

# Vom Kernkraftwerk Hinkley Point

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **77 (1959)**

Heft 16: **Schweizer Mustermesse: Basel, 11. bis 21. April 1959**

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-84242>

## **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.

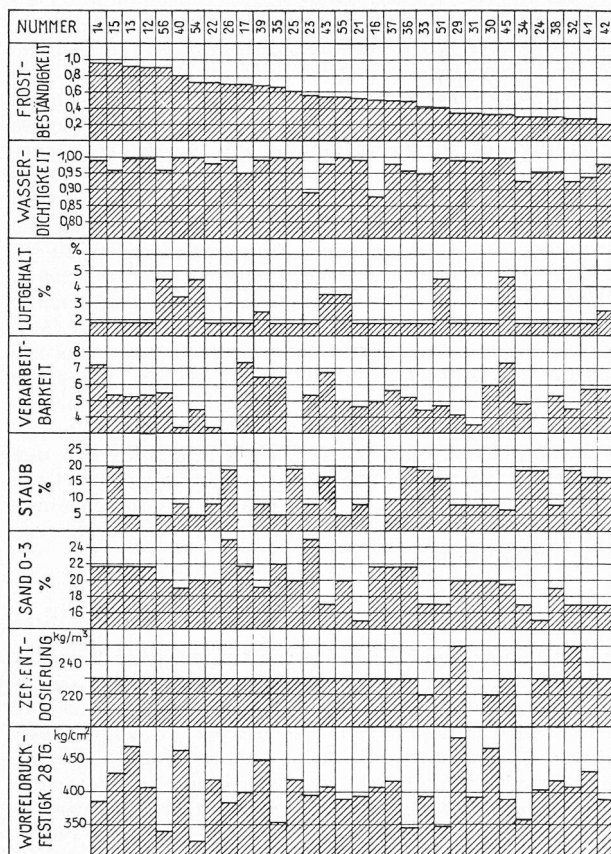


Bild 30. Zusammenstellung von Resultaten der Prüfungen auf Frostbeständigkeit und auf Wasserdichtigkeit. (Masseinheiten siehe Kapitel II / B)

der im Laboratorium hergestellten Vergleichskörper. Dieser Umstand erklärt sich mit einer gewissen Entmischung beim Einbringen und bei der Verdichtung. Innerhalb der etwa 60 cm hohen Frischbetonschichten findet beim Vibrationsvorgang eine ähnliche Entmischung statt, wie diese innerhalb der Probewürfel 40/40/40 cm konstatiert wurde (siehe Kapitel II/3 und Bild 9).

Oft wird auch die Ansicht vertreten, dass die Nachvibration von bereits im Abbindeprozess befindlichem Beton sehr schädlich wirken könne. Bei der in Bild 29 dargestellten Versuchsreihe wurden die Probewürfel 40/40/40 Zentimeter auf je 30 cm gefüllt und mit der Nadel vibriert. Die Einfüllung und Vibration der obersten 10 cm erfolgte in Zeitabständen von 2, 4, 6, 8 und 10 Stunden. Dabei wurde jeweils der Vibrator bis an den Boden der Eisenform durchgedrückt, so dass der vorher eingebrachte, teilweise bereits im Abbindeprozess befindliche Beton nochmals tüchtig durchvibriert wurde. Die Resultate der Abpressungen laufen parallel mit den Festigkeiten der Vergleichsprismen, welche deutlich durch die eingeführte Luft beeinflusst sind. Selbst nach zehn Stunden Abbindezeit ist somit keine Beschädigung des Gefüges infolge einer Nachvibration des Betons zu befürchten.

Als Kriterium für die maximale Zeit, welche verstreichen darf, bis eine weitere Frischbetonschicht auf eine bereits verdichtete aufgebracht wird, muss verlangt werden, dass die Vibratoren noch auf ihrer ganzen Länge in die alte Betonschicht einzudringen vermögen. Beim Einbau des Betons ist darauf zu achten, dass die Vibratoren durch die obere Schicht hindurch möglichst tief in die untere eindringen.

#### VI. Beobachtungen über die Frostbeständigkeit und die Wasserdichtigkeit

In Bild 30 sind 32 Versuchsergebnisse in der Reihenfolge der Grösse ihrer Frostbeständigkeit zusammengestellt (Mass für Frostbeständigkeit und Wasserdichtigkeit siehe Kapitel II/B/3). Parallel dazu sind die entsprechenden Wasserdichtigkeiten, Luftgehalte (sofern Air-entraining-Mittel

verwendet wurden), Verarbeitbarkeiten, Staub-, Sand- und Zementgehalte, sowie die Würfeldruckfestigkeiten nach 28 Tagen aufgetragen.

