

## Bemerkungen zu den alten Urangläsern

von

**Franz Kirchheimer, Freiburg i.Br.**

### Zusammenfassung

Seit meinen 1963 veröffentlichten geschichtlichen und glastechnischen Mitteilungen haben die Urangläser des 19. Jahrhunderts das Interesse der Physiker gefunden, da mit der Spaltspuren-Methode das Alter oder der Urangehalt ermittelt werden kann und datierte Exemplare ausnehmend günstige Objekte für die Bestimmung der Zerfallskonstante der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$  sind. Ein erläutertes Verzeichnis der zu solchen Untersuchungen bereits benutzten und geeigneten Urangläser wird mit besonderer Berücksichtigung der ein Widmungsdatum zeigenden „Freundschaftsgläser“ der späten Biedermeierzeit gegeben. Das seit 1912 bekannte und neuerdings in seiner Realität bezweifelte Uranglas eines antiken Mosaiks ist in eine gegenüber der früheren Betrachtung erweiterte Sicht gestellt. Die Möglichkeit der Bereitung von Uranglas zu römischer Zeit mit Sekundärmineralien des Urans kann bejaht werden. Hinweise auf seine Existenz sind besonders von Nachforschungen unter den Glasfunden aus dem Bereich ihrer zahlreichen gallischen und cornischen Vorkommen zu erwarten.

1963 habe ich eine Geschichte des Urans für den Zeitabschnitt von seiner Entdeckung durch MARTIN HEINRICH KLAPROTH (1789) bis zu dem Nachweis der Radioaktivität (1896) und dem Auffinden des Radiums (1898) vorgelegt<sup>1</sup>. Das Werk enthält auch aus langjährigen Studien erwachsene Mitteilungen über die Herstellung uranhaltiger Gläser sowie über ihre Eigenschaften und Verwendung (S. 13, 274—287 u. 289/290; Farbtaf. IV). Mit Genehmigung des Verlags ist auf Wunsch der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft e.V. ein Auszug in den „Glastechnischen Berichten“ veröffentlicht worden, und zwar ohne die Wiederholung der zahlreichen Zitate aus der mit dem Jahr der Entdeckung des Urans beginnenden Literatur über uranhaltige Gläser (1963b, S. 488—490 u. Farbtaf. IV aus Ki. 1963a).

Nach meinen Erhebungen hatte man die Fabrikation von Uranglas zu Gebrauchsware und Zierzwecken schon im ausgehenden dritten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts aufgenommen. Sie ist aber erst für 1831 und eine der Glashütten im Böhmisches Riesengebirge mit einem Angebot belegt, also wesentlich nach dem Bekanntwerden der Nutzung von Uranfarben in der keramischen Industrie (vgl. Ki. 1963 c, S. 272/3). Durch Gravuren datierte Ziergefäße stammen vorwiegend aus der Zeit von 1840 bis 1850. Diese geblasenen und alsdann geschliffenen

Anschrift des Verfassers:

o. Professor Dr. KIRCHHEIMER, Präsident a. D., Gerbertstr. 1, D-7800 Freiburg i.Br.

oder schnittveredelten „Freundschaftsgläser“ im späten Biedermeierstil fanden besonders in den nordböhmischen Bädern als Andenken an Bekanntschaften während des Kuraufenthalts eine beliebte Verwendung. Gegenüber der nicht geringen Zahl der noch heute angebotenen Gefäße und sonstigen Artikel aus dem Uranglas des 19. Jahrhunderts gehören sie zu den im Altkunsthandel hochbewerteten Seltenheiten. Folgende mit Widmungsdaten versehene henkellose Freundschaftsgläser böhmischer und schlesischer Hütten sind in meinem Besitz oder gelangten mir zur Kenntnis (Höhe 10,5—11,6 cm):

1. Keine Ortsangabe, achtfach facettierter Fußbecher einer Annagrün-Komposition ohne „Dichroismus“ und im UV-Licht mit geringerer Fluoreszenz als die Nrn. 4 bis 6. In einem hochgeschliffenen, großen querelliptischen Medaillon um mattgeschnittene, Farbspuren zeigende Verißmeinnichtblüten graviert „Rasch entflieht der Gegenwart Freude, Doch Erinnerung bringt freundlich sie zurück“; ihm gegenüber hochgeschliffenes kleines Knopfmedaillon mit der dreizeiligen Gravur „Am/5ten August/1841.“; achtpassiger Fuß unten mit einfachem Sternschliff (Slg. Ki., vgl. 1963 a, S.283 fälschlich „6. August“; 1963 b, S.490). Die Herkunft des auf die Goethezeit deutenden Distichons habe ich nicht ermitteln können.
2. „Auch in Teplitz vergesse ich Deiner nicht! Den 18. Oktober 1841“; vor 1959 im Berliner Kunsthandel gewesen (150 DM, Verbleib unbekannt; vgl. Ki. 1963 a, S.285 Anm. 11).
3. Facettierter Ranftbecher mit achtpassigem Fußwulst, in einem hochgeschliffenen, etwa rundlichen Medaillon dreizeilig graviert „Rockel/d.22.Mai/1843.“ (Annagelb; Max-Planck-Institut für Kernphysik Heidelberg). Diente mit anderen datierten Urangläsern aus dem 19. Jahrhundert (Nrn. 4, 13 u. 14) zu einer Bestimmung der Zerfallskonstante der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$  über die Spaltspuren-Methode (GENTNER & al. 1972, S.125/6; FESTAG & al. 1976, S.497 u. Fig.2). „Rockel“ dürfte nach meinen Erhebungen auf den Rockelmann unmittelbar südlich von Schwarzenberg im Sächsischen Erzgebirge zu beziehen sein, eine landschaftlich reizvolle Granithöhe (578 m), die von den



Gravurdatierte Uran-Freundschaftsgläser der späten Biedermeierzeit (etwa ein Viertel der natürlichen Größe; nach Lichtbildern aus dem Max-Planck-Institut für Kernphysik Heidelberg der Nrn. 1, 3, 4 u. 6)

Gästen der im Nordosten der Stadt gelegenen Kurbadeanstalt Ottenstein besucht wurde. Der Rockel ist auch als Fundort von Uranmineralien bekannt (vgl. Ki. 1963 a, S. 111).

4. 7-fach facettiertes Kissinger Freundschaftsglas, auf den Flächen umlaufende Ansichten aus dem Badeort u. seiner Umgebung in mattem Flachscliff, sechs der Bilder mit graviertem Unterschrift („Ragozy. in Kis=/singen.–Bodenlaube – Conversationssaal – Saline – Altenberg – Theresienbrunn“), unter der nicht bezeichneten Ansicht eines hochgelegenen Gebäudes [? Kloster Frauenroth] zweizeilig graviert „den 25. Juli/1844.“; auf der glatten, runden Standfläche des facettierten siebenpassigen Fußwulstes „E.v.D“ über den ebenfalls gravierten Initialen von zwei weiteren Kurgästen; Annagelb-Komposition (Slg. Ki.). Das Glas mit 0,30 % Uran diente THIEL & HERR (1970, S. 527; 1971, S. 935; 1976, S. 52–55; THIEL 1973, S. 12 u. 14–40) sowie STORZER (1970, S. 49) zu Bestimmungen der Zerfallskonstante der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$  über die Spaltspuren-Methode. Die ermittelten Werte stimmen innerhalb ihrer Fehlergrenze überein (Spur der Probenentnahme auf der Standfläche).
5. Keine Ortsangabe, Fußbecher einer Annagelb-Komposition. Im umlaufenden mattgeschliffenen Blumendekor auf ausgesparter Fläche zweizeilig graviert „Zum Andenken“ und über zwei Felder des elffach facettierten unteren Teils der Wandung „d. 2t. Febr/1845“ (Slg. Ki.). Die Mitte der glatten Standfläche des facettierten zehnkantigen Fußes zeigt als nabelartige Vertiefung die Spur des Heftesens.
6. Keine Ortsangabe, Fußbecher einer Annagelb-Komposition mit besonders auffallendem „Dichroismus“ Im hochgeschliffenen runden Medaillon über zwei der Flächen der sechsfach facettierten Wandung vierzeilig graviert „Zur/Erinnerung/des 5t. Mai/1849.“ (Slg. Ki.; 1963 a, S. 285 Anm. 11 irrtümlich „9. Mai“; 1963 b, S. 490). Vier der Facetten oben mit hochgeschliffenen gesteinelten Lanzettflächen. Die sechseckige Standfläche des reichgeschliffenen Fußwulstes zeigt ein Hexagramm.

