

Analyse eines Keltischen Armreifs (HAEVERNICK Typ 9) von Breifturt

Gerhard Müller

Zusammenfassung

- Der Armreif hat vergleichsweise hohen CaO- und niedrigen Na₂O-Gehalt.
- Farbgebend sind Co- und Cu-, die mit Mn-Gehalten korrelieren..
- Ein Teil der Gläser lässt sich auf die Verwendung einer Trona mit 27 % Na₂O zurückführen.
- Die insgesamt untersuchten Gläser lassen sich in vielen Diagrammen klar voneinander unterscheiden und geben damit für regionale Untersuchungen eine gute Basis.

Fundgeschichte

Hans Cappel aus Blieskastel sammelt seit Jahrzehnten große Flächen im Bliesgau intensiv und umfassend. Es fallen dabei auch Glasscherben an, die üblicherweise klein und nicht attraktiv sind, für die sich dann normalerweise niemand interessiert. Der Verfasser beschäftigt sich schon länger mit der Analyse solcher Gläser, unabhängig von der Zeitstellung, abgesehen von der modernen industriellen Produktion.

Unter einer guten Handvoll Scherben, von denen nur wenige nach ihrem Zersetzungszustand älter erschienen, war auch ein dunkelblaues Objekt, das auf den ersten Blick eher als moderne Plastik erschien, denn als ein echtes Glas. Herr Cappel erzählte, dass er wohl schon beim Aufheben sich fragte, ob er das Stück überhaupt mitnehmen sollte, und auch im Laufe der Jahre immer wieder daran dachte, das Stück zu entsorgen. Nachdem mit Hilfe von Dres Edith und Eric Glansdorp schnell und gründlich geklärt war, dass es sich um ein keltisches Glas handelt, vermutete Herr Cappel, dass er davon vielleicht schon einmal das eine oder andere hatte liegen lassen.

Untersuchungsmaterial

Fotos des Glases finden sich am Ende der Arbeit.

Fundort

ist eine große römische Siedlungsfläche "Auf den schwarzen Äckern" SE von Breifturt (heute Stadtteil von Blieskastel im Saarpfalzkreis).in der Nähe des Kirchheimer Hofes.

Masse: 3,2 g
Länge: 29,8 mm
Breite: 11-11,5 mm
Dicke: 5,7-6,2 mm

Berechneter Durchmesser: etwa 65 mm
Berechneter Umfang: etwa 240 mm, also ist grob 1/7 des Armreifs erhalten

Grob ein Drittel des Glases wurde für die Analyse (GLS 37) abgetrennt und pulverisiert, wovon noch etwa die Hälfte für weitere mögliche Untersuchungen zur Verfügung steht. Die Analyse selbst erfolgte nach Code 4 Litho von Actlabs, Ancaster, Canada, wie auch die zu Vergleichen herangezogenen Analysen römischer Gläser.

Die zum Vergleich dienenden Proben:

GLS 20	Tholey-Wareswald	Röm. Gefäßglas (Alexander Recktenwald, Nr.6)
GLS 21	Tholey-Wareswald	Röm. Fensterglas (Alexander Recktenwald Nr.7)
GLS 22	Birg, Limbach	Verbogenes Flachglas (Erwin Jäckel, Birg EJ-01)
GLS 23	Birg, Limbach	Flachglas (Erwin Jäckel, Birg EJ-05)
GLS 24	Schmelz-Limbach, Flur Heidenhäus.	Gefäßglas (Erwin Jäckel)
GLS 25	Schmelz-Limbach, Flur Heidenhäus.	Gefäßglas (Erwin Jäckel)
GLS 33	Erfweiler-Ehlingen, Große Heide	Röm. Glasflasche, blau, Hals (Hans Cappel)

Die aus dem Raum Wareswald, Birg und Limbach stammenden Proben werden mit blauen Probepunkten dargestellt. Diese lassen sich klar gliedern in eine Dreiergruppe, die in manchen Diagrammen noch einmal aufzuteilen ist (GLS 20, GLS 25, sowie GLS 23 — Darstellung mit Kreis), eine Zweiergruppe (GLS 21, GLS 22 — Darstellung Dreieck) und eine Einzelprobe (GLS 24 — Darstellung Quadrat).

Stand der Wissenschaft

Analysen keltischer Gläser finden sich bei HAHN-WEINHEIMER (1960) als Anhang von HAEVERNICK (1960). Diese Analysen umfassen nicht die eigentliche Glasmasse, sondern nur färbende und andere Spurenelemente. Die für die Messung der Spurenelemente nutzbare Technik ließ zu dieser Zeit nur eine wesentlich geringere Genauigkeit zu, sodass letztlich ein echter Zahlenvergleich wenig bringt.

Grundlegende Aussagen seien jedoch zitiert (ohne Hinweise auf Tabellen und Einzelproben):

S.269: "Alle blau gefärbten Glasproben einschließlich derjenigen mit verschiedenfarbigen Auflagen sind mit einer Ausnahme durch Kobalt blau gefärbt. Die Gehalte an CoO variieren von 0,005 bis etwa 1 %. Als zweiter blaufärbender Zusatz gilt das Kupfer, das in allen Proben mit einer Ausnahme vorhanden ist. Trotzdem sich Kupfer in fast allen anderen blaugefärbten Proben nachweisen resp. bestimmen ließ, kann es nicht als einziger farbgebender Zusatz für blaue keltische Gläser bezeichnet werden. Die keltischen Gläser unterscheiden sich dadurch von den von uns früher analysierten römischen Gläsern, in welchen Kobalt nicht nachgewiesen werden konnte."

Wer Kenntnisse der Probleme der verwendeten Analysetechnik hat, kann diese Arbeit auch heute noch mit Hochachtung lesen.

Einen guten grundlegenden Stand der Wissenschaft kann man bei WEDEPOHL (2003) finden. Die dort zusammengefassten Arbeiten entsprechen dem, was die Röntgenfluoreszenz-Analytik beherrscht, die Haupt-Elemente und eine kleinere Reihe von Spuren-Elementen. Die bedeutend ausgeweitete Zahl der Elemente, die durch die Massenspektroskopie erfasst werden können, wird noch nicht angesprochen.

Man muss aber auch sehen, dass im Unterschied zu den Gesteinsanalysen bei dem hier zu betrachtenden keltischen und den damit verglichenen römischen Gläsern die Ausgangsstoffe Trona und Calciumcarbonat (aus üblicherweise Muschelschalen) vergleichs-

weise rein sind und damit manche sonst wesentlichen Spuren-Elemente nicht zum Tragen kommen.

Was keltische Armringe anbelangt, finden sich bei WEDEPOHL (2003, Tabelle 17 A) nur Armringe von Manching (nach GEBHARD 1989), die keine Ähnlichkeit aufweisen.

Der Verfasser benutzt daher zu eingeschränkten Vergleichen eigene Analysen römischer Gläser, die bis auf die von GLS 33 bereits veröffentlicht wurden (MÜLLER 2014). Der Schwerpunkt liegt daher wie immer bei Arbeiten des Verfassers auf den regionalen Bezügen.

Definitionen

Die hier zu besprechenden Gläser sind alle aus den Grundstoffen "Soda" und "Kalk" entstanden, dazu noch Quarz. Die beiden ersten Begriffe sind im allgemeinen Sprachgebrauch nicht sauber definiert.

Trona

"Soda" ist ein allgemeiner Begriff für Natriumcarbonat, Bei enger Definition als Mineral $\text{Na}_2[\text{CO}_3] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$. Der Begriff wird aber auch auf das wasserfreie Natriumcarbonat bezogen. Dieses, heute großtechnisch gewonnene Natriumcarbonat spielt hier keine Rolle.

Der hier ausschließlich genutzte Rohstoff ist die Trona, als Mineral in Reinform $\text{Na}_3\text{H}[\text{CO}_3]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Diese Trona entsteht unter ariden Bedingungen aus geeigneten Grundwässern. Die Handelsware der hier angesprochenen Zeit kam aus N-Afrika, hauptsächlich wohl vom Wadi Natrun in Ägypten. Diese Handelsware war kein reiner Stoff.

Wer Rohglas erschmelzen wollte, musste diese Trona importieren.

Calciumcarbonat

"Kalk" wird als Begriff unterschiedlich gebraucht. Er steht für das Calciumcarbonat CaCO_3 , das als Mineral zwei gängige Modifikationen aufweist, Calcit und Aragonit. Der Begriff wird auch verkürzt für das monomineralische Gestein "Kalkstein" gebraucht.

Da es bei den betrachteten Gläsern auf die genaue Unterscheidung von Calcit und Aragonit ankommt, steht hier als allgemeiner Begriff das Wort Calciumcarbonat.

Im Prinzip ließe sich jeder beliebige Kalkstein für die Glasherstellung nutzen. Wirklich reine Kalke sind selten. Normale Kalke bringen in die Glasmasse auch unerwünschte Elemente. Als chemisch recht rein hat die menschliche Erfahrung wohl schon sehr früh von Organismen erzeugtes Calciumcarbonat erkannt. Solches Calciumcarbonat bildet die Gerüstsubstanz vieler "Kalkschaler". Beide oben erwähnten Modifikationen, Calcit und Aragonit, können nun unterschiedlich als Gerüstsubstanz auftreten.

