

Abs	VDI Nachrichten (11.6.1999)	Frankfurter Rundschau (17.8.1999)	Abs
	<p>Technik und Wirtschaft Ausrangierte TV-Röhren sollen Tschernobyl-Ruine sanieren (Michael Franken, Fotos: Zillmann, ap)</p>	<p>Umwelt und Wissenschaft Ein neuer Sarkophag aus alten Bildröhren Deutsche Ingenieure haben ein Konzept zur Sanierung der Reaktor-Ruine von Tschernobyl entwickelt. (Michael Franken, Absatzfolge umgestellt)</p>	
0	Energie: Spezielle Bausteine aus Fernseh-Röhren schirmen gefährliche radioaktive Strahlung ab		0
0	Während die EU-Kommission sich seit Jahren anstrengt, eine Lösung für den maroden Sarkophag in Tschernobyl zu finden, hat ein Ingenieurteam den Stein der Weisen schon längst gefunden. Nur kleine Firmen haben es schwer im Wettlauf um die Sanierung.	Mit einem neuartigen Baustein wollen deutsche Ingenieure die Reaktor-Ruine von Tschernobyl sanieren. Auch in Deutschland könnte die Patentlösung beim Bau neuer atomarer Zwischenlager schon bald zum Einsatz kommen.	
1	Dieter Klein hat lange mit seinem Partner Yorck Otto getüftelt. Seit Jahren befassen sie sich in ihrer Münchener Firma Stratecon mit dem Sanierungsfall Tschernobyl . Eine nicht leicht zu lösende Aufgabe.	Anfang August in Garching bei München. Für Dieter Klein war es ein wichtiger Termin. Der studierte Diplom-Ingenieur konnte seine Vorstellungen über strahlensicheres Baumaterial den Forschern der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) vorstellen. Lange hat der 52-jährige Physiker getüftelt , lange hat er nach einer wirtschaftlich und technisch-ausgereiften Lösung gesucht, um den maroden Beton-Sarkophag des ukrainischen Atomkraftwerks Tschernobyl mit einer sicheren Methode quasi in Fertigbauweise sanieren zu können. Sein Vorschlag ist verblüffend einfach: Alte, ausrangierte Bildröhren will Klein zusammen mit seinem Partner Yorck Otto in Beton packen, als sogenannte Strahlenschutz-Bausteine sollen sie in der Ukraine zum Einsatz kommen. "Das Konzept ist vielversprechend", meint GRS-Gutachter Klaus Gewehr.	1
		Klein und Otto sind von ihrer patentierten Erfindung überzeugt. Mit dem neuartigen Baustein wollen sie zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen. "Mit unserem Konzept können wir den Strahlenschutz von Atomanlagen wesentlich verbessern und gleichzeitig problematischen Elektronikschrott so entsorgen, dass keine neuen Umweltprobleme bei der Abfallbeseitigung entstehen", meint Klein.	2
		Die Zeit drängt, da sind sich die beiden Elektronikschrott-Experten sicher.	6
	Nach der Explosion in Block 4 des Kraftwerks am 26. April 1986 wurde mehr schlecht als recht von einigen tausend Arbeitern hastig ein Sarkophag aus Stahl und Beton über dem zerstörten Reaktor errichtet.	Nach der Explosion in Block 4 des AKW-Komplexes in Tschernobyl am 26. April 1986 wurde mehr schlecht als recht von einigen tausend Arbeitern hastig eine Hülle aus Beton und Stahl innerhalb von sechs Monaten nach dem Super-GAU errichtet . Aufgrund der starken Strahlung musste der Aufbau des Sarkophags schnell und mit einfachen Mitteln erfolgen. "Diese Schutzhülle war von Anfang an nicht als dauerhafte Lösung gedacht", sagt Dieter Klein.	