Nach ihren um 1845 gültigen Preis-Couranten verkauften die Hütten „diese Souvenirs oder feingeschliffenen brillantirten Trinkgefäße in den neuesten eleganten Formen“ zu Beträgen zwischen 5 und 10 Gulden [9–18 Goldmark]. Von den vier datierten Stücken meiner Sammlung besitzt Nr. 1 die geringste und Nr. 4 die höchste Radioaktivität, da besonders unter den Freundschaftsgläsern die mit einem den „Dichroismus“ und die Fluoreszenz im UV-Licht beeinträchtigenden Chrom- oder Kupferzusatz hergestellte grüne Komposition in der Regel weniger Uran enthält als das Annagelb (vgl. Ki. 1963 a, S. 283; 1963 b, S. 489). Die kunsthistorische Primärliteratur der Jahre nach 1963 behandelt in der Zeit des Jugendstils erblasene Urangläser. SCHACK v. WITTENAU (1971; S. 20, 60/61, 162 Anm. 4 u. 269) beschreibt die aus der Glashütte Heckert zu Petersdorf im Schlesischen Riesengebirge stammenden Kugelvassen, von denen ich ein um 1900 angefertigtes

signiertes Einzelstück mit geschnittenem und geätzttem rostrotem Überfang und irisierter Oberfläche bereits erwähnt hatte (1963 a, S. 284 u. 287 Anm. 22; 1963 b, S. 490). Den Angaben über die Verwendung des Uranglases zu Quincailleriewaren im 19. Jahrhundert ist nachzutragen, daß auch aus Annagelb und Annagrün bestehende kurzhalsige „Schmalzlergläser“ für die Mitnahme des Schnupftabaks vorkommen, wahrscheinlich Erzeugnisse von Hütten im Bayerischen Wald oder in Nordböhmen. Auf diesen etwa 10 cm langen und bis 8 cm breiten flachen, dickwandigen Fläschchen befinden sich mitunter die gravierten Initialen oder Namen der einstigen Besitzer. Ein in die Sammlung R. LESSER (Karlsruhe) gelangtes, abgenutztes schliffveredeltes Exemplar einer blassen Annagelb-Komposition zeigt die Jahreszahl 1834 und ist das mir bekannte Uranglas mit dem frühesten Datum, bemerkenswerterweise aus dem Bereich der Gebrauchs- und nicht der Zierware.

Die für physikalische Untersuchungen wichtige Frage nach dem zeitlichen Abstand der Widmungsgravuren der Freundschaftsgläser von ihrem Herstellungsjahr ist mit den Usancen der Andenknhändler zu beantworten. Man war bestrebt, die Lagerhaltung möglichst kurz zu bemessen, ein auch heute geübter Geschäftsbrauch. Demnach ist anzunehmen, daß die von den Hütten oder über Verlegerfirmen bezogenen Gläser unmittelbar oder allenfalls ein bis zwei Jahre vor dem aus der Gravur ersichtlichen Verkauf zur Herstellung gelangten. Freundschaftsgläser der Biedermeierzeit aus uranfremen Kompositionen und mit gravierten Daten, die nicht nur auf das fünfte, sondern auch auf das dritte und vierte Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts hinweisen, sind in Museen, privaten Sammlungen sowie im Altkunsthandel anzutreffen. Eine inhaltsreiche Zusammenfassung des Wissens um das Biedermeierglas der böhmischen Hütten ist SPIEGL (1976, S. 89—178) zu verdanken (S. 97, 124 u. 126 uranhaltige Kompositionen; S. 146 bemalter annagelber Ranftbecher „um 1840“). Die Farbtafel nach der S. 144 zeigt kleine Flakons aus gelbem Uranglas und der uranreichen Chrysopras-Komposition; auf ihrer Rückseite befindet sich die Abbildung eines um 1850 hergestellten „Fußbeckers aus annagelbem Glas mit rotem und weißem Doppelüberfang“. In dem von ZENKNER (1968) verfaßten Buch über die alten Glashütten des Isergebirges wird die Uranglasbereitung nur im Zusammenhang mit der Tätigkeit des „Glaskönigs“ JOSEPH RIEDEL (1816—1894) erwähnt (S. 124 Annagelb u. Annagrün; vgl. Ki. 1963 a, S. 281/2 u. 285 Anm. 8—10). Bei der Überarbeitung des 1923 zu Leipzig erschienenen Werks von G. E. PAZAUERK „Gläser der Empire- und Biedermeierzeit“ (vgl. Ki. 1963 a, S. 281 u. 285 Anm. 8) hat E. VON PHILIPPOVICH das neuere Schrifttum über die uranhaltigen Kompositionen nicht berücksichtigt (II. Aufl., Braunschweig 1976; S. 244).

Von den einer Analyse unterzogenen Uranglasgegenständen aus dem 19. Jahrhundert besitzt eine 14 cm hohe, flachgebauchte und langhalsige Vase aus schmutzig olivgrünem Glas, das in eine zweiteilige Form eingblasen wurde, mit 0,849 % den höchsten Urangehalt (Slg. Ki.)<sup>2</sup>. Sie zeigt gegenüber den Freundschaftsgläsern der Annagelb-Komposition nur geringen „Dichroismus“, erweist aber ihre stoffliche Eigenart durch die besonders hohe Radioaktivität und die ebenfalls lebhaft grüne Fluoreszenz im UV-Licht. Nach alten Rezepten sind im 19. Jahrhundert auch Annagelb-Kompositionen und opake Gläser mit beträchtlicherem Urangehalt hergestellt worden (vgl. Ki. 1963 a, S. 282/3; 1963 b, S. 489). In keinem Fall ist selbst bei den über 100 Jahre alten Objekten eine von der Radioaktivität be-

wirkte sichtbare Veränderung ihrer Substanz eingetreten, z. B. Trübung oder Rissigkeit.