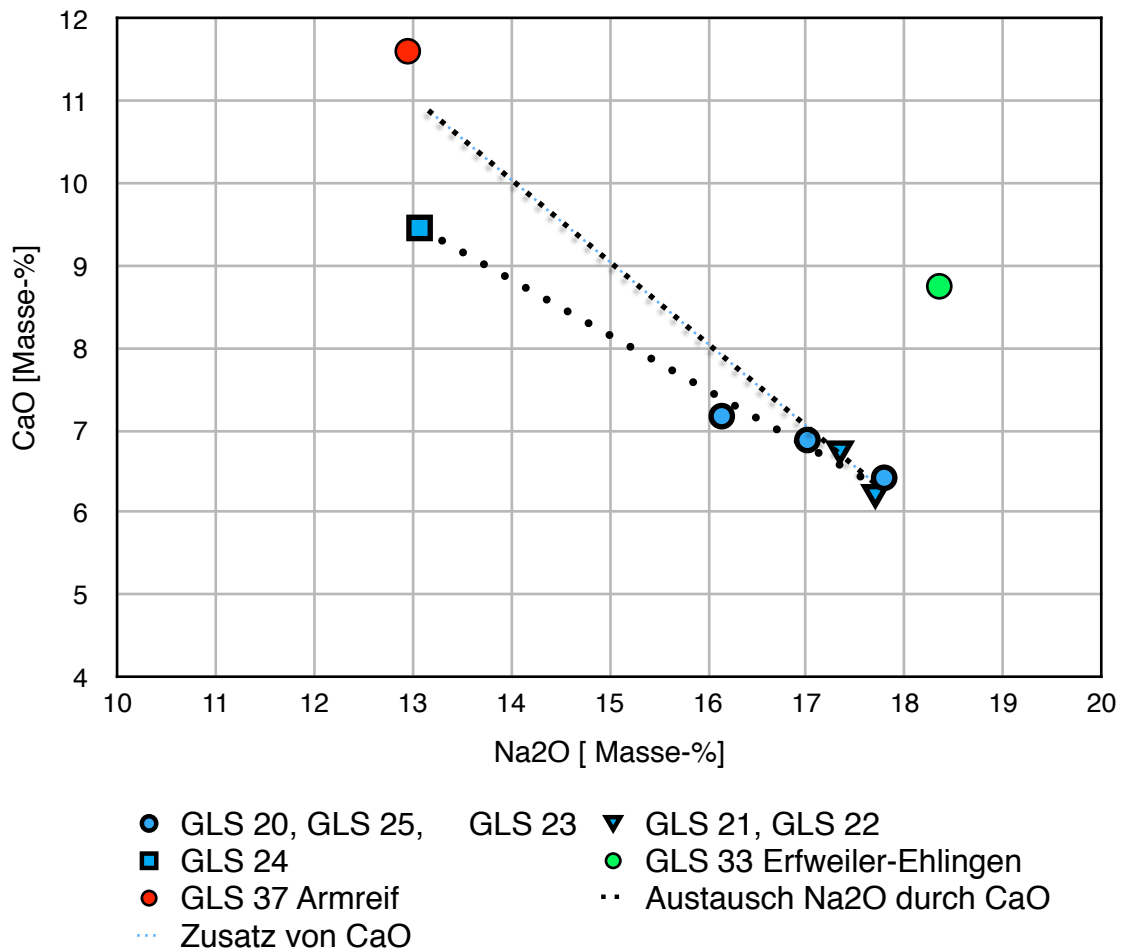
Entsteht Aragonit im marinen Milieu, so wird aus dem Meerwasser auch verhältnismäßig viel Strontium ins Gitter eingebaut, nicht dagegen im Calcit.

Die Analyse vieler antiker Gläser hat gezeigt, dass als wichtigste Quelle des Calciumcarbonats die Schalen mariner Muscheln angesehen werden müssen.

Allerdings gibt es auch Gläser mit niedrigen Sr-Gehalten. In diesen Fällen ist das Ausgangsmaterial kaum zu bestimmen. Es kann sich um Organismen handeln, die lediglich Calcit als Gerüstsubstanz benutzen, um Calcit aus Calcit-Gängen, um nicht seltene hochreine Marmore, um Kalksteine.

Für eine lokale Glaserzeugung hätte es durchaus preiswerte Alternativen geben können, in der Realität wurden die marinen Muschelschalen wohl ebenso importiert.

Die Elemente Natrium und Calcium



Die beiden Elemente bestimmen die grundlegenden Eigenschaften der hier zu besprechenden Gläser.

Die blau gekennzeichneten Datenpunkte stammen von Proben aus einem engeren Raum (Wareswald, Birg und Limbach, Flur Heidenhäuschen). Fünf dieser Proben, alle gekennzeichnet durch erhöhte Sb-Gehalte, liegen im Bereich hoher und durchaus üblicher Na₂O-Gehalte. Dagegen weist eine weitere Probe von der Flur Heidenhäuschen merklich geringeren Na₂O-, dafür jedoch erhöhten CaO-Gehalt auf.

Innerhalb der Fünfergruppe liegt eine Probe (GLS 25, Flur Heidenhäuschen) etwas randlich und ist ansonsten durch einen wesentlich höheren Pb-Gehalt von den vier anderen unterschieden.

Die Probe von Erfweiler-Ehlingen ist sehr deutlich von allen anderen unterschieden, was auch in anderen Diagrammen so zum Ausdruck kommt.

Der keltische Armreif weist niedrigen Na_2O - und sehr hohen CaO -Gehalt auf. Da es an Vergleichsanalysen von Armringen fehlt, kann nur allgemein gesagt werden, dass dies außergewöhnlich erscheint.

Die blauen Probepunkte liegen auf einer Linie, die man als Trendlinie sehen könnte. Einfache Modellrechnungen zeigen, dass es sich nicht darum handeln kann, dass man eine fertige Calciumcarbonat/Trona-Mischung mit weiterem Calciumcarbonat gestreckt haben könnte. Dies würde ausgehend von den Mischungen mit dem höchsten Na_2O -Gehalt zu Probepunkten führen, die auf der punktierten Linie lägen (das wäre der Fall, wenn man Altglas mit Zusatz von CaCO_3 aufschmelzen würde).

Wenn man die gestrichelte Linie als Trendlinie sehen will, so setzt dies voraus, dass das Calciumcarbonat und die Trona getrennt von einander vorliegen und so gemischt werden, dass gesetzmäßig ausgehend von einem Standard-Mischungsverhältnis für einen verringerten Na_2O -Anteil ein adäquater CaO -Anteil genommen wird.

Die Ausgangs-Trona hätte einen Gehalt von etwa 27 % Na_2O , die theoretisch reine Trona kommt auf 41 %. Soweit die Verunreinigungen NaCl oder Na_2SO_4 mit enthielten, wäre der wirkliche Gehalt an Trona geringer, doch ginge das Na in den gemessenen Na_2O -Gehalt ein.

Berechnet man mit Hilfe der Gleichung der Geraden die Mischungsverhältnisse, so zeigt sich, dass ein einfaches Prinzip zu Grunde liegt. Alle Punkte dieser Geraden entsprechen einer einfachen Regel:

- Nimm von der Trona eine beliebige Menge weg und gib genau die gleiche Menge an Calciumcarbonat zu.

Oder:

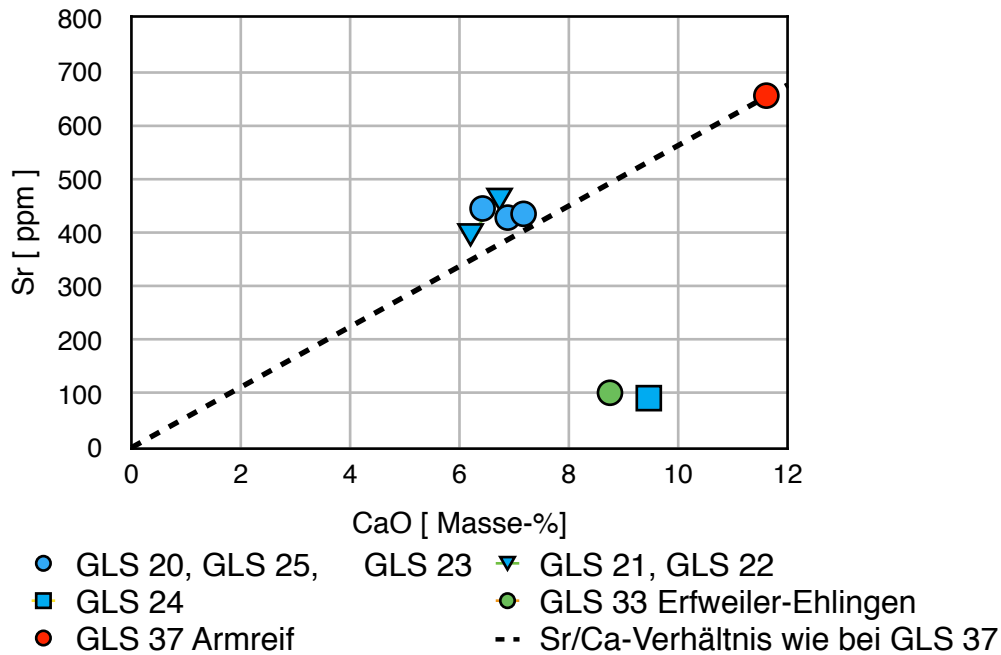
- Rechne von 10 Teilen Trona so viele ab, wie du an Calciumcarbonat zugeben willst.

%Trona	% CaCO_3	% Na_2O	% CaO
100,0	0,0	27	0,0
98,7	1,3	26	0,7
97,4	2,6	25	1,4
96,0	4,0	24	2,1
94,6	5,4	23	0,7
93,0	7,0	22	3,4
91,4	8,6	21	4,1
89,7	10,3	20	4,8
87,9	12,1	19	5,4
85,9	14,1	18	6,1
83,9	16,1	17	6,8
81,6	18,4	16	7,5
79,3	20,7	15	8,1
76,7	23,3	14	8,8
74,0	26,0	13	9,5
71,0	29,0	12	10,2
67,8	32,2	11	10,8
64,3	35,7	10	11,5

Die beiden linken Spalten geben das Mischungsverhältnis von Trona und Calciumkarbonat an, die beiden rechten die entsprechenden Gehalte in der Analyse.

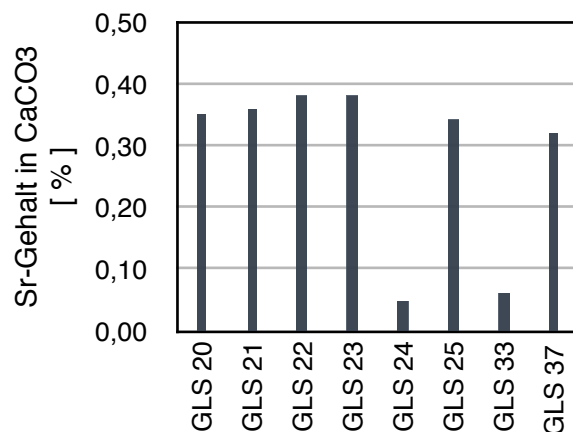
Soweit man nach einer solch einfachen Regel verfährt, können die Gläser aus durchaus verschiedenen Werkstätten stammen. Grundlage hier ist aber die Verwendung einer Trona mit 27 % Na₂O.