Abs	VDI Nachrichten (11.6.1999)	Frankfurter Rundschau (17.8.1999)	Abs
	Nach 13 Jahren ist die Hülle zwar noch nicht so löchrig wie ein Schweizer Käse, doch seit langem klaffen Hunderte von Rissen und teilweise große Löcher in der Überdachung.	Nach 13 Jahren ist die Hülle zwar noch nicht so löchrig wie ein Schweizer Käse, doch es klaffen hunderte Risse und teilweise große Löcher in der Überdachung.	
	30 Jahre sollte die Abschirmung halten, dicht bleiben - die Konstrukteure haben die Rechnung ohne die harten Strahlen gemacht,	30 Jahre sollte der Betonmantel eigentlich halten und dicht bleiben, doch die Konstrukteure haben die Rechnung ohne die harten Strahlen gemacht,	
	die den Schutzmantel schon längst weichgekocht haben.	die den Schutzschild schon längst an unzähligen Stellen weichgekocht haben.	
2	Damit nicht genug:		
	Der insgesamt 60 m hohe und über 300 000 t schwere Sarkophag versinkt langsam,	Der insgesamt 60 Meter hohe und über 300 000 Tonnen schwere Betonmantel versinkt langsam,	7
	aber sicher im sumpfigen und erdbebengefährdeten Untergrund.	aber sicher im sumpfigen Untergrund.	
	"Die Sanierung von Tschernobyl ist dringend geboten, um eine zweite Verstrahlung weiter Landesteile zu verhindern", meint Experte Klein.	"Die Sanierung der Hülle ist dringend geboten, um eine zweite Verstrahlung weiter Landesteile zu verhindern", klärt GRS-Experte Klaus Gewehr auf.	
3	Die größten Sorgen bereitet Ingenieuren die Schutzhülle.	Die größten Sorgen bereitet Technikern und Ingenieuren aus Kiew der poröse Sarkophag.	
	Bricht dieser Mantel zusammen, dann werden Tonnen hochradioaktiven Staubs aus dem Innern des Sarkophags freigesetzt und verseuchen erneut die Umgebung von Tschernobyl.	Kracht der Mantel zusammen, dann werden rund 80 Tonnen hochradioaktiven Staubs aus dem Innern des Schrottreaktors freigesetzt. Damit nicht genug:	
	Und außerdem dringt von außen Wasser ins Reaktorinnere. Die Folge:	Von außen dringt Wasser ins Innere des Meilers.	
	Durch Versickern im Untergrund können Radionuklide bis in die Grundwasserressourcen des Dnipro-Beckens gelangen.	Durch Versickern in den Untergrund gelangen Radionuklide bis in das Grundwasser des Dnepro-Beckens.	
	"Das könnte auf Dauer zu einer ernsthaften Gefährdung des Trinkwassers im Raum Kiew führen", erklärt Klein.	"Eine Gefährdung des Trinkwassers im Raum Kiew wird immer wahrscheinlicher", weiß GRS-Physiker Gewehr.	
4	Bis 1996 wurden zahlreiche Vorschläge für eine Sanierung des Reaktors erarbeitet. Russische, ukrainische und westliche Experten und Organisationen haben Konzepte entwickelt,	Bis 1996 wurden zahlreiche Vorschläge für eine Sanierung des Reaktors erarbeitet. Russische, ukrainische und westliche Experten haben etliche Konzepte entwickelt,	8
	doch kein Vorschlag ist bislang von der ukrainischen Regierung akzeptiert worden.	doch kein Vorschlag wurde bisher von der Kiewer Regierung akzeptiert.	
5	Das etwas getan werden muß, ist allen Kennern der strahlenden Szene klar. "Die einfachste Lösung wäre, eine zweite Schutzhülle zu bauen, um den porösen Sarkophag wirkungsvoll einzukapseln zu können", sagt Tschernobyl-Kenner Klein. Er hat zusammen mit seinem Geschäftspartner auch schon eine patentierte Lösung zu Hand.		
	Die Idee ist einfach, aber auch verblüffend genial. Alte ausrangierte Bildröhren wollen Klein und Otto als radioaktiven Strahlenschutz einsetzen.	Klein und Otto hoffen nun auf einen Durchbruch bei den stagnierenden Gesprächen. Ihr Vorschlag: Die westlichen Länder könnten alte TV-Röhren liefern, vor Ort in der Ukraine würden daraus dann Strahlenschutzsteine gebaut.	
