



Behörden Eigentum

DE 3447 049 A 1

71 Anmelder:

Sauerwein, Kurt, Dr., 5657 Haan, DE

74 Vertreter:

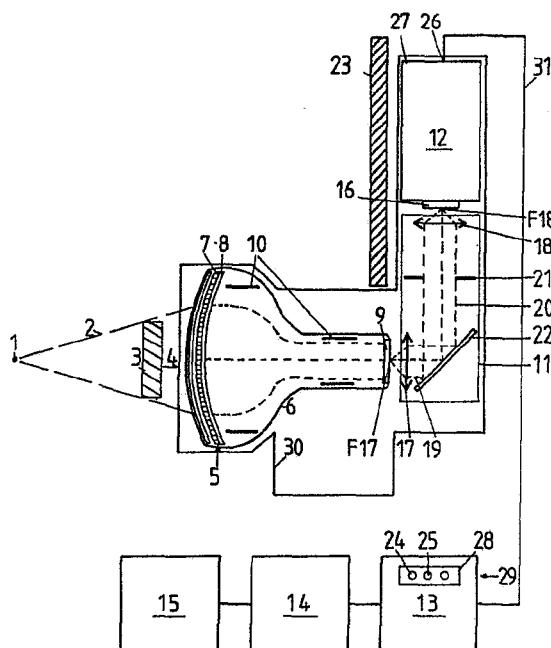
Schumacher, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
4300 Essen

72 Erfinder:

Link, Rainer, Dr., 5159 Kerpen, DE; Nuding,
Wolfgang, Dr., 5210 Troisdorf, DE; Sauerwein, Kurt,
Dr., 4006 Erkrath, DE

54 Vorrichtung zur zerstörungsfreien Durchstrahlungsprüfung mit Röntgen- oder Gamma-Strahlen

Bei einer Vorrichtung zur zerstörungsfreien Durchstrahlungsprüfung mit Röntgen- oder Gammastrahlen, bestehend aus einem Bildwandler (6) mit einem Eingangsschirm (5) und einem Ausgangsschirm (9) zum Umwandeln des Röntgen- oder Gammastrahlenbildes auf den Eingangsschirm (5) in ein Bild im Wellenlängenbereich etwa des sichtbaren Lichtes auf dem Ausgangsschirm (9) und einer im Strahlengang hinter dem Ausgangsschirm (9) angeordneten Kamera (12) zur unmittelbaren Aufnahme des Bildes auf dem Ausgangsschirm (9) wird die Bildqualität dadurch verbessert, daß die Kamera eine Fernsehkamera mit einem derart großen Dynamikumfang ist, daß der Rauschpegel bei der größten Verstärkung des Eingangssignals weniger als 0,5% des Ausgangssignals beträgt.



DE 3447 049 A 1



Kaiser-Friedrich-Ring 70
D-4000 DÜSSELDORF 11

PATENTANWALT 3447049
DIPL.-PHYS. DR. H. SCHUMACHER
EUROPEAN PATENT ATTORNEY

Mein Zeichen 23 753 III

Datum: 21. Dez. 1984

Dr. Kurt Sauerwein, Bergische Str. 16, 5657 Haan/Rhld. 1

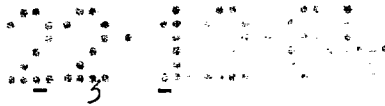
Vorrichtung zur zerstörungsfreien Durchstrahlungsprüfung mit
Röntgen- oder Gamma-Strahlen

A n s p r ü c h e :

1. Vorrichtung zur zerstörungsfreien Durchstrahlungsprüfung mit Röntgen- oder Gammastrahlen, bestehend aus einem Bildwandler (6) mit einem Eingangs- und einem Ausgangsschirm (5 und 9) zum Umwandeln des Röntgen- oder Gammastrahlenbildes auf dem Eingangsschirm (5) in ein Bild im Wellenlängenbereich etwa des sichtbaren Lichtes auf dem Ausgangsschirm (9) und einer im Strahlengang hinter dem Ausgangsschirm (9) angeordneten Kamera zum unmittelbaren Aufnehmen des Bildes auf dem Ausgangsschirm (9),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Kamera eine Fernsehkamera mit einem derart großen Dynamikumfang ist, daß der Rauschpegel bei der größten Verstärkung des Eingangssignals weniger als etwa 0,5% der Größe des Ausgangssignals beträgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fernsehkamera eine derart hohe Linienauflösung aufweist, daß mindestens 600 Linienpaare noch aufgelöst werden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Szintillationsschicht des Eingangsschirmes (5) zur Umwandlung der Röntgen- oder Gammastrahlen in Licht aus etwa parallel zueinander angeordneten, normal zum Eingangsschirm (5) sich erstreckenden Kristallnadeln (7) aus einem