Seit etwa einem Jahrzehnt haben die alten Urangläser das früher vorwiegend auf ihre Fluoreszenz gerichtete Interesse der Physiker erneut erweckt. Bei der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$  entstehen in elektrisch nichtleitenden Mineralien und Gläsern latente Spuren, die durch Anätzen der Proben mit chemischen Reagenzien für das Mikroskop sichtbar gemacht werden können. Ihre von seiner Zerfallskonstante und der Speicherzeit abhängige Anzahl bemißt das Alter der Matrix, allerdings unter der Voraussetzung, daß man den Urangehalt kennt und nach der Minerogenese oder dem Erstarren des Flusses eine das Ausheilen der Spuren bewirkende Erhitzung nicht eintrat (vgl. WAGNER 1966, S. 733—740). Von den künstlichen Gläsern sind die im Gegensatz zu der Mehrzahl der Mineralien nur spurenhafte Urangehalte keinen nachträglichen thermischen Effekten ausgesetzt gewesen uranreichen Kompositionen besonders günstige Objekte für die Altersbestimmung mit der Spaltspuren-Methode. Auch ermöglicht sie bei datierten Urangläsern, also solchen von annähernd bekannter Herstellungszeit, eine genauere Berechnung der Zerfallskonstante der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$ , deren nach anderen Verfahren ermittelten Werte erheblich streuen (vgl. Nrn. 3, 4, 13 u. 14). Altersbestimmungen an Urangläsern mit der Spaltspuren-Methode sind seit 1964 in die physikalische Literatur eingegangen (Nrn. 7—12). Der Urangehalt ist nicht durch konventionelle Analysen oder über die Röntgenfluoreszenz ermittelt worden, sondern aus der Zählung der bei einer Bestrahlung kleiner Glasproben mit einer bekannten Dosis thermischer Neutronen erzeugten, alsdann angeätzten Spaltspuren des  $^{235}\text{U}$  und nach einer Berechnung (vgl. FLEISCHER & PRICE 1964, S. 841/2; WAGNER 1973, S. 75—79; 1976 a, S. 506—508). Unter den untersuchten Objekten befinden sich auch Urangläser, die entweder datiert sind oder nach stilistischen Kriterien ebenfalls aus dem vergangenen Jahrhundert stammen.

7. Kerzenständer mit sechskantigem Fuß, aus Preßglas einer Annagelb-Komposition in zweiteiliger Form hergestellt (0,508 % U; BRILL & al. 1964, S. 154/5 Fig. 2; BRILL 1965, S. 55 Tab. I Nr. 1). Aus der Zeit von 1850 bis 1860, wahrscheinlich ein Fabrikat der Boston & Sandwich Glass Co. (vgl. Nr. 14); nach der Spaltspuren-Analyse  $1840 \pm 20$  a (The Corning Museum of Glass).
8. Fußbecher (Höhe 11,0cm, Durchmesser am Rand 8,3cm, achtpassiger Fuß 6,3cm), aus Preßglas einer Annagrün-Komposition in vierteiliger Form mit imitiertem Flächenschliff hergestellt (0,366 % U; BRILL & al. 1964, S. 154/5 Fig. 3; BRILL 1965, S. 55 Tab. I Nr. 2). Letztes Viertel des 19. Jahrhunderts, nach der Spaltspuren-Analyse  $1860 \pm 18$  a (The Corning Museum of Glass). In der Slg. Ki. zwei gleichartig gestaltete und gemusterte größere Fußbecher (Höhen 12,4 u. 12,1cm, Durchmesser am Rand 9,5cm, achtpassiger Fuß 6,9cm; vgl. auch Nr. 10). Sie stammen aus verschiedenen vierteiligen Formen, da nicht nur die Höhenmaße, sondern auch die Lappen des Fußes geringfügig

abweichen, liefern aber übereinstimmende Meßwerte der Radioaktivität. Uranhaltiges Preßglas mit nachgeahmtem Schliffmuster ist nach meinen Erhebungen schon um 1850 hergestellt worden, und zwar besonders aus Annagrün-Kompositionen (1963 a, S. 284).

9. Kerzenständer aus Preßglas einer Annagelb-Komposition (0,16 % U; KAUFHOLD & HERR 1967, S. 406 Fig. 3/1 u. 408); nach der Spaltspuren-Analyse ist als Herstellungsjahr  $1851 \pm 17$  a anzunehmen. In der Slg. Ki. zwei 21,5 cm hohe Kerzenständer, die aus einer Annagrün-Komposition bestehen und in einer vierteiligen Form mit imitiertem Walzen- und Kugelschliff gepreßt wurden.
10. Fußbecher (Höhe 12,1 cm, Durchmesser am Rand 9,5 cm, achtpassiger Fuß 6,9 cm) aus Preßglas einer Annagrün-Komposition (0,25 % U; KAUFHOLD & HERR 1967, S. 406 Fig. 3/2 u. 408); nach der Spaltspuren-Analyse ist als Herstellungsjahr  $1861 \pm 16$  a anzunehmen. Mit der Nr. 8 besteht Gestalt- und Mustergleichheit; die Maße entsprechen dem kleinen Glas in der Slg. Ki. Das für die Nrn. 8 und 10 ermittelte Spaltspuren-Alter ist nahezu identisch, obwohl in die Berechnungen verschiedene Werte für den Urangehalt und die Zerfallskonstante der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$  eingingen. Uranhaltige Preßgläser dieses Typus sind in den unter der Nr. 8 erwähnten drei Größen offenbar über längere Zeit hergestellt worden und im heutigen Handel die am häufigsten anzutreffenden Fabrikate.
11. Fußbecher aus Preßglas einer Annagrün-Komposition mit imitiertem Hochschliff (0,17 % U; KAUFHOLD & HERR 1967, S. 406 Fig. 3/3 u. 408); nach der Spaltspuren-Analyse ist als Herstellungsjahr  $1834 \pm 20$  a anzunehmen. Den Nrn. 8, 10 und 11 ähnliche Fußbecher sind seit der späten Biedermeierzeit aus geblasenem Uranglas beider Kompositionen angefertigt worden. Die Preßgläser gelangten als billige Imitationen dieser schliffverzierten Vorbilder in den Handel.
12. Schale aus Preßglas einer Annagrün-Komposition (0,17% U; KAUFHOLD & HERR 1967, S. 406 Fig. 3/4 u. 408); nach der Spaltspuren-Analyse wird das Herstellungsjahr  $1816 \pm 22$  a angenommen. Die als „Early Victorian“ [1838 ff.] bezeichneten Gläser der Nrn. 9 bis 12 befinden sich im Besitz des Instituts für Kernchemie der Universität Köln. Von ihnen zeigt die Nr. 9 eine wesentlich stärkere Fluoreszenz als die Nrn. 10 bis 12. Die unter den Nrn. 8, 10 und 11 behandelten Fußbecher sind keine englischen Fabrikate, sondern nach der Machart offenbar Erzeugnisse böhmischer oder schlesischer Hütten. Uranfarben für die Glas- und Porzellanindustrie hatte man in England bereits um 1840 aus cornischer Uranpechblende hergestellt; 1837 gelangten zwei urangefärbte Flintglas-Armeleuchten in den Besitz der englischen Königin (vgl. Ki. 1963 a; S. 241/2, 258, 261, 266, 281 u. 285 Anm. 6). Von WAKEFIELD (1961, S. 30) wird in einer Betrachtung über die britischen Farbgläser des 19. Jahrhunderts lediglich erwähnt, daß eine in Birmingham betriebene Hütte im Jahr 1851 auch

„canaryglass“ angeboten hatte, die englische Bezeichnung für Annagelb-Kompositionen.

