

# Neueste Nachrichten

des

## GLASMUSEUM WEIßWASSER

Mitteilungsblatt des Förderverein Glasmuseum Weißwasser e. V.

---

Weißwasser, den 30.04.2013

Nr. 33

---

Liebe Mitglieder und Freunde des Förderverein Glasmuseum Weißwasser e. V., in dieser Ausgabe lesen Sie den Beitrag von Dr. Ludwig Städtler „Das Hochrate-Sputtern, ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung dekorativer Schichten auf Haushaltsglas-Artikeln“. Die Entwicklung dieses Verfahrens und die jahrelang funktionierende Produktionsanlage gilt als Spitzenleistung der Glasforschung im Kombinat Lausitzer Glas Weißwasser.

Daneben sind wie gewohnt Informationen aus dem Förderverein und dem Glasmuseum enthalten

---

*Forschung:*

### **Das Hochrate-Sputtern, ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung dekorativer Schichten auf Haushaltsglas-Artikeln**

Von Dr. Ludwig Städtler

#### 1. Die Aufgabenstellung

Der starke Anstieg der Staatsverschuldung der USA in den 1970er Jahren bewirkte eine Flucht der Anleger in das Gold. Bis Januar 1980 war dadurch der Preis des Goldes um das 15fache gestiegen (siehe Bild 1). Es war folgerichtig, dass die DDR planen musste, Goldimporte durch sparsamen Verbrauch und durch Ergründung von Substitutionsmöglichkeiten einzuschränken. 1981 erläuterte der Minister Greiner-Petter auf der Neujahrsversammlung im Werk 1 (OLG) die Notwendigkeit, auch bei dekorativen Gold- und Platinauflagen Substitutionen zu finden. Die Lösung dieser Aufgabe wurde von vielen Experten als illusorisch angesehen. Humorvolle Bemerkungen, dass hierbei wohl die Arbeitsmethoden von Böttger und Rumpelstilzchen gefragt sein werden, waren Ausdruck des Skeptizismus.

Tilo Poitz behandelte die Aufgabe mit der notwendigen Ernsthaftigkeit und dem erforderlichen Optimismus. Als gebürtiger Dresdner nutzte er seine Kenntnisse über die örtlichen renommierten Forschungseinrichtungen. Es gelang ihm, Kooperationsbeziehungen zum Institut "Manfred von Ardenne" (IVA) und zum Kernforschungszentrum Rossendorf (FZR) aufzubauen.

#### 2. Zum Hochrate-Sputterverfahren

Im IVA wurde seit 1975 die Herstellung von Titanitrid -Schichten mittels eines verbesserten Katodenzerstäubungsverfahrens erforscht. Besonders konstruierte Katoden, die in der Literatur als Magnetrons, Plasmatrons oder Sputter-Guns bezeichnet wurden, lenken Elektronen mittels Magnetfeld im Hochvakuum so ab, dass sich ihre Flugstrecke bis zur Anode verlängert und viele Zusammenstöße mit Argonatomen möglich werden. Die dabei zahlreich entstehenden positiven Argon-Ionen "bombardieren" die Titan-Katodenoberfläche. Titanteilchen sprühen mit hoher Rate ab (engl.: sputter), reagieren mit Stickstoff und schlagen sich auf den in der Nähe befindlichen Gegenständen nieder (siehe Bild 2). Für das eingehende Verständnis des Hochratezerstäubens sind grundlegende Kenntnisse der Vakuumtechnik und Plasmaphysik erforderlich. Bearbeiter des Forschungsthemas mussten sich in diese Teilgebiete der Physik einarbeiten [1].

Titannitrid (TiN) ist eine äußerst beständige, metallisch glänzende, goldgelbe Verbindung. Fest haftende Titannitridschichten erhöhen die Verschleißfestigkeit von Schneidwerkzeugen, z.B. die von Bohrern. Sie fallen in Baumärkten mit ihren goldenen Spitzen auf. Neben diesen funktionellen Anwendungen ist wegen des schönen Aussehens auch eine Nutzung zu ästhetisch dekorativen Zwecken nahe liegend.

### 3. Kleintechnischer Versuch, Nachweis der Applikationssicherheit

Es musste zuerst auch geklärt werden, ob sich eine solche dekorative, haftfeste Beschichtung auf Haushaltsglasartikeln herstellen lässt. Herr Siegfried Schneider vom IVA hat mit einer Laboranlage Muster hergestellt, die das bestätigten und neue dekorative Effekte erkennen ließen (siehe Bild 3). Der experimentelle Nachweis der Funktionsfähigkeit des Verfahrens wurde erbracht. Prof. Schiller, stellvertretender Direktor des IVA, charakterisierte die damalige Situation angesichts der unübersehbaren Anwendungsmöglichkeiten mit einem Vergleich: "Ein Gespenst geht um in der Vakuumtechnik, das Hochratesputtern."

Aus Standardwerken der anorganischen Chemie ist bekannt, dass Titan ein ausgesprochen untoxisches Metall ist. Das gilt auch für Titandioxyd. Es ist in nahezu jeden Ackerboden nachzuweisen (H. REMY). Titan (Ti) vermag Stickstoff (N) in beträchtlichen Mengen in fester Lösung aufzunehmen. Die Auslaugung von Titan bei TiN-beschichteten Gläsern auch durch aggressive Flüssigkeiten ist minimal. TiN-Schichten sind Verschleiß- und Spülmaschinenfest (siehe Bild 4). Das Hygieneinstitut Dresden bescheinigte, dass gegen die Beschichtungen keine Bedenken bestehen. Weitere Nachweise, Analysen, Sicherungen, bestätigte Einschätzungen, die in der Nomenklatur für Leistungen und Aufgaben des Planes Wissenschaft und Technik gefordert wurden, beschaffte Tilo Poitz. Er bewältigte diesen "Bürokratismus" durch stetiges Engagement und gute Organisation. Er sorgte somit dann auch dafür, dass seine Mitarbeiter die notwendige zeitliche Freiheit für die fachliche Arbeit hatten.

Die erfolgreichen Vorbereitungen lieferten die Sicherheit für die Leitungsentscheidung zum Bau einer großtechnischen Anlage und ihrer Applikation unter Produktionsbedingungen.

### 4. Die Mitarbeiter der "ersten Stunde" und ihre Aufgaben

Die Pionierarbeit für die Einordnung dieses Themas in den Forschungsplan leistete Tilo Poitz. Er war - wie man sich heute ausdrücken würde - der Top-Manager. Die Planung erfolgte stets unter Beachtung eines vertretbaren Mittelverbrauches und Restrisikos. Die Herstellung haftfester Schichten erfordert vor dem Sputtern eine sorgfältige Reinigung der Glasoberfläche. Er erarbeitete die Reinigungstechnologie und leitete den Bau eines Reinigungsautomaten, der während der ganzen Zeit des Produktionsbetriebes zuverlässig und wirtschaftlich funktionierte. (siehe Bild 5).