Die Elemente Strontium und Calcium



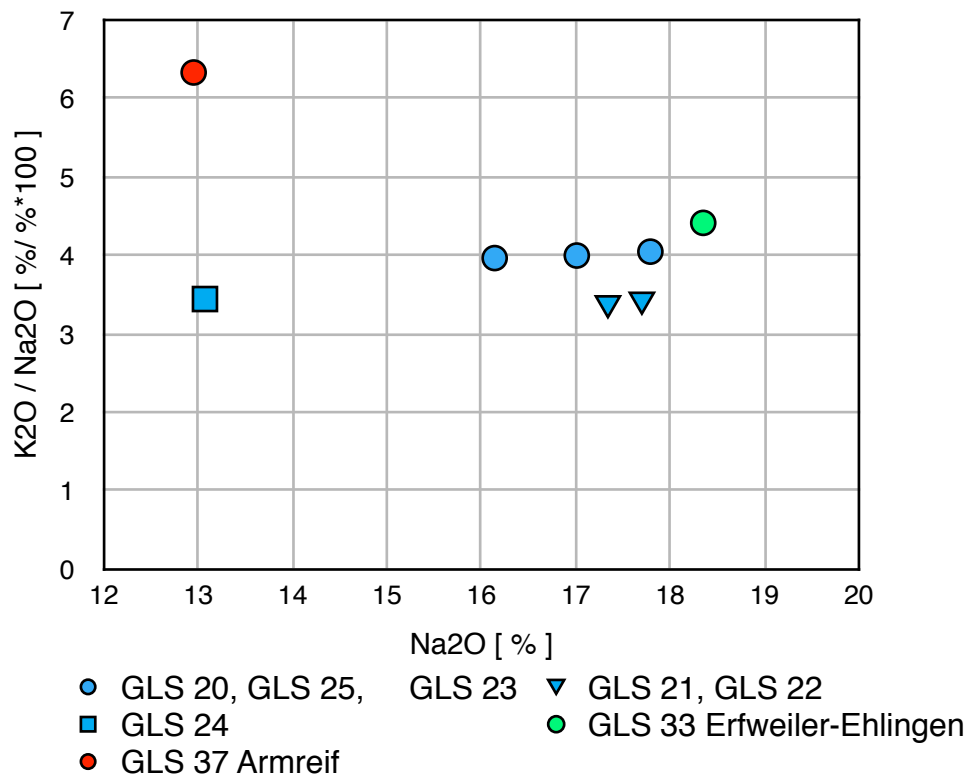
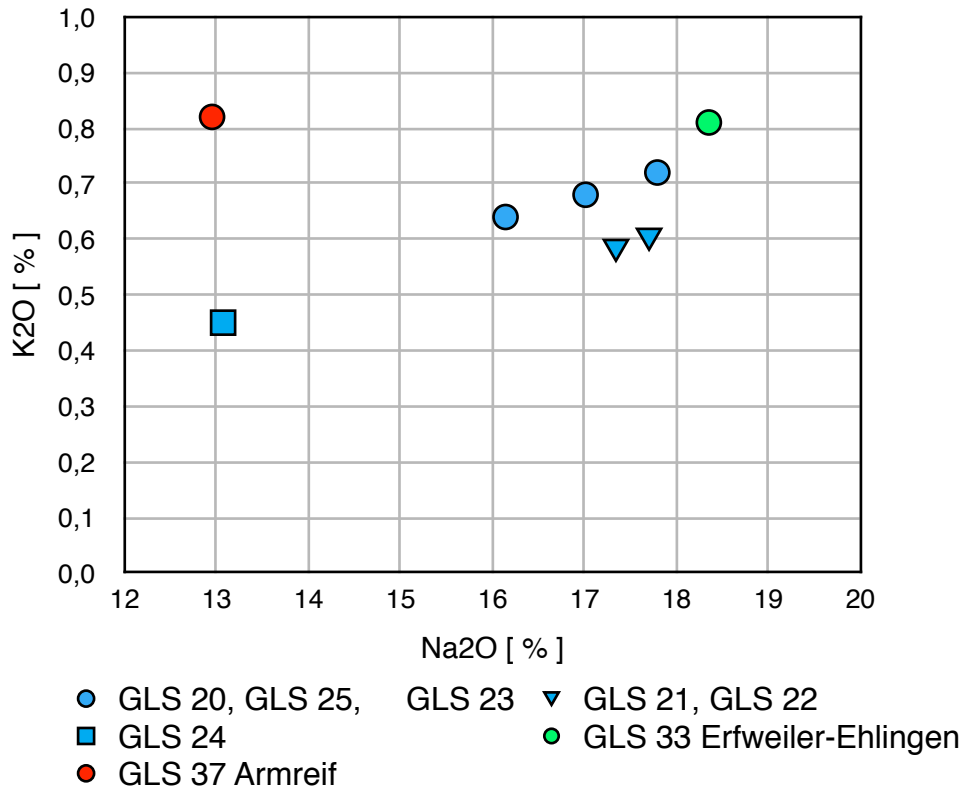
Weiter oben wurde bereits darauf hingewiesen, dass Organismen, die Aragonit als Skelettsubstanz bilden aus dem Meerwasser auch Strontium in dessen Gitter einbauen. Das Diagramm beweist, dass bis auf GLS 24 und GLS 33 das Calciumcarbonat von marinen "Kalkschalern" stammt.

Rechnet man die Sr-Gehalte auf reines Calciumcarbonat um, so liegen diese in der bei WEDEPOHL (2003, S.15) genannten Größenordnung.



Über die Quelle des Calciumcarbonats der Sr-armen Gläser lässt sich keine Aussage machen.

Das Diagramm Kalium und Natrium



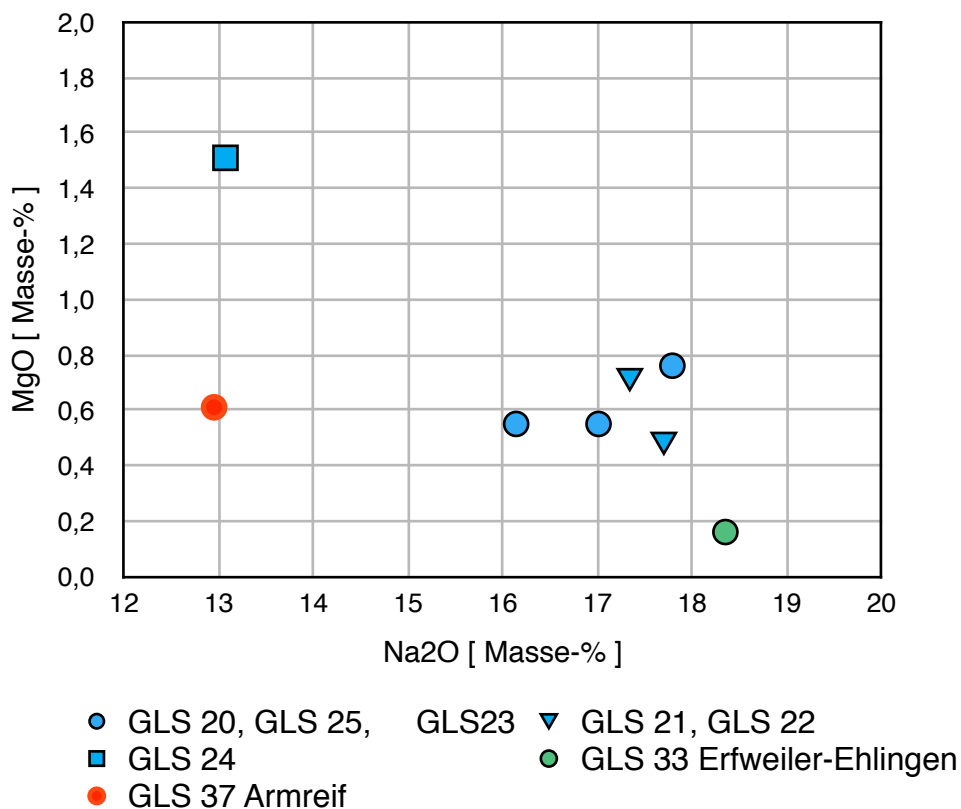
Bemerkenswert ist hier die besonders klare Aufspaltung der fünf blau dargestellten Analysenpunkte in eine Dreier- und eine Zweier-Gruppe. Diese Aufspaltung zeigt sich auch in weiteren Diagrammen deutlich, und ist demnach als Unterscheidungsmerkmal nutzbar.