13. „Saratoga Cup“, aus einer Annagrün-Komposition geblasener Becher, gehandelt, mit der dreizeilig gravierten Beschriftung „Souvenir/Saratoga/1887“ (0,728 % U; WAGNER & al. 1975, S. 1282/3 u. 1285). Diente zu einer Bestimmung der Zerfallskonstante der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$  nach der Spaltspuren-Methode (U. S. National Museum Washington). Mitunter ebenfalls datierte Becher aus der gelben oder grünen Komposition sind in den böhmischen und alpinen Bädern noch vor ungefähr 40 Jahren als Brunnengläser benutzt worden (z. B. „Bad Ischl 1932“). Saratoga Springs ist ein vielbesuchter Badeort im nordamerikanischen Staat New York.
14. „Grant Peace Plate“, Zierteller aus Preßglas einer Annagrün-Komposition, Durchmesser 26,3 cm, in der Mitte ein Brustbild des von 1869 bis 1877 amtierenden 18. Präsidenten der United States of America mit der einen Halbkreis einnehmenden Umschrift in Versalien „Born April 27 1822 [5 Sterne] Died July 23 1885 [18 Sterne]“, auf dem breiten Laubrand in schrägen großen Buchstaben „Let Us Have Peace U [lysses]. S [impson]. Grant“ (0,216 % U; WAGNER & al. 1975, S. 1282/3 u. 1285); nach LEE (1960, S. 429/430 u. Taf. 144 e. p.) in einem der ersten auf 1885 folgenden Jahre von Adams & Co. in Pittsburgh hergestellt. Diente zu einer Bestimmung der Zerfallskonstante der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$  nach der Spaltspuren-Methode (U. S. National Museum Washington). Im 19. Jahrhundert mußte man sich in Nordamerika für die Herstellung uranhaltiger Kompositionen (Nrn. 7, 13 u. 14) eingeführter oder aus europäischen Erzen bereiteter Farben bedienen, da vor 1871 kein Bergbau auf einheimische Uranerze umging und die in den Folgejahren bei Central City gewonnene Uranpechblende nach England und Frankreich verkauft wurde; auch die 1898 in Colorado geförderten ersten Carnotit-Erze kamen zur Ausfuhr (vgl. Ki. 1963 a; S. 245–251, 269, 274 Anm. 26 u. 302).

Sowohl in Museen als auch im Privatbesitz können sich nicht erfaßte datierte Urangläser befinden, und zwar besonders Exemplare der von den Sammlern gesuchten Freundschaftsgläser aus der späten Biedermeierzeit [ca. 1840–1850]. Die Durchsicht der Kataloge erteilt keinen Aufschluß über den Umfang ihrer Überlieferung, da zwar die gelbe oder grüne Farbe und mitunter die Herkunft aus bestimmten Hütten angegeben sind, aber die stoffliche Ursache der Tinktion nur selten erwähnt wird. Auch für die späteren Ziergläser und die Erzeugnisse des kurzlebigen Jugendstils [ca. 1895–1914] gilt diese Bemerkung. Gravurdatiertes Uranpreßglas aus der Biedermeierzeit habe ich nicht gesehen und dürfte bei seinem gegenüber den geblasenen Freundschaftsgläsern nur geringen Geschenkwert kaum vorhanden gewesen sein.

Selbst bei Einsetzen der Plusrate aus dem Fehlerbereich der Spaltspuren-Analyse ist mit 1838 ein unwahrscheinlich frühes Herstellungsjahr für die Schale gegeben (Nr. 12). Preßglasgefäße wurden nach WAKEFIELD (1961, S. 55–57) in den Vereinigten Staaten von Amerika seit ungefähr 1825 und zuvor in Westeuropa

angefertigt (vgl. SPIEGL 1976, S. 175—177). Ich kenne aber nur Fabrikate aus uranhaltigen Sätzen, deren stilistische Merkmale allenfalls auf die späte Biedermeierzeit hinweisen. Bemerkenswert ist der für eine Annagrün-Komposition mit 0,728 % hohe Urangehalt im „Saratoga Cup“ (Nr. 13), der nur vom Glas der erwähnten olivgrünen kleinen Vase übertroffen wird (0,849 %). Für einen angeblich aus dem 18. Jahrhundert stammenden Uranglasring chinesischer Herkunft (0,4 %U; The Corning Museum of Glass) ermittelte WAGNER (1976b, S. 5) ein Spaltspuren-Alter von nur 70 Jahren. Nach meinem Wissen sind die seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auch in China bekannten uranhaltigen Gläser entweder eingeführt oder mit böhmischen Uranfarben im Land hergestellt worden (1963 a, S. 286 Anm. 12).

Unter den etwa zwei Jahrzehnte im Handel befindlichen Nachahmungen von Buntgläsern der Biedermeierzeit (vgl. SPIEGL 1976, S. 147) sind auch Annagelb- und Annagrün-Kompositionen anzutreffen. Ihre Herstellung erfolgt vorwiegend mit Verbindungen des abgereicherten Urans, das eine im Vergleich zu den alten Gläsern geringere Radioaktivität bedingt. Die eine Täuschung des Käufers beabsichtigende Gravur mit einem Datum aus dem 19. Jahrhundert ist noch nicht festgestellt worden. Datierte Urangläser, deren Fabrikation in einem der an die Biedermeierzeit anschließenden drei Jahrzehnte erfolgte, sind zwar vorhanden, aber überaus selten.

Eine römische Verwendung von Uran in der Glasmacherei hat KOHL (1954, S. 60 „vielleicht Uranglimmer“) ohne Hinweis auf das Schrifttum erwähnt. Diese kann nur das uranhaltige Glas eines um 79 n. Chr. angefertigten Wandmosaiks in der kaiserlichen Villa am Kap Posilipo bei Neapel betreffen (vgl. auch WEEKS 1956, S. 264; WALKER & OSTERWALD 1963, S. 4). Das nicht mehr vorhandene Kunstwerk hat GÜNTHER (1912, S. 103—105 u. Taf. XXI) beschrieben und farbig abgebildet (schwarz-weiße Wiedergabe als Fig. 1 auf S. 494 bei FESTAG & al. 1976). Die von E. G. LAWS durchgeführte chemische Analyse eines blaßgrünen Glases („very opaque“) erbrachte 1,25 % „Uranium oxide“ [1,06 % U, aus  $U_3O_8$  errechnet] und ist von MANLEY (1912, S. 106/7) mitgeteilt worden (vgl. auch THORPE 1949, S. 66/7). Das Uran gelangte nach seiner Ansicht nicht absichtlich in den Glasfluß, sondern als Verunreinigung aus dem Sand. An dem Urangehalt des blaßgrünen Glases im antiken Mosaik vom Kap Posilipo hegte CALEY (1948, S. 192) keine ernstesten Zweifel, obwohl Unstimmigkeiten in der erwähnten Analyse einer Berichtigung bedurften (vgl. auch 1962, S. 26—28 u. Tab. XXVI 1,323 % U). Dieser wird von ihm mit der Beigabe eines Uranminerals zu der für ein antikes Glas als ungewöhnlich bezeichneten Kali-Kalk-Komposition erklärt.

In meinem Werk über die Geschichte des Urans bin ich auf das uranhaltige Glas des römischen Mosaiks vom Kap Posilipo eingegangen (1963 a, S. 275/6 u. 279 Anm. 5—8; 1963 b, S. 488). Insbesondere wurden die wichtigsten Ergebnisse einer Untersuchung der mir vom Department of Antiquities des Ashmolean Museum (Oxford) überlassenen Fragmente des „Oxford Roman glass with Uranium“ mitgeteilt<sup>3</sup>. Die Analyse einer im Februar 1964 an R. H. BRILL (Corning) abgegebenen Probe bestätigte zwar den Urangehalt (1,298 % U), lieferte



aber ein Spaltspuren-Alter von lediglich ungefähr 50 Jahren (BRILL & al. 1964, S. 155; BRILL 1965, S. 53 u. 55 Tab. I Nr. 6  $1914 \pm 20$  a). Da einem römischerzeitlichen Uranglas für die genaue Bestimmung der Zerfallskonstante der spontanen Spaltung des  $^{238}\text{U}$  große Bedeutung zukommt, haben auch FESTAG & al. (1976, S. 493—496 u. 503) den 1912 mitgeteilten Befund erörtert. Die Autoren bezweifeln ihn hinsichtlich des Urannachweises im blaßgrünen Glas des Mosaiks vom Kap Posilipo („most questionable“). Weder meine Angaben aus dem Jahr 1963 noch die 1964 und 1965 veröffentlichten Ergebnisse der Spaltspuren-Analyse durch R. H. BRILL und seine Mitarbeiter sind in die Diskussion einbezogen!

