

timal durchgeführte Konstruktion, zum anderen auf eine exakte Festigkeitsberechnung, die eine Spannungsanalyse und selbstverständlich auch eine Ermüdungsanalyse einschließt. Dann auf einen Werkstoff, der bereits langjährig erprobt und optimiert ist und auf fertigungsbegleitende Prüfungen in großem Umfang, die mit großer Zuverlässigkeit durchgeführt werden können und auf die wiederkehrende Prüfung. Das Gutachten ist ja bereits vor einiger Zeit erstellt worden. Es haben sich aber zwischendurch keine Gründe ergeben, die uns veranlaßt haben würden, von dieser Stellungnahme hier abzuweichen. Wenn ich "wir" sage, dann bringe ich damit zum Ausdruck, daß ich selbstverständlich nicht alleine die Werkstofffestigkeit und die Konstruktion bearbeitet habe, daß also auch noch andere Mitarbeiter des TÜV daran beteiligt waren. Ich möchte damit erst einmal schließen.

### Häuser

Ich möchte zunächst nochmal ein paar ganz kurze, vielleicht etwas banal klingende Einführungen geben, daß wir wieder ein paar Modelle oder anschauliche Dinge haben, um das, worüber wir gleich diskutieren werden, verstehen zu können. Wir werden des öfteren das Wort Spannung gebrauchen, das Wort in diesem Fall bedeutet für den Techniker, wenn ich ein Bauteil mit einer Kraft belaste, dann kann ich mir das ungefähr vorstellen, wenn dieses Bauteil ein Würfel ist, an dem ich an beiden Seiten beispielsweise ziehe oder drücke, daß ich die Flächen, auf die ich drücke oder an denen ich ziehe, verbinde mit Gummifäden oder kleinen Federn und daß die Kräfte, die zwischen den beiden Enden, an denen die Kräfte einwirken, verbunden sind, daß die über diese Federn übertragen werden. Die Kraft geteilt durch die Fläche, durch die dieser Laststrom praktisch fließt, das bezeichnen wir als Spannung; also einen inneren Zustand dieses Bauteils, um Kräfte, die außen



oder im Innern wirken, zu übertragen. Das ist nichts Geheimnisvolles, nur eine simple Sache. Sie hat aber über den Sachverhalt, über den wir gleich diskutieren werden, eine große Bedeutung insofern, daß es zu Spannungskonzentrationen kommen kann, d. h. zu örtlichen Überlastungen durch Spannung. Die äußeren Kräfte sind klein, aber durch Fehlteile im Bauteil oder durch eine konstruktive Gestaltung kann ein Versagen eintreten auch bei relativ kleinen Lasten. Das zu dem rein technisch physikalischen Vorgang. Das Versagen tritt übrigens der Gestalt ein, kann man sich vorstellen, daß praktisch zwei Teilchen, die vorher zusammengehalten haben, sich abgelöst haben, dann gibt es einen Riß und die verbleibenden Spannungslinien müssen sich jetzt alle um diesen Riß herumschlängeln. Der nächste Punkt ist, wie wirken sich solche eben in einem Würfel vorstellbaren Dinge auf ein konkretes Bauteil, beispielsweise den Reaktordruckbehälter, der uns eben beschrieben wurde, aus. Der Reaktordruckbehälter ist eine lebenswichtige Komponente dieses Kraftwerkes und enthält das gesamte Spaltinventar, und wenn dieses Inventar frei wird, dadurch, daß dieser Behälter versagt, dann sind schon fast alle Sicherheitsbarrieren durchstoßen und deshalb ist das eine sehr kritische, wichtige Komponente. Spannungen treten in diese Behälter durch eine Reihe von Vorgängen auf, einmal durch das Gewicht der Bauteile selber, aber auch durch den Innendruck vor allen Dingen. Bisher ist dieser Punkt bei fast allen Erörterungsterminen und Prozessen behandelt worden, weil diese Komponente nur einmal vorhanden ist und wenn sie versagt - diese große Freisetzung stattfindet. Sie ist aber bisher unter einem Aspekt nicht betrachtet worden, soweit ich weiß: Unter dem Ermüdungsversagen. Das ist wiederum ein bekannter Vorgang in der Technik, der immer wieder zu Schwierigkeiten und unerwarteten



Versagen geführt hat, daß obwohl eigentlich geringe Kräfte an Bauteilen gewirkt haben, die aber immer wiederkehrend waren durch eine wechselnde Beanspruchung z. B. ein Rad einer Postkutsche, da hat man das zum ersten Mal systematisch untersucht, die brachen, die Achsen, obwohl sie sehr stark dimensioniert waren. Man hat dann Mittel gefunden. Aber trotzdem, als man die Räder der Eisenbahn eingeführt hat, sind sie wieder gebrochen. Man hat wieder Überraschungen erlebt, hat systematisch untersucht, dann sind die Automobile erfunden worden, dann hat es wieder Probleme gegeben; so zieht sich das durch die ganze Technikgeschichte. Unerwartetes Versagen bei sehr stark und ausreichend für statische Belastungen dimensionierten Bauteilen. Das zieht sich auch hin bis zur Reaktorindustrie. Vielleicht sollte ich einen ganz konkreten Anlaß nehmen: Im Kernkraftwerk Brunsbüttel hat es einen Unfall gegeben, einen Störfall im letzten Jahr, dadurch, daß ein Bauteil versagt hat. Und ich möchte hier mal zitieren, weil es direkt in das Kapitel Ermüdungsfestigkeit oder dieses abschließen kann, daß ich zu meinem Fragen kommen kann. Dort gibt es einen Bericht des TÜV Norddeutschland, ich habe leider keine Kopie, aber ich kann ihn zitieren: Technischer Überwachungsverein Norddeutschland e. V. Abteilung Kerntechnik und Strahlenschutz. Gutachten zur Strahlenexposition in der Umgebung des Kernkraftwerks Brunsbüttel infolge eines Störfalls mit Frischdampffreisetzung am 18.6., geschrieben in Hamburg Oktober 78. Dort steht auf 5. 5/1 zur Schadensursache ein Punkt, der sehr überraschend ist: Die Suche nach der Schadensursache ist bisher ohne konkretes Ergebnis geblieben. Es wurden keine Materialfehler festgestellt - das ist unterstrichen - und die bekannten Belastungen des



Stutzens reichen zu seiner Zerstörung nicht aus. Also völlig analog zu allen anderen Versagen, wo die statische Last ausreicht. Und jetzt kommt ein wichtiger Satz: Es wird vermutet, daß infolge des Teillastzustandes der Turbine am Stutzen Schwingungen aufgetreten sind, die für den Dauerbruch verantwortlich sind. Praktisch ist das Wort Dauerbruch identisch mit Ermüdungsbruch, d. h. man hat nicht gekannt, daß an diesem Stutzen im Teillastbereich der Turbine Schwingungen auftreten, die dieses Bauteil überfordern. Die wesentliche Aussage ist: Ich muß Bauteile ermüdungssicher auslegen und dazu jetzt einige Fragen, die sich aus dem vorgelegten Sicherheitsbericht ergeben.

