-68138>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

hervorragender Zugänglichkeit erreicht wird. Nur die Blöcke von gegenseitig verschraubten Zylindern ragen über die Oberfläche der Plattform empor; sie sind von allen Seiten frei zugänglich. Die Ventile können ohne jede Behinderung durch Rohrleitungen erreicht werden. Die Zylinderdeckel liegen frei, was den Ausbau der Kolben ebenfalls sehr einfach macht, da die Kolben mit dem Kran vertikal nach oben herausgezogen werden können. Der Kolbenausbau ist bei der horizontalen Maschine wesentlich komplizierter, da das Seil mehrfach umgehängt werden muss, bis der Kolben zum Vorschein kommt. Beim Einbau haben ausserdem die Kolbenringe die Neigung, in ihren Nuten nach unten zu fallen, weshalb beim Einschieben in den Zylinder grosse Sorgfalt notwendig ist, um ein Hängenbleiben und Brechen der Ringe zu verhindern.

Sämtliche Bedienungsorgane, wie Zylinderschmierpumpe, Kühlwasserabläufe und Schalttafeln sind ebenfalls auf der Höhe des Podestes angeordnet, so dass die ganze Bedienung und Überwachung der Maschine sich praktisch auf dieser Ebene abspielt.

Die Kühler sind unter der Plattform angeordnet, wodurch man mit sehr kurzen Verbindungsleitungen auskommt. Gleichzeitig sind die Kühler sehr gut zugänglich; dazu ist lediglich ein Geviert aus der Plattform herauszuheben. Bild 4 lässt die hervorragende Zugänglichkeit aller Einzelteile des Triebwerkes erkennen.

Die geschilderten Vorteile einer modernen, vertikalen Bauart treten allerdings nur dann in Erscheinung, wenn es sich um eine mehrkurbelige Hochdruckmaschine handelt, bei der die Zylinder so klein sind, dass deren Axabstand von den Abmessungen der Lager und Kurbeln und nicht von den Durchmessern der Kolben bestimmt wird. Bei einer Niederdruckmaschine, die mit atmosphärischem Druck ansaugen muss, erhalten jedoch die Zylinder der 1. und 2. Stufe grosse Durchmesser, und es würde dann bei einer vertikalen Maschine notwendig sein, die Axabstände zu vergrössern. Dadurch müssten Kurbelwelle und Gestell sehr lang gebaut werden, was wegen hohem Mehrgewicht eine unwirtschaftliche Bauart ergäbe. Bei Niederdruckmaschinen mit atmosphärischer Ansaugung ist daher die horizontale Boxermaschine der vertikalen Maschine eindeutig überlegen.

Die Vorteile der horizontalen und der vertikalen Bauart lassen sich kombinieren, wenn man die Niederdruckzylinder mit ihren grossen Durchmessern horizontal und die Hochdruckzylinder vertikal anordnet. Auf diese Art entsteht, wie auf Bild 5 ersichtlich ist, eine ausserordentlich kompakte Maschine mit wesentlich geringerer Baulänge und kürzerer Kurbelwelle, als eine Boxer- oder vertikale Maschine sie aufweisen könnte. Trotz dieser ausserordentlich kompakten Bauart ist die Zugänglichkeit zu allen Ventilen und den anderen Teilen ausgezeichnet.

Infolge der Entwicklung der Druckvergasung in der chemischen Industrie werden aber Kompressoren mit atmosphärischem Ansaugdruck nur noch selten benötigt. Meist erhält bereits die 1. Stufe des Kompressors das Gas unter einem beträchtlichen Druck, so dass die Vorteile des vertikalen Kompressors klar zur Geltung kommen können. Maschinen von Leistungen bis 15000 PS lassen sich in dieser Bauart ausführen.

Dem Bau von Kompressoren mit ungeschmierten Zylindern kommt in den letzten Jahren immer mehr Bedeutung zu, und alle Kompressorhersteller versuchen auch für höhere Drücke mit schmierungslosen Kolben und Packungen zu arbeiten. Für Maschinen mit ungeschmierten Zylindern erweist sich die vertikale Bauart der horizontalen Bauart als überlegen, da das Kolbengewicht nicht auf der Zylinderwand ruht und da infolgedessen kein einseitiger Verschleiss der Kolbenführungsringe eintritt.

Zusammenfassung

Sowohl die horizontale Boxerbauart mit gegenläufigen Kolben als auch die vertikale Bauart haben im Kompressorenbau ihre Vorteile. Diese überwiegen bei der Boxerbauart insbesondere dann, wenn es sich um zweikurbelige Maschinen und um Kompressoren für niedere Drücke handelt. Dagegen ist die vertikale Maschine für höhere Ansaugdrücke und mindestens vier Kurbeln vorteilhafter. Es ist daher anzunehmen, dass beide Bauarten nebeneinander bestehen werden und dass mit weiteren Fortschritten im Bau ungeschmierter Zylinder die vertikale Maschine an Bedeutung gewinnen wird.