Da das römischerzeitliche Uranglas vom Kap Posilipo eine 1963 nicht vor auszusehende Beachtung findet, bin ich gebeten worden, die mir damals wichtig erscheinenden Angaben über die Ergebnisse seiner vor dem Einsatz der Spaltspuren-Methode für die Altersbestimmung von Mineralien und Gläsern durchgeführten Untersuchung zu ergänzen. Aus dem Ashmolean Museum erhielt ich im September 1961 zwei Glasröhrchen, die mit „Oxford Roman glass with Uranium“ und „Glass mixture with Uranium“ beschriftet waren. Eine dritte Probe „Uranium oxide“ ist die von E. G. LAWS für die Herstellung einer „Glass mixture with Uranium“ nach dem Rezept der Analyse des römischerzeitlichen Uranglases verwendete Verbindung gewesen (vgl. MANLEY 1912, S. 107/8). Im Geochemischen Laboratorium der damaligen Bundesanstalt für Bodenforschung (Hannover; Bundesanstalt für Geowissenschaften u. Rohstoffe) wurde das „Oxford Roman glass with Uranium“ zunächst der qualitativen Emissionsspektralanalyse unterzogen. Sie ergab nach dem Bericht vom 6. Dezember 1961 einen erheblichen Blei-, Eisen- und Urangehalt sowie an sonstigen Elementen nur Spuren von Cu, Ag, Mn, Ga und Bi. Die chemische Analyse und ihre Wiederholung erbrachten 1,356 % U. Das Fehlen einer Fluoreszenz des Glases ist entweder mit der löschenden Wirkung des etwa 1 % betragenden Bleigehalts oder dem vierwertigen Zustand des Urans zu erklären. Eine im August 1976 von Herrn Wiss. Oberrat Dr. H. FESSER (Hannover) vorgenommene Überprüfung des noch vorhandenen Spektrogramms bestätigte die Angaben aus dem Jahr 1961, besonders auch hinsichtlich des Bleinachweises.

Nach der 1912 mitgeteilten Analyse ist das Uranglas vom Kap Posilipo eine Kali-Kalk-Komposition [BRILL & al. 1964, S. 155 20—22 %  $\text{K}_2\text{O}$ ], deren Bleigehalt von E. G. LAWS übersehen wurde. Von CALEY (1962, S. 93—104) erörterte Angaben über den Chemismus sonstiger Gläser aus der Römerzeit, die in den europäischen Gebieten des Imperiums entstanden, betreffen nur Natron-Kalk-Kompositionen<sup>4</sup>. Bleireiches grünes oder gelbes Glas ist ebenfalls vorhanden und schon um 1798 von M. H. KLAPROTH in einem Mosaik der Villa des Tiberius auf Capri festgestellt worden (S. 13—15 Tab. I u. II; vgl. auch FESTAG & al. 1976, S. 500 Tab. III u. 502 Tab. IV gelbes Natron-Kalk-Glas aus Rom mit 8,1 %  $\text{PbO}$  u. 0,00009 % U). Die von mir seit 1957 vorgenommene Untersuchung grüner Gläser römischer Herkunft und aus dem Mittelalter hat keine auf einen gegenüber den Grundstoffen höheren Urangehalt deutende spezifische Radioaktivität oder den Nachweis der für ihn bezeichnenden Fluoreszenz im UV-Licht ergeben (1963 a, S. 275; 1963 b, S. 488).

Römischerzeitliche Gläser enthalten in der Regel wesentlich unter 0,0005 % Uran, ein seiner extrem geringen Konzentration in den Rohstoffen der Gemenge entsprechender Befund (Quarzsand mit akzessorischen Mineralien < 5 u. Kalkstein

<1g U/t)<sup>5</sup>. Die im 19. Jahrhundert in Westeuropa erblasenen Urangläser sind sämtlich natriumarme Kali-Kalk-Kompositionen ohne oder mit einem nur spurenhafte Bleigehalt („Böhmischer Kristall“). Dagegen besitzt der „Saratoga Cup“ 1887 (Nr. 13) zwar deren Zusammensetzung, enthält aber 1% PbO; das nordamerikanische Preßglas-Fabrikat (Nr. 14 „Grant Peace Plate“ 1885) geht nach der Analyse auf einen bleifreien Natron-Kalk-Satz zurück (vgl. WAGNER & al. 1975, S. 1283 Tab. 2). Bei Einbringen von Uran in bleireiche Flüsse ergeben sich Gläser, die weder den „Dichroismus“ noch die Fluoreszenz im UV-Licht zeigen, wahrscheinlich bedingt durch den löschenden Effekt des Bleis. Bleigläser mit Uranzusatz dienten schon im vierten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts der gelegentlichen Herstellung von Edelstein-Imitationen, besonders der smaragd- und topasähnlichen Erzeugnisse (vgl. MÜLLER 1834, S. 352/3 u. 357/8).

Das geringe Spaltspuren-Alter des „Oxford Roman glass with Uranium“ veranlaßte BRILL & al. (1964, S. 155) zu der Vermutung, daß ihnen eine Probe der 1912 erwähnten „Glass mixture with Uranium“ vorgelegen hatte oder Fragmente der Uranglassteine des römischerzeitlichen Mosaiks aufgeschmolzen wurden (vgl. auch BRILL 1965, S. 55 Nr. 6). Tatsächlich enthielt die mir 1961 zugekommene Probe des „Oxford Roman glass with Uranium“ keine kantigen Splitter, sondern den Teilchen einer Schmelzperle nicht unähnliche Bruchstücke. Der erhebliche Bleigehalt schließt aber die Möglichkeit aus, daß sie von der zu Vergleichszwecken lediglich mit den von E. G. LAWS bei der Analyse des römischerzeitlichen Glases gefundenen Substanzen hergestellten „Glass mixture with Uranium“ stammte. Durch die Erhitzung sind die bis zu ihrem Eintritt entstandenen latenten Spuren der spontanen Spaltung des <sup>238</sup>U ausgeheilt und nur die seitdem gebildeten „fission tracks“ der Zählung zugänglich gewesen, deren Auswertung das mit den 1912 berichteten Manipulationen übereinstimmende geringe Alter ergab. Im Vergleich zu den im 19. Jahrhundert hergestellten und einer Analyse unterzogenen Urangläsern hat der entgegen FESTAG & al. (1976, S. 495) nicht zu bestreitende Urangehalt als erheblich zu gelten, selbst wenn von dem 1961 ermittelten Wert abgesehen wird. Im ursprünglichen Zustand befindliches „Oxford Roman glass with Uranium“ ist in der mir 1961 zugekommenen Probe offenbar nicht vorhanden gewesen<sup>6</sup>. Nach einer mir im August 1976 zugegangenen Mitteilung von D. BROWN (Oxford) befinden sich im Ashmolean Museum bislang nicht untersuchte Bruchstücke grünen Glases aus dem Mosaik vom Kap Posilipo. Ihre Analyse dürfte die mit dem Urangehalt zusammenhängenden Unklarheiten aufhellen.