Vorsitzender Richter Feist

Meine Herren vom TÜV, ich nehme sicher an, Sie kennen den, denn uns ist er bekannt aus der Akte vom OVG Lüneburg.

Häuser

Nein, dieses ist eine Sache, die wir bekommen im Zusammenhang mit einer Strafanzeige gegen die Betreiber des Kernkraftwerkes Brunsbüttel. Aber es ist wohl ein allgemein bekannter Bericht, andererseits werden wir Kopien anfertigen. Es gibt in der Geschichte der Technik - genau wie wir es eben bei dem Gutachter Zerna erlebt haben - eine klare Abgrenzung zwischen verschiedenen Verantwortungsbereichen, die man durchaus getrennt untersuchen kann, weil es eine saubere Schnittstelle zwischen dem einen Gutachter und dem anderen gibt, das haben wir hier ja deutlich gesehen, bei der Frage dynamische Antworten oder Lastannahmen und auf der anderen Seite, wie verhält sich dann das Gebäude. So ähnlich



oder genau so arbeitet auch die Ermüdungsfestigkeit. Wichtigste Auslegungsgrundlagen sind die Lastannahmen. Über diese Lastannahmen steht überhaupt nichts in dem Sicherheitsbericht drin und wie auch hier zu vermuten aus der Auslegung dieses Föhnstutzens, einer Komponente im Primärkreislauf, geht meine erste Frage an die Gutachter: Wie haben Sie die Lastannahmen ermittelt, sind das gedachte Modelle oder sind das teilweise gemessene Modelle oder wie wollen Sie die Lasten für die Ermüdungsfestigkeit an den Primärkomponenten ermitteln, um zu einer Auslegung zu kommen. Das praktisch der nächste Schritt - analog zum Gutachter Zerner - geschehen kann, die Ermüdungsfestigkeit der Komponente zu bestimmen, bestimmt für die äußeren Lasten.

#### Bahlo

Zunächst einmal möchte ich das, was Herr Häuser gesagt hat, ein bißchen relativieren. Es ist richtig - vom Grundsatz her ist eigentlich alles richtig, was dort gesagt worden ist - nur ist es so, wenn ein Bauteil mit geringen Lasten beaufschlagt wird, dann wird es natürlich wesentlich eher oder früher dauerfest sein als ein Bauteil, das hochbelastet ist. Insofern ist das richtig. Zum zweiten Punkt: Es wurde der Föhnstutzen in Brunsbüttel angesprochen. Darauf möchte ich ganz kurz eingehen. Auch der Gutachtensbeitrag - ich habe das Gutachten nicht hier - entspricht den Tatsachen, wie von Herrn Häuser eben vorgetragen. Es ist dort ein Schwingungsbruch aufgetreten, nur handelt es sich da um eine Komponente, deren Versagen systematisch abgedeckt war. Diese Komponente wurde vom TÜV Norddeutschland niemals vorgeprüft, daher möchte ich mich eigentlich hier auch einer Beurteilung enthalten. Dann zum dritten Punkt: Wie ermitteln wir die Lastannahmen. Druckbe-



hälter dieser Art werden ja für eine Zeitfestigkeit, also für eine bestimmte Betriebszeit ausgelegt und nicht dauerhaft. Nicht dauerhaft in dem Sinne, daß die Betriebszyklen, die also hier vorher festgelegt werden, nun unendlich lange ertragen werden können. Im wesentlichen ist es so, daß die Lasten zunächst einmal von der Systemtechnik vorgegeben bzw. geprüft werden. Es gibt natürlich neben diesem Sicherheitsbericht noch eine Spezifikation, wo zunächst einmal alle Lasten denen der Reaktordruckbehälter ausgesetzt wird, aufgeführt werden. Diese Spezifikation wird von unserer Abteilung Systemtechnik überprüft. Sie prüft, ob die Anzahl der Lasten konservativ abgeschätzt ist, ob sie also zutreffend ist. Dann wird außerdem später im Betrieb über experimentelle Messungen geprüft, ob die Lastannahmen, die dort getroffen worden sind, zutreffen. Jetzt vielleicht noch einmal zur Dauerfestigkeit. Wenn Herr Häuser vielleicht Schwingungen oder Anregungen gemeint hat, die zwischen den einzelnen Betriebszyklen auftreten können, dann werden solche Vorgänge selbstverständlich mit der experimentellen Messung am Druckbehälter unmittelbar mit erfaßt und auch in der Ermüdungsanalyse berücksichtigt, so daß wir also in Beziehung auf etwaige kleinere Lasten, die - ich möchte mal sagen - sehr häufig auftreten, in der Größenordnung einer Lastwechselzahl von 10 hoch 6 oder 10 hoch 7, die werden dann mit berücksichtigt.

#### Häuser

D. h. ich habe Ihre Antwort so verstanden, daß Sie einen kompletten Katalog für alle sicherheitsrelevanten Teile haben, obwohl dieser Föhnstutzen bei einem anderen Kraftwerk ausge-



klammert war, wo Sie angenommene in der Spezifikation festgelegte statische Lasten und die Zahl der statischen Lastzyklen reingenommen haben, aber keine Wechsellastenschwingung, wie sie durch Regelschwingungen auftreten, wie sie durch Ab- und Anfahren auftreten und alle diese Vorgänge, daß kein Katalog dieser Lasten, die jede einzelne Komponente beaufschlagen, vorliegt.

Bahlo

Herr Häuser, Sie können oder Sie dürfen meiner Meinung nach nicht den abgerissenen Stützen an der Turbine in Brunsbüttel mit dem Reaktordruckbehälter vergleichen. Darauf möchte ich hier ganz klar hinweisen. Normalerweise handelt es sich bei dem Druckbehälter - bei dem Reaktordruckbehälter - um eine völlig andere Konstruktion. Ich weiß nicht, ob Sie Gelegenheit dazu hatten, sich die Konstruktion dieses Stützens anzusehen.

Häuser

Das habe ich und bin erschüttert.

Bahlo

Im wesentlichen handelt es sich also um ein Rohr in etwa 100 mm Dicke. Ich habe den Bericht nicht hier, ich kann es also zahlenmäßig nicht exakt nachvollziehen und um einen recht dickwandigen Flansch, der auf dem Rohr angeordnet war und ich muß Herrn Häuser recht geben, vom schwingungstechnischen Standpunkt aus gesehen war diese Konstruktion bestimmt nicht optimal.



Häuser

Meine Frage ging eigentlich nach den Lastannahmen und ich möchte zur Verfahrensstraffung mich jetzt auf den Druckbehälter beziehen, aber vorher sagen, daß das für sämtliche sicherheitsrelevanten Dinge geht und ich will Brunsbüttel nicht weiter diskutieren, ich will nur sagen wie anscheinend sekundäre - auch wenn sie im Primärkreislauf sind - sind Komponenten durch Schwingungsversagung extreme Probleme schaffen, aber mein Problem ist jetzt erstmal das Thema an einem Beispiel durchzuziehen und darum möchte ich auf den Druckbehälter mich konzentrieren. Frage wiederholt: Lastannahmen für den Druckbehälter-Wechselasten liegen komplett vor u. zw. angenommen gerechnet und gemessen in der Praxis.