szintillierenden Material besteht, die die Eigenschaft zum räumlich differenzierten, gerichteten Weiterleiten des Lichtes (fiberglasoptische Eigenschaft) aufweisen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kristallnadeln (7) mindestens 0,5 mm lang sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Abbildungssystem (11) zwischen dem Ausgangsschirm (9) des Bildwandlers (6) und der Aufnahmeebene (16) der Kamera aus zwei Tandemobjektiven (17, 18) besteht, von denen das bildwandlerseitige Objektiv (17) bildwandlerseitig einen Brennpunkt (F_{17}) aufweist, der im Ausgangsschirm (9) des Bildwandlers (6) liegt und dessen kameraseitiger Strahlengang (19) parallel ist, und von denen das kameraseitige Objektiv (18) kameraseitig einen Brennpunkt (F_{18}) aufweist, der in der Aufnahmeebene (16) der Kamera liegt und dessen bildwandlerseitiger Strahlengang (20) parallel ist, wobei die Strahlengänge (19, 20) zwischen den beiden Objektiven (17, 18) durch optische Ausrichtung zusammenfallen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang (19, 20) zwischen den beiden Objektiven (17, 18) eine auf den Strahlengang (19, 20) optisch ausgerichtete einstellbare Blende (21) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang (19, 20) zwischen den beiden Objektiven (17, 18) eine totalreflektierende Platte (22) zur Umlenkung des Strahlenganges (19, 20) angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Strahlenschutzschirm (23) zwischen dem Bildwandler (6) und der Kamera (12) angeordnet ist.



3447049

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände der Objektive (17, 18) von dem Ausgangsschirm (9) und der Aufnahmeebene (16) getrennt justierbar sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kamera eine Fernsehkamera (12) ist und mindestens eine Handhabe (24) zum Fokussieren des Elektronenstrahls der Fernsehkamera (12) auf deren Aufnahmeebene (16), eine Handhabe (25) zum Einstellen der Kontrastverstärkung* durch eine Öffnung (26) im Kameragehäuse (27) nach außen geführt und dort in einem Bedientableau (28) angeordnet und betätigbar sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Bedientableau (28) auf einem Steuerpult (29) angeordnet ist.

* sowie eine Handhabe zum Einstellen der Helligkeit

B e s c h r e i b u n g :

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1, demnach also eine Vorrichtung zur zerstörungsfreien Durchstrahlungsprüfung mit Röntgen- oder Gammastrahlen, bestehend aus

- a) einem Bildwandler mit einem Eingangs- und einem Ausgangsschirm zum Umwandeln des Röntgen- oder Gammastrahlenbildes auf dem Eingangsschirm in ein Bild im Wellenlängenbereich etwa des sichtbaren Lichtes auf dem Ausgangsschirm und
- b) einer im Strahlengang hinter dem Ausgangsschirm angeordneten Kamera zur unmittelbaren Aufnahme des Bildes auf dem Ausgangsschirm.

Solche Vorrichtungen sind bekannt. In der Regel wird als Kamera eine allgemein als Fernsehkamera bezeichnete Kamera verwendet, bei der das in der Aufnahmeebene abgebildete Bild mittels eines zeilenförmig geführten Elektronenstrahls abgetastet wird. Die Bildqualität so aufgenommener und auf einem Monitor darstellbarer Durchstrahlungsbilder ist bei den bekannten Vorrichtungen unzureichend, insbesondere werden die Gütekriterien der Deutschen Industrienorm DIN 54 109 die für die Durchstrahlungsprüfung mit Röntgenfilmen gültig sind, in der überwiegenden Zahl der Fälle nicht erfüllt.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art (Durchstrahlungsprüfgerät) zu schaffen, das im gesamten in der Durchstrahlungsprüfung gängigen Energiebereich, insbesondere im Energiebereich zwischen 30 keV und 15 MeV, der verwendeten Röntgen- oder Gammastrahlung solche Prüfergebnisse liefert, die etwa die Gütekriterien der Deutschen Industrienorm, die