Die NOK bauen das erste schweizerische Atomkraftwerk

DK 621.039.5

Die Tagespresse hat über den am 18. Dezember 1964 erfolgten Beschluss der Nordost-Schweizerischen Kraftwerke AG (NOK) berichtet, ein Atomkraftwerk in der Beznau (Gemeinde Döttingen) zu erstellen. Vorgängig der Generalversammlung der NOK vom 6. März 1965 orientierte der scheidende Verwaltungsratspräsident Dr. P. Meierhans die Presse über die Gründe, die zu diesem Projekt führten.

Vom 1. Oktober 1963 bis 30. September 1964 wurden in der Schweiz 22,5 Mrd kWh hydraulischer Energie erzeugt, davon wurden 21,7 Mrd kWh im eigenen Lande verbraucht. Der Energieumsatz der NOK belief sich in der gleichen Zeitspanne auf 5 Mrd kWh. In eigenen Kraftwerken konnten davon nur 15,5%, in Tochtergesellschaften und Partnerwerken 43,2% erzeugt werden, so dass 41,3% des Gesamtumsatzes als Fremdstrom bezogen werden mussten. Die NOK haben das Bestreben, in der Energieproduktion unabhängig zu sein. Da der Strombedarf weiterhin ansteigt, würde sich bis zum Jahre 1973 für sie ein Manko von 2,6 Mrd kWh pro Jahr ergeben. Dabei ist ein Jahr normaler durchschnittlicher Wasserführung vorausgesetzt, und die Energieabgabe in Bau befindlicher bzw. erst projektierte Kraftwerke ist schon berücksichtigt. Um dieses Manko decken zu können, sehen sich die NOK gezwungen, nach neuen, preisgünstigen und rasch zur Verfügung stehenden Energiequellen Ausschau zu halten.

Der Energiekonsum in der Schweiz beträgt im Jahresmittel 3500 kWh pro Kopf der Bevölkerung. Damit liegt die Schweiz noch erheblich unter der Jahresrate von 4900 kWh der USA. Es kann aus diesem Grunde mit einer Steigerung des Bedarfes gerechnet werden. Für das Gebiet der NOK ist die jährliche Zusatzrate mit 7,2% berechnet worden.

Vor allem interessiert die Frage, warum gerade ein Atomkraftwerk gewählt wurde. Es läge nahe, weitere Wasserkraftwerke zu erstellen. Tatsächlich stehen die Rheinkraftwerke Stein-Säckingen und Koblenz-Kadelburg im Bau. Ihre Erzeugungsfähigkeit reicht aber bei weitem nicht aus. Für grosse Speicherwerke sind die Bauzeiten zu gross, um dem Bedarf gerecht werden zu können. Ausserdem hält es schwer, geeignete Speicherräume zu finden. Vor allem aber hat der Fall der Engadiner Kraftwerke gezeigt, dass bei einigermaßen ungünstigen Verhältnissen die Baukosten solcher Werke zu hoch ausfallen können. Dampfkraftwerke von genügender Leistung liessen sich in nützlicher

Frist erstellen und ergäben beim heutigen Stand auch interessante Energiegestehungskosten. Entsprechende Projekte wurden ausgearbeitet, namentlich in Verbindung mit grossen Ölleitungen. Ihre Ausführung stiess aber auf harten Widerstand der betroffenen Bevölkerung, die namentlich die Verunreinigung der Luft durch Rauchgase befürchtete. Die Möglichkeit, einen Reaktor schweizerischer Konstruktion zu wählen, wurde ebenfalls erwogen. Der Versuchsreaktor von Lucens ist noch nicht im Betrieb, und die Arbeiten der Therm-Atom AG am Bau eines schweizerischen Reaktors schreiten wegen Fehlens genügender finanzieller Mittel nur langsam vorwärts¹⁾.

Schon nach dem ursprünglichen Programm hätte erst 1970 ein detailliertes Projekt für den Bau eines Grosskraftwerkes vorgelegt werden können. Ein Zuwarten bis zur Betriebsreife eines solchen Werkes wäre nach Ansicht von Dr. P. Meierhans nicht zu verantworten gewesen.

Der Reaktortyp für das Werk der NOK ist noch nicht festgelegt. In engerer Wahl stehen ein Siedewasser- und ein Druckwasser-Reaktor. Eine Entscheidung soll bald getroffen werden. Die elektrische Leistung wird mit 300 MW angegeben. Bei einer jährlichen Vollbetriebsstundenzahl von 7000 ergibt sich eine Jahreserzeugung von 2,1 Mrd kWh. Die Brennstäbe mit angereichertem Uran werden in den USA angefertigt. Der erste Satz reicht für die Erzeugung von 6 Mrd. kWh, also für knapp drei Jahre Betriebszeit aus.