Bahlo

Ja, das ist richtig, die werden vorliegen.

Häuser

Die werden vorliegen, die liegen aber jetzt noch nicht vor.

Bahlo

Im Augenblick haben wir lediglich das Konzeptgutachten vorliegen.

Häuser

Ich möchte nach dem einen Teil, die eine Ermüdungsauslegung bedeutet, nämlich eine realistische Lastannahme, die ich möglichst bald durch konkrete Messungen ersetzen muß und dazu ge-



hören natürlich auch Messungen an existierenden Kraftwerken, solange ich noch nicht im eigenen nachträglich das bestätigen kann, ob meine ursprünglichen Annahmen vorhanden sind, möchte ich zum nächsten Punkt kommen und das sind Ermüdungsversuche. Diese Sachen sind praktisch nicht zu rechnen. Es gibt zwar überschlägige Formeln, aber wegen der Kompliziertheit - ich habe das erst schon versucht an diesem Gummifädenmodell zu erklären, daß die spannungstragenden Gummifäden um einen Riß herum müssen oder um eine scharfe Kante in einer Konstruktion, wo beispielsweise ein Flansch an den Behältern angeschraubt wird - es ist extrem schwierig, so etwas zu berechnen, man kann es berechnen, aber die Sicherheiten sind nicht sehr groß, daß die Rechnung richtig ist und deshalb bin ich erstaunt, daß es überhaupt keine Ermüdungsversuche bei so vitalen Komponenten wie den Komponenten des Primärkreislaufes gibt und ich frage Sie, wie sollen sie durchgeführt werden und wann sollen sie durchgeführt werden?

#### Bahlo

Herr Häuser, es ist nicht richtig, daß die Ermüdungsanalyse lediglich analytisch geführt wird. Es gibt im Asme eine Auslegungskurve - eine sog. Ermüdungsauslegungskurve oder Auslegungsermüdungskurve - und die ist an Versuchen ermittelt worden. Es ist da der Reaktordruckbehälter oder von der Anlage des Asme her, des Asme codes her, durchaus zulässig, von dieser Auslegungsermüdungskurve auszugehen, denn bei dem Reaktordruckbehälter hier handelt es sich ja nicht um eine komplexe Konstruktion, wie sie beispiels-



weise im Automobilbau oder im Flugzeugbau üblich ist, der Asme legt zur Konstruktion bestimmte Richtlinien fest. Der Asme bestimmt, welche Abschrägungen benutzt werden dürfen, welche Übergangsradien und man muß diese Anforderungen zur Geometrie des Druckbehälters einhalten, um das Regelwerk überhaupt zu benutzen, um dann natürlich auch auf die Auslegungsermüdungskurve zurückzugreifen. Ihre Feststellung, daß hier rein analytisch vorgegangen wurde, trifft nicht zu.

#### Häuser

Dem möchte ich widersprechen. Es ist so, daß ein Reaktor-druckgefäß ein unheimlich kompliziertes Bauteil ist, auch wenn er relativ einfach aufgebaut ist und anscheinend leicht zu verstehen ist, aber aus der Sicht von Ermüdungsversuchen ist es völlig unzureichend zu sagen, ich mache Ermüdungsversuche mit einzelnen Platten und gucke, was passiert dort bei Höchstausbreitung und Rißfortschritt und Restfestigkeit und ich schließe dann, wenn ich einige simple Regeln, wie sie im Asme code festgelegt sind - ich gebe zu, sie sind im Asme code festgelegt - aber es sind eben m. E. Versuche erforderlich. Ohne diese Versuche ist es völlig unmöglich, Aussagen über das Ermüdungsversagen zu machen und ich möchte nochmals deshalb nachfassen, Sie sagen also, auf diese Versuche können wir verzichten.

#### Bahlo

Es ist wieder nicht richtig, Herr Häuser, daß Sie sagen, es sind lediglich Versuche an simplen Platten durchgeführt worden. Im Asme, und ich habe die Grundlagen hier, steht, daß Versuche an Druckbehältern durchgeführt worden sind. An Druck-



behältern, die der Konfiguration dieses Druckbehälters hier entsprechen.

Häuser

Ich bin der Meinung, daß dieser Druckbehälter davon abweicht, Sie sagen, er stimmt mit ihm überein.

Bahlo

Ich zitiere das, was in den Grundlagen des Asme zur Ermüdung ausgesagt wird. Da steht, experimentelle Bestätigung der Auslegungsermüdungskurve. Die Richtigkeit der gewählten Sicherheitsfaktoren gegen Ermüdung ist vor kurzem in Versuchen demonstriert worden, die das Pressure Vessel resurde Komitee durchgeführt hat. Hierbei wurden Modellbehälter und Originalbehälter von 3 Fuß 90 cm Durchmesser mit Druckzügeln beaufschlagt, nachdem Dehnungsmessungen einen umfassenden Überblick über die Spitzenspannungen geliefert hat. Bild 12 zeigt eine Zusammenstellung der PVRC-Versuche. Ich nehme an, daß Ihnen das bekannt ist, Herr Häuser.

Häuser

Ich selber kann also nur aus Analogieschlüssen zu den Problemen, die mir aus anderen Technologien bekannt sind, sagen, daß hier in recht grober Weise vorgegangen wird und ich selber würde sagen, eine grobe Vorgehensweise ist bei einem nicht wichtigen Bauteil durchaus zulässig, aber bei einer solchen vitalen Komponente reichen mit diese groben Analogieschlüsse nicht aus, ich möchte das deshalb kurz erläutern u. zw. wenn beispielsweise ein Flugzeug konstruiert



wird, dann muß das druckbeaufschlagte Teil vorher Ermüdungs-  
festigkeit, Sicherheit nachweisen u. zw. das Bauteil und die-  
ses Bauteil ist fast immer so identisch mit dem Vorhergehen-  
den, daß man sich wundert, warum man diese Versuche macht.  
Sie sind aber gemacht worden aufgrund bitterer Erfahrung und  
diese bitteren Erfahrungen rühren einfach daher, daß die Vor-  
hersage, daß sich ein Bauteil, wenn ich kleine Änderungen nur  
vornehme, genauso bei gleichen Lasten verhält im Wechsel-Last-  
fall oder im Wechsel-Spannungsfall und Ermüdungsfall eben  
nicht mehr theoretisch vorhersagbar sind und genau vorhersag-  
bar sind, daß diese Versuche durchgeführt werden müssen. Es  
ist nicht möglich zu sagen, weil ich ja schon so einen ähn-  
lichen - die sehen sich alle sehr ähnlich die Flugzeuge oder  
Bauteile dort - gebaut habe, kann ich von dem einen auf das  
andere schließen und ich bin auf der sicheren Seite, weil ich  
kleine Lasten habe. Das geht nicht, sondern es müssen ganz  
konkrete Versuche gemacht werden, aber ich möchte das nicht  
weiter vertiefen, sondern nur feststellen, daß hier der As-  
me code für ausreichend gehalten wird, es kommt hinterher  
vielleicht noch aus einem anderen Aspekt deutlich heraus. Des-  
halb möchte ich den nächsten Punkt sagen. Das Problem bei der  
Konstruktion, die erst schon erwähnt worden ist, daß sich ein  
Riß möglichst nicht ausbreiten soll, damit die Restfestigkeit  
ausreicht, die Lasten zu tragen. Bei der gewählten Konstruk-  
tion des Druckbehälters gibt es keine konstruktiv bedingte Riß-  
stoppmöglichkeit. Das ist eine einmal vorhandene Komponente und  
der Riß kann sich theoretisch - ich werde gleich auf den prak-  
tischen Teil kommen - ständig weiter ausbreiten und meine Fra-  
ge an den Sachverständigen geht dahin, warum ist keine Konstruk-  
tion gewählt worden - das gilt nachher auch immer sinngemäß für  
die anderen Primärkomponenten und sicherheitsrelevanten Kompo-  
nente - bei denen ein Versagen durch ein natürliches Rißende  
ausgeschlossen ist, dadurch daß der Riß zum Stillstand kommt?