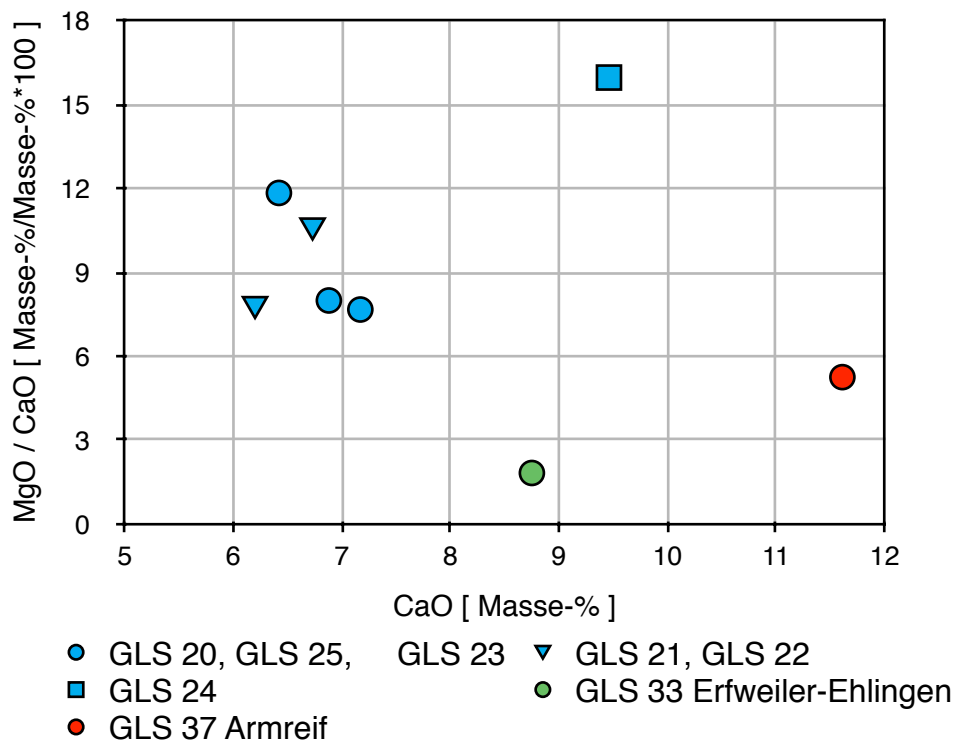
Das obere Diagramm zeigt eindeutig für alle Gläser außer dem Armreif einen klaren Trend. Der K_2O -Gehalt wächst mit dem Na_2O -Gehalt. Das heißt, dass der nicht allzu hohe K_2O -Gehalt an die Trona gebunden ist. Das untere Diagramm zeigt genauer, dass der K_2O -Gehalt auf jeweils gleiche Na_2O -Gehalte bezogen in diesen Proben in etwa derselbe ist. Allerdings erkennt man immer noch einen kleinen Trend, dass die Na_2O -reicheren Proben auch etwas reicher an K_2O sind. Der Trend zeigt sich im Großen wie auch innerhalb der Dreier- und ebenso der Zweier-Gruppe. Da davon auszugehen ist, dass die unterschiedlichen Na-Gehalte lediglich durch Verdünnen mit Calciumcarbonat entstanden sind, sollte sich dabei das Verhältnis K_2O/Na_2O eigentlich nicht ändern. Wenn aus einer anderen Komponente jedoch (Calciumcarbonat und Quarz) ein niedrigerer K_2O -Gehalt herrührt, so lässt sich damit dieser schwache Trend deuten.

Bei einer Trona mit 27 % Na_2O -Gehalt könnte man ganz grob die vorliegenden Verhältnisse über einen K_2O -Gehalt der Trona von maximal 1,2 % und einem von 0,2 % für Calciumcarbonat und Quarz erreichen. Das sind Zahlen, die bei den wenigen Proben nicht wirklich belastbar sind. Belastbar ist die Aussage, dass der schwache Trend des unteren Diagramms durch die niedrigeren K_2O -Gehalte der zugemischten Komponenten bedingt ist.

Der keltische Armreif besitzt einen K_2O -Gehalt, der nur durch einen höheren Gehalt in der Quarz-Komponente erklärt werden kann.

Die Diagramme Magnesium mit Natrium und Calcium





Die beiden Diagramme lassen sich nicht gut ausdeuten. Sieht man vom Armreif ab, so zeigt das obere Diagramm prinzipiell, dass mit zunehmendem Na_2O -Gehalt der MgO -Gehalt abnimmt. Das Mg ist also prinzipiell nicht an die Trona gebunden.

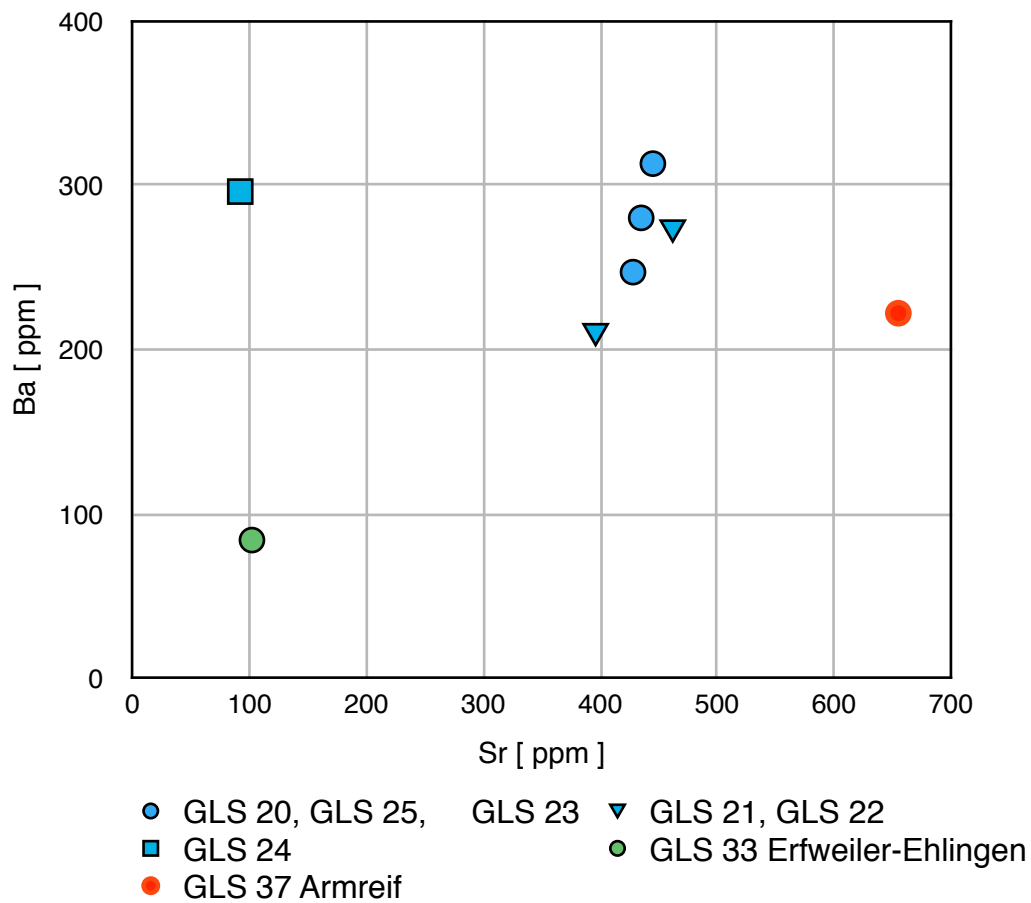
Soweit die Quelle für das Calciumcarbonat der Aragonit mariner Skelettbildner in Frage kommt, fallen auch diese für den Einbau größerer Mg-Gehalte ins Gitter aus. Das obere Diagramm zeigt für diese Gruppe einen Gehalt von etwa 0,6 %.

Die beiden Proben GLS 24 und GLS 33, in denen das Calciumcarbonat als Calcit vorlag, hätten prinzipiell die Möglichkeit höherer Mg-Gehalte gehabt, soweit dafür Skelette mariner Skelettbildner genutzt worden wären, die Calcit als Grundlage des Skeletts nutzen.

Für GLS 24 könnte dies zutreffen. Beim Glas von Erfweiler-Ehlingen sollte ein sehr reiner Kalk oder Calcit verwendet worden sein.

Belastbar sind diese Aussagen nicht.

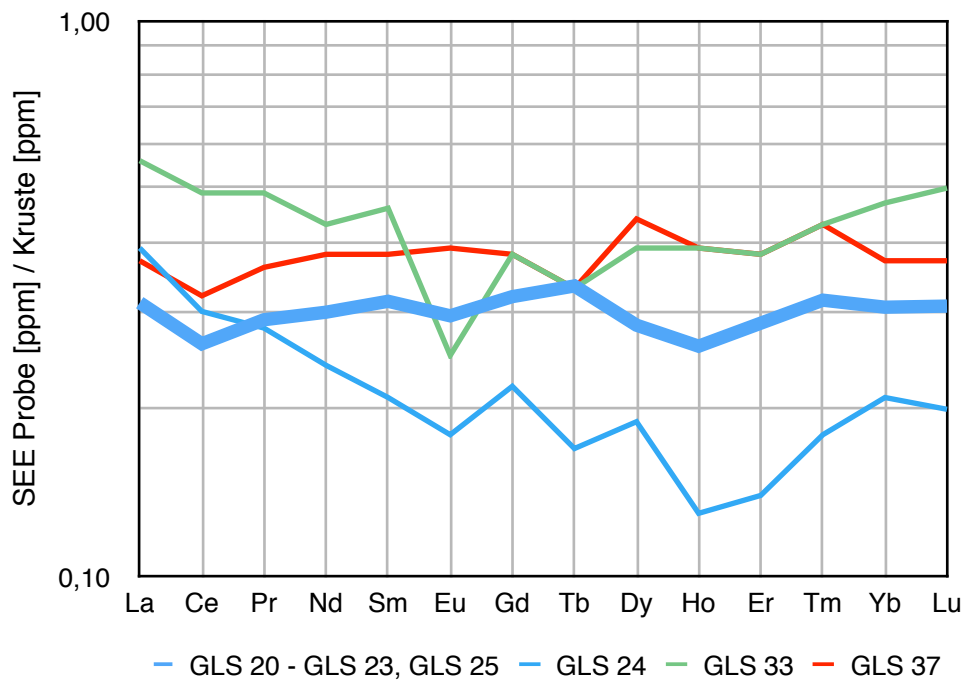
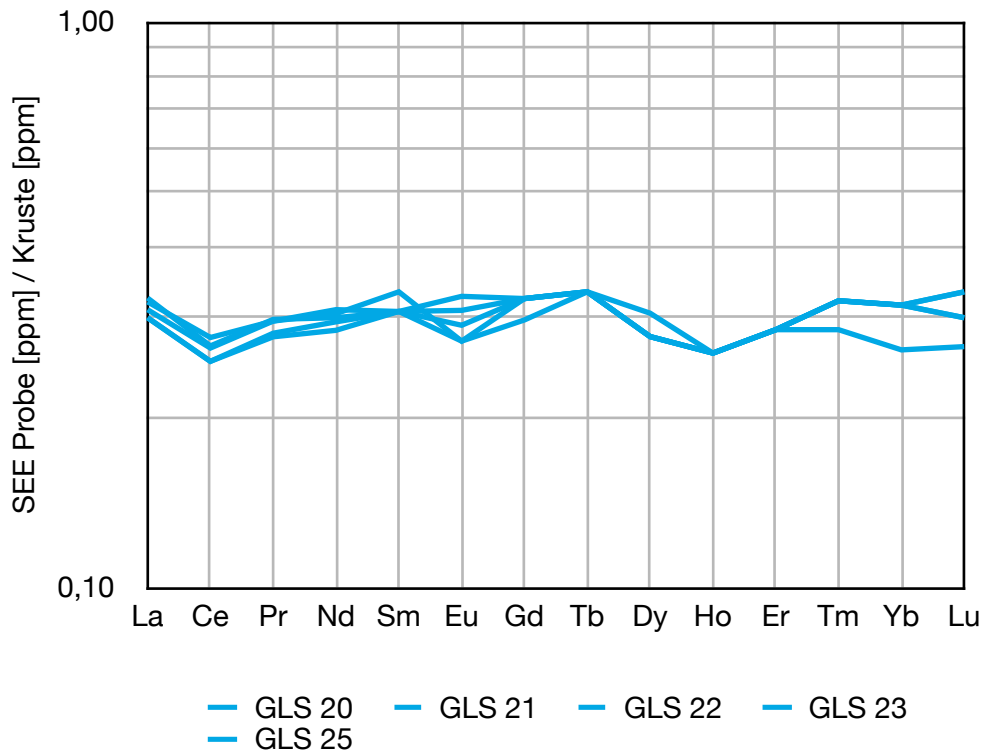
Die Elemente Strontium und Barium