Eingehend wurden verschiedene Einwände gegen Atomkraftwerke durch Dr. Meierhans entkräftet. Über die Gefährdung der Umgebung durch den Betrieb eines Atomkraftwerkes liegen schon viele Erfahrungen vor, die zeigen, dass das technische Risiko nicht grösser ist, als etwa dasjenige beim Bau eines thermischen Kraftwerkes. Es ist in den USA kein Fall bekannt geworden, aus welchem sich eine Gefährdung der Bevölkerung ergeben hätte.

Was die Beseitigung radioaktiver Abfälle betrifft, so muss zwischen den ausgebrannten Brennstoffstäben und dem anfallenden Atom Müll unterschieden werden. Während die Erstgenannten nach einer gewissen Lagerzeit der Aufbereitungsanlage zugeführt werden,

¹⁾ Vgl.: Die Zukunft des Reaktorbaues in der Schweiz. SBZ 1964, Heft 49, S. 868

müssen die übrigen radioaktiven Abfallprodukte im Ausmass von 5 bis 10 m³ pro Jahr in einem eidgenössischen Lagerplatz für radioaktive Abfälle gesammelt werden. Aus Kreisen der Euratom ist bekanntgeworden, dass die risikofreie Beseitigung des Atom Müll heute vollkommen beherrscht wird.

Die Anlagekosten für das Atomkraftwerk Beznau werden auf 325 bis 350 Mio Fr. veranschlagt. Eingeschlossen sind die Bauzinsen, sowie die Kosten für die erste Ladung Brennstoff. Die festen Jahreskosten werden mit 33 bis 35 Mio Fr. angegeben. Bei 4000 Betriebsstunden pro Jahr ist die Wirtschaftlichkeit des geplanten Werkes gegeben, sie sinkt jedoch rasch ab, sobald diese Grenze unterschritten wird. Aus diesem Grunde muss ein Atomkraftwerk zur Grundlastdeckung eingesetzt werden, während die jeweiligen Spitzen durch hydraulische Kraftwerke zu decken wären. Der Gestehungspreis der

Atomenergie wurde zu 2,8 Rp./kWh angegeben, während er bei den neuen hydraulischen Anlagen der NOK bereits 4,5 bis 7 Rp./kWh beträgt.

Der Bau des Rheinkraftwerkes Koblenz, oberhalb der Aare-mündung, wird aus diesen Gründen nur mässig gefördert, und im St. Galler Rheintal beeilt sich die NOK nicht mit der vorgesehenen Erstellung des thermischen Kraftwerkes in Rüthi.

Von Seiten der NOK wurde betont, dass wohl der Reaktor aus den USA bezogen werde, auch soll eine amerikanische Firma als Generalunternehmerin zeichnen. Es ist jedoch beabsichtigt, alles übrige Material – insbesondere die Dampfturbinen – in Europa zu beschaffen. Hier ist für die schweizerische Industrie Gelegenheit, in europäischer Konkurrenz sich an der Offertstellung zu beteiligen.

Metallurgische und giessereitechnische Einflussfaktoren bei der Rissbildung in Stahlguss-Stücken

Von R. Küpfer, dipl. Ing., Gebrüder Sulzer AG, Winterthur *)

DK 669.141.25

Zusammenfassung

Die Rissbildung in Stahlguss-Stücken wird sowohl durch zahlreiche metallurgische als auch durch mannigfaltige giessereitechnische Faktoren massgebend beeinflusst. In der vorliegenden Arbeit werden aus beiden Einflussgebieten ausgewählte Beispiele näher untersucht und Folgerungen für die Qualitätsverbesserung von Stahlguss-Stücken gezogen.

Aus dem metallurgischen Bereich werden Ergebnisse über die Wirkung unbeabsichtigter Stahlbegleiter vorgelegt. Der Einfluss von Zinn und Kupfer sowie die Wirkung verschiedener Ausbildungsformen von Sulfiden werden behandelt. Ferner werden Untersuchungsergebnisse über den Einfluss von Gasen, insbesondere Wasserstoff und Stickstoff, gezeigt. Aus der Gruppe der giessereitechnischen Faktoren werden Giesstemperatur und Formstoff für ein genaueres Studium herausgegriffen.

Die thermischen Eigenschaften des Formstoffes und die Giesstemperatur üben einen Einfluss auf den räumlichen und zeitlichen Temperaturverlauf im Guss-Stück sowie auf den Erstarrungsablauf aus. Zusammenhänge zwischen diesen Vorgängen und der Rissbildung werden beschrieben und erläutert. Ausserdem wird die Schwindungsbehinderung der untersuchten Formstoffe, welche die Rissbildung ebenfalls beeinflusst, in vereinfachter Weise zahlenmässig gekennzeichnet.