Bahlo

Herr Häuser, zunächst stimme ich natürlich dem, was Sie zuerst ausgeführt haben, nicht zu. Ich meine, wir können einen Reaktordruckbehälter nicht mit Flugzeugteilen verwechseln. Ich möchte dies hier also nochmal ganz klar sagen, denn bei einem Reaktordruckbehälter haben wir keine Nietverbindungen, keine derart komplexe Konstruktionen von Stringern und Spanten usw. Herr Häuser, ich habe selber vier Mitarbeiter, die aus dem Flugzeugbau kommen und Sie können mir glauben, daß wir das Sicherheitskonzept, das Sie benutzen, mit dem unsrigen, das hier angewendet wird, vergleichen und wir sind doch genauso daran interessiert, daß hier ein Reaktordruckbehälter gebaut wird, der so sicher ist wie möglich und ausreichend sicher ist. Wir sind zu der Auffassung gelangt, daß wir Ihr Sicherheitskonzept - integral gesehen oder daß unser Sicherheitskonzept integral gesehen - nicht schlecht gegenüber dem Ihrigen abschneidet und es ist auch nicht richtig...

Häuser

Herr Bahlo, wenn ich einmal kurz unterbrechen darf. Meine Frage ging nur dahin, daß Sie bitte eine Aussage dazu machen, daß Sie eine lebenswichtige Komponente und viele andere Komponenten haben, die kein natürliches Reißende haben. Das war mein Punkt, auf den ich hinaus wollte. Ich werde zum Konzept noch weitere Ausführungen machen.

Bahlo

Ich gehe sofort darauf ein, Herr Häuser.  
Die Ermüdungsfestigkeit ist - ich möchte das mal vielleicht ganz salopp ausdrücken - eine Masche in dem Netz der Möglich-



keiten oder der Sicherheitseinrichtungen zur Wahrung der Integrität dieses Reaktordruckbehälters. Ich sagte schon, daß hier ganz bestimmte Anforderungen an den Werkstoff gestellt werden; der Werkstoff muß genügend zäh sein, es muß eine Konstruktion gewählt werden, die also nicht nur dem Asme code entspricht, wir sind auch, was die konstruktiven Details angeht, darüber hinausgegangen. Das gleiche trifft auch auf den Werkstoff zu und es gibt natürlich auch für diesen Reaktordruckbehälter eine Rißfortschrittsbetrachtung. Wenn ein Riß in einem Reaktordruckbehälter entstehen sollte, dann ist er nicht vergleichbar mit einem Riß in einem Flugzeugteil. Sie haben Teile, die sind sehr dünnwandig und dort läuft natürlich ein Riß sofort durch, der wird erst sichtbar, wenn er tatsächlich durch die Wand hindurchgetreten ist. Nicht so bei einem Reaktordruckbehälter.

### Häuser

Darf ich Ihnen das mal an einem Beispiel erläutern. Ich glaube, daß wir uns immer noch mißverstehen, Herr Bahlo. Es ist das Problem, wenn ich beispielsweise ein genietetes Schiff habe. Da sind Platten und eine Platte versagt und es gibt einen Riß, dann läuft dieser Riß bis zur nächsten Platte und dann ist Schluß. In dem Moment, wo ich angefangen habe, Tanker zu schweißen, da gab es nicht so ein natürliches Ende und ehe man soweit gegangen ist, als man anfing Schiffe zu schweißen, da hat man bewußt Nietverbindungen gemacht als natürliche Rißstopper. Meine Frage bezog sich auf diesen Punkt, daß Ihr Druckbehälter und viele sicherheitstechnisch relevante Bauteile nicht so konstruiert sind, daß ein Ende von Rissen, die auftreten und die schon da sind - das ist uns ja be-



kannt - daß ein natürliches Ende dieser Risse ist, sondern daß sie sich immer weiter ausbreiten, bis die ganze Komponente kaputt geht. Um diesen konstruktiv bedingte, um diese Philosophie oder um diesen Punkt ging es mir und ich glaube, er ist genügend beantwortet: In diesem Komponent ist ein solches Vorgehen nicht vorgesehen.

#### Bahlo

Wir stellen sicher durch die wiederkehrenden Prüfungen, daß wir einen Riß, der eine bestimmte Größe erreicht, mit Sicherheit entdecken.

#### Häuser

Herr Bahlo, ich werde jetzt an der Stelle, wo Sie jetzt antworten wollten, weiter fragen, weil da ein wunder Punkt ist. Wenn ich also Anrisse habe, die kein natürliches Ende haben, können sich diese Risse weiter ausbreiten und dagegen gibt es natürlich verschiedene Maßnahmen. Ich kann davon ausgehen, daß ich den Rißfortschritt im Griff habe, und daß diese Anrisse eine so große Restfestigkeit haben, daß ich noch bis an das Lebensende dieses Reaktordruckgefäßes prima mit leben kann, das wäre eine Annahme. Ich gehe aber davon aus, daß ein Anriß, und da muß ich noch etwas vorhersprechen, was wieder typisch für Ermüdungsfestigkeit ist und was nicht in der normalen Erfahrungswelt von einem normalen Bürger ist, wir kennen alle Risse an Gebäuden. Das sind einmal auftretende Risse, weil eine Kraft gewirkt hat und dann ist Ende. Bei Bauteilen, die Wechsellasten unterworfen sind, sind Risse immer allerhöchstens Gefahrsignal, weil diese Risse wandern, sie breiten sich aus und sie sind der Beginn einer ersten Ermüdungsüberlastung, die



nicht besser wird, sondern immer schlimmer, wieder zurückgedacht auf mein Modell der Gummifäden. Diese müssen sich nämlich alle, weil dieselbe Kraft ja auf sie wirkt, dieselbe Wechsellast, immer größere Risse immer weiter herumschlängeln und drängeln sich immer mehr in diesen verbleibenden Querschnitt und bringen immer größere Spannung, die zu immer schnellerem Versagen führen, d. h. wir haben einen Versagensmechanismus, der in der Form abläuft, und ich hatte da im Anhang unseres Antrages entsprechende Kurven, daß praktisch ein linearer langsam wachsender Rißfortschritt ist, der aber, wenn wir an den Grenzbereich der Ermüdungsfestigkeit kommen, praktisch experimentell schnell zum Versagen führt und dieser Sachverhalt, der wird noch eine große Rolle bei dieser Erörterung spielen, aber selbst dann, wenn ich zum Anfang ein langsames Kriechen dieses Risses sehe und kein natürliches Ende, muß ich auf diesen Rißfortschritt achten und zu der Restfestigkeit eine Aussage machen, und jetzt kommt meine Frage an den Experten: Nachdem die Reaktor-druckgefäße rissig sind, d. h. ein Anfang des Ermüdungsversagens zeigen - denn sonst würden keine Risse entstehen - wie beurteilen Sie die noch verbleibende Restfestigkeit bei Wechsellasten?