Die Abhängigkeit des Sr-Gehalts vom Aragonit des verwendeten Calciumcarbonats ist bereits erläutert worden. Die Datenpunkte in der rechten Hälfte des Diagramms entsprechen Gläsern, bei denen das Sr aus Aragonit stammt. CaO könnte also ebenso als Koordinatenachse dienen.

Die Barium-Gehalte zeigen keinen Zusammenhang mit dem Strontium. Immerhin kann das Diagramm wie andere genutzt werden, um die Proben gut zu differenzieren.

Die Seltenen Erdelemente

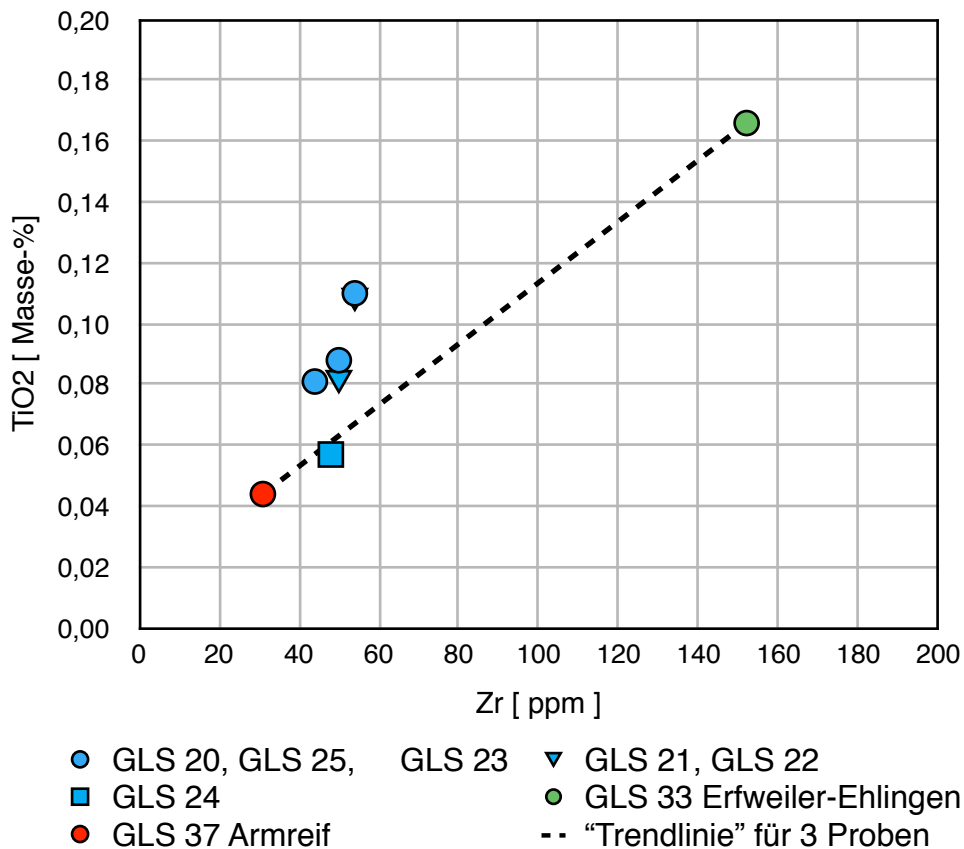


Die Gehalte der Seltenen Erdmetalle werden nie als absolute Werte, sondern immer nur als Verhältniszahlen dargestellt. Bezogen ist hier auf die Durchschnittsgehalte der Erdkruste. Wenn eine Probe genau diese Gehalte hätte, ergäbe sich eine Gerade parallel zur Rechtsachse.

Das obere Diagramm enthält nur die Graphen der fünf Antimon führenden Gläser (blaue Datenpunkte, Kreise + Dreiecke). Sie sind einander recht ähnlich und werden daher im unteren Diagramm mit ihren Durchschnittswerten zusammengefasst.

Die ruhigste Kurve liefern die Gläser, die aus Trona und Aragonit aus Schalen entstanden sind, so auch das Glas des Armrings. Beide zeigen zudem keine merkliche Europium-Anomalie.

Die Elemente Titan und Zirkon

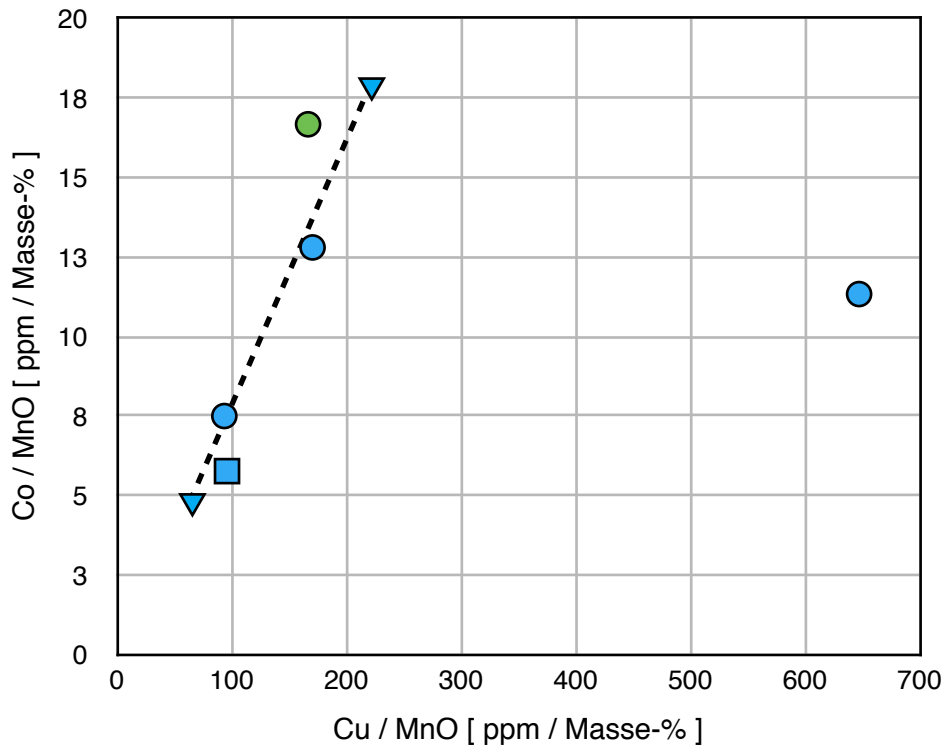


Das Mineral Zirkon und verschiedene Titan-Minerale sind typische Schwerminerale in Sedimenten und sind daher häufig mit einander verknüpft. Die gestrichelte Linie zeigt im Prinzip, wie eine solche aussehen könnte.

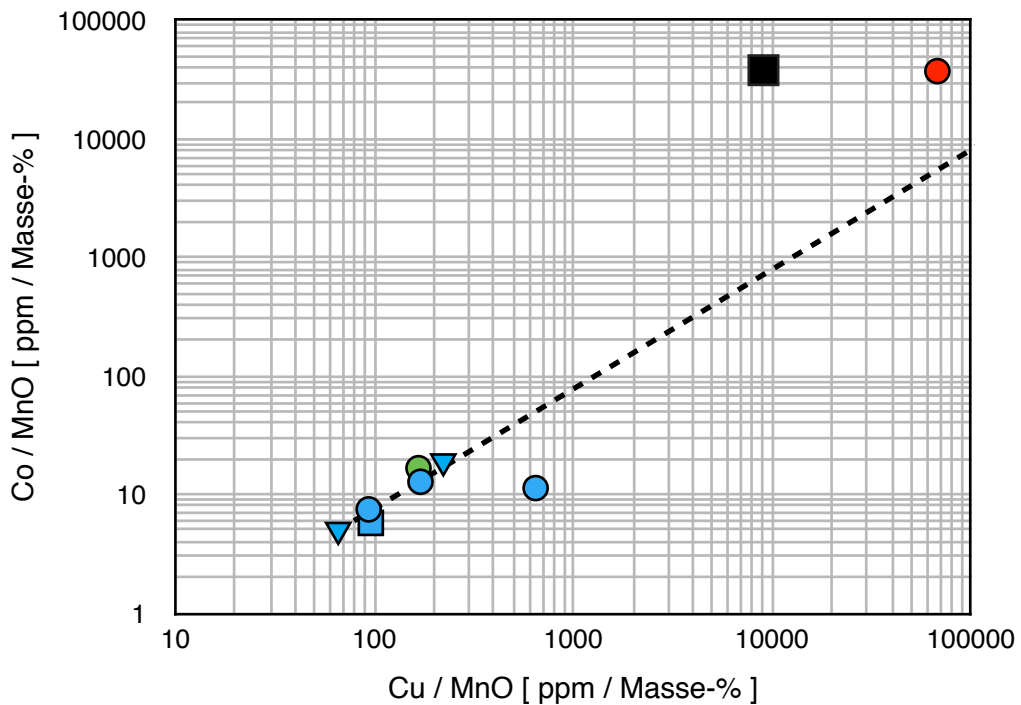
Das Diagramm zeigt zunächst einmal, dass GLS 33 von Erfweiler-Ehlingen einen deutlich höheren Zirkon-Gehalt aufweist als alle anderen Proben. Hier wird man mit Sicherheit eine sedimentäre Komponente annehmen dürfen.