für die Durchstrahlungsprüfung mit Röntgenfilmen gültig sind, erfüllen; insbesondere soll eine Bildverarbeitung unter Verwendung einer elektronischen Bildverarbeitungsanlage mit Summationsmöglichkeiten über mehrere Fernsehbilder möglich sein, ferner sollte das Durchstrahlungsprüfgerät von außen manipulierbare Einstellmöglichkeiten zur Verbesserung der Bildqualität aufweisen und an das jeweilige Prüfproblem derart anpaßbar sein, daß ein für das Prüfproblem optimales Durchstrahlungsbild erhalten wird; schließlich ist es erwünscht, das vom Ausgangsschirm des Bildwandlers imitierte Licht möglichst vollständig zu sammeln und zur Auswertung zu bringen und die Ausleuchtung der Durchstrahlungsbilder zu optimieren.

Zur L ö s u n g dieser Aufgabe wird eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 vorgeschlagen.

Zweckmäßige Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes, die insbesondere eine hohe Bildqualität und einfache Bedienbarkeit ohne*technischen Aufwand sowie eine einfache Anpassung an das jeweilige Prüfproblem gewährleisten, sind in weiteren Ansprüchen enthalten.

Wenn die Szintillationsschicht des Eingangsschirmes zur Umwandlung der Röntgen- oder Gammastrahlen in Licht erfindungsgemäß aus etwa parallel zueinander angeordneten, bevorzugt 0,5-2 mm oder noch längeren, normal zum Eingangsschirm sich erstreckenden Kristallnadeln aus einem szintillierenden Material bestehen, die die Eigenschaft zum räumlich differenzierten, gerichteten Weiterleiten des Lichtes (fiberglasoptische Eigenschaft) aufweisen, wird es möglich, das erfindungsgemäße Durchstrahlungsprüfgerät auch zum Nachweis von
* hohen

Durchstrahlungsbildern einzusetzen, die mit Strahlungsenergien bis zu 15 MeV erhalten werden. Sie eignen sich aber in gleicher Weise auch zum Einsatz bei niedrigeren Strahlungsenergien. Auch bei diesen macht die Verwendung des erfindungsgemäßen Eingangsschirmes den Bildverstärker gegenüber bekannten Bildverstärkern überlegen, da die Szintillationsschicht, die vorzugsweise aus CsJ besteht, relativ dicker sein kann und daher einen höheren Anteil der Strahlung absorbiert und in Licht umsetzt. Durch Verwendung eines Bildverstärkers mit einem Beryllium-Eingangsfenster läßt sich das erfindungsgemäße Durchstrahlungsprüfungsgerät sogar noch mit Röntgenstrahlung von einigen keV anwenden.

Wenn die Optik der Kamera, insbesondere der Fernsehkamera, ersetzt wird durch ein zwischen dem Ausgangsschirm des Bildwandlers und der Aufnahmeebene der Kamera angeordnetes optisches Abbildungssystem aus zwei Tandemobjektiven, von denen das bildwandlerseitige Objektiv bildwandlerseitig einen Brennpunkt aufweist, der im Ausgangsschirm des Bildwandlers liegt und dessen kameraseitiger Strahlengang parallel ist, und von denen das kameraseitige Objektiv kameraseitig einen Brennpunkt aufweist, der in der Aufnahmeebene der Kamera liegt und dessen bildwandlerseitiger Strahlengang parallel ist, wobei die Strahlengänge zwischen den beiden Objektiven durch optische Ausrichtung zusammenfallen, wird der beobachtbare Raumwinkel der vom Ausgangsschirm des Bildwandlers ausgehenden Lichtstrahlen erheblich größer als bei den bekannten Durchstrahlungsprüfgeräten. Das bildwandlerseitige Objektiv kann dann den kleinstmöglichen Abstand vom Ausgangsschirm des Bildwandlers haben, so daß bei entsprechendem Objektivdurchmesser annähernd das gesamte vom Ausgangsschirm ausgehende Licht zur Auswertung gelangt.