6	Der Ausgangspunkt: Die Entsorgung und das Recycling von Farbfernseh-Bildröhren ist alles andere als unproblematisch.	Gerade mit dem Recycling von Farbfernseh-Bildröhren tun sich die Verwertungsbetriebe schwer.	3

Abs	VDI Nachrichten (11.6.1999)	Frankfurter Rundschau (17.8.1999)	Abs
	Diese Röhren stellen aufgrund ihrer giftigen Inhaltsstoffe ein erhebliches Umweltproblem dar. Nach Angaben des Bundesverbandes der Deutschen Entsorgungswirtschaft (BDE) müssen derzeit etwa eine halbe Million Bildröhren pro Jahr entsorgt werden.	Die gängigen TV-Röhren stellen aufgrund ihrer toxischen Inhaltsstoffe ein erhebliches Risiko dar.	
	Ein Fernsehapparat wiegt etwa 30 kg, wovon rund 21 kg auf die Farbbildröhre entfallen.	Ein handelsüblicher Fernsehapparat wiegt etwa 45 Kilogramm, etwa die Hälfte des Gewichts entfällt auf die Bildröhre. Das Kunststoffgehäuse und das elektronische Innenleben lassen sich durchaus relativ leicht zerkleinern und wieder verwerten.	
	Ein echter Problemfall für deutsche Recycling-Ingenieure ist die Bildröhre.	Nur die Glasröhren machen den Demontagebetrieben große Kopfschmerzen.	
		Nach Angaben des Bundesverbandes der Deutschen Entsorgungswirtschaft (BDE) müssen derzeit etwa eine halbe Million TV-Apparate pro Jahr entsorgt werden.	4
	"Eine schmutzige, giftige Angelegenheit", meint Röhrenfachmann Klein.	"Eine schmutzige, giftige Angelegenheit", meint BDE-Experte Hanskarl Willms.	
7	Gerade die Stoffe, die in geringen Mengen in der Röhre stecken, sind besonders giftig.	Das Glas kann nämlich nicht so ohne weiteres in Schmelzöfen landen. Die Bildröhre enthält viel Blei, um die von der hohen Anodenspannung - immerhin bis zu 30 000 Volt - ausgelöste Röntgenstrahlung vom Zuschauer fernzuhalten. Und dann sind da noch etwa ein Dutzend weitere chemische Beimischungen.	
	Leuchtstoffe, deren wesentlicher Bestandteil Zinksulfid ist.	Darunter Leuchtstoffe, deren wesentlicher Bestandteil Zinksulfid ist.	
	Außerdem enthält die Röhre Cadmium-Sulfid und neben Aluminium noch winzige Mengen Barium. Eine intensivere Betrachtung der Glas-Zusammensetzung der gängigen Farbbildröhren zeigt, daß keineswegs reines Glas verwendet wird,	Außerdem enthalten die Röhren Cadmium-Sulfid und neben Aluminium auch noch winzige Mengen Barium.	
	sondern Konus und Schirm aus unterschiedlichen Glasmischungen bestehen.	Der Konus und das dicke Bildfenster bestehen aus unterschiedlichen Zusätzen und Glasmischungen.	
	Beim Konus handelt es sich um Bleiglas (6,3 kg), das Schirmglas ist hingegen aus Ba/Sr-Silicatglas (12,3 kg). Aber auch Glasemaille,	Beim Konus handelt es sich um Bleiglas, das Schirmglas besteht aus einer Mixture aus Ba/Sr-Silicatglas. Und dann taucht je nach Hersteller auch noch Glas-Emaille,	
	also Glaslot auf Bleiboratbasis, ist mit etwa 100 g vertreten.	also Glaslot auf Bleiboratbasis, auf. Und weil beinahe jeder Fernsehgeräte-Hersteller seine eigene Mischung hat, können die TV-Röhren eben nicht so locker wie alte Marmeladengläser eingeschmolzen werden. Noch gibt es kein standardisiertes Einheitsglas, das später wieder problemlos eingeschmolzen werden könnte.	