Die Proben vom Wareswald, Birg und Limbach zeigen einen sehr einheitlichen Zirkon-Gehalt, aber unterschiedliche TiO₂-Gehalte, das spricht kaum für einen direkten sedimentären Zusammenhang.

Kupfer, Kobalt und Mangan



- GLS 20, GLS 25, GLS 23 ▼ GLS 21, GLS 22
- GLS 24 ● GLS 33 Erfweiler-Ehlingen
- - Trendlinie GLS 21 - GLS 22



- GLS 20, GLS 25, GLS 23 ▼ GLS 21, GLS 22
- GLS 24 ● GLS 33 Erfweiler-Ehlingen
- - Trendlinie GLS 21 - GLS 22 ● GLS 37 Armreif
- Asbolan, Düppenweiler

Kupfer und Kobalt sind die farbgebenden Elemente der Gläser. In allen hier besprochenen Proben übersteigt der Kupfer-Gehalt den Kobalt-Gehalt um Faktoren zwischen 10 und 57 für die römischen Gläser. Beim keltischen Armreif dagegen beträgt das Verhältnis nur 1,8 bei einem Kobalt-Gehalt, der um zwei Zehnerpotenzen höher liegt.

Es interessiert natürlich die Frage, aus welcher Quelle und in welcher Form die beiden offensichtlich miteinander gekoppelten Elemente Kupfer und Kobalt in die Glasschmelze gelangten.

Bei Kobalt denkt man zunächst an Kobalt-Arsenide, die große Verbreitung haben und über das aus ihnen gewonnene Produkt der Smalte intensiv blauen Farbstoff liefern. Für eine solche Deutung erscheinen die Arsen-Gehalte reichlich klein und liefern vor allem auch nicht den Cu-Anteil. Es lässt sich dann an Sulfide denken, die, wie unveröffentlichte Analysen des Verfassers zeigen, durchaus neben Cu noch deutlich Co aufweisen können. Solche Sulfide wären nicht so einfach zu handhaben, da sie rein äußerlich keine Hinweise über entsprechende Gehalte liefern.

Das obere Diagramm zeigt nun, dass bei Bezug von Cu und Co auf den jeweiligen Mn-Gehalt für die römischen Gläser eine gute Korrelation erkennbar wird. Das muss nicht verwundern. Viele Manganomelane weisen merkliche Gehalte von Cu und Co, sowie von anderen Metallen auf. Manganomelane entstehen meist bei der Verwitterung von Dolomit und Calcit und den entsprechenden Gesteinen. Es sind meist braune bis schwarze Massen, locker oder fest, gegebenenfalls auch noch mit dem teilweise zersetzten Gestein verwachsen. Wenn man zusammen mit einem Calcit oder Kalkstein einen solchen Manganomelan in eine Glasschmelze einbringt, so kann man unter Umständen eine Blaufärbung erfahren.

Es spricht also etwas dafür, dass tatsächlich solche Manganomelane als Quelle angesehen werden können. Die meisten Manganomelane enthalten in der Regel nur geringere Gehalte, kommen daher für ein kräftig gefärbtes blaues Glas nicht in Frage. Es gibt jedoch auch entsprechende Verbindungen (Asbolan), die hohe Gehalte aufweisen. Ein Asbolan von Düppenweiler enthält

MnO	7,72 %
Cu	6,99 %
Co	29,20 %

In dem unteren Diagramm ist neben den Werten für den Armreif auch der für diesen Asbolan eingetragen.

Indium

Die Analyse des Armreifs weist einen Indium-Gehalt von 6,3 ppm auf. Dieser Gehalt ist bemerkenswert.

Die Clarke-Zahl, also der durchschnittliche Gehalt eines Elements in der Erdkruste beträgt für Indium 0,05 ppm. Im Glas des Armreifs ist das Indium also grob um den Faktor 100 angereichert.

Unter über 600 Analysen des Verfassers (Gesteine, Minerale, Keramik, Glas) finden sich lediglich 38 Proben mit einem Gehalt über 0,02 ppm und lediglich 9 mit Gehalten von 1

ppm und mehr. Sieht man von zwei Sphaleriten (Zinkblende) ab, so weist der Armreif den höchsten Gehalt auf.

Auf den geringen Zn-Gehalt des Armreifs lässt sich der Indium-Gehalt nicht zurückführen. Eine Überschlagsrechnung mit höchsten Indium-Gehalten führt nur zu etwa 0,1 ppm im Glas.

Die höheren Indium-Gehalte in Proben des Verfassers gehen ansonsten auf Sulfide, Carbonate und wenige Silikate (Muskovit) zurück. Bei den Sulfiden gibt es aber abgesehen vom bereits besprochenen Sphalerit keine Vertreter, die über von solchen ableitbaren Metallen, die im Glas als Spuren vertreten sind, nennenswert zum Indium-Gehalt des Glases beitragen könnten.

Es verbleiben die Carbonate. Ein grobspätiger Calcit von der Frenkendell bei Rathweiler besitzt einen In-Gehalt von 2,02 ppm. Direkt eingebracht über das Calciumcarbonat würde dieser Gehalt nicht ausreichen, aber angereichert über ein Verwitterungsprodukt (Manganomelan) ließe sich gegebenenfalls ein solches Ergebnis erzielen.

Es ist dies bislang eine theoretische Deutungs-Möglichkeit. Sicherheit gäbe es nur, wenn entsprechende In-Gehalte in solchen Manganomelanen nachgewiesen würden. Der Asbolan von Düppenweiler weist nur 0,4 ppm Indium auf.

Die Analysen von HAHN-WEINHEIMER (1960) konnten nicht zu Hinweisen auf erhöhte Indium-Gehalte führen, da Indium mit einer Konzentration von grob 6700 ppm als Eichsubstanz verwendet wurde.

Schlussbemerkung

Der Verfasser freut sich, über diese Arbeit Hans Cappel, einem um die lokale Archäologie seiner Heimat hochverdienten "Sammler" seine Anerkennung auszusprechen. Eine Wissenschaft, die sich nur auf spektakuläre Forschungsobjekte einlässt, steht immer auf wackligen Füßen. Es bedarf der Arbeit in der Breite an all den unscheinbaren Objekten, die letztlich von engagierten Laien getragen, selten aber in ihrer wirklichen Bedeutung gewürdigt wird. Sammelgut landet leider meist ohne entsprechende Bearbeitung in Depots und bleibt zunächst oder dauerhaft wertlos. Warum dies so ist, ist hier nicht zu beurteilen.

Ebenso von Bedeutung für den Verfasser sind Edith und Eric Glansdorp als fachlich kompetente Archäologen, die einen Hintergrund liefern, den ein Fachfremder nicht zur Verfügung hat. Zugleich sind diese auch immer bestrebt, gerade die Erfahrungen und die Objekte von Sammlern in den Bereich der Wissenschaft zu überführen.

Es wären die hier besprochenen Gläser nie zu ihren Analysen gekommen ohne engagierte Laien und Wissenschaftler.

Literatur

GEBHARD, Rupert: Der Glasschmuck aus dem Oppidum bei Manching.— Wiesbaden 1989. [Zitiert nach WEDEPOHL 2003.]

HAEVERNICK, Thea Elisabeth: Die Glasarmringe und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit auf dem europäischen Festland. Bonn 1960.

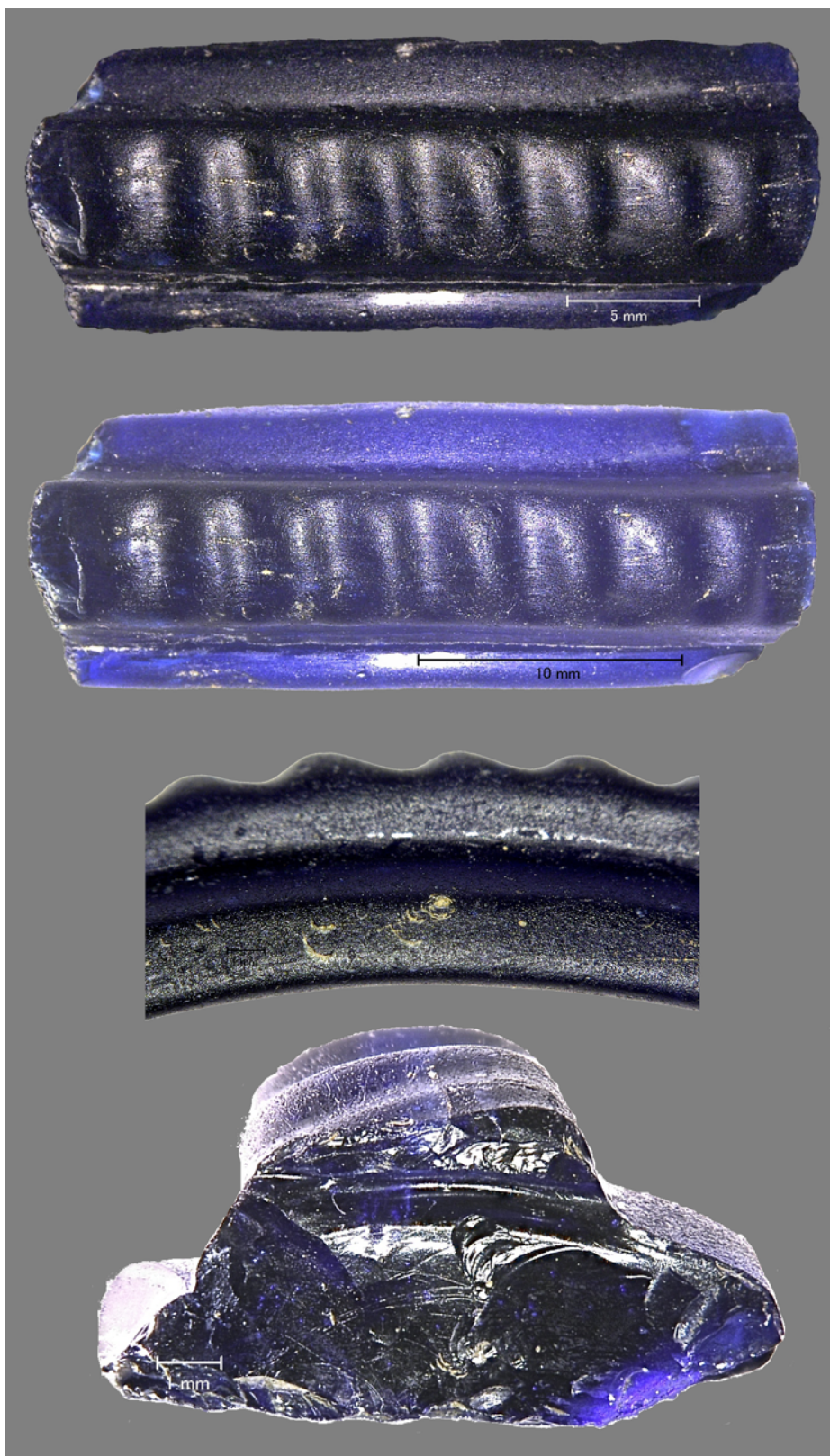
HAHN-WEINHEIMER, Paula: Die spektrochemische Untersuchung von Glasarmringen und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit. — in: HAEVERNICK, Thea Elisabeth: Die Glasarmringe und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit auf dem europäischen Festland. Bonn 1960.