Bei einer praktischen Ausführungsform eines derartigen Abbildungssystems sind die Abstände der Objektive von dem Eingangsschirm bzw. der Aufnahmeebene getrennt justierbar, wobei vor allem ^{beim} bildwandlerseitigen Objektiv eine Justierung im μm -Bereich zur optimalen Scharfstellung erforderlich ist. Der Abbildungsmaßstab des Ausgangsschirmes des Bildverstärkers auf die Aufnahmeebene der Kamera wird durch entsprechende Wahl der Objektivbrennweiten in an sich bekannter Weise festgelegt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist bei einem derartigen optischen Abbildungssystem im Strahlengang zwischen den beiden Objektiven eine auf den Strahlengang optisch ausgerichtete einstellbare Blende, insbesondere eine Irisblende, angeordnet. Die Blende befindet sich also im Bereich der parallelen Lichtstrahlen und ermöglicht eine Optimierung der Kameraausleuchtung.

Wenn, gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung, bei dem optischen Abbildungssystem aus zwei Tandemobjektiven im Strahlengang zwischen diesen beiden Objektiven eine totalreflektierende Fläche (Platte) zum Beispiel in Form eines Spiegels oder eines Prismas zur Umlenkung (Abwinkelung) des Strahlenganges angeordnet ist, wird die Kamera in erheblich geringerem Maße der Röntgen- bzw. Gamma-Strahlung ausgesetzt, weil die Hauptstrahlungsrichtung der entsprechenden Strahlenquelle im Winkel zur Aufnahme- richtung der Kamera steht und die Kamera aufgrund der Strahlenparallelität zwischen den beiden Tandemobjektiven im Prinzip unendlich weit vom Strahlungsbereich der Strahlenquelle beabstandet werden kann. Bevorzugt ist jedoch ein besonderer Strahlenschutzschirm zwischen dem Bildwandler bzw. der Strahlungsquelle und der Kamera angeordnet, so daß diese auch vor Streustrahlung und vor den Randstrahlen des Röntgen- oder Gamma-Strahlenganges geschützt ist. Ein solcher Strahlenschutzschirm kann zum Beispiel aus Blei hergestellt sein und hat besondere Vorteile bei Durchstrahlungsaufnahmen mit hohen Strahlungsenergien.

Wenn die Kamera eine sogenannte Fernsehkamera - wie weiter oben beschrieben - ist und mindestens eine Handhabe zum Fokussieren des Elektronenstrahls der Fernsehkamera auf deren Aufnahmeebene sowie eine Handhabe zum Einstellen der Kontrastverstärkung* durch eine Öffnung im Kameragehäuse nach außen geführt und dort in einem Bedientableau angeordnet und betätigbar ist, können am Monitor erheblich verbesserte Bildqualitäten erreicht werden. Demgegenüber liefert eine handelsübliche Fernsehkamera ein Videosignal, das auf einem Monitor sichtbar gemacht wird, wobei etwaige Überstrahlungen am Objektiv der Fernsehkamera weggeregelt werden. Diese Art der Handhabung ist jedoch von Nachteil, weil sich das Kameraobjektiv bei den bekannten Bestrahlungsprüfeinrichtungen in Strahlungsrichtung der Röntgen- oder Gamma-Strahlung befindet und jede Manipulation am Objektiv eine Lichteinbuße zur Folge hat. Eine Beeinflussung der Elektronenstrahlfokussierung, der Kontrastverstärkung oder der Helligkeit ist bei den bekannten Fernsehkameras lediglich intern, d.h. innerhalb des Gehäuses vorgesehen. Diese Werte werden einmal eingestellt und abgeglichen und können daher während der Aufnahme nicht mehr verändert werden. Speziell bei zu schwach oder zu stark ausgeleuchteten aufzunehmenden Bildern, wie sie bei der Bestrahlungsprüfung häufig vorkommen, sind diese Standardeinstellungen unzureichend; es kann daher vorkommen, daß Informationen, die im Durchstrahlungsbild auf dem Ausgangsschirm des Bildwandlers vorhanden sind, von der Fernsehkamera nicht erfaßt werden. Details, die auf diese Weise verlorengegangen sind, lassen sich beispielsweise durch Einstellung von Helligkeit und Kontrast am Monitor nicht wiedergewinnen. Wenn aber, wie vorangehend beschrieben, die Handhaben zumindest der wichtigsten Einstellgrößen (Regelfunktionen) durch das Kameragehäuse nach außen geführt und von dort auch während der Aufnahme extern bedienbar sind, wird es möglich, die vom Ausgangsschirm des Bildwandlers ausgehende Bildinformation, auch tatsächlich auf dem Monitor wiederzugeben. Die wichtigste Stellgröße ist die Kontrastverstärkung und die Elektronenstrahlfokussierung, es kann aber auch eine weitere nach außen geführte Handhabe für die