Das Ziel des Forschungsauftrages war der Aufbau einer Produktionsanlage, mit der auch größere Stückzahlen (96 Gläser pro Charge) beschichtet werden können. Die Anlage vom Typ KR 100, die in den Keramischen Werken Hermsdorf nicht mehr gebraucht wurde, wurde im IVA generalüberholt. Sie erhielt danach die Typenbezeichnung KR - Z/M. Für den Aufbau und die Erprobung im WTW Bad Muskau mussten Vorbereitungen und Mitwirkungen organisiert werden. Auch war der Verfasser für die Bereitung der theoretischen Grundlagen der Dünnschicht- und Hochvakuumtechnik zuständig. Der Betrieb der Anlage durfte sich nicht auf eine sog. "Fronttafelbedienung" beschränken. Nach den ersten Inbetriebnahmen ergaben sich einige Erkenntnisse für notwendige Rationalisierungen. Sie konnten nur mit einem umfassenden Verständnis und der perfekten Beherrschung des Sputterprozesses eingeführt werden.

Die Unterbringung der Vakuum- und Reinigungstechnik sowie der Transport- und Regalwagen, der Artikel und Verpackungsmittel machten umfangreiche Umbauten innerhalb der großen Halle, in der früher eine Großanlage zur Verfestigung von Gläsern untergebracht war, erforderlich. Die Zwischenwände und Türen für die neuen Räume mussten

- genügend Platz auch für Transport- und Montagearbeiten mittels Gabelstapler bieten,
- einen unbehinderten, kreuzungsfreien Warendurchsatz ermöglichen,
- Luftfeuchtigkeits- und Staubverbreitung erschweren,
- die Einrichtung sicherer und freundlicher Arbeitsplätze für das Personal gestatten.

Die Bauplanung und Überwachung wurde von Henrik Ußler übernommen. Seine Lösung für die Raumanordnung (siehe Bild 6) war eine wesentliche Grundlage für den leistungsstarken Betrieb unter Produktionsbedingungen.

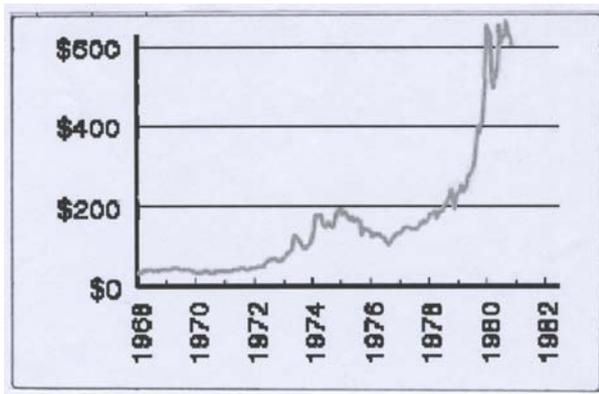


Bild 1: Preisanstieg des Goldes in den 1970er Jahren (Quelle: <http://wikipedia.org/wiki/Goldpreis>)

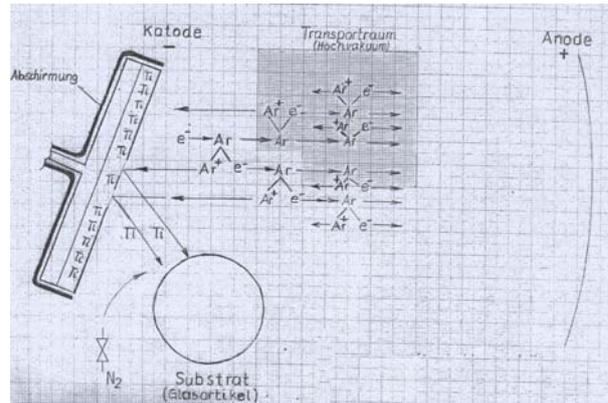


Bild 2: Schematische Darstellung der Stoßprozesse bei der Hochrate-Katodenzerstäubung



Bild 3: Erste Muster (Likörgläser „Saphir“) mit Ti (silberfarbig), TiN (goldfarbig) und Ti-Oxid (regenbogenfarbig) beschichtet

RAI DES BEZIRKIS DRESDEN

**Bezirks-Hygieneinspektion und -institut Dresden**

1012 DRESDEN - REICHENHACHSTRASSE 71/71

Abt.:

Datum vom

Hausapport

Umsatz-Zahlen

Datum 20.8.84

Dr.HÜ/We Az: 32-3  
TA 753-755Titannitrideinsatz bei Gläsern

Mit unserem Schreiben vom 13.6.84 hatten wir eine vorläufige Beurteilung des Titannitrideinsatzes bei Gläsern aus lebensmittelhygienischer Sicht gegeben.  
Mit Schreiben vom 19.6.84 des Zentralinstitutes für Kernforschung wurden uns Angaben zur Technologie der Beschichtung und Reinheit des eingesetzten Titans gemacht sowie gleichzeitig 3 beschichtete Gläser als Muster übergeben.

Untersuchungsergebnisse:

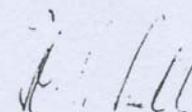
2

Beurteilung:

Aus den von Ihnen gelieferten Angaben, insbesondere über die Reinheit des Titans, aus der guten Haftfestigkeit, der geringen Auftragsmenge, der chemischen Beständigkeit gegenüber üblichen Getränken (Sonsorik, Abdampfdruckstand) sowie aus der relativen Unbedenklichkeit anorganischer Titanverbindungen hinsichtlich toxischer Eigenschaften folgt, daß gegen den Einsatz von Trinkgläsern mit TiN-Beschichtung bei vorgesehener Anwendung keine lebensmittelhygienischen Bedenken bestehen.

Wir bitten darum, uns einen Bericht über das Verhalten der TiN-Schicht hinsichtlich Haftfestigkeit und Veränderungen nach Dauergebrauch zu übergeben.

Ref.-Nr.: oo28916

  
(Dr. F. [Name])  
Dipl.-Lebensmittelchemiker  
im Hygieneamt  
Leiter der Inspektion  
Lebensmittel- u. Ernährungshygiene

**FZR** FORSCHUNGSZENTRUM ROSSENDORF e.V.  
Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung  
Dr. Richter

---

Forschungszentrum Rossendorf e.V. · Postfach 19 · O-8051 Dresden

Gewerbe- und Industriepark  
Bad Muskau GmbH  
Glass Refining Center  
Heideweg 2  
O-7582 Bad Muskau

Postfach 19  
O-8051 Dresden  
Telefon: (003751) 591-0  
Durchwahl: 591-2326  
Raum: Haus 8/308  
Telefax: (003751) 36174/36069  
Telex: 02167 rfk d

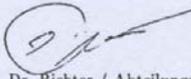
19. März 1992

*Hen Jantz*

Verschleißfestigkeit von TiN-Schichten auf Glas

Mit einer Verschleißprüfmaschine des Systems "Stift/Scheibe" wurde das Verschleißverhalten von mit Titanitrid (TiN) beschichteten Gläsern untersucht. Als Stift diente eine feststehende gehärtete Stahlkugel mit einem Durchmesser von 3 mm, die mit einer definierten konstanten Auflast auf der sich drehenden TiN-beschichteten Scheibe ohne Schmierung schliff. Aus dem Abtrag an der Scheibe und der Kugel wurde mit Hilfe eines speziellen Rechenprogramms der Volumenverschleiß in Abhängigkeit vom Reibweg der Kugel berechnet. Die Messung erfolgte mit Prüflasten von 80 bzw. 160 p.