MÜLLER, Gerhard: Analysen römischer Gläser von Schmelz und Tholey. — Saarbrücken 2014 (www.geosaarmueller.de).

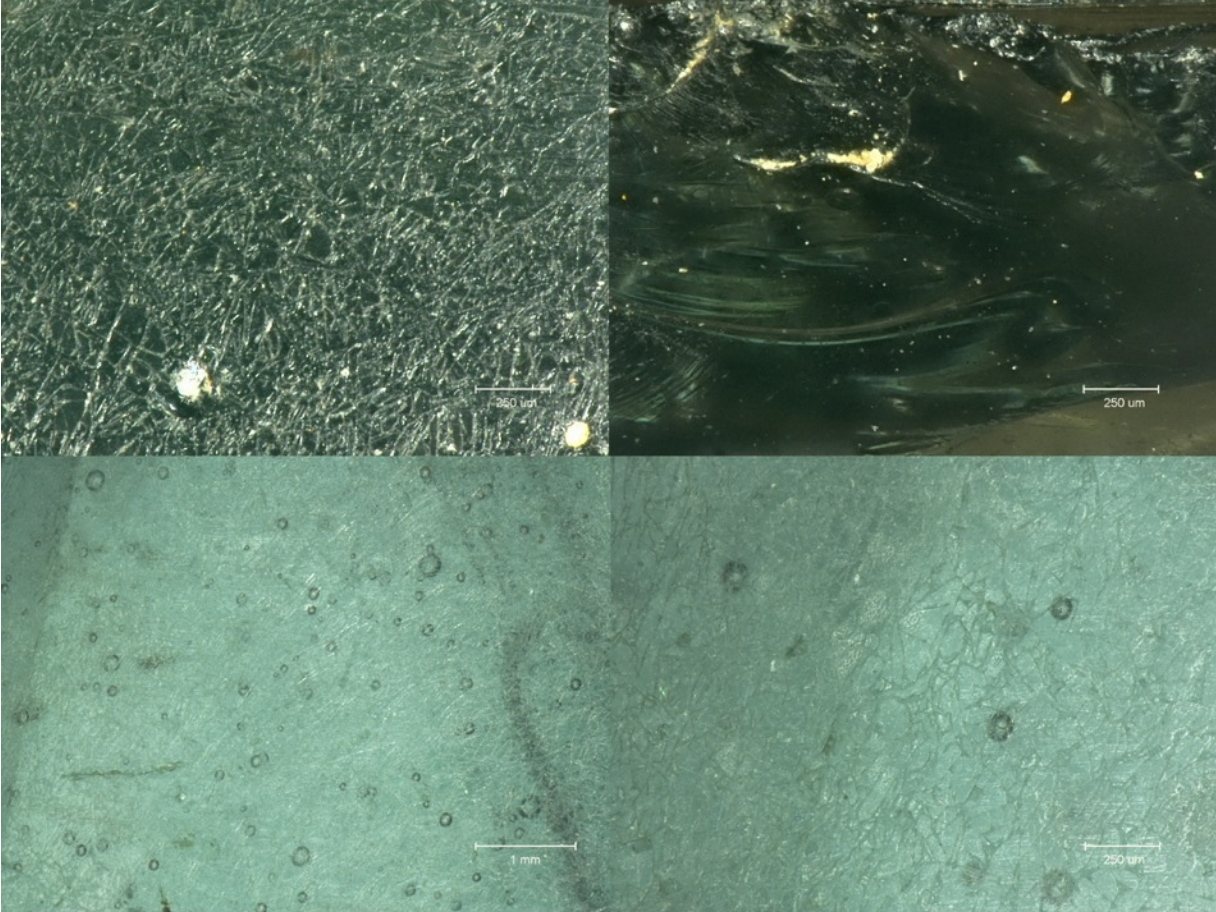
WEDEPOHL, Karl Hans: Glas in Antike und Mittelalter. — Stuttgart 2003.

Analysen

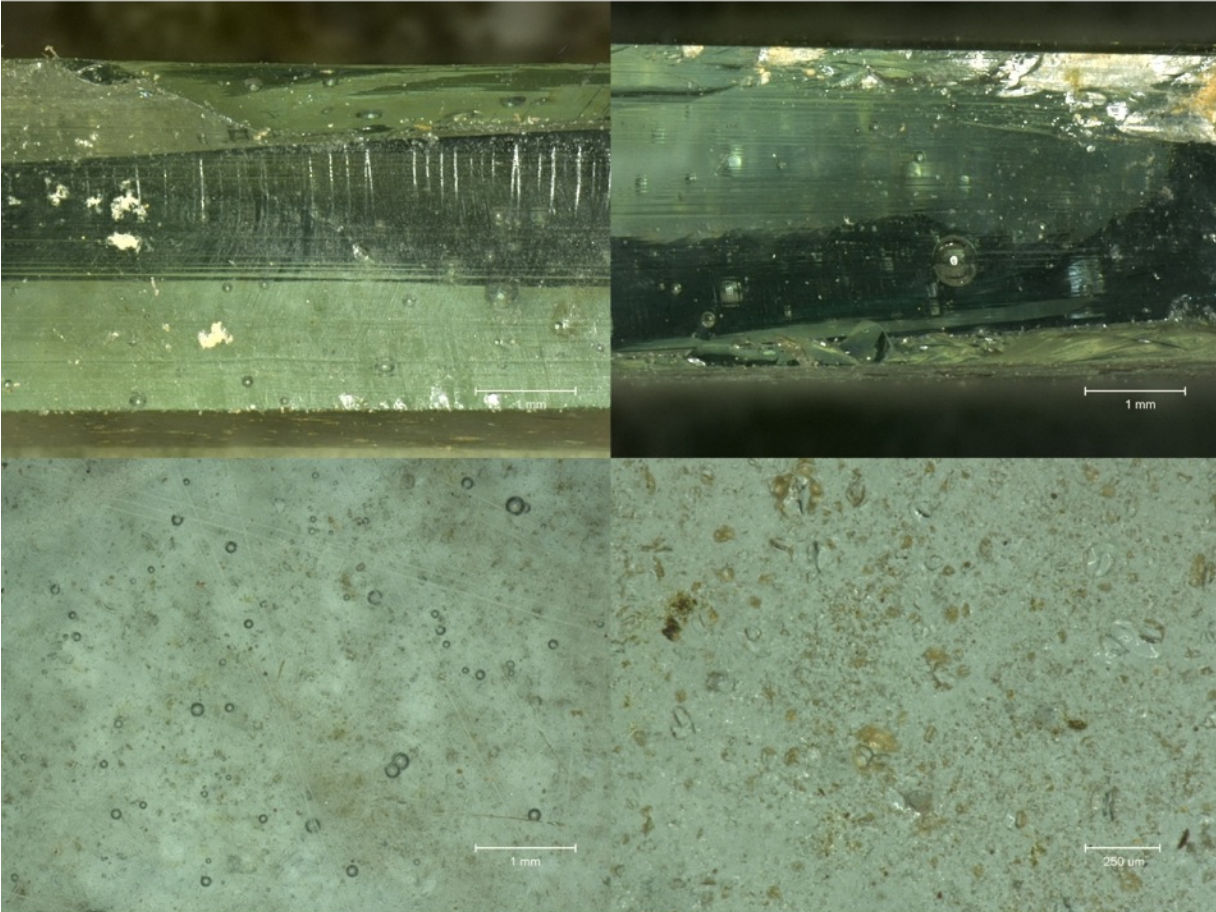
Die Analysendaten finden sich zusammen mit den verwendeten Diagrammen auf einer eigenen Tafel.