1. Einleitung

Bei der Herstellung von hochwertigen Stahlguss-Stücken stellt die Vermeidung von Rissen eine sehr wichtige und nicht immer leicht zu lösende Aufgabe dar. Die Entstehung eines Risses wird sowohl durch zahlreiche metallurgische als auch durch mannigfaltige giessereitechnische Faktoren beeinflusst.

Im Schrifttum liegen eine grosse Anzahl von Arbeiten vor, die sich mit der Rissbildung in Stahlguss-Stücken befassen. Viele wichtige Erkenntnisse wurden durch sie vermittelt. Zahlreich sind jedoch die Fragen, welche durch verschiedene Forscher unterschiedlich, zum Teil widersprechend, beantwortet werden, und manche mögliche Einflussgrösse ist noch nicht näher untersucht worden. Viel Einzelarbeit wird noch zu leisten sein, bis das Problem der Rissbildung in Stahlguss-Stücken als gelöst gelten kann. Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag hierzu leisten.

Grundsätzlich lassen sich zwei Arten von Rissen unterscheiden: Warmrisse, welche in der Nähe der Solidustemperatur entstehen, und Risse, welche sich bei tieferen Temperaturen bilden. Die vorliegende Arbeit befasst sich – abgesehen von einer weiter unten behandelten Ausnahme – mit dem Problem der Warmrissbildung.

Die Bildung eines Warmrisses wird durch zwei Hauptfaktoren bestimmt:

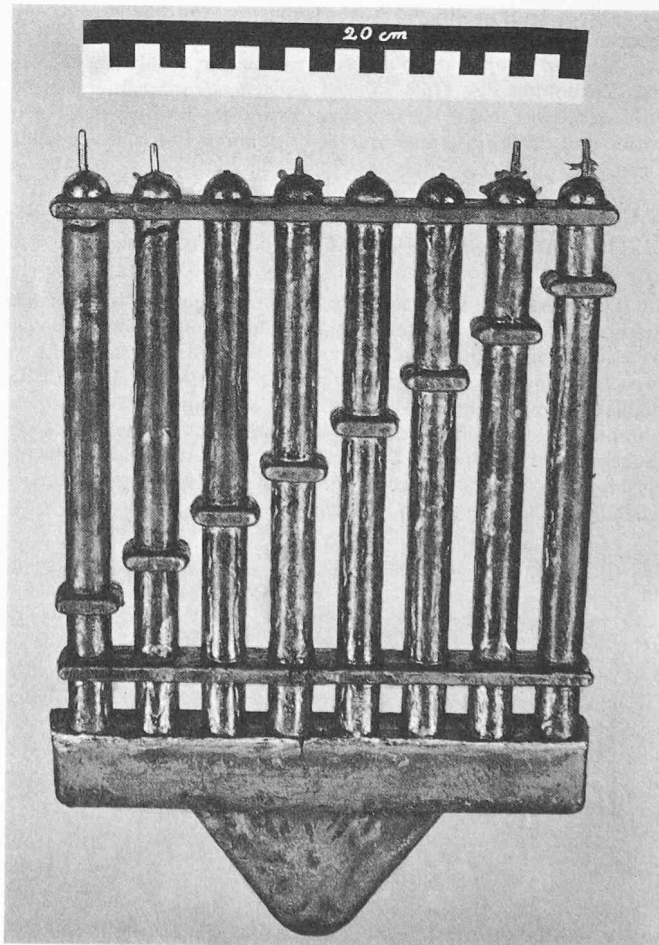
1. Die Entstehung von Spannungen im Guss-Stück als Folge einer behinderten, mit der Erstarrung und Abkühlung des Stahls verbundenen Kontraktion.

2. Die Fähigkeit des Stahls, entstehende Spannungen aufzunehmen bzw. durch bleibende Verformung abzubauen.

Die Bekämpfung von Warmrissen gestaltet sich in der Praxis deshalb schwierig, weil jeder der beiden genannten Hauptfaktoren von einer Vielzahl von einzelnen Einflussgrössen bestimmt wird, welche zum Teil untereinander noch Wechselwirkungen ausüben.

Unter den Einflussgrössen, welche die Fähigkeit des Stahls zur Aufnahme bzw. zum Abbau von Spannungen bestimmen, steht an erster Stelle die chemische Zusammensetzung, und zwar sind sowohl die Elemente zu berücksichtigen, welche dem Stahl zur Erzielung der gewünschten Eigenschaften absichtlich zugesetzt werden, als auch jene, welche durch das Einsatzmaterial oder den Schmelz- und Giessprozess unbeabsichtigt in den Stahl gelangen.

Bild 1. Rissprobe nach Gueussier und Castro [1]



*) Vortrag, gehalten anlässlich des Internationalen Giesserei-Kongresses in Amsterdam 1964