Es zeigte sich, daß bei 80 p der Verschleiß des beschichteten in Relation zum unbeschichteten Glas um den Faktor 3 geringer war. Für die Prüflast von 160 p verringerte sich der Volumenverschleiß um den Faktor 7. Die Spülmaschinenfestigkeit des Glases wird durch die Beschichtung positiv beeinflusst.

  
Dr. Richter / Abteilungsleiter FIM

**FZR** FORSCHUNGSZENTRUM ROSSENDORF e.V.  
Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung  
Dr. Richter

---

Forschungszentrum Rossendorf e.V. · Postfach 19 · O-8051 Dresden

Gewerbe- und Industriepark  
Bad Muskau GmbH  
Glass Refining Center  
Heideweg 2  
O-7582 Bad Muskau

Postfach 19  
O-8051 Dresden  
Telefon: (003751) 591-0  
Durchwahl: 591-2326  
Raum: Haus 8/308  
Telefax: (003751) 36174/36069  
Telex: 02167 rfk d

19. März 1992

Auslaugung von Titan bei TiN-beschichteten Gläsern

An den uns übergebenen Bechern aus Wirtschaftsglas, die für dekorative Zwecke mit Titanitrid (PVD-Prozeß) beschichtet worden sind, wurde die Auslaugung von Titan aus der Schicht bei folgenden Auslaugbedingungen untersucht :

- dest. Wasser, 24 Stunden, 90 Grad Celsius
- 5 % Essigsäure, 24 Stunden, 90 Grad Celsius
- 1 n Natronlauge, 24 Stunden, 90 Grad Celsius
- 1 n Schwefelsäure, 24 Stunden, 90 Grad Celsius

Die Bestimmung des Titangehalts erfolgte in der Auslauglösung fotometrisch nach zwei unterschiedlichen Verfahren.

- mittels Wasserstoffperoxid nach Mildner (Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 17 (1945) 142
- mittels Thiocyanat-tri-n-octylphosphinoxid/Cylohexan nach Hibbitz (Talanta 11 (1964) 1464

Mit beiden Methoden wurde gefunden, daß der Titangehalt in der Auslauglösung bei allen 4 Auslaugmedien kleiner 0.003 g Ti/ml betrug.

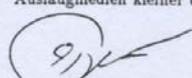
  
Dr. Richter / Abteilungsleiter FIM

Bild 4: Gutachten zur lebensmittelhygienischen Unbedenklichkeit und Verschleißfestigkeit von TiN-Beschichtungen



Bild 5: Waschanlage für die Vorreinigung der Glasartikel

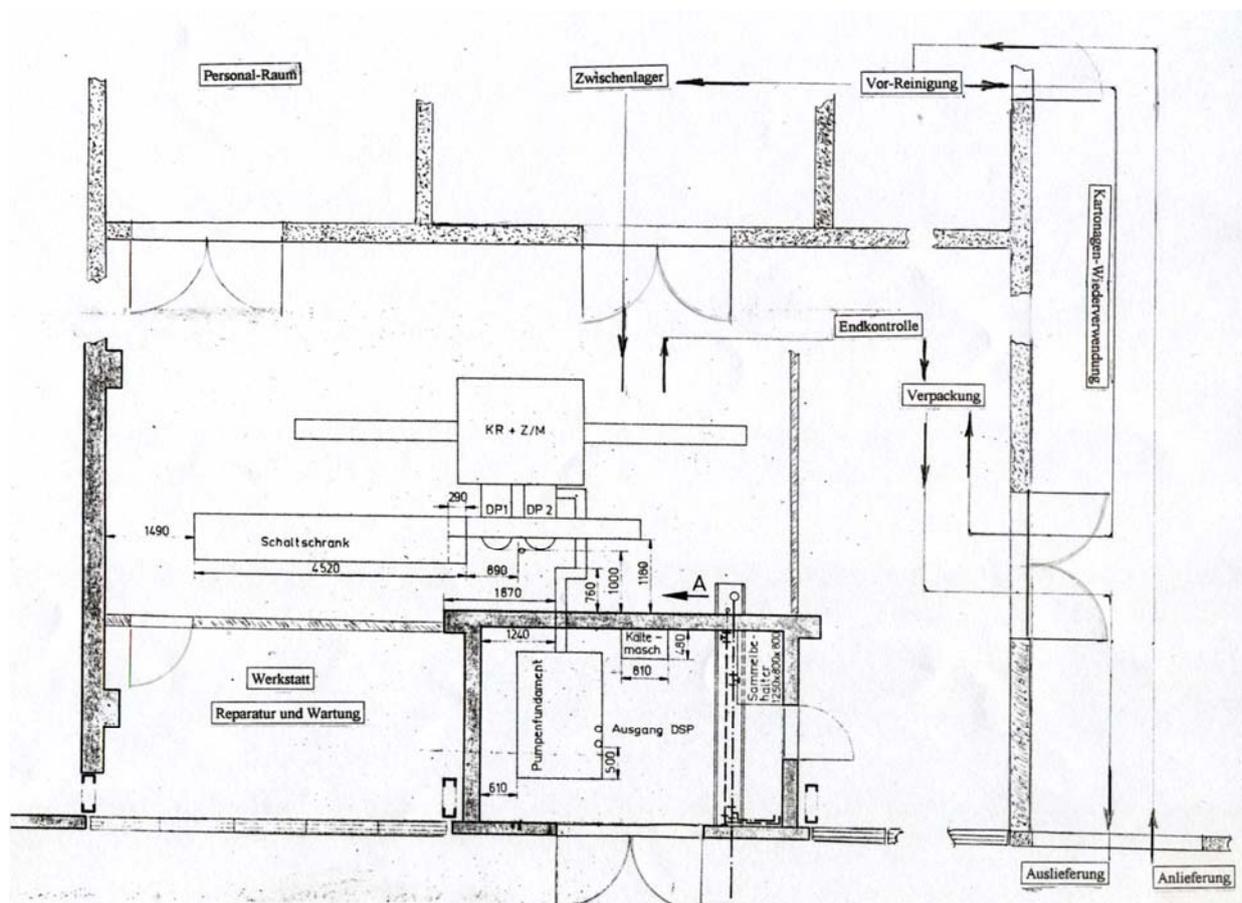


Bild 6: Aufstellungsplan für die Hochvakuumanlage mit schematischer Darstellung der Nebenräume und der Transportwege

Karin Richter war als Technikerin in der Aufbauphase mit vielfältigen Assistenzarbeiten hilfreich. Sie war mit allen Arbeitsschritten des Verfahrens vertraut und konnte somit in der Erprobungs- und Produktionsphase eine fachgerechte Qualitätssicherung durchführen.