Eine Herstellung von reinen Uranverbindungen aus Erzen war mit dem Wissen der Antike und selbst bis in die Neuzeit undurchführbar. Die Glasmacher konnten sich aber einiger der besonders am Ausgehenden der Uranlagerstätten häufigen Sekundärminerale bedienen, ohne die Ursache der färbenden Wirkung auf die Flüsse zu kennen. Gerösteter Galmei wurde in der Römerzeit für die Bereitung zinkhaltiger Bronzen und des „Orichalcum“ verwendet, obwohl man vom metallischen Zink ebenfalls nichts wußte. Nach meinen Erhebungen hatte E. DE FONTENAY schon um 1837 auf der Glashütte Plaine-de-Walsch in Lothringen

und seit 1841 zu Baccarat mit dem 1852 Autunite genannten glimmerähnlichen natürlichen Calciumuranylphosphat von St-Symphorien-de-Marmagne bei Autun ein als „verre canari“ bezeichnetes Uranglas herstellen lassen (1963 a, S. 283 u. 286 Anm. 17)<sup>7</sup>. Anderwärts fanden gelbe erdige Substanzen („Uranocker“) eine entsprechende Verwendung. Demnach konnte Uranglas auch vor der erst seit 1789 möglichen chemischen Präparation von Uranfarben bereitet werden. Sowohl in Frankreich als auch in Cornwall ist in den bevorzugten Fundgebieten der Sekundärmineralien des Urans römischerzeitlicher Bergbau umgegangen. Für Gallien kann nach DAVIES (1935 Taf. II) besonders die Umgebung von Limoges (54 Vaulry, 58 St-Yrieix-la-Perche, 59 Cieux, 66 Chanteloube-en-Razès) erwähnt werden (vgl. Ki. 1963 a, S. 134—136 u. Textabb. 29). Mehrere cornische Vorkommen sind ebenfalls im Bereich antiken Bergbaus gelegen (DAVIES 1935 Taf. IVb; 7 St. Just, 10 St. Austell, 23 St. Agnes) und von der aus meinen Angaben ersichtlichen Bedeutung (1963 a; S. 146/7, 152—154, 242/3, Textabb. 30 u. 42). An den erwähnten Örtlichkeiten fanden sich die gelben und grünen Uranmineralien nicht nur in den Gruben, sondern auch an der Tagesoberfläche. Im Autunois sind sie nach meiner Übersicht ebenfalls in Steinbrüchen angetroffen worden, und zwar mitunter in großen Mengen (1963 a, S. 138—140 u. 143 Anm. 25—30).

Es ist undenkbar, daß den römischerzeitlichen Bergleuten oder Steinbrucharbeitern im aquitanischen und lugdunensischen Gallien sowie im cornischen Britannien die schönfarbigen Sekundärmineralien des Urans entgangen sind. Ihre hinsichtlich des Grüns bestehende Ähnlichkeit mit den für die Färbung des Glases benutzten natürlichen Kupferverbindungen könnte für die in der Antike bei der Verwendung tingierender Substanzen nur aus Erfahrungen schöpfenden Glasmacher (vgl. KISA 1908, S. 276; FREMERSDORF 1958, S. 8) der Anlaß gewesen sein, sie gelegentlich den Flüssen beizumengen, wenn auch in Unkenntnis der stofflichen Verschiedenheit (Anm. 5). Ungeachtet der angezweifelte Beweiskraft des grünen Glases im Mosaik vom Kap Posilipo ist nach allen Gegebenheiten die Möglichkeit der römischerzeitlichen Herstellung uranhaltiger Kompositionen vorhanden und keine reine Spekulation<sup>8</sup>. Die bislang vergebliche Suche nach solchen Gläsern bevorzugte Gegenden, in denen sekundäre Mineralien des Urans nicht oder nur spärlich vorkommen. Künftige Nachforschungen sollten besonders die Funde der im Limousin und Autunois sowie in Cornwall hergestellten Glasware berücksichtigen<sup>9</sup>. Die erhebliche Radioaktivität der Urangläser gestattet ihr Aufsuchen in den Sammlungen mit den für die Prospektion von Uranlagerstätten entwickelten Feldgeräten. Eine vom spurenhafte Isotop <sup>40</sup>K abzuleitende geringe Gamma-Aktivität ist selbst bei kaliumreichen Kompositionen gegenüber dem etwa 1000fachen Effekt der Strahlung des Urans ohne wesentlichen Einfluß auf das Meßergebnis (vgl. auch FESTAG & al. 1976, S. 500). Die auf das Verhalten im UV-Licht beschränkte Prüfung römischerzeitlicher Gläser genügt nicht für den Nachweis eines Urangehalts. Sowohl ein Bleioxidzusatz als auch Kupfer aus der Paragenese kupfer- und uranhaltiger Sekundärmineralien kann die ihn anzeigende Fluoreszenz abschwächen oder verhindern.

## Anmerkungen

1. Nahezu vier Jahrzehnte vor ANTOINE-HENRI BECQUEREL (1852—1908) hatte CLAUDE FELIX ABEL NIEPCE DE SAINT-VICTOR (1805—1870) bei photographischen Experimenten mit Uranylнитrat autoradiographische Effekte beobachtet, deren Auftreten 1884 ausdrücklich als Folge einer vom Uran ausgehenden eigentümlichen Strahlung erklärt worden ist (vgl. Ki. 1963 a, S. 29/30 u. 34/5 Anm. 7—9). ORCEL & KRAUT (1964, S. 93—100) unterzogen seine Befunde einer erneuten Interpretation und bestätigten meine Ansicht, nach der NIEPCE DE SAINT-VICTOR ein Wegbereiter des Nachweises der Radioaktivität war, obwohl A.-H. BECQUEREL ihn zunächst übergangen hatte und später jede Anerkennung versagte. Uranglas diente den Physikern seit etwa 1850 zu Experimenten über die Fluoreszenz und ihre Ursachen. Die Mehrzahl der in wissenschaftlichen Instituten anzutreffenden geformten Proben stammt aus der ersten Zeit unseres Jahrhunderts.
2. Die in Straßburg erworbene kleine Vase war farbig bemalt, und zwar mit floralen Ornamenten, die auf das letzte Viertel des vergangenen Jahrhunderts hinwiesen. Das von W. HERR (Köln) durch die Spaltspuren-Analyse erhobene Herstellungsjahr ist  $1887 \pm 12$  a, entspricht also der stilistischen Zuordnung, obwohl die Inhomogenität der Verteilung des Urans im Glas den Verlauf der Untersuchung ungünstig beeinflusste.
3. 1963 a (S. 275): „Die durchscheinende Masse mit gelblichem Stich zeigt keine Fluoreszenz, und zwar weder im lang- noch im kurzwelligen UV-Licht; bei einem Uranglas der 1912 angegebenen Zusammensetzung müßte sie auftreten. Indessen ergab die Röntgen-Fluoreszenzanalyse das Vorhandensein von Uran. Die Radioaktivität entspricht einem Urangehalt von 0,33 %. Da das Glas etwa 1 % Blei enthält, ist die fehlende Fluoreszenz wahrscheinlich mit dem löschenden Effekt dieses Metalls zu erklären. Der durch wiederholte chemische Untersuchung bestimmte Uran [oxid]gehalt beträgt 1,6 %; demnach ist dem 1912 ermittelten ähnlichen Wert die Anerkennung nicht zu versagen. Die Differenz gegenüber dem Ergebnis der radiometrischen Analyse zeigt eine Störung des Gleichgewichts an, entweder durch die Beimengung junger Uran-Mineralien oder durch die Abtrennung radioaktiver Substanzen aus der Zerfallsreihe des Urans bei der Fabrikation des Glases.“ BEZBORODOV (1975, S. 70/71 u. 214 Nr. 387) hat lediglich meine Angaben aus den „Glastechnischen Berichten“ (1963 b, S. 488) übernommen.
4. Das von KISA (1908) erwähnte Vorkommen der Kali-Kalk-Komposition dürfte sich nicht auf römische Gläser dieser Herkunft, sondern auf die in den afrikanischen und asiatischen Provinzen hergestellte Ware beziehen (S. 4/5 „Gewöhnlich ist das antike Glas nach seinen Hauptbestandteilen Kieselsäure, Kalk und Natron mit einem modernen Ausdruck als Natronglas zu bezeichnen, sehr häufig ist es aber aus Kieselsäure, Kalk und Kali zusammengesetzt, in unserem Sinne also Kaliglas, wie es in der modernen Industrie vorherrscht“). Nach BEZBORODOV (1975, S. 149—162) sind die antiken Gläser überwiegend Natron-Kalk-Kompositionen. Kaligläser ohne Natriumgehalt und alkali-freies Bleiglas sollen in römischer Zeit nicht hergestellt worden sein.
5. BRILL (1965, S. 53) erwähnt gelbgrüne Glasscherben von Pompeji, deren Radioaktivität auf einen Urangehalt unter 0,1 % hinweist. Nach FESTAG & al. (1976, S. 499) sind in den Glassteinen römischer Mosaiken weniger als 0,05 % Thorium und Uran vorhanden. Zu beiden Angaben werden keine Meßwerte mitgeteilt, aus denen sich der Bereich überdurchschnittlicher Radioaktivität bestimmter Fundstücke ergeben könnte. Selbst ein Urangehalt von nur 0,01 % ist nicht mit einer zufälligen Verunreinigung der auch in der römischen Zeit für die Glasherstellung verwendeten, äußerst uranarmen