Bahlo

Zunächst einmal zu Ihren ersten Ausführungen:

Herr Häuser, wir haben natürlich die Frage des Rißfortschritts auch untersucht und es ist so, wenn wir einen Reaktordruckbehälter mit den konservativen abgeschätzten Betriebszyklen belasten und wir gehen davon aus, daß wir also einen Anriß in der Größe von 5 bis 10 mm Tiefe haben, die



Wand ist ja 250 mm dick, dann würde - und das ist durch Versuche belegt - sich der Riß um 2 bis 3 mm erweitern und nicht mehr. Dann zu den letzten Ausführungen: Mir sind Ermüdungsrisse an einem Reaktordruckbehälter in der Bundesrepublik in der Form, wie Sie das jetzt darstellen, nicht bekannt. Würden Sie Ihre Aussagen oder Ihre Angaben dazu präzisieren? Ich hätte noch einmal einen grundsätzlichen Punkt geklärt. Der Asme geht ja von insgesamt drei Spannungskategorien aus. Den allgemeinen primären Spannungen, den sekundären Spannungen und den Spitzenspannungen. Der Sekundäranteil plus Primäranteil ist begrenzt, er ist so begrenzt, daß eine fortschreitende oder wiederkehrende Plastifizierung der großen Wandbereiche nicht auftreten kann. Spitzenspannungen können sich allenfalls in Radienübergängen usw. zeigen. Das hier zur Erläuterung, denn sonst könnte man den Eindruck haben, wir müßten mit Spitzenspannungen, die ja für die Ermüdung verantwortlich sind oder für Ermüdungsrisse in Bauteilen verantwortlich sind, auch in den großen ungestörten Wandbereichen rechnen. Und ich wiederhole, Herr Häuser, ich kenne die strukturgefährdenden Risse - also die Struktur des Druckbehälters gefährdende Risse infolge Ermüdung an Reaktordruckbehältern - in der Bundesrepublik nicht. Können Sie mir Angaben dazu machen oder Sie meinen, daß solche Risse aufgetreten sind?

#### Häuser

Ich persönlich möchte hier das Verfahren in der Form abkürzen, daß wir sagen, wir werden das im Beweisantrag erfragen. Diese Dinge sind uns nur aus der Diskussion zu-



gänglich, sie sind uns nicht quantifiziert gesagt worden, allerdings gibt es ja in Stade - und an welchen Reaktor-gefäßen das passiert ist - es gibt aber ein bekanntes Zitat aus einem Brief von einem bekannten Professor an die Reaktorsicherheits-Kommission, wo sich über die Rissigkeit beklagt wird und das späte Entdecken, was man mit simpelsten Methoden hätte entdecken können. Ich kann diese Stelle hier nochmal raussuchen und zitieren, aber ich glaube, da sind uns die Möglichkeiten, an ihre genauen Rißdaten und Rißuntersuchungen und Rißatlanten heranzukommen, sehr die Hände gebunden und ich kann Ihnen da nicht Genaueres sagen.

#### Soyka

Ich habe bereits 1972 das Bundesministerium des Innern darauf hingewiesen, daß ein österreichischer Ingenieur, der 25 Jahre bei der Kesselüberwachung für das Ministerium tätig war, in seiner Laufbahn 7000 Kesselexplosionen nachzuprüfen hatte und nachdem das Genehmigungsverfahren für den Kessel von Zwentendorf auf seinen Schreibtisch gelangt ist, er überprüft hat, wo vergleichbare Komponenten durch erörterungsbedingte Vorgänge gebarsten sind, und das waren 11 Fälle. Er hat diese auf eine Kurve aufgetragen, die er verglichen hat mit den Werten des Asme code und wörtlich gebe ich jetzt wieder seinen Ausspruch, den er mir dann gemacht hat, nachdem er mich bei einem solchen Erörterungstermin kennengelernt hat und unter vier Augen gesagt hat, daß es ihm kalt über den Rücken gelaufen ist, wie er gesehen hat, wie waghalsig die Kennwerte des Asme codes sind, wenn man das vergleichen will, das Seil eines Förderbandes, hat er mir damals gesagt, ist auf 10-fache Belastung ausge-



legt, d. h. 100 %-ige Sicherheit bei Segelschiffen, wo Menschenleben an dem Seil hängen ist es 800 % Sicherheit, bei Flugzeugen sind es 250 % Sicherheit, bei Brücken bis zu 400 bis 500 % Sicherheit und beim Reaktordruckbehälter, den Herr Bahlo beschrieben hat, sind es genau 110 % Sicherheit. Das ist so wahnsinnig waghalsig, daß ich Herrn Bahlo nur empfehlen würde, sich die Statistik von der Internationalen Arbeitsorganisation kommen zu lassen der jährlichen Großkesselexplosionen und dort sich zu überzeugen, wie es mit Ermüdungsrissen in der Praxis aussieht.

#### Bahlo

Mit dem Kessel wird jetzt ein neues Bauelement hineingebracht. Wenn hier von Kesselexplosionen gesprochen wird, dann handelt es sich hier - ich weiß nun nicht, ob die Zahlen stimmen - mir kommen sie zu hoch vor, ich kenne sie nicht - um einen ganz anderen Versagensmechanismus. Es ist dort kein Ermüdungsbruch sondern allenfalls ein Sprödbbruch, der aus ganz anderen Gründen verursacht wird und Herr Häuser spricht im Moment über Ermüdungsbrüche. Dann zu den Sicherheiten, Herr Soyka, die Sie brachten. Der Asme, der sichert gegen Ermüdung u. zw. gegen die Zyklenzahl 20-fach ab. In deutschen Regelwerken ist es üblich, daß zehnfach abgesichert wird. Das zum einen - um mal einen Vergleich gegenüber konventionellen oder konventionell gebauten Anlagen zu bringen, zum anderen ist es so, daß die Aufsummierung der Ermüdungsanteile aus den einzelnen Zyklen nach meiner Erfahrung zu einem Faktor, der also maximal 1 betragen darf, hier bei den Druckbehältern in etwa bei 0,2 oder allenfalls 0,3 liegen wird, so daß er gegenüber dem Asme eine weitere 5 bis 4-fache Sicherheit haben wird, das möchte ich hier nur noch einmal



zu bedenken geben, zu dem, was der Herr Soyka gesagt hat.