Das Sputterverfahren erlaubt auch gleichmäßige, großflächige Auflagen aus Ti und den genannten Ti-Verbindungen. Diese besitzen nicht den Wert der traditionellen dekorativen Gold- oder Platinauflagen. D.h., eine anschließende Material abtragende Dekoration, z. B. durch Schleifen, ist wirtschaftlich vertretbar. Die Schliffmuster werden kontrastiert. Ihre Schönheit ist auch von einiger Entfernung gut sichtbar (siehe Bild 7). Die Muster im Bild 8 wurden auf diese Weise von Harald Valentin hergestellt. Sie dienen einer anfangs notwendigen und erfolgreichen Public Relations (PR)-Arbeit.



Bild 7: Gleiche Schliff-Dekore,  
rechts – auf unbeschichtetem,  
links – auf beschichtetem Kelch



Bild 8: Manueller Weinlaub-Schliff auf beschichteten Kelchgläsern

Mit diesem kleinen, qualifizierten Team, durch die Kooperation mit den genannten Partnern, den Zu-  
arbeiten von Betriebshandwerkern, Konstrukteuren, den Mitarbeitern des Labors, der Leitstelle für  
Information und Dokumentation konnte 1984 die Hochvakuumanlage aufgebaut werden (siehe Bild 9).  
Die Konstruktion und der Bau eines Korbes mit drehbaren Spezialhalterungen für die Gläser wurden  
abgeschlossen. Sie sind in 3 Ringen zu je 32 Stück angeordnet (siehe Bild 10). Die Installation der  
Schränke und Leitungen für die Vakuum- und Plasmatronsteuerung konnte abgeschlossen werden.

Am 4. Dezember 1984 erfolgte die Inbetriebnahme der großtechnischen Anlage zum Beschichten von  
Kelchgläsern (siehe Bild 11).

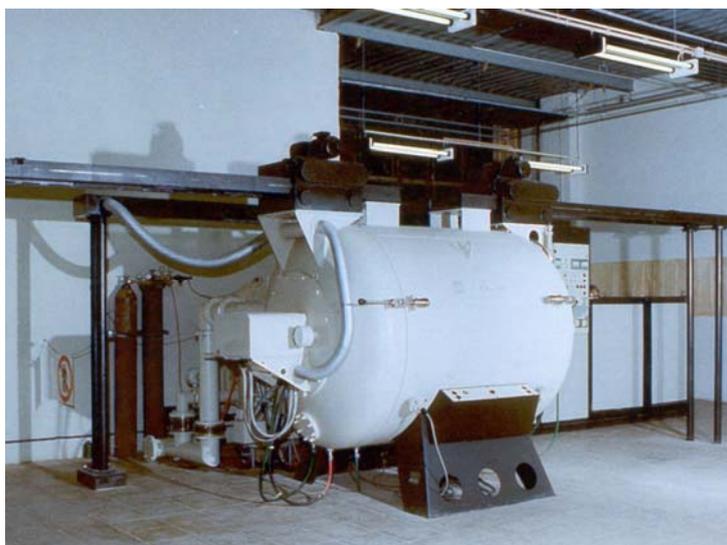


Bild 9: Hochvakuum-Anlage nach dem Abschluss der Montage und Installationsarbeiten



Bild 10: Einfahren des bestückten Korbes in den Vakuumkessel

## 5. Erkenntnisse aus dem Probetrieb der großtechnischen Anlage. Technische Verbesserungen

### 5.1. Optimierung der Hochvakuumherzeugung

Wie aus Bild 11 ersichtlich ist, wurde das Hochvakuum für die ersten Sputterprozesse durch den Einsatz einer Kryopumpe erzeugt\*). Die Kryopumpe brauchte für eine erste Charge ca.8 Liter flüssigen Stickstoff. Pro weitere Charge muss ein Liter flüssigen Stickstoffs nachgefüllt werden. Der Umgang mit diesem Kältemittel ist gefährlich. Der Ankauf und die Vorratslagerung sind teuer. Es wurde deshalb erstmalig versucht, einen ausreichenden Hochvakuumdruck ohne Kryopumpe zu erzeugen. Das war überraschend erfolgreich und eine wesentliche Grundlage für einen wirtschaftlichen Produktionsbetrieb.

Ein weiterer positiver Effekt wurde damit erzielt. Metallkationen, z.B.  $Ti^{n+}$ , elektrochemische Wertigkeit  $n = +2; +3; +4$ , sind zur Komplexbildung fähig. Mit den nun vorhandenen Restgasen werden beständige Komplexverbindungen möglich. Es ergeben sich dadurch stabile, hauffeste Schichten\*\*).

### 5.2. Einführung einer Kanthal-Widerstandsheizung

Die Reinigung der Substrate, hier vorwiegend Kelchgläser, ist notwendig, um eine gute Hauffestigkeit' des Schichtmaterials und möglichst kurze Vakuum-Pumpzeiten zu erhalten [2]. Der Reinigungspro-

Datum	Uhrzeit	Personal	Chargen-Nr.	Flusheiz - Perioden				Gaseinstellung		Spalterperiode						Substrat	Bemerkung				
				t <sub>1</sub> (min)	T [°C]	Druck [Torr]	Zeit [min]	T [°C]	Druck [Torr]	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Umdr.	Leistung [kW]	T [°C]	Anzeige GSP [Set]			Umdr.	Leistung [kW]	T [°C]	Anzeige GSP [Set]
4.12.84	6.30 15.00	1,2,3	7	30	172	2,8 · 10 <sup>-5</sup>	10	172	2 Umdr.	2 Umdr.	225	4	~100	62 ± 2	225	4	62 ± 2	kräftig isoliert	8 Töpfe Klänge & bei Eing. Beob. 1 Topf f. W. Abg. 1 "		
			8	30	187	2,6 · 10 <sup>-5</sup>	15	185	3 "	2 "	225	4	~100	35 ± 2	225	4	40 ± 5	kräftig isoliert			
			9	30	175	3,6 · 10 <sup>-5</sup>	15	175	1,10	2 "	225	4	60	225	4	60		Gelblich			
			10	40		7 · 10 <sup>-5</sup>	15		1,94	2 "	225	4	80	225	4	80		Gelblich		ohne fließen W	
10.12.84	6.30	1,2,3	11	30	157	1 · 10 <sup>-5</sup>	15	202	1,8-7,5 1,94	2 "	225	4	~150				Blick klar	Abbruch des Versuchs wegen Druckschwankungen. Einwirkungen Kleber			
			11	25	190	2,2 · 10 <sup>-5</sup>	7	180	1,94-2,10	2 "	"	4	~120	20	225	4	~120		~60	Silber unter Gold	
			12	22	180	7 · 10 <sup>-5</sup>	8	180	1,10	2 "	"	4	~120	80	225	05!	~110		-	gelblich	Aufdruck 2 ausgefallen!
			13	20	180	2 · 10 <sup>-5</sup>			1,70-1,90	1	350	4	120	80					"	"	
10.12.84	10.30	1,2,3	14	25	120	0,8 · 10 <sup>-5</sup>			1,10	1	320	4	80				Allygold	nach dem Abbruch Aufträge aus 1984			
14.12.84	8.00	1,2,3,4	15	27	180	2 · 10 <sup>-5</sup>			1,20	4	300	4	~100	80				silber, nicht gelblich			
			16	23	190	2,8 · 10 <sup>-5</sup>				"	"	4	300	4	120	75-75				[Kleinsten defekt! Abbruch des Versuchs. K. von Ausgangsdruck nicht abnehmend. A: A. d. B: 3,35. Adaption! Argon aus 1,5	
11.12.84	13.05	2,4	17/16	25	185	6 · 10 <sup>-5</sup>			3,50	3,25	1,5	300	4	120				Tafel d. Glas grün - kleine Krümmung ohne Goldton (Kleinstpapier) durchsichtig.	noch kleiner als bei 1,5		
17.12.84	13.55	2,4	17	26	185	6 · 10 <sup>-5</sup>			3,50	3,25	1,5	300	4	120				Tafel d. Glas gelblich - kleine Krümmung. (Kleinstpapier) durchsichtig.	noch kleiner als bei 1,5. Bei L = 275 stückeln. Erhitzen im Plasma - Raum - durchsichtig aufprallen - Empfindlichkeit bei 1,5 (von 1,9) ...		