		Während sich die Recyclingbranche schon seit Jahren den Kopf über einen sauberen Ausweg aus dem Entsorgungsdilemma zerbricht, sind die Münchener Tüftler Klein und Otto schon ein wenig weiter gekommen. "Am Anfang hatten wir	5

Abs	VDI Nachrichten (11.6.1999)	Frankfurter Rundschau (17.8.1999)	Abs
		nur die Gewissheit, dass sich die Mischung des Röhrenglases besonders gut für die Abschirmung radioaktiver Strahlen eignet", erinnert sich Yorck Otto.	
	Und nun der bislang von sämtlichen Tschernobyl-Sanierern nicht zur Kenntnis genommene Clou: Diese Mischung der Gläser eignet sich besonders für die Strahlenabschirmung.	Nach ersten Kontakten mit der Universität Kiew und zahlreichen Besuchen in Tschernobyl stand für die beiden Geschäftsführer der Münchener Firma Stratecon fest, dass sich mit einem neuen Betonbaustein, der im Innern alte TV-Röhren enthält, die strahlende Altlast in der Ukraine relativ einfach und auch für Jahrzehnte sicher einbunkern lässt.	
8	Einige Universitäten wie die TU Ilmenau, die TU Erlangen und auch die ukrainische Universität in Kiew haben bereits erfolgversprechende Laborversuche mit Blick auf das Absorptionsverhalten von Bildröhrenglas durchgeführt.	Erfolgreiche Laborversuche mit Blick auf das radioaktive Absorptionsverhalten von Bildröhrenglas wurden an der TU Ilmenau und an der TU Erlangen bereits durchgeführt.	
9	Warum also erst die Bildröhren beim Recycling mühsam von ihren gefährlichen Leuchtstoffen und Beschichtungen befreien, wenn es auch anders geht?	Otto: "Die Ergebnisse haben wir uns im Mai vorigen Jahres vom Deutschen Patentamt absegnen lassen."	
10	Die Farbbildröhre wird mit all ihren Inhaltsstoffen als Behälter für strahlenabsorbierende Materialien eingesetzt.	Die ausrangierten Bildröhren können mit all ihren giftigen Inhaltsstoffen als Behälter für strahlenabsorbierende Materialien verwendet werden. Dazu eignet sich bleihaltiger Quarzsand, bleihaltiger Abfall aus der metallverarbeitenden Industrie, aber auch zerkleinertes Bildröhrenglas.	9
	Die ausgedienten TV-Röhren können mit einer stabilen Schüttung gefüllt werden, dafür kommt auch ein strahlenabsorbierender Kunststoff in Frage.	Als stabile Füllschüttung kommt außerdem strahlenabsorbierender Kunststoff in Frage. "Es gibt schon einige große deutsche Chemieunternehmen, die an einer engen Zusammenarbeit mit uns interessiert sind", sagt Klein.	
	Legt man nun die ehemaligen Mattscheiben so mit den Konussen zusammen,	Legt man nun die ausgedienten Mattscheiben mit dem Konus jeweils so zusammen,	10
	daß sie sich gegenseitig überlappen, dann erhält man einen perfekten Baustein, der in Wänden und Mauern verwendet werden kann.	dass sie sich gegenseitig überlappen, dann erhält man einen perfekten Baustein, der für die Montage in Wänden und Mauern als Fertigbaustein eingesetzt werden kann.	
11	Ein solcher Röhrenbaustein ist verrottungsfrei, da Glas eine Langzeitstabilität aufweist.	Ein solcher Röhrenbetonklotz ist nahezu verrottungsfrei, da Glas langzeitstabil ist.	
	"Das beste Material, um daraus einen neuen Sarkophag für Tschernobyl zu machen", erklärt Klein.	"Das beste Material, um daraus einen neuen Sarkophag für Tschernobyl zu machen", meint Klein.	