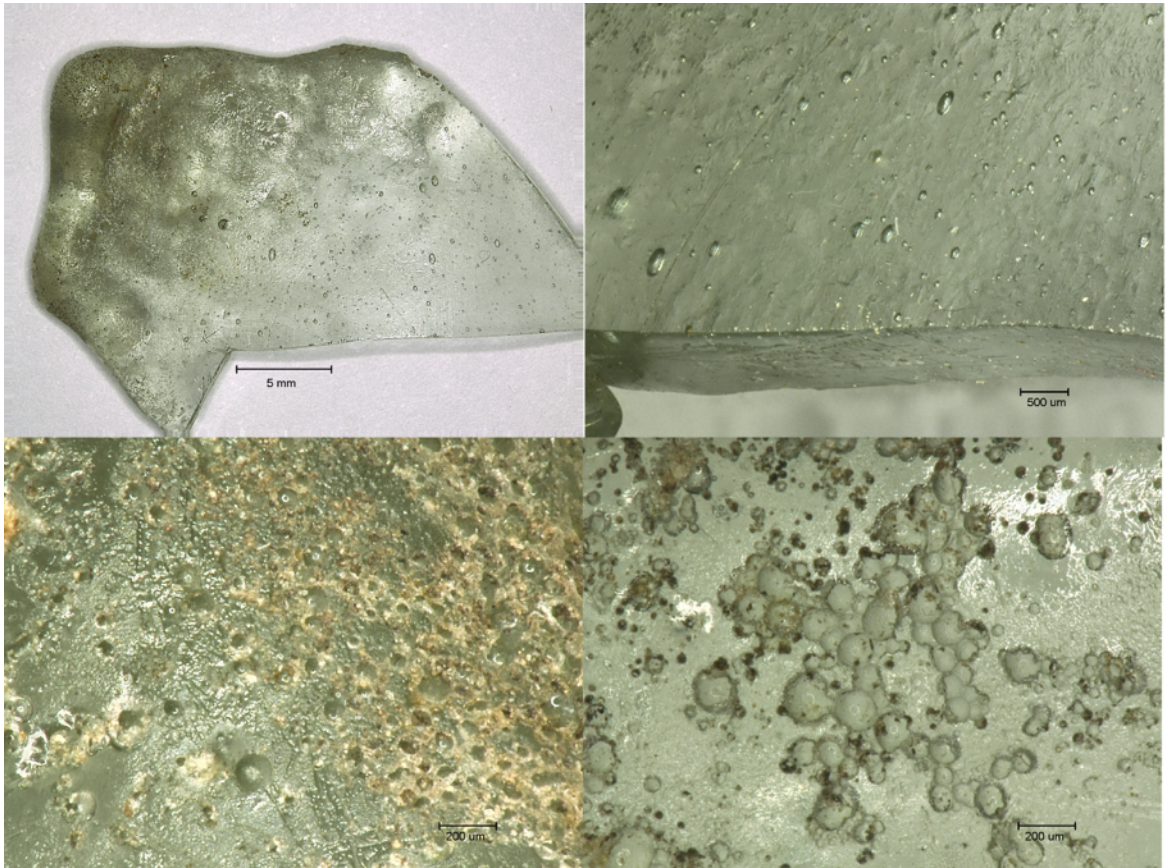
Das erste und dritte Foto (von oben) des Armreif-Bruchstücks wurden gegen dunklen Untergrund gemacht, das zweite gegen hellen. Die dunklen Fotos geben den normalen Eindruck wieder, den man vom Glas hat. Das zweite entspricht eher starker Beleuchtung und Durchsicht.



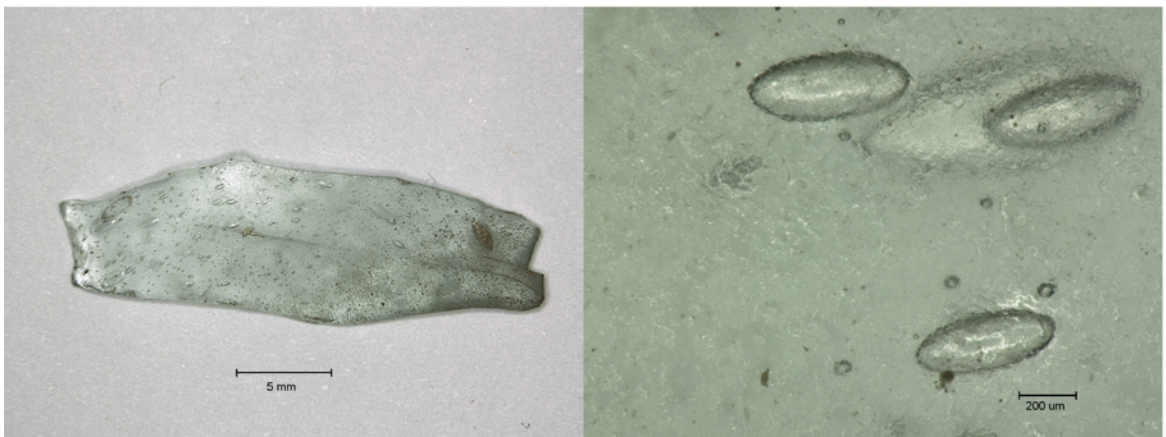
GLS 20 Wareswald



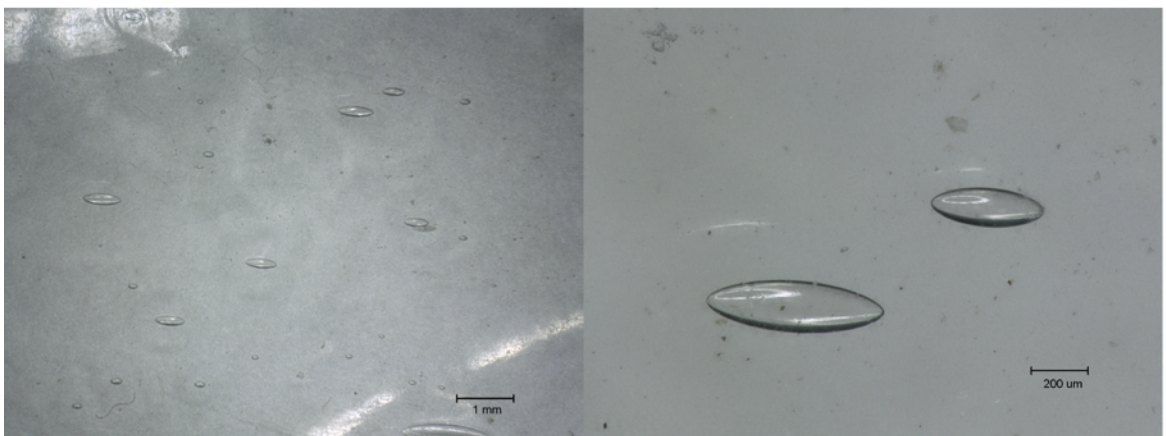
GLS 21 Wareswald



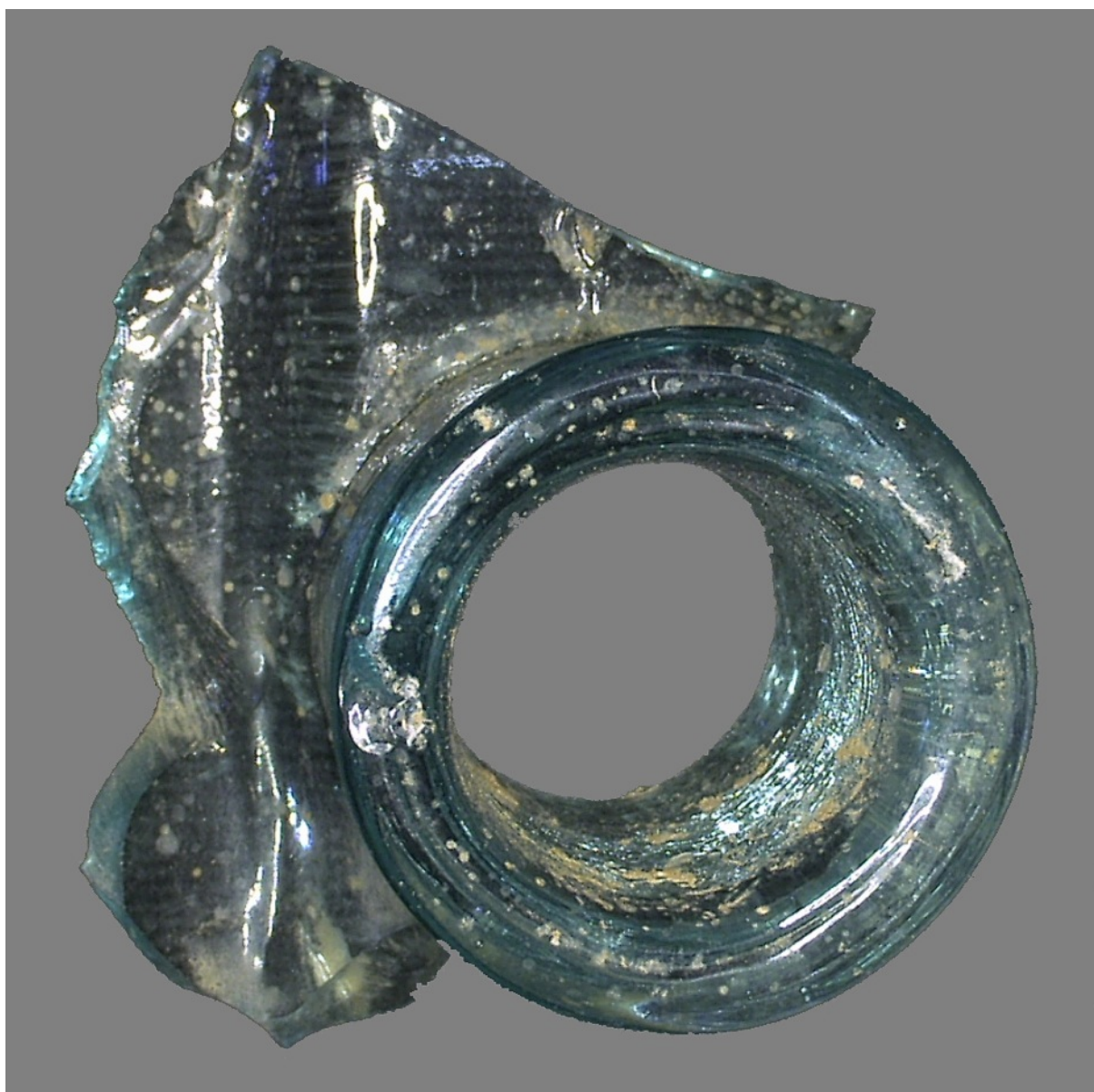
GLS 22 Birg



GLS 23 Birg



GLS 25 Limbach



GLS 33 Erfweiler-Ehlingen, Große Haide

12 g
4 mm dick
25 x 40 mm²