Bild 11: Kopie der ersten Seite des Protokollbuches der Hochvakuumanlage KR-Z/M

zess beginnt mit einer Vorreinigung in dem bereits erwähnten Automaten. Eine weitere Reinigung erfolgt im Vakuum zur Beseitigung von Adsorptionsschichten aus Lösungsmitteln, Wasser und Gasen durch Ausheizen. Das Ausheizen erfolgte ursprünglich mit röhrenförmigen Glühlampen, wie sie in Thermokopierern verwendet wurden. Es passierte mehrfach, dass diese Röhren dem Druckunterschied nicht standhielten und explodierten. Die Charge war verloren.

Eine neue, selbst entworfene Widerstandsheizung aus dicken Kanthaldraht wurde gebaut und eingesetzt. Sie funktionierte störungsfrei. Der dann, in der Erprobungsphase ermittelte, optimale Temperatur- und Druckverlauf für die Dauer einer Charge ist im Bild 12 dargestellt.

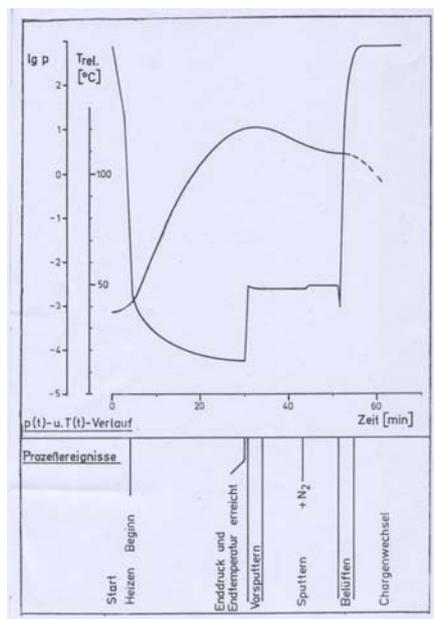


Bild 12:

### 5.3. Die Katodenblende

Nach dem Sputterverfahren sind auch große Flächen eines Glases gleichmäßig glänzend zu beschichten. Teile, die nicht beschichtet werden sollen, müssen abgedeckt werden. Das geschah mit einem Schutzblech, das vor dem Glas angebracht war, so dass es die von der Katode ausgehenden Teilchenstrahlen abfängt. Die Abschirmung war nicht perfekt. Zwischen Glasoberfläche und Blech musste ein kleiner Abstand eingehalten werden, um die Eigendrehung des Glases nicht zu behindern. Durch diesen Spalt konnten sehr schräge Teilchenstrahlen hindurch kommen und auf unerwünschten Stellen einen unschönen grau-schwarze Niederschlag bilden.

Dieser unerwünschte Effekt konnte durch die Anbringung einer Lamellenblende über der Katode eliminiert werden (siehe Bild 13). Auf diese Neuerung wurde ein Patent erteilt [3]. \*\*\*)

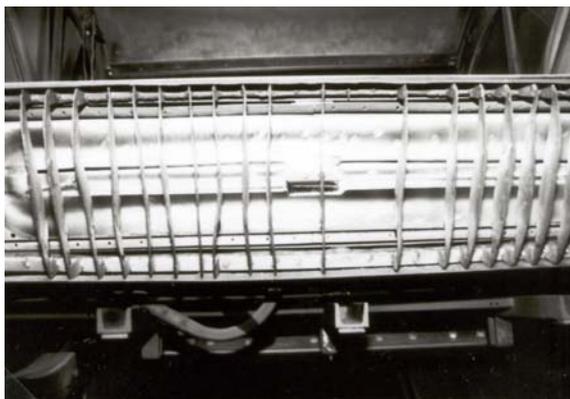


Bild 13: Lamellenblende über dem Plasmatron zur Verhinderung schräger Teilchenstrahlen

### 5.4. Die optimale Schichtkombination

Traditionsgemäß wurde die Herstellung einer hell-goldfarbigen Titanitrid-Schicht bevorzugt. Dieser Farbton sollte von Charge zu Charge stabil bleiben. Fehlende Einheitlichkeit des Farbtons würde eine Nachsortierung und entsprechende Kosten verursachen. Die Stabilität des Farbtons wurde durch eine Schichtkombination erreicht, die durch systematische Versuche eliminiert wurde (siehe Bild 14). Sie wurde patentiert [4].

### 6. Die Produktionsaufnahme

Die unter Punkt 5. beschriebenen technischen und technologischen Neuerungen erwiesen sich zuverlässig und wirtschaftlich. Von der Erprobungsphase konnte nun schrittweise zum Produktionsbetrieb der Anlage übergegangen werden. Kelchgläser wurden in immer größeren Stückzahlen dekorativ beschichtet:

1985	ca. 29.000
1986	ca. 87.000
1987	ca. 137.000 von April bis Dezember

Am 16. Januar wurde der 3-Schicht-Betrieb aufgenommen.

Bis 1989 wurden ca. 200.000 pro Jahr beschichtet, die zur Planerfüllung beitragen mussten.

1986 konnten noch Zeiten zur Durchführung von Versuchen zur Beschichtung neuer Artikel eingeplant werden. So am

09. April	zur Herstellung von Gold-Mosaikplatten für den Berliner Dom,
06. Juni	zur Beschichtung von Prunkkelchen für das Konsumgüter-Produktionsprogramm,
23. Oktober	zur Beschichtung von Bleiglas-Kelchen für die Firma "Bleikristall Meißen",
18. Dezember	zur Beschichtung von Prunkkelchen als Film-Requisiten für die DEFA.