#### Häuser

Ich war an der Stelle stehengeblieben, wo ein nicht durch konstruktiv bedingte Maßnahmen an seiner Rißausbreitung gestoppter Riß sich weiter ausbreiten kann, da habe ich in diesem Anhang, der eben verteilt wurde, ein Diagramm, leider ist unserem Sekretariat ein Lapsus passiert, daß sie die Urform der eigentlich abzuliefernden Seite, wo noch nicht die Unterschrift drunter stand, Bildnummerierungen herausgegeben ist, das ist aber das Blatt, was auf der zweiten Seite ist, wo eine zunächst sehr flache Kurve des Rißfortschrittes ist. Zum Schluß ist eine Kurvenzahl, die sehr steil nach oben geht, das ist ein typisches Rißversagen bei Ermüdungsfestigkeit, daß man scheinbar beruhigt den Riß lange, lange beobachten kann und sagt, da tut sich ja gar nichts; womöglich seine Prüfintervalle immer weiter nach hinten schiebt, weil man sagt, da habe ich vor einem Jahr geguckt, da hat sich nicht viel getan und man nimmt ein lineares Wachstum an. Bloß in dem Moment, wo ich kurz vor der Grenze bin und diese Grenze, die kann ich nicht theoretisch ermitteln, sondern die kann ich nur praktisch ermitteln, daß die Restfestigkeit - da gibt es dieses plötzliche Versagen. Können Sie mir dazu etwas sagen, wie Sie dieses Reißende, wo also dieses plötzliche Versagen auftaucht, wie Sie das bestimmen wollen?

#### Bahlo

Zunächst einmal kann ich - und das werden Sie verstehen, auf das, was Sie hier jetzt vorgelegt haben, nicht eingehen. Ich möchte zumindest Gelegenheit haben, so etwas zu



lesen. Wir haben ja morgen - das sagte der Herr Vorsitzende - noch Gelegenheit, darüber zu sprechen. Das ist das eine. Zum anderen ist es doch so, wir haben ja neben den wiederkehrenden Prüfungen, die auf die Lebensdauer bezogen in kurzen Abständen durchgeführt werden. Bei jedem vierten BE-Wechsel wird eine 100 %-ige US-Prüfung des Reaktordruckbehälters durchgeführt und im Augenblick - ich weiß nicht, was hier letzten endes durchgeführt wird, wir sind ja immer noch im Stadium des Konzepts - ist üblich, Reaktordruckbehälter alle 8 Jahre einer Druckprobe zu unterziehen und darauf wollte ich gerade eingehen. Wenn wir also unterstellen, zunächst einmal ist es so, daß wir mit absoluter Sicherheit infolge der Prüfungen, die hier mit einem Umfang und mit einer Sorgfalt durchgeführt werden, ist es sicher, daß wir einen Riß, der eine Tiefe von 5 bis 10 mm aufweist, in einer Wand, die 250 mm dick ist, finden, zum anderen - unterstellen wir einmal - der Riß hat trotzdem oder nein, ich muß dazwischen noch darauf hinweisen, daß wir den Rißfortschritt an Proben, die also als Programm hier erprobt wurden, bestätigt ungefähr mit 2 bis 3 mm annehmen können. Gerechnet über die gesamte Lebensdauer des Reaktordruckbehälters und wenn Sie trotzdem noch annehmen, daß Sie diesen Riß nicht entdecken, dann haben wir die Druckprüfung, die mit dem 1,3-fachen Betriebsdruck durchgeführt wird und die für den Reaktordruckbehälter eine harte Beanspruchung bedeutet, so daß sie dann schlimmstenfalls während der Druckproben mit dem endgültigen Durchreißen rechnen können.

#### Häuser

Herr Bahlo, Sie haben eine Reihe von zusätzlichen Punkten gebracht. Ich wollte nur einen einzigen Punkt - es tut mir leid, daß Sie diese Kurve vorher nicht gesehen haben, aber auf die



kommt es nur insofern an, daß sie anschaulicher macht, was ich hier mit Worten beschreibe. Ich beobachte einen Rißfortschritt, was Sie auch tun, in regelmäßigen Intervallen und in dem Moment, wo der Riß fortschreitet, gibt es eine Rißfestigkeit, die ich kennen muß, um zu wissen, wie lange ich überhaupt diesen Behälter noch betreiben kann und da kann ich Ihnen wieder einen Wert aus dem Flugzeugbau sagen. Wenn es eine Komponente vergleichbar mit einem Druckbehälter wäre, d. h. eine sicherheitsrelevante oder vitale Komponente, dann würde dieses Flugzeug nicht zugelassen, weil da kein Riß drin sein darf, deshalb ist eine ganze DC 10-Flotte zwei Monate in Amerika aus dem Verkehr gezogen worden, weil ein Bauteil, was keine Redundanz hatte, einen Riß hatte, dessen Restfestigkeit man nicht kannte. Lütsche, kleine Risse, aber eine ganze Flotte mit der ganzen wirtschaftlichen Bedeutung auf die Airlines, daß so etwas passiert und darum meine Frage mal zu diesem simplen technischen Sachverhalt: Wie messen Sie die Restfestigkeit an einem rissigen Reaktordruckgefäß?

Bahlo

Restfestigkeit, Herr Häuser, das ist ein Begriff aus der Dauerfestigkeit. Nein, wir sprechen über eine Zeitfestigkeit und nicht über eine Dauerfestigkeit. Zum anderen, wenn Sie jetzt wieder das Flugzeug erwähnen, sicher, Sie haben ja auch keine Gelegenheit, ein 1 Millimeter dickes Blech ultraschall zu prüfen. Das muß ich Ihnen entgegenhalten. Sie haben weiterhin gesagt, daß Sie also ein Flugzeug oder Flugzeugteile experimentell erproben u. zw. so erproben, daß die gesamten Belastungszyklen oder das Lastprofil, das Sie für ein Flugzeug erwarten, experimentell bestätigen, dann würde ich Sie doch



fragen, da Sie aus dem Flugzeugbau kommen, ob Sie dies auch für den Flügel des Hansa-Jet gemacht haben?

#### Häuser

Ich selber habe diesen Fall nicht geprüft, ich bin da nicht sachverständig; ich selber kann nur sagen, wie das Zulassungskonzept ist, was sich im Laufe der Jahre ständig verschärft hat wegen dieser Probleme und ich kann gleich eine Menge zu der Zulassung beim Flugzeugbau sagen, weil das nämlich m. E. schon mehr "gebranntes Kind" ist als Sie es bisher sind, glücklicherweise, möchte ich sagen. Aber ich möchte genau diese Probleme vermeiden, weil sie alle bekannt sind dadurch, daß man mal über den Zaun zu anderen Techniken kommt. Ich würde diesen Fragenkomplex, den ich eben hatte, mit der Restfestigkeit abschließen mit der Feststellung, es gibt im Reaktordruckbehälterbau keine Prüfung der Restfestigkeit, sondern Annahmen, daß sich ein Riß nicht katastrophal plötzlich weiter ausbildet.