- Rohstoffe zu erklären, sondern muß auf einer Beimengung von Uranmineralien beruhen, vielleicht aus der häufigen Paragenese mit den für die Färbung benutzten natürlichen Kupferverbindungen (vgl. Anm. 8). Noch unmittelbar vor der Entdeckung des Urans sind seine glimmerähnlichen grünen Mineralien dem Kupfer zugeordnet und als „cuiivre corné“ oder Chalcolith bezeichnet worden. Der Aufschluß des im Quarzsand vorkommenden radioaktiven Zirkons durch die Alkalicarbonate der Schmelze konnte bei dem nur sehr geringen Anteil dieses Minerals selbst bei einem Urangehalt von etwa 0,6 % lediglich unter 0,0005 % befindliche Spuren in das Glas gelangen lassen.
6. Herr Professor Dr. W. GENTNER (Heidelberg) hat mir am 1. Juli 1976 mitgeteilt, daß die ihm vom Ashmolean Museum überlassenen Glasstückchen ebenfalls ein niedriges Spaltspuren-Alter ergaben und nach J. G. FESTAG an den spärlichen Zerfallsprodukten kenntliches „modernes Uran“ enthalten. In der von mir untersuchten Probe des „Oxford Roman glass with Uranium“ befanden sich etwa 0,1 g schwere, nur geringfügig durchscheinende Bröckchen, die auf den 1912 erwähnten opaken Charakter der dicken Glassteine hinweisen könnten. Sie sind 1972 im Corning Museum of Glass durch einen verheerenden Wassereintrich in Verlust geraten.
7. CHERMETTE (1975, S. 14) hat irrtümlich angenommen, daß Urangläser mit gelbem Uranglimmer von Autun [Autunit] erstmals in Baccarat hergestellt wurden, da ihm meine Angaben aus dem Jahr 1963 offenbar nicht zur Kenntnis gelangten. Entgegen seiner Ansicht fand nicht J. DEMARTY um 1927 die für Frankreich erste Uranpechblende (S. 16). Vielmehr konnte ich nachweisen, daß dieses Mineral vor 1837 aus dem Autunois bekannt war und schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine wahrscheinlich der Fabrikation von Porzellanfarben dienende bescheidene Gewinnung erfolgte (1963 a; S. 131/2, 140, 142 Anm. 5, 217 u. Anm. 1, 251 u. 254 Anm. 1). Auch meine eingehenden weiteren Mitteilungen über die Uranfunde in Frankreich aus der Zeit vor 1898 und besonders über den Autunit hat weder A. CHERMETTE noch das anlässlich des 200. Geburtstags seines Entdeckers JOSEPH-FRANÇOIS DE CHAMPEAUX DE SAUCY (1775—1845) entstandene sonstige Schrifttum aufgegriffen (vgl. Anm. 9). Nach der Form und Schliffart wahrscheinlich aus lothringischen Hütten stammende Urangläser befinden sich in meiner Sammlung. Der auf das Jahr 1884 zurückgehenden, auch von A. CHERMETTE wiederholten Annahme, daß Uranglas erstmals in Lothringen zur Herstellung gelangte, bin ich bereits entgegengetreten (1963 a, S. 281 u. 286 Anm. 17). Nach BEZBORODOV (1975, S. 70) soll man vor meiner Veröffentlichung in den „Glastechnischen Berichten“ (1963 b) der Ansicht gewesen sein, daß „Uran als Färbemittel ... zum ersten Mal um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in die Glaserzeugung eingeführt“ wurde, eine ebenfalls unzutreffende Behauptung.
8. Nach einer mir bereits 1964 zugegangenen, dankenswerten Mitteilung von Herrn Dr. J. GEFFROY (Paris) befand sich zu Rabejac bei Lodève im südfranzösischen Département Hérault eine römische Kupfererzgrube, aus deren Versatz eine Münze des Kaisers Caligula (37—41 n. Cr.) vorliegt (vgl. DAVIES 1935, S. 81/2 römischer Bergbau im heutigen Hérault). Mehrere 100 kg Uranpechblende und Sekundärmineralien des Urans sind als Häufwerk angetroffen worden. Ihre Scheidung von den in Paragenese auftretenden Kupfererzen konnte den antiken Bergleuten nur unvollkommen gelingen. Auch dieser in meine Erwägungen einzubeziehende Befund ist geeignet, die Existenz römischer Urangläser in den Bereich der Wahrscheinlichkeit zu erheben.
9. Unter den im Musée Rolin (Autun) aufbewahrten römischen Fundstücken sind allerdings nur blaßgrüne Gläser vorhanden, deren nach den Meßwerten äußerst geringe

Radioaktivität keinen ungewöhnlichen Urangehalt anzeigt. Die gleiche Feststellung gilt für die aus dem antiken Augustodunum stammenden steinernen Mosaiken. Das 1902 als ein mit Uranglimmer hergestelltes Erzeugnis der lothringischen Hütte Baccarat erwähnte Trinkglas (vgl. Ki. 1963 a, S. 286 Anm. 17) ist 1967 vom Musée Rolin an das Muséum d'Histoire naturelle der Stadt Autun abgegeben worden. Der dünnwandige, zylindrische und facettierte Becher besteht aus einer Annagelb-Komposition mit deutlichem „Dichroismus“, deren Radioaktivität auf einen Urangehalt von etwa 0,3 % schließen läßt (altes Etikett, beschriftet „Gobelet coloré à l'Uranite, Cristallerie de Baccarat“). Die Lokation des Uranminerals bei St-Symphorien-de-Marmagne durch J.-F. DE CHAMPEAUX DE SAUCY (vgl. Anm. 7) erfolgte zwischen dem 23. Oktober und 21. November 1799 („Brumaire an VIII“ des französischen Revolutionskalenders; Ki. 1963 a, S. 131 u. 141 Anm. 1). Demnach ist das auf dem 1975 im Hof des Muséum d'Histoire naturelle zu Autun errichteten Denkstein mit 1800 angegebene Jahr seiner Entdeckung unrichtig!