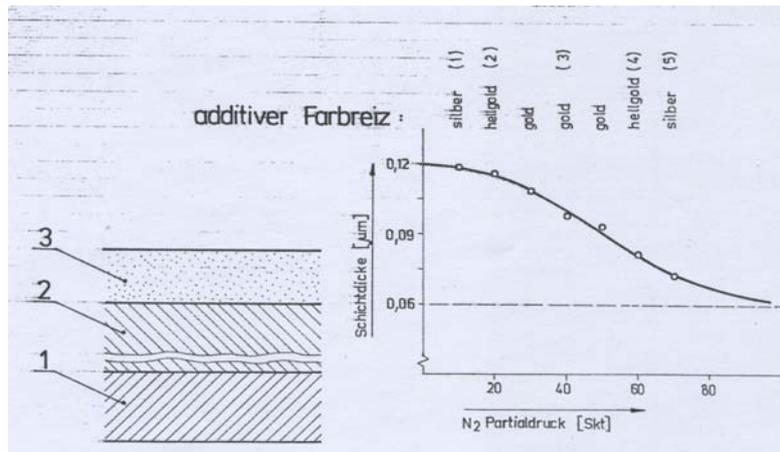


Bild 14: Die Schichtkombination zur Einhaltung eines Farbtoleranzfeldes



Bild 15: Korb mit den Glashalterungen als Demonstrationsobjekt auf dem Festwagen vor dem Werk I (OLG)

Die guten Ergebnisse erregten natürlich die Aufmerksamkeit der vorgesetzten Leitungsorgane. Im Juli 1986 besuchte der stellvertretende Minister für Glas- und Keramikindustrie, Herr Kufner, die Anlage [5].

Am 30. September 1989 wurde in einem Festumzug "100 Jahre Glasindustrie in Weißwasser" das Verfahren auch der Öffentlichkeit vorgestellt (siehe Bild 15).

Verfahrenstechnische Weiterentwicklung waren in der Zeit, in der die Produktion Vorrang hatte, nicht möglich. Experimente zu folgende Maßnahmen wurden in Betracht gezogen und z. T. vorbereitet:

- Installation eines geschlossenen Kühlwasserkreislaufes mit Wärmerückgewinnung,
- Verbesserung der Stabilität der Stromversorgung für die Gasentladung mittels leistungsstärkerer elektronischer Bauelementen,
- Sputtersuche mit Targets aus anderen Metallen, z.B. Aluminium,
- Einrichtung einer „Mulde“ im Kesselboden zur Scherbenaufnahme,
- Erprobung von Target-Insets [6]

1990 wurden zunehmend - wie in vielen Betrieben - schon die Auswirkungen der Wende spürbar. Obwohl die farbig beschichteten Gläser bei einigen Besuchern (auch solchen aus den alten Bundes-



Bild 16: Kerzenvase „Cosel“ mit Geschenkkarton.  
Dieses Erzeugnis lies sich im Kleinhandel gut verkaufen.

ländern) Gefallen fanden und Erstaunen hervorriefen und sich intern noch gut verkaufen ließen (siehe Bild 16), war ihr Absatz in den notwendigen Stückzahlen nicht zu organisieren. In den Produktwerbungen westdeutscher Firmen wurden die Beiwörter "echt" und "original" für Materialien verkaufsfördernd. Maschinelle und ausländische Billigprodukte wurden marktbeherrschend. "Die wohlfeilen Preise ihrer Waren sind die schwere Artillerie, mit der sie alle chinesischen Mauern in den Grund schießt, ..." [7]. Hier war es die Berliner Mauer und danach waren es die vieler Betriebe.

## 7. Weitere Ergebnisse ("Beifang")

### 7.1. Die Darstellung von $Ti_2O$

Nach einigen Sputterzyklen zeigte sich hauptsächlich an den Blenden ein blauer Belag. Die Laboranalyse ergab, dass es sich dabei um  $Ti_2O$  handelte. Im Bild 17 ist das Messprotokoll zu sehen, in dem dieses Ergebnis dokumentiert ist. Die Existenz von Verbindungen, bei denen Titan eine elektrochemische Wertigkeit von  $n = +1$  besitzt, wurde damals in Lehrbüchern nur vermutet. Es gab keinen Nachweis. Hier ist dieser außerhalb der Zielstellungen, quasi nebenbei, erfolgt. In der Fischerei wird so etwas als Beifang bezeichnet.

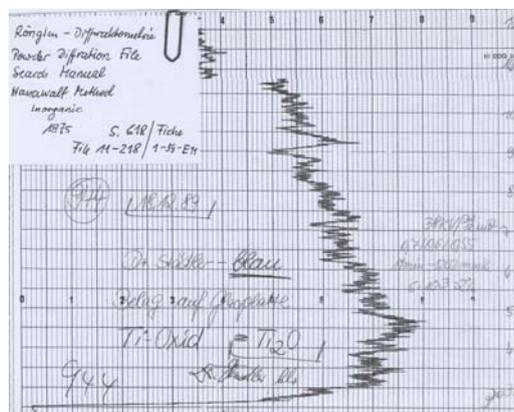


Bild 17:  $Ti_2O$ -Nachweis, Kopie des Messprotokolls

## 7.2. Die ED-Gravur

Die gesputterten Ti-, TiN und Ti-Oxidschichten sind elektrisch leitfähig. Es ist daher möglich, sie mittels Elektrofunktentladung (ED, Electrical Discharge) abzutragen. An den beschichteten Oberflächenbereich des Artikels wird ein Kontakt mit größerer Berührungsfläche angelegt. Die zweite Elektrode besitzt die Form einer Nadel oder eines Stiftes. Als Spannungsquelle dient ein Impulsgenerator. Beim Aufsetzen des Stiftes auf die beschichtete Oberfläche entsteht durch die Funkentladung ein Abtragungseffekt durch Verdampfung. Durch definierte Stiftführung, im Niederspannungsbereich kann das sogar manuell erfolgen, sind so dekorative Muster oder Zeichnungen zu gravieren (siehe Bilder 18).

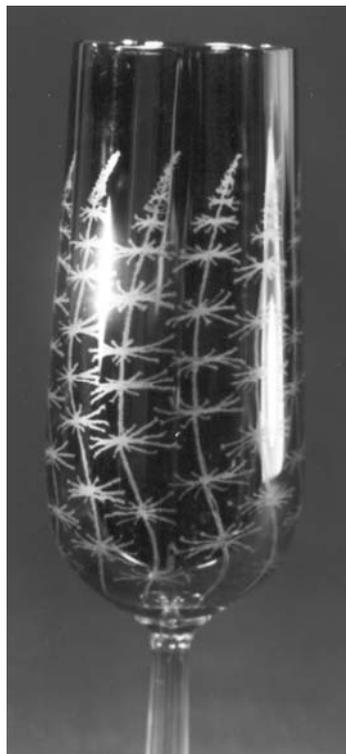


Bild 18: ED-Gravuren, handgezeichnet

### 7.3. Die YAG-Laser-Gravur

Die Strahlung eines Yttrium-Aluminium-Granat (YAG)-Lasers ( $\lambda = 1,06 \mu\text{m}$ ) wird von Metallen gut absorbiert. Man kann mit ihm im kontinuierlichen Betrieb eine Strahlungsleistung bis zu 500 Watt erreichen. Sie reicht aus, um Metallauflagen zu verdampfen. Auch mit diesen Lasern können bei entsprechender Strahl- oder Artikelführung Muster in die Beschichtung graviert werden (siehe Bild 19). Die Lasergravur wurde nachhaltig weiterbetrieben.