#### Bahlo

Eine Restfestigkeit, die ja immer mit dem Begriff der Dauerfestigkeit verbunden ist, gibt es nicht im Reaktordruckbehälter. Es gibt eine Zeitfestigkeit und dafür wird ja der Reaktordruckbehälter ausgelegt. Ich komme noch einmal auf den Hansa-Jet zurück: Herr Häuser, Sie haben - ich kann sagen, daß Sie den Nachweis analytisch geführt haben und daß Sie dort meines Wissens keine Versuche durchgeführt haben und ich frage Sie jetzt weiter, haben Sie die Lastprofile, die für den Eurobus zu erwarten sind, haben Sie die bereits alle vollzogen?



Häuser

Ich möchte hier wirklich mal antworten, weil es wirklich dem tieferen Verständnis, was der Flugzeugbau heute machen muß und was die Reaktortechnik noch nicht machen muß, dient. Und zwar ist es so, wir haben eben einige semantische Begriffe gehabt, die ich etwas groß behandelt habe. Ich bin hier korrigiert worden und deshalb möchte ich dies kurz erklären: Das Wort Betriebsfestigkeit ist - ich glaube, da sind wir uns beide einig - der Überbegriff des Ganzen, über das wir hier sprechen, wenn es sich um Wechsellasten handelt. Wenn es zum Versagen kommt, dann sprechen wir von der Ermüdungsfestigkeit und wenn wir bei Wechsellasten zu keinem Versagen kommen, wenn das Teil so überdimensioniert ist, wie die Reaktorindustrie hofft mit ihrem Druckbehälter und ihren Sicherheitskomponenten, dann sprechen wir von Dauerfestigkeit, d. h. Wechsellasten machen dieses Bauteil nie kaputt. So ist unsere gemeinsame Definition, Herr Bahlo?

Bahlo

Nein. Es ist nicht Stand der Technik, einen Reaktordruckbehälter dauerfest auszulegen.

Häuser

Es geht mir nur um die Definition.

Bahlo

Die Definition: Zeitfest für bestimmte Lastzyklen, die konservativ abgeschätzt werden, die mit hoher Sicherheit hier 20-fach, dadurch, daß der Ausnutzungsgrad nicht erschöpft ist, 80 bis 100-fach vorhanden ist, das ist die eine Seite; dauerfest



ist ein Bauteil dann ausgelegt, wenn es eine unendlich hohe Anzahl von Betriebszyklen erträgt.

### Häuser

Ich bin hier nach der Auslegungsphilosophie - und da spielt gerade dieser kleine Wortstreit eine große Rolle - es gibt ein neues Vorschriftenwerk im Flugzeugbau, was seit - glaube ich 1976, ich müßte nochmal nachsehen - jetzt bindende Vorschrift ist. Im Flugzeugbau ist man aufgrund böser Erfahrungen dazu übergegangen, zu verlangen, daß sie in sich redundant ist, daß sie im rissigen Zustand, also nach einem Ermüdungsbruch noch überleben kann. Das ist die erste Forderung für vitale Komponenten. Übertragen auf die Reaktorsicherheitstechnik würde diese Forderung bedeuten, es müßten sämtliche sicherheitsrelevanten Komponenten, die Ermüdungsversagen haben können, und jedes Bauteil hat Ermüdungsversagen, die müssen so ausgelegt werden, daß sie einen Ermüdungsbruch noch überleben. Es gibt einige Komponenten, die nicht vital sind. Diese - dazu gehören erstaunliche Teile im Flugzeugbau, ich glaube sogar Triebwerksaufhängung immer noch, aber man geht davon aus, daß das überlebt werden kann - und diese Teile müssen dauerhaft sein u. zw. in dem nicht ganz so strengen Sinne wie wir sie eben definiert haben für ihr ganzes Leben, sondern sie müssen über eine vielfache Zahl der zu erwartenden Betriebslebensdauer fest sein und das heißt, das sind einschränkende Kriterien 1. sie dürfen in ihrer gesamten Lebensdauer nicht rissig sein und 2. dazu auch das Gra den der DC 10-Flotte und 2. diese sekundären Komponenten, wie man sagt, diese müssen die 5-fache Lebensdauer - also Lastwechsel - die sie je in ihrem Leben erwarten, mit maximaler Belastung überstanden haben, d. h.



sie dürfen 1. in den Betriebsjahren - 15 Jahre normalerweise beim Flugzeug - keine Risse bekommen, 2. müssen sie im Versuch vorher nachgewiesen - da gibt es keine Rechnung - also 1. der Riß darf nicht passieren nach den Lastwechseln die der Betriebslebensdauer, dann müssen sie fünfmal länger noch standhalten, ehe sie versagen dürfen, sonst darf eine solche Sekundärkomponente nicht ins Flugzeug, zum zweiten, wenn ich eine ausfalltolerante - wie es dort heißt - Komponente habe, dazu würde der Druckbehälter analog gehören - , dann muß, wenn ein Riß aufgetreten ist und dieser Riß ist erfolgt, dann muß trotzdem noch die bis zum Inspektionsintervall die dreifache Betriebsfestigkeit da sein oder Ermüdungssicherheit da sein und insgesamt muß dieses Teil dreimal sicher sein als die Lasten, die es maximal zu erleiden hat. Das ist die Philosophie im Flugzeugbau und sie darf nicht gerechnet werden, sie wird natürlich vorab gerechnet, aber sie muß nachgewiesen werden und kein Flugzeug kommt in die Luft, das dieses nicht überstanden hat. Und dann spielt es eine ganz, ganz untergeordnete Rolle, wie dick die Behälterwand ist oder nicht, sondern das wichtige ist, habe ich realistische Lastspektren - darüber haben wir erst gesprochen - zum zweiten, wenn Risse auftreten - und hier sind sie aufgetreten - kann ich behaupten und nachweisen, daß ich diese hohen Sicherheitsfaktoren überstehe, sonst ist das nicht sicher genug. Das ist die Philosophie und daran gleich die Frage: Warum haben Sie kein vergleichbares Konzept, sondern stützen sich auf ein rudimentäres oder Uraltkonzept ab, wo Sie sagen, die Ermüdungsfestigkeit handhabe ich dadurch, daß ich erstens dieses Bauteil nicht hoch belaste und zum zweiten, daß ich ja die Risse sehen kann und zum dritten, weil ich eine statische, nicht eine dynamische Probe mache, eine statische Probe, dann wird das Bauteil ja schon im nichtbetriebsfähigen Zustand versagen, falls da zu große Risse sind.