### Schriftenverzeichnis

- BEZBORODOV, M. A. (1975): Chemie und Technologie der antiken und mittelalterlichen Gläser. — Mainz (von X. SCHAFFGOTSCH besorgte Übersetzung der 1969 in Wrocław erschienenen russischen Ausgabe).
- BRILL, R. H. (1965): Applications of fission-track dating to historic and prehistoric glasses. — *Archaeometry* 7
- BRILL, R. H., FLEISCHER, R. L., PRICE, P. B. & WALKER, R. M. (1964): The fission-track dating of man-made glasses. — *J. Glass Stud.* 6.
- CALEY, E. R. (1948): The earliest known use of a material containing uranium. — *Isis* 38.
- (1962): Analyses of ancient glasses 1790—1957. — *The Corning Museum of Glass Monogr. Bd. 1, Corning/N. Y.*
- CHERMETTE, A. (1975): L'histoire de la découverte de l'autunite et de son exploitation des origines à 1945. — *De la Découverte de l'Autunite à l'Énergie nucléaire, Autun*; vgl. auch H. BIDAUT *ibid.* S. 46 (Uraglas von Baccarat).
- DAVIES, O. (1935): *Roman mines in Europe.* — Oxford.
- FESTAG, J. G., GENTNER, W. & MÜLLER, O. (1976): Search for uranium and chemical constituents in ancient roman glass mosaics. — *Atti Conv. Accad. naz. Lincei* 11.
- FLEISCHER, R. L. & PRICE, P. B. (1964): Uranium contents of ancient man-made glass. — *Science* 144; vgl. auch *J. Geophys. Res.* 69 (1964), S. 331/2.
- FREMERSDORF, F. (1958): *Römisches Buntglas in Köln.* — *Die Denkmäler des römischen Köln Bd. III, Köln.*
- GENTNER, W., STORZER, D., GIJBELS, R. & VAN DER LINDEN, R. (1972): Calibration of the decay constant of <sup>238</sup>U spontaneous fission. — *Transact. Amer. Nucl. Soc.* 15.
- GÜNTHER, R. T. (1912): A Mural Glass Mosaic from the Imperial Roman Villa near Naples. — *Archaeologia* 63 (Sec. Ser. 13).
- KAUFHOLD, J. & HERR, W. (1967): Influence of experimental factors on dating natural and man-made glasses by the fission track method. — *Proc. Symp. Radioact. Dat. Meth. Low-Lev. Count. Monaco 1967 (Wien).*

- KIRCHHEIMER, F. (1963a): Das Uran und seine Geschichte. — Stuttgart.
- (1963b): Urangläser in alter Zeit. — *Glastechn. Ber.* 36.
- (1963c): Zur Verwendung von Uranfarben in der keramischen Industrie des 19. Jahrhunderts. — *Keram. Z.* 16.
- KISA, A. (1908): Das Glas im Altertume. — I. Teil, Leipzig.
- KOHL, E. (1954): Uran. — Die Metallischen Rohstoffe 10. Heft, Stuttgart.
- LEE, R. W. (1960): Early American pressed glass. — Wellesley Hills/Mass.
- MANLEY, J. J. (1912): Analyses of Green and Blue Glass from the Posilipan Mosaic. — *Archaeologia* 63 (Sec. Ser. 13).
- MÜLLER, G. L. C. (1834): Anleitung zur Verfertigung der Glasflüsse, künstlicher Edelsteine, Emaille und der Schmelzfarben. — II. Aufl., Regensburg.
- ORCEL, J. & KRAUT, F. (1964): Niepce de Saint-Victor et la découverte de la radio-activité. — C.R. Congr. Soc. Sav. 89, Lyon.
- SCHACK V WITTENAU, C. Gräfin (1971): Glas zwischen Kunsthandwerk und Industrie-Design. Studien über Herstellungsarten und Formtypen des deutschen Jugendstilglases. — Diss. Phil. Fak. Univ. Köln.
- SPIEGL, W. (1976): Böhmisches Gläser. — München.
- STORZER, D. (1970): Spaltspuren des 238-Urans und ihre Bedeutung für die geologische Geschichte natürlicher Gläser. — Diss. Naturwiss. Gesamtfak. Univ. Heidelberg (nicht veröffentlicht).
- THIEL, K. (1973): Neuere Anwendungen der Methode der Teilchenspuren (Particle-Tracks) in Kristallen und Gläsern. — Diss. Math.-Naturwiss. Fak. Univ. Köln.
- THIEL, K. & HERR, W. (1970): Redetermination of the  $^{238}\text{U}$  (sp. f.) decay constant by fission tracks in a U-stained bohemian glass of known age. — *Transact. Amer. Nucl. Soc.* 13.
- (1971): Neubestimmung der  $^{238}\text{U}$  (spont. fiss.) Zerfallskonstante über die Kernspaltspuren in einem antiken, mit Uran gefärbten Glas. — *Angew. Chemie* 83.
- (1976): The  $^{238}\text{U}$  spontaneous fission decay constant re-determined by fission tracks. — *Earth Planet. Sci. Lett.* 30.
- THORPE, W. A. (1949): English glass. — II. Aufl., London.
- WAGNER, G. A. (1966): Altersbestimmungen an Tektiten und anderen natürlichen Gläsern mittels Spuren der spontanen Spaltung des Uran  $^{238}$  („fission track“-Methode). — *Z. Naturf.* 21a.
- (1973): Die Anwendung anätzbarer Partikelspuren zur geochemischen Analyse. — *Fortschr. Miner.* 51.
- (1976a): Altersbestimmung und Urananalyse alter Objekte mittels Spaltspuren-Untersuchungen. — *Atti Conv. Accad. naz. Lincei* 11.
- (1976b): Radiation damage dating of rocks and artifacts. — *Endeavour* 35, Nr. 124.
- WAGNER, G. A., REIMER, G. M., CARPENTER, B. S., FAUL, H., VAN DER LINDEN, R. & GIJBELS, R. (1975): The spontaneous fission rate of U-238 and fission track dating. — *Geochim. Cosmochim. Acta* 39.
- WAKEFIELD, H. (1961): Nineteenth century British glass. — London.

- WALKER, G.W. & OSTERWALD, F.W. (1963): Introduction to the geology of uranium-bearing veins in the conterminous United States. — U.S. Geol. Surv. Prof. paper 455-A.
- WEEKS, M.E. (1956): Discovery of the elements. — VI. Aufl., Easton/Pa.; vgl. auch 2. Abdruck (ibid. 1960), S.264.
- ZENKNER, K. (1968): Die alten Glashütten des Isergebirges. — Schwäbisch Gmünd (herausgegeben von der Leutelt-Gesellschaft e.V.).

Sachdienliche Mitteilungen verdanke ich besonders den Herren Professor Dr. W. HERR und Dr. K. THIEL (Institut für Kernchemie der Universität Köln), Professor Dr. W. GENTNER und Dozent Dr. G.A. WAGNER (Max-Planck-Institut für Kernphysik Heidelberg), Dr. R.H. BRILL (The Corning Museum of Glass) sowie Herrn Assistant Keeper Dr. D. BROWN (Ashmolean Museum Oxford).



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [67](#)

Autor(en)/Author(s): Kirchheimer Franz

Artikel/Article: [Bemerkungen zu den alten Urangläsern 127-142](#)