*und vorzugsweise auch der Helligkeit



3447049

- 9 -

Helligkeitsbeeinflussung sowie andere Einstellgrößen vorgesehen sein. Mit der Handhabe zum Fokussieren des Elektronenstrahls zur Abtastung der Aufnahmeebene (lichtempfindliche Schicht) kann ein Nachfokussieren jederzeit erfolgen. Dies ist zum Beispiel dann nötig, wenn sich die Fernsehkamera im Bereich magnetischer Streufelder befindet oder einmal einen Stoß erleidet, so daß die Fokussierung nicht mehr optimal ist. Mit der externen Beeinflussung der Kontrastverstärkung der Fernsehkamera wird erreicht, daß bei Übersichtsaufnahmen die Kontrastverstärkung klein gewählt werden kann, so daß auch die hellsten und dunkelsten Bildbereiche ohne Überstrahlungen sichtbar werden. Bei der Betrachtung bestimmter, kontrastarmer Bildteile kann die Kontrastauflösung erhöht werden. Bei einer praktischen Ausführungsform ist das Bedientableau auf einem Steuerpult angeordnet, wobei bevorzugt zwischen dem Kameragehäuse und dem Steuerpult ein Strahlenschutzschirm angeordnet ist, der eine Durchführung zum Beispiel für die Verbindungskabel aufweist. Auf diese Weise kann das Durchstrahlungsprüfgerät innerhalb eines Strahlenschutzraumes angeordnet und von außerhalb desselben am Steuerpult auch in Abständen von 20 - 50 m bedient werden. Auf diese Weise ist eine Beeinflussung der Einstellgrößen bei laufender Prüfung zum Erhalt einer optimalen Bildqualität möglich.

Wenn die Kamera eine Fernsehkamera mit einem derart großen Dynamikumfang ist, daß der Rauschpegel bei der größten Verstärkung des Eingangssignals weniger als etwa 0,5%, vorzugsweise weniger als 0,25%, des Ausgangssignals beträgt, wird dadurch eine spürbare Verbesserung der Bildqualität erreicht. Bisher sind bei den Bestrahlungsprüfgeräten der eingangs genannten Art nur solche Kameras verwendet worden, bei denen der Rauschpegel bei Vollaussteuerung der Verstärkung mehr als 3% des Ausgangssignals betrug. Überraschenderweise wurde gefunden, daß dieser - bisher als unbedeutend bewertete - Rauschpegel bei der Durchstrahlungsprüfung von erheblichem Einfluß auf die Bildqualität ist

- 7 -

und die Vergrößerung des Dynamikbereiches, d.h. die Verringerung des auf die Vollaussteuerung bezogenen Rauschpegels einen überraschend hohen Einfluß auf die Qualität des Durchstrahlungsbildes ausübt. Bevorzugt soll eine solche Fernsehkamera mit hohem Dynamikbereich auch eine hohe Linienauflösung aufweisen, so daß mindestens 600 Linienpaare noch aufgelöst werden. Bevorzugt liegt die Linienauflösung zwischen 600 und 700 Linienpaaren, während übliche Fernsehkameras nur Linienauflösungen von etwa 350 Linienpaaren haben. Die Zeilenzahl einer solchen Fernsehkamera kann 625 Zeilen betragen. Es ist aber auch möglich, eine Zeilenzahl von 875 oder 1250 zu wählen.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstandes der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Durchstrahlungsprüfgerätes dargestellt worden ist:

Eine Strahlungsquelle 1 durchleuchtet mit ihrem Strahlenbündel 2 ein Prüfobjekt 3, dessen geschwächte Durchleuchtungsstrahlen 4 auf den Eingangsschirm 5 eines Bildwändlers 6 treffen. Der Eingangsschirm 5 besteht aus einer Scheibe aus CsJ-Kristallen (Kristallnadeln) 7, die nadelförmig gewachsen sind, so daß die optischen Eigenschaften der Kristallscheibe denen einer Faseroptik entsprechen, und einer darauf aufgedampften Fotokathode 8 aus Trialkali. Die den Eingangsschirm 5 in Richtung auf den Ausgangsschirm 9 verlassenden Elektronen werden durch eine Elektronenoptik 10 stark gebündelt. Eine Lichtoptik (optisches Abbildungssystem) 11 bildet das Bild des Ausgangsschirmes 9 auf die Aufnahmeöhre (Aufnahmeebene) einer Fernsehkamera 12 ab, deren Signal wahlweise auf einem Monitor 15 betrachtet werden kann oder in einem Elektroniksystem 13 digitalisiert, integriert, normiert und in der nachfolgenden Bildverarbeitung 14 gespeichert werden kann.