12	Das Interesse an seiner patentierten Lösung ist groß. Europäische Kernenergieexperten können sich mit der Idee bereits anfreunden. Denkbar ist eine Verwendung des Gammastrahlen absorbierenden Röhrenbausteins nicht nur für die Sanierung des ukrainischen Katastrophenreaktors. Auch für den Bau neuer Zwischenlager an den Kernkraftwerksstandorten, wie von Rot-Grün gefordert, bietet sich die	Das Interesse an der patentierten Lösung ist groß. Europäische Atomexperten in Wien wollen das Herstellungskonzept prüfen, eine Pilotanlage zum Bau der Röhrensteine ist geplant. Klein und Otto sind deshalb optimistisch.	11

Abs	VDI Nachrichten (11.6.1999)	Frankfurter Rundschau (17.8.1999)	Abs
	Münchener Patentlösung an.		
13	"Wir haben bereits Anfragen aus Sellafield", berichtet Röhrenexperte Dieter Klein. Und auch die europäische Organisation Euratom ist an dem Strahlenschutz-Baustein interessiert. Die Behörde ist von der Technik begeistert. "Eine einfache, aber doch wirkungsvolle Lösung", so ein Mitarbeiter.	"Wir haben sogar Anfragen aus Sellafield", so Klein.	
14	Dieter Klein und Yorck Otto hoffen jedenfalls, mit Unterstützung des Bonner Umweltministeriums mit ihrem Strahlenschutz-Baustein einen neuen Impuls bei der Sanierungsfrage des angeschlagenen Tschernobyl-Sarkophags liefern zu können.	Tschernobyl wäre natürlich ein besonders großer Sanierungsbrocken. Doch die Stratecon-Experten bleiben realistisch. Ein erster Bau mit ihren TV-Röhrenbausteinen könnte am Atommeiler Emsland in Lingen oder aber auch Reaktorstandort im württembergischen Neckarwestheim entstehen.	12
15	"Unser Baumaterial ist einfach, effektiv und vor allem nicht zu teuer", meint Yorck Otto. Und genau deswegen könnte die patentierte Lösung der Münchener Experten vielleicht schon bald von ukrainischen Behörden angefordert werden.	An beiden Standorten sollen riesige Hallen für 120 bis 160 Castor-Behälter gebaut werden. Das Interesse an den strahlenabschirmenden Röhren-Bausteinen ist angeblich groß.	
16	Dann werden zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: TV-Röhren verschwinden, auf alle Ewigkeit eingegossen zu Strahlenschutz-Blöcken, und die Ukraine erhält einen neuen, strahlungssicheren Mantel auf bester Farböhrenbasis.	"Zur Zeit wird bei einigen Kraftwerksbetreibern mit spitzer Feder gerechnet, ob unsere Patentlösung sich für die Unternehmen rechnet, ob die ganze Sache im Vergleich zu herkömmlichen Betonwänden auch wirtschaftlich ist", sagt Klein.	
17	Unklar ist nur, wie viele der ausrangierten Röhren für die Sanierung in Tschernobyl gebraucht werden. Dieter Klein rechnet mit einigen hunderttausend Röhren, die in Wänden und Decken der neuen Sarkophag-Hülle wertvollen Strahlenschutz leisten könnten.	Denn genau damit steht und fällt die im Grunde recht simple Verwertungsidee für einige Hunderttausend Farbbildröhren, die bisher nur ein ungelöstes Umweltproblem darstellen.	
	Risse und Löcher haben die Schutzhülle um den im April 1986 zerstörten Tschernobyl-Reaktor beschädigt. Eine Sanierung ist dringend nötig.		
	Etwa eine halbe Million Bildröhren müssen jedes Jahr in Deutschland entsorgt werden. Ein kaum bekannter Clou: Die Mischung der unterschiedlichen Gläser eignet sich besonders gut für die Strahlenabschirmung.		
	Bausteine aus alten TV-Röhren, geschickt angeordnet und mit Füllstoff vergossen, bilden eine Schutzwand und halten radioaktive Strahlung zurück.		