Bild 19: YAG-Lasergravur

### 8. Fazit

Um den Hochrate-Sputtereffekt zur dekorativen Beschichtung von Wirtschaftsglas nutzen zu können, waren einige Verbesserungen der Technologie notwendig. Das betraf die Hochvakuumherzeugung und die Schichtkombination. Technische Neuerungen waren zu erproben. Es handelte sich dabei um die Entwicklung

- eines Korbes mit 96 praktikablen Glashalterungen, die beide für eine gleichmäßige Schichtbildung drehbar sind,
- einer Kanthal- Widerstandsheizung,
- einer Blendenanordnung für eine ästhetische Beschichtung von Teilen des Glasartikels.

Die Entwicklung dieses Verfahrens und die einer jahrelang funktionierenden Produktionsanlage waren eine Spitzenleistung der Glasforschung in Weißwasser und Bad Muskau. Hervorzuheben ist das Engagement von Tilo Poitz für dieses Projekt. Er wird zur Geschichte der Themenbearbeitung, zur Vorreinigung und über die Aktivitäten ab 1991 besser berichten können. Er versuchte, nach der "Wende" durch qualifizierte PR-Arbeit und die Beantragung von Fördermitteln den Absatz der Artikel, eine Weiterentwicklung der Anlage und den Erhalt von Arbeitsplätzen zu sichern. In dieser Zeit tauchten Vertreter von uns z. T. unbekanntem Institutionen auf, die sich zu Beratern oder Investoren hochgestapelt hatten. Aufträge, die die Existenz gesichert hätten, hatten sie nicht. Sie holten kostenlos Informationen ein oder ließen ausgefallene Muster fertigen, mit denen sie ohne Rückmeldung verschwanden. Die "Beratungen" erfolgten in der verschwiegenen Absicht, die Möglichkeiten zur Erzielung schneller Gewinne oder eine evtl. Konkurrenzbedrohung zu ergründen.

Für den Verfasser wurde Kurzarbeit angeordnet. Er erhielt für 1992 die betriebsbedingte Kündigung.

---

\*) Die Kryopumpe ist ein Tank, der über eine dichte Leitung von außen mit flüssigem Stickstoff gefüllt wird. An der tief gekühlten Oberfläche des Tanks kondensieren Restgase wie Kohlenwasserstoffe und Sauerstoff. Das Hochvakuum wird dadurch verbessert.

\*\*\*) Später wurden solche Komplexe vom IVA auch nachgewiesen.

\*\*\*\*) Heute kann man eine ähnliche Lamellenblenden-Anordnung auf den Enden der Geschützrohre des Flak-Panzers „Geopard“ entdecken. Sie dient der Unterdrückung des seitlichen Mündungsfeuers.

---

## 9. Literatur

[1]

Städtler, L.  
Zur Herstellung dekorativer TiN-Schichten auf Glasartikeln.  
Vortragsveranstaltung der Betriebssektion der KTD des WTW Bad Muskau.  
06. Mai 1987.

[2]

Schiller, S.; Heisig, U.  
Hedampfungstechnik.  
Berlin: VEB Verlag Technik. 1975, S.90ff

[3]

DD 285897 A1  
Vorrichtung zur Ausblendung schräger Strahlen bei der Katodenerstäubung.  
Patentinhaber: VEB Wissenschaftlich-Technischer Betrieb Wirtschaftsglas, Bad Muskau;  
Erfinder: Städtler, L. u. a. 1991.

[4]

DD 294291 A5.  
Verfahren zur Einhaltung eines Farbtoleranzfeldes durch additive Farbmischung von dünnen Schichten.  
Patentinhaber: Gewerbe- und Industriepark Bad Muskau GmbH;  
Erfinder: Städtler, L.; Poitz, T. 1991.

[5]

...  
Lausitzer Glas. Betriebszeitung des Kombinat Lausitzer Glas Weißwasser Nr.14/24 vom Juli 1986, S.4.

[6]

...  
Edelmetall-Insets. Wirtschaftlichkeit, Vorteile (Firmenschrift )  
München: Material Research GmbH. 1988

[7]

Marx, K.; Engels, F.  
Manifest der kommunistischen Partei.  
Berlin: Dietz Verlag 1964 , S. 47

---

*Verein:*

### **Staffelstab-Übergabe beim Förderverein**

Horst Fasold neuer Vereinsvorsitzender

In seinem Schlusswort auf der Wahlversammlung des Förderverein Glasmuseum Weißwasser e. V. bedankte sich der neu gewählte Vorsitzende Horst Fasold für das in ihn gesetzte Vertrauen: „Ich werde meine ganze Kraft dafür einsetzen, dem Förderverein ein guter Vorsitzender zu sein. Ohne die großen Erfahrungen der „alten Hasen“ im Vorstand und der aktiven Vereinsmitgliedern wird das aber nicht gehen. Deshalb bitte ich um deren weitere Unterstützung.“ Er wies dabei auch besonders auf die umfangreichen Verbindungen hin, die der scheidende Vorsitzende Jochen Exner zu Persönlichkeiten in Politik, Wirtschaft und Kultur besitzt: „Ohne die lässt sich heutzutage wenig bewegen. Ich bitte Jochen Exner, mir Zugang dazu zu verschaffen.“ Jochen Exner hatte das zum Ende seines Rechenschaftsberichtes – der die umfangreichen Aktivitäten des Fördervereins im Jahr 2012 dokumentierte - in bewegenden Worten bereits zugesagt: „Ich erkläre mich bereit, als Stellvertreter des Vorsitzenden im neu zu wählenden Vorstand Horst Fasold alle nur mögliche Unterstützung zu geben.“

Der planmäßige Rückzug von Jochen Exner aus der „vordersten Front“ des Fördervereins ist Anlass, sein überaus erfolgreiches Wirken im Förderverein für das Glasmuseum zu würdigen:

Es begann damit, dass von der Stadtverordnetenversammlung Weißwasser unter maßgeblichem Anteil des damaligen Stadtrates Jochen Exner ein Beschluss zur Gründung eines Fördervereins gefasst wurde, der ein Glasmuseum in der Gelsdorf-Villa einrichten sollte. Jochen Exner gehörte zu den Gründungsmitgliedern und bereitete die Gründungsveranstaltung am 8. August 1993 wesentlich mit vor. Dem Vereinszweck – Bewahrung der Traditionen einer über 100jährigen Geschichte der Glasherstellung in Weißwasser einschließlich deren Auswirkungen auf die Entwicklung des Gemeinwesens – verschrieb sich Jochen Exner in beispielhafter und vorbildlicher Weise als Projektleiter. Bereits 1996

konnte so der Stadt Weißwasser anlässlich der 444-Jahr-Feier ein funktionsfähiges Fachmuseum übergeben werden, dessen Leiter er von 1996 bis 2000 war. Zuvor – nämlich im Dezember 1994 – wurde auf Initiative von Jochen Exner eine erste Ausstellung mit Erzeugnissen aus den Glasbetrieben in Weißwasser eröffnet.