Die Frostbeständigkeit scheint abzunehmen mit steigendem Staubgehalt und sinkendem Sandgehalt. Weiter sind die frostempfindlichen Proben weniger wasserdicht als die frostbeständigen. Der umgekehrte Schluss kann dagegen nicht gezogen werden: Die Wasserdichtigkeit der Proben Nr. 51, 30, 45 und 42 ist ausgezeichnet, während die Frostbeständigkeit als schlecht zu bezeichnen ist. Bei den Proben Nr. 56, 54, 51 und 45 ist deutlich zu erkennen, dass infolge der Einführung von Luft die Druckfestigkeit sinkt, während sich vor allem die Wasserdichtigkeit verbessert. Die Probekörper Nr. 12, 13, 14 und 15 wurde ohne Air-entraining-Mittel ausgeführt zum Zwecke der Feststellung des Einflusses von Staub auf die Frostbeständigkeit. Diese Probekörper hielten praktisch ohne Beschädigung 500 Frostwechsel aus, während diejenigen mit einer Frostbeständigkeit von weniger als 0,6 bereits nach 150 Frostwechseln deutliche Spuren der Zerstörung aufweisen.

Wovon schliesslich eine gute Frostbeständigkeit abhängig ist, konnte im Laufe unserer Versuche nicht einwandfrei abgeklärt werden. Es ist möglich, dass dabei die Qualität des Zementes eine wesentliche Rolle spielt, wie dies Ing. Orth in einer ausführlichen Arbeit nachgewiesen hat («Schweizer Archiv» 1957, Heft 6—7).

In welchem Masse die eingeführte Luft auf die Frostbeständigkeit wirken kann, zeigt Bild 31. Es geht daraus hervor, dass die Beimischung eines Air-entrainers nutzlos ist, wenn damit nicht mindestens ein Luftporeneinschluss von 3,0 % erreicht wird.

Adresse des Verfassers: H. Bertschinger, dipl. Ing., Vicosoprano (Graubünden).

## Vom Kernkraftwerk Hinkley Point

DK 621.039

Ueber dieses grösste Kernkraftwerk, das sich gegenwärtig in England im Bau befindet, sind anlässlich der Genfer Konferenz über die friedliche Ausnützung der Atomenergie interessante Einzelheiten bekanntgegeben worden, die in «The Engineer» vom 17. Oktober 1958 veröffentlicht wurden. Sie ergänzen die im Aufsatz von A. Kroms in SBZ 1958, Heft 35, S. 507 enthaltenen Ausführungen.

Um die Bauarbeiten zu beschleunigen und die grossen Apparaturen, vor allem die Druckkessel der beiden Reaktoren sowie die grossen Wärmeaustauscher in zweckmässiger Weise aufbauen zu können, wurde ein Portalkran mit einer Spannweite von rd. 76 m, einer lichten Höhe von 64 m und einer Hubkraft an den Haupthaken von 400 t aufgestellt. Die Apparate und die entsprechenden Gebäude sind so angeordnet, dass sie im Wirkungsbereich dieses Krans liegen. Jedes der beiden Reaktorgebäude ist 53,4 m hoch und überdeckt eine rechteckige Grundfläche von 105 × 56,4 m. Jedes ist mit einem Laufkran von 150 t Tragkraft versehen.

Die Hauptdaten werden wie folgt angegeben:

Wärmeleistung pro Reaktor	966 MW
Durchmesser des Druckbehälters (Kugel)	20,6 m
Wandstärke	76 mm
Höchste Spaltstofftemperatur	430° C
Kühlgas-Eintrittstemperatur	179° C
Kühlgas-Austrittstemperatur	373° C
Gasdruck am Eintritt	13 atü
Umgewälztes Gasgewicht	4670 kg/s
Druckabfall im Reaktor	0,313 kg/cm <sup>2</sup>
Druckabfall im ganzen Kreislauf	0,606 kg/cm <sup>2</sup>
Anzahl Wärmeaustauscher pro Reaktor	6
Dampfdruck bei HD-Ueberhitzer-Austritt	45 atü
Temperatur	363° C
Dampfdruck bei ND-Ueberhitzer-Austritt	12 atü
Temperatur	349° C
Hochdruck-Dampfmenge pro Reaktor	800 t/h
Niederdruck-Dampfmenge pro Reaktor	453 t/h
Anzahl Hauptturbinen	6
Nennleistung pro Turbine	87 MW
Anzahl der Hilfsturbinen	3

Belastung der Hilfsturbinen pro Reaktor	25,2 MW
Wärmeabgabe der Gebläse an Kühlgas pro Reaktor	22,9 MW
Höchstleistung einer Hilfsturbine	33 MW
Wärmeübertragung in den Austauschern pro Reaktor	986 MW
Anzahl Hauptgebläse	12
Nettoleistung an den Klemmen	500 MW
Thermischer Gesamtwirkungsgrad	0,26

Das Kernkraftwerk Hinkley Point arbeitet im wesentlichen nach dem gleichen Verfahren wie das Werk Calder Hall, das hier schon beschrieben wurde (SBZ 1956, Heft 49, S. 754). Es verwendet natürliches Uran, Graphit als Moderator und CO<sub>2</sub>-Gas unter Druck als Kühlmedium. In der konstruktiven Durchbildung der einzelnen Anlageteile sind unter Ausnutzung der in Calder Hall gesammelten Erfahrungen bedeutende Fortschritte erzielt worden, die es ermöglichen, die Leistung und den Wirkungsgrad beträchtlich zu steigern. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in Hinkley Point im Gegensatz zu Calder Hall nur elektrische Energie und kein Plutonium erzeugt wird.