Bahlo

Zunächst, Herr Häuser, meine ich, daß wir uns jetzt, nachdem Sie Ihre Philosophie darglegt haben, darauf einigen können, daß Sie im Flugzeugbau, genau wie wir hier, mit dem Begriff oder mit der Zeitfestigkeit arbeiten. Denn sonst würden Sie ja nicht die Versagens- bzw. die Sicherheiten, die Sie eben gegen Ermüdung aufgezählt haben, dreifach gegen Bruch oder dreifach gegen Versagen usw. - ich habe das schnell nicht speichern können - vorbringen. Zum anderen. Eine üble Erfahrung haben wir, Gott sei Dank, nicht gemacht, die Sie offensichtlich gemacht haben. Ich führe es darauf zurück, daß wir hier - und ich sage das noch einmal - eine Konstruktion haben, die zwar uralt ist, das kann ich sogar zugeben, sie ist erprobt und wir bewegen uns hier, was die Konstruktion anbetrifft, in vollkommen anderen Gebieten. Wir können einen Druckbehälter mit dem Flugzeug nicht vergleichen und das hatte ich ja schon gesagt, und wir bauen unsere Sicherheit nicht allein auf die Ermüdungsanalyse auf. Wir können davon ausgehen, daß wir mit den Maßnahmen, die wir hier getroffen haben, sichergestellt haben, daß ein Versagen des Reaktor-druckbehälters nicht auftreten wird.

Häuser

Sie können es nur nicht beweisen.

Bahlo

Ich meine, den Beweis sind wir schon angetreten.

Häuser

Ich möchte nochmal eine Kritik an Ihrem Konzept - an Ihrer Auslegung - sagen, die darin besteht, daß Sie sagen, wir haben ja besondere Sorgfalt aufgewendet, um das Versagen im sta-



tischen Fall abzudecken. Wir haben sogar die Veränderung der Materialeigenschaften in Rechnung gezogen, Sprödbbruch und alle diese Diskussionen und da wir uns dort schon konservativ bewegen, sind wir natürlich mit der Ermüdungsbelastung - Wechsellasten sind bei uns Teillasten und die sind noch kleiner - da kann uns nichts passieren. So habe ich bisher aus dem vorliegenden Sicherheitsbericht und anderen Geschichten und auch der Philosophie des Asme codes gesehen, geht Ihre Auslegung. Dazu kann ich nur sagen, daß sie im Laufe ihres Druckgefäßlebens sehr nahe an diese statischen Kurven heranfahren und daß, wenn sie dann nahe heranfahren, und in jeder Literatur über Bruchmechanik können Sie nachlesen, daß ihre Spannungsintensitätsfaktoren sehr viel kleiner für Dauerfestigkeit sein müssen als diese Bruchfestigkeit, von der Sie ausgehen beim Sprödbbruch und überall, dann haben Sie überhaupt keine Sicherheiten und da Sie die Restfestigkeit oder das, was Sie mit Zeitfestigkeit betrachten, weil Sie den Restteil nicht sehen, sind Sie nicht in der Lage, überhaupt Aussagen zu machen, wie lange dieses Ding noch steht. Es ist ferner festzustellen: Die Ermüdungsfestigkeit von den Materialien, wenn man mal auf das einzelne Material und diese Abminderungsfaktoren - das habe ich durch eine Reihe von Tabellen hier gezeigt - ist abhängig beispielsweise von der Temperatur, ist abhängig von der Verschweißung, ist abhängig von der Plattierung, wie sie hier durchgeführt wurde, ist abhängig von den Bearbeitungsvorgängen und hat einen großen Streubereich. Ich möchte wissen, welche Abmilderungsfaktoren für Ihre Dauerfestigkeitsberechnungen haben Sie denn überhaupt verwendet, wenn Sie schon ein Konzept haben, wo Sie nicht prüfen, wie ist die Restfestigkeit, sondern wo Sie nur rechnen. Da müssen Sie doch starke Abmilderungsfaktoren für



jeden dieser Faktoren haben und auch das müßten Sie experimentell untersucht haben, weil das an einer einzelnen Probe schon mal annäherungsweise möglich ist.

### Bahlo

Ich antworte noch dazu u. zw. die erste Frage bezog sich auf den Einfluß der Temperatur. Die Spannungen, die wir in die Ermüdungsanalyse einbringen, wird im Verhältnis der Emodulie heraufgesetzt. Das ist der eine Punkt. Das ist eine sehr konservative Maßnahme, um den Einfluß der Temperatur zu berücksichtigen. Zum zweiten: Schweißen. Der Asme code schreibt nicht vor, daß Schweißnähte beispielsweise, die ja Einbrandkerben aufweisen können oder in Homogenitäten, die tatsächlich zu einer Herabsetzung der Ermüdungsfestigkeit führen könnten, er schreibt nicht vor, daß derartige Schweißnähte blecheben geschliffen wären. Hier werden alle Nähte blecheben geschliffen, so daß dies keinen Einfluß auf die Ermüdungsfestigkeit hat, zum zweiten: Schweißnähte werden nicht im Gebiet von Spannungskonzentrationen angeordnet, das ist ganz sicher.

Der Föhnstutzen ist nicht neben der Schweißnaht versagt, das weiß ich. Der Riß an diesem Stutzen ist in etwa 8 oder 10 mm vom Rand der Schweißnaht entfernt abgerissen u. zw. im Übergang des conischen Flanschansatzes in den zylindrischen. Das als Auskunft zu dem, was Sie eben sagten, Herr Häuser. Wir haben den Föhnstutzen weder begutachtet noch rechnerisch durchgeführt, das sagte ich schon am Anfang. Das Abreißen dieses Stutzens im System, das sollte man vielleicht hier auch nochmal mit aller Deutlichkeit sagen, wird systemtechnisch abgedeckt.



Fortsetzung der Verhandlung am 5.10.79

Bahlo

Es war gestern noch eine Frage seitens Herrn Häuser gestellt worden u. zw. nach der Ermüdungsfestigkeit des Plattierungswerkstoffes und wir wollten heute morgen zunächst einmal auf diese Frage noch eingehen. Es ist so, daß die Ermüdungsfestigkeit, dieser Plattierung besser ist, als die Grundwerkstoffe. Sie können das den Auslegungsermüdungskurven des Asme entnehmen, die an Versuchen bestimmt worden sind und darüber hinaus ist es so, daß wir bereits vor längerer Zeit Untersuchungen durchgeführt haben an Plattierungen gemeinsam mit dem Grundwerkstoff, die auch zyklisch belastet worden sind; es haben sich dort keine nachteiligen Ergebnisse ergeben oder herausgestellt. Das zu der gestrigen Frage.

Günnemann

Wir haben ja vorgetragen und wir haben eine Tabelle zur Akte gereicht, aus der sich allerdings ergibt, daß das Ermüdungsverhalten bei plattiertem Material ungünstiger ist, das widerspricht Ihrer Ausführung. Können Sie das mal feststellen?

Bahlo

Verzeihen Sie, ich habe diese Unterlagen nicht zur Akte gegeben, das ist nicht richtig.

Günnemann

Wir reden doch jetzt über die Tabellen, die Sie vom Gericht jetzt erhalten haben. Unsere Daten sagen, es liegen Erfahrungen der Wissenschaft vor, daß plattierter Stahl oder plat-