Da der Spitzname „Schwungrädel“ bereits an eine andere Persönlichkeit der hiesigen Glasindustrie vergeben ist, kann er nicht auch an ihn verliehen werden. Verdient hätte er es, denn sein Ideenreichtum zu den unterschiedlichsten Anlässen, gekoppelt mit organisatorischen und Realisierungsaktivitäten zur Umsetzung dieser Ideen, ist beispielhaft. Er initiierte das Sammeln von Exponaten für die Ständige Glas-Ausstellung durch Kauf, Schenkungen und Leihgaben von Bürgern und Betrieben in Weißwasser und Umgebung und war Geburtshelfer bei der Bildung von Arbeitsgruppen (AG) zur Lösung der satzungsgemäßen Aufgaben des Fördervereins. Er selbst übernahm die AG „Chronik“. Jochen Exner ist es auch zu verdanken, dass die Generalüberholung der Gelsdorf-Villa trotz Geldmangel erfolgreich abgeschlossen werden konnte, wobei auch lange Zeit nicht sichtbare Elemente der Inneneinrichtung wie Parkett und Fliesenwände wieder zum Vorschein kamen.

Sein Wirken für das Glasmuseum, seine Kontakte zu anderen Museen, seine Mitarbeit in der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft sowie seine Publikationen haben wesentlich dazu beigetragen, dass das Glasmuseum Weißwasser zu einem anerkannten Fachmuseum geworden ist. Hierfür wurde er auf der Wahlversammlung des Vereins mit dem gläsernen Ehrenzeichen des Fördervereins ausgezeichnet – nicht die erste Anerkennung seiner ehrenamtlichen Tätigkeit: Bereits 2010 wurde er von Sachsens Wissenschafts- und Kunstministerin Sabine von Schorlemmer für sein besonderes Engagement im Museum ausgezeichnet.

#### „Runde“ Geburtstage der Mitglieder des Fördervereins im Jahr 2013

40. Geburtstag	Weise, André	27. Oktober
	Schneider, Eva	3. Dezember
45. Geburtstag	Schneider, Christian	23. Februar
	Kittner, Annegret	1. September
55. Geburtstag	Kuschela, Marita	10. April
65. Geburtstag	Hesse, Sabine	23. September
70. Geburtstag	Keller, Reiner	18. Oktober
75. Geburtstag	Gierke, Siegfried	28. März
	Hoyer, Wolfgang	11. Juni
	Marschner, Hans-Dieter	9. September
	Küstner, Bernt	22. September
80. Geburtstag	Pofahl, Kurt	4. Februar
	Schelinski, Siegfried	12. April
	Lebsa, Benno	28. April
85. Geburtstag	Rogenz, Willy	23. Juli
	Kerl, Joachim	9. Oktober

Herzlichen Glückwunsch!

Sonderausstellungen / Veranstaltungen 2013**A) Im Glasmuseum**

- 30.11.2012 – 17.02 2013 **Wunderwelt der Märchen - Porzellanpuppen von Christel Weist**  
Einzelne Märchenszenen mit Porzellanpuppen; dazu Märchenerzählen für Kindergruppen nach Voranmeldung
- 01.03.2013 - 05.05.2013 **Exponate der Internationalen Leistungsvergleiche**
- 09.03.2013 - 11.03.2013 **Jahrestagung des Sächsischen Museumsbundes in Weißwasser**
- 12.05.2013 **Internationaler Museumstag**  
Führungen zur Glasgeschichte Weißwassers
- 24.05.2013 - 01.09.2013 **Ton zeigt Form. Die Schönheit der einfachen Formen**  
Ausgewählte Objekte des Künstlers Guido von Merten (Schüler von Hedwig Bollhagen)
- 08.09.2013 **Tag des offenen Denkmals**  
Führungen durch das Gebäude
- verschoben nach 2014 **Polnische Moderne - Junge polnische Glaskünstler**  
In Partnerschaft mit dem Muzeum Karkonoskie in Jelenia Góra  
Kuratorin der Ausstellung: Dr. Stefania Zelasko  
Konzept, Bearbeitung und Auswahl der Exponate: Dr. Stefania Zelasko
- 30.11.2013 – Feb. 2014 **Schwippbögen und Krippen aus Glas**  
Von Marion Fischer, Marienberg

**B) Auswärtige Ausstellungen**

- 01.01. – 31.12.2013 - Vitrine in Kreiskrankenhaus Weißwasser mit Exponaten des Designers Prof. Wilhelm Wagenfeld
- März 2013 - Ostermarkt in der Lausitzhalle Hoyerswerda  
Bleikristall und Werkzeuge aus dem Fundus des Museums
- August 2013 - Glastag im Erlichthof Rietschen  
Glasexponate und Werkzeuge aus dem Fundus des Museums
- November 2013 - "Licht und Glas" im Barockschloss Rammenau  
Glaskünstler und Glashandwerker stellen sich vor

**C) Vorträge:**

- 09.03.2013  
Jochen Exner  
Vom Heidedorf zum weltgrößten Glasherstellungszentrum  
Glashütten im Muskauer Faltenbogen

(in Diskussion)  
Holger Klein  
Glasindustrie in Muskau und Liegnitz

---

Schriftenreihe des Förderverein Glasmuseum Weißwasser e.. V..

Erschienen sind:

Gramß, Horst; Keller, Reiner  
**Der Glasdesigner Horst Gramß**  
54 S.; Preis: 5,- €,  
ISBN 978-3-9813991-0-3

Segger, Günter; Sporbert, Janett  
**Gedenkpfad für die Opfer von Krieg und Gewalt**  
20 S.,  
ISBN 978-3-9813991-1-0

Keller, Reiner  
**Heinz Schade. Ein begnadeter Glasschleifer und -graveur**  
72 S.; Preis 10,- €, ISBN 978-3-9813991-2-7

Schäfer, Manfred  
**Glasdesigner. Glasmacher. Glasgraveur**  
Gerhard Lindner | Manfred Schäfer | Hans Lutzens | Horst Schumann | Fritz Heinzel  
Sie haben in der jüngsten Vergangenheit Spuren in der Glasindustrie Weißwassers hinterlassen  
72 S.; ISBN 978-3-9813991-4-1

Im ersten Halbjahr 2013 werden auch die „Episoden“ von Manfred Schäfer in Buchform erscheinen.

---

Aus dem Gästebuch des Glasmuseums:

31.1.2013

*Bin total überrascht, welche Vielfalt hier in Weißwasser im Glasmuseum vorhanden ist und wünsche mir eine Wiederbelebung der glasmacherischen Fähigkeiten hier in Weißwasser mit vielen Kontakten, internationalen Künstlern in diesem Glasmuseum und eine Wiedergeburt des kreativen Geistes mit neuen Kontakten, denen ich gern behilflich bin.*

*Kristian Klepsch*

---

Impressum:

Herausgeber: Förderverein Glasmuseum Weißwasser e.V.  
Redaktion: Reiner Keller; Jochen Exner  
Forster Strasse 12 | D 02943 Weißwasser  
Telefon: 03576-204000 | Fax: 03576-2129613  
E-Mail: [info@glasmuseum-weisswasser.de](mailto:info@glasmuseum-weisswasser.de) und [glasmuseum-wsw@t-online.de](mailto:glasmuseum-wsw@t-online.de)  
Internet: [www.glasmuseum-weisswasser.de](http://www.glasmuseum-weisswasser.de)

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.  
Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Herausgebers urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

**Spenden zur Unterstützung der Arbeit des Fördervereins sind willkommen!**