Eine der wichtigsten Verbesserungen bedeutet die Stützkonstruktion für den Graphit-Moderator durch offene Träger, die dem Kühlgas freien Zutritt zu den Spaltstoff-Kanälen gewährt und so ausgebildet wurde, dass das Graphitvolumen von früher 30 % auf rd. 40 % des Druckkesselinhalts gesteigert werden konnte. Die Stützkonstruktion und der Druckbehälter selber ruhen auf einem ringförmigen Gerüst auf, das dank besonderer konstruktiver Massnahmen den betriebsmässigen Deformationen infolge Innendruck und Wärmedehnung folgen kann und auch gegen Korrosionen beständig ist.

Eine weitere Verbesserung erfuhren die mit Kühllamellen versehenen Rohrsysteme im Innern der Wärmeaustauscher, die der Erzeugung von überhitztem Dampf dienen. Schon die Steigerung des CO<sub>2</sub>-Druckes von rd. 7 auf 13 atü brachte eine wesentliche Verbesserung des Wärmeübergangs. Hinzu kam eine sehr sorgfältige Ausbildung der Rippen, verbunden mit guter Raumeinnutzung. Es gelang so, die pro Raumeinheit übertragene Wärmeleistung gegenüber Calder Hall zu verdoppeln, wodurch zusammen mit einer Vergrößerung des Durchmessers auf 6,55 m und der Höhe auf 27,5 m pro Austauscher über 160 MW an Wärme übertragen werden können.

Zur Umwälzung des CO<sub>2</sub>-Kühlgases dienen insgesamt zwölf einstufige Axialgebläse, die bei Vollast mit 3000 U/min umlaufen und deren Laufräder fliegend angeordnet sind. Die Abdichtung der Welle gegen den hohen Innendruck erfolgt durch eine mit Luft geschmierte Ringdichtung. Die normale Antriebsleistung beträgt 5500 PS; sie kann auf 7000 PS ansteigen. Um rasch auf Teillasten übergehen zu können, wird die pro Sekunde umlaufende Gasmenge unter Konstanthalten aller Temperaturen durch Senken der Drehzahl verringert. Man vermeidet damit nicht nur zusätzliche Beanspruchungen infolge Temperaturänderungen und Dehnungen, sondern behält zugleich den Prozesswirkungsgrad des Vollastbetriebs unverändert bei, so dass nur die Verluste prozentual grösser werden. Im Hinblick auf den sehr bedeutenden Leistungsbedarf der Gebläse musste eine verlustarme Drehzahlregelung angewendet werden. Man wählte für den Antrieb Kurzschlussläufermotoren, die von einem Drehstromnetz mit veränderlicher Frequenz gespeisen werden. Die zugehörigen Stromerzeuger werden von Hilfsturbinen mit im Bereich von 750 bis 3000 U/min verstellbarer Drehzahl angetrieben. Insgesamt sind drei solcher Hilfsgruppen von je 25 MW Normalleistung vorgesehen, von denen eine als Reserve dient.

Umfangreich und kostspielig sind die Einrichtungen zum Auswechseln der Spaltstoffstäbe während des Betriebs. Dass sie sich lohnen, geht aus den Beträgen für Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten hervor, die für ein Kernkraftwerk von 500 MW zu etwa 15 000 £ pro Tag angegeben werden. Man ersieht daraus, wie stark die Stromkosten vom Ausnutzungsgrad des ganzen Werks abhängen und wie gross das Interesse ist, dauernd mit Vollast durchfahren zu können. Die Einrichtungen umfassen vier Hauptgeräte, nämlich eine Maschine zum Öffnen und Verschliessen der Pfropfen

in der Abschirmung und für andere ähnliche Aufgaben, eine Laderampe zum Heranbringen und Wegführen der Spaltstoffstäbe, eine Lademaschine, um die einzelnen Spaltstoffelemente an ihren Ort zu bringen und sie wieder auszubauen, und der bereits oben erwähnte Laufkran, um die einzelnen Maschinen an ihren Ort zu setzen. Dabei ist zu beachten, dass diese Maschinen zum Teil bis zu 140 t schwer sind und bis auf etwa 6 mm genau gesetzt werden müssen. Besondere Vorsichtsmassnahmen waren zu treffen, um die Anschlussstellen der Maschinen gegen den hohen Innendruck und die vollen Betriebstemperaturen zuverlässig abdichten zu können sowie um die einzelnen Elemente während des Ein- und Ausbaus nicht unzulässigen Beanspruchungen auszusetzen, die sich durch Druckdifferenzen infolge der Gasströmung und durch Biegemomente infolge Kantendrücken bei nicht genau zentrischer Führung ergeben können.