-11-

Der Eingangsschirm 5 und der Bildwandler 6 können zum Beispiel so beschaffen sein, wie in der europäischen Offenlegungsschrift 0 042 149 A1 beschrieben.

Das optische Abbildungssystem 11 besteht aus zwei Tandemobjektiven 17 und 18, von denen das bildwandlerseitige Objektiv 17 bildwandlerseitig einen Brennpunkt F_{17} aufweist, der im Ausgangsschirm 9 des Bildwandlers 6 liegt und dessen kameraseitiger Strahlengang 19 parallel ist. Das kameraseitige Objektiv 18 weist einen Brennpunkt F_{18} auf, der in der Aufnahmeebene 16 der Fernsehkamera 12 liegt und dessen bildwandlerseitiger Strahlengang 20 parallel ist, wobei die Strahlengänge 19, 20 zwischen den beiden Objektiven 17 und 18 durch optische Ausrichtung zusammenfallen. Dabei ist eine auf den Strahlengang 19, 20 optisch ausgerichtete einstellbare Blende, vorzugsweise eine Irisblende 21 im Strahlengang 19, 20 zwischen den beiden Objektiven 17 und 18 angeordnet. Ferner ist eine totalreflektierende Platte 22 zur Umlenkung des Strahlenganges 19, 20 zwischen den beiden Objektiven 17 und 18 vorgesehen.

Ein Strahlenschutzschirm 23 zwischen dem Bildwandler 6 bzw. dem Strahlungskegel der Strahlungsquelle 1 und der Fernsehkamera 12 aus z.B. Blei schützt die Fernsehkamera vor hochenergetischer Strahlung. Das den Bildwandler 6, das optische Abbildungssystem 11 und die Fernsehkamera 12 umschließende Gehäuse 30 kann die Funktion des Strahlenschutzschirmes 23 übernehmen.

Die Abstände der Objektive 17 und 18 von dem Ausgangsschirm 9 und der Aufnahmeebene 16 sind getrennt sehr präzise justierbar.

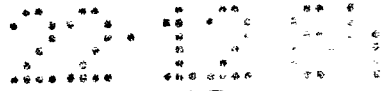
Zum Fokussieren des Elektronenstrahls der Fernsehkamera 12 auf deren Aufnahmeebene 16 ist eine Handhabe 24 vorgesehen;



- 12 -

3447049

eine weitere Handhabe 25 dient zum Einstellen der Kontrastverstärkung. Beide Handhaben sind durch eine in der Zeichnung nur schematisch dargestellte Öffnung 26 im Kameragehäuse 27 nach außen geführt und dort über ein Kabel 31 an einem Bedientableau 28 auf einem Steuerpult 29 betätigbar. Der Rauschpegel der Fernsehkamera bei der größten Verstärkung des Eingangssignals beträgt 0,25% des Ausgangssignals. Die Linienauflösung der Fernsehkamera 12 beträgt 700 Linienpaare, wobei die Bildabtastung in 625 Zeilen erfolgt.



Bezugszeichenliste

1	Strahlungsquelle
2	Strahlenbündel
3	Prüfobjekt
4	Durchleuchtungsstrahlen
5	Eingangsschirm
6	Bildwandler
7	Kristallnadeln
8	Fotokathode
9	Ausgangsschirm
10	Elektronenoptik
11	optisches Abbildungssystem
12	Fernsehkamera
13	Elektroniksystem
14	Bildverarbeitung
15	Monitor
16	Aufnahmeebene
17	Tandemobjektiv
18	Tandemobjektiv
19	Strahlengang
20	Strahlengang
21	Irisblende
22	Platte
23	Strahlenschutzschirm
24	Handhabe
25	Handhabe
26	Öffnung
27	Kameragehäuse
28	Bedientableau
29	Steuerpult
30	Gehäuse
31	Kabel
F ₁₇	Brennpunkt
F ₁₈	Brennpunkt