Das Maschinenhaus befindet sich auf der Meereseite neben den beiden Reaktorgebäuden. Es ist 195 m lang, 41 m breit und 27,5 m hoch. Zwei Laufkrane stehen zur Verfügung. Davon weist der eine eine Tragkraft des Haupthubwerks von 150 t und eine solche des Hilfshubwerks von 25 t auf; beim andern lauten die entsprechenden Zahlen 40 t und 15 t. Im Innern sind die sechs Hauptgruppen sowie in der Mitte zwischen diesen die drei Hilfsgruppen für veränderliche Frequenz aufgestellt. Die Dampfdaten beim Eintritt in die Hauptgruppen sind 43,2 atü 360° C für den Hochdruckteil und 10,5 atü 344° C für den Niederdruckteil. Die Hauptturbinen bestehen je aus einem einfachen Hochdruckteil und aus zwei doppelflutigen Niederdruckteilen, deren vier Austritte je mit einem eigenen Kondensator verbunden sind. Der Dampf tritt zum Hochdruck- und zum Niederdruckteil durch je zwei getrennte Leitungen, in die je ein kombiniertes Absperr- und Schnellschlussventil eingebaut sind. Der Niederdruckdampf wird in einen Ringkanal am Hochdruckzylinder etwa in dessen letztem Drittel eingeführt, wo er sich mit dem bereits expandierten Dampf mischt und diesen dabei etwas nachheizt. Der mechanische Fliehkraftregler wird von der Welle des Hochdruckteils angetrieben und wirkt über mit Drucköl arbeitenden Servomotoren auf die Drosselventile am Eintritt des Hochdruck- und des Niederdruckteils. Dabei ist die Regelung des HD-Drosselventils derart verstellbar, wie es zum Parallelschalten und zur Lastverteilung nötig ist, während die des ND-Drosselventils bei normalem Betrieb auf konstanten ND-Dampfdruck arbeitet. Ausserdem ist jeder Teil mit einem Sicherheitsregler versehen. Das Speisewasser wird in bekannter Weise durch verschiedene, mit Anzapfdampf geheizte Vorwärmer bei Vollast auf 74,5° C vorgewärmt. Eine besondere Vorrichtung hält diese Temperatur bei schwacher Last über 63° C.

Die mit Wasserstoff gekühlten Generatoren sind je für 87 MW bei  $\cos \varphi = 0,85$  und 13,8 kV ausgelegt. Der Wasserstoffdruck im Kühlsystem beträgt rd. 1 atü und wird bei einer Maximallast von 93,5 MW und  $\cos \varphi = 0,85$  auf rd. 1,7 atü gesteigert. Haupttransformer erhöhen die Spannung auf 275 kV. Für den Eigenbedarf steht Drehstrom von 11 kV zur Verfügung, der dem 275 kV-Netz entnommen und in zwei Transformatoren auf die niedrigere Spannung gebracht wird. An dieses 11 kV-Netz sind die CO<sub>2</sub>-Umwälzgebläse angeschlossen, solange die Hilfsgruppen keinen Strom mit variabler Frequenz liefern können. Ausserdem besteht noch ein Netz von 3,3 kV für alle Motoren über 150 PS.

Die drei Hilfsturbinengruppen sind für je 28 MW normaler und 33 MW maximaler Leistung bei 11 kV gebaut. Die Frequenz kann im Bereich von 12½ auf 50 Hz verändert werden. Die aus je zwei Zylindern bestehenden Turbinen arbeiten ausschliesslich mit Hochdruckdampf ohne Speisewasservorwärmung. Das Kondensat wird dem der Hauptgruppen beigemischt. Die Ölpumpen für Schmierung und Regelung, die Ventilatoren für die Generatorkühlung und die Erreger werden getrennt angetrieben.

Es bestehen acht Speisewasserpumpen, die insgesamt 500 m<sup>3</sup>/h gegen den vollen Druck im HD-Teil fördern. Der Druck des dem ND-Teil zugeführten Wassers wird abgedrosselt. Dieses Verfahren ist wegen seiner Einfachheit gewählt worden; sein grösserer Energieverbrauch ist unbedeutend und wird in Kauf genommen. Zusatzwasser wird dem Ortsnetz entnommen und in einem Ionenaustauscher aufbereitet.