

Schwarzwälder Waldglas
Glashütten, Rohmaterial und Produkte der Glasmacherei
vom 12.-19. Jahrhundert

*Von Hansjosef Maus
mit einem Beitrag von Bertram Jenisch*

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	327
1 Einleitung.....	327
2 Das Waldglas	329
3 Die Glashüttenstandorte.....	332
4 Das Fundmaterial	337
5 Untersuchungsergebnisse.....	340
5.1 Die Glashäfen.....	340
5.1.1 Röntgenographische Untersuchung.....	341
5.1.2 Mikroskopische Untersuchung.....	343
5.1.3 Chemische Untersuchung	344
5.1.4 Standzeiten der Glashäfen.....	353
5.2 Die Glasöfen.....	353
5.3 Glas.....	354
5.3.1 Tafelglas.....	355
5.3.2 Butzenscheiben.....	356
5.3.3 Hohlglas	357
6 Analysen	357
6.1 Rohstoffanalysen.....	357
6.1.1 Sandstein	358
6.1.2 Quarzsand	359
6.1.3 Milchquarz aus dem Kristallin.....	360
6.1.4 Quarz aus hydrothermalen Gängen	361
6.1.5 Feuerstein	361
6.1.6 Quarz aus alpinen Schottern	362
6.1.7 Kalkstein	362
6.1.8 Asche.....	363
6.1.9 Pottasche	369
6.1.10 Soda.....	371
6.1.11 Farberze.....	372

Schwarzwälder Waldglas
Glashütten, Rohmaterial und Produkte der Glasmacherei
vom 12.-19. Jahrhundert

Berichtigung Alemannisches Jahrbuch 1997/98

Im Beitrag über das Schwarzwälder Waldglas von Hansjosef Maus und Bertram Jenisch, S. 325-524, stimmen auf Grund eines Koordinationsfehlers die Bemerkungen im Text und die Legende zu Abbildung 1 nicht überein. Der letzte Satz von Absatz 4 auf S. 333 sowie der folgende Absatz sind daher ersatzlos zu streichen.

6.1.1 Sandstein	358
6.1.2 Quarzsand	359
6.1.3 Milchquarz aus dem Kristallin	360
6.1.4 Quarz aus hydrothermalen Gängen	361
6.1.5 Feuerstein	361
6.1.6 Quarz aus alpinen Schottern	362
6.1.7 Kalkstein	362
6.1.8 Asche	363
6.1.9 Pottasche	369
6.1.10 Soda	371
6.1.11 Farberze	372

6.1.12 Knochen	373
6.1.13 Sonstige Rohstoffe	374
6.2 Glasanalysen.....	375
6.2.1 Hauptelemente	379
6.2.2 Nebenelemente	393
6.2.3 Spurenelemente.....	400
6.3 Diskussion der Analysenergebnisse.....	410
6.4 Rezepte und Umrechnungen	411
7 Die Glastypen.....	416
7.1 Ascheglas	416
7.2 Pottascheglas	417
7.3 Sodaglas	419
7.4 Mischglas	420
8 Die Glasfarben.....	422
8.1 Grünes Glas.....	422
8.2 Blaues Glas.....	423
8.3 Braunes Glas	424
8.4 Amethystfarbenes Glas	425
8.5 Weißes Glas (Trübglas)	426
8.6 Farbloses Glas	428
8.7 Rotes Glas	429
8.8 Gelbes Glas.....	430
8.9 Achatglas.....	430
9 Die Glasverwitterung.....	431
10 Zusammenfassung	434
11 Archäologische Funde von Schwarzwälder Glashütten.....	437
(Bertram Jenisch)	
11.1 Forschungsgeschichte zu Glashütten im Schwarzwald	437
11.2 Die frühesten urkundlichen Nachweise von Hütten	438
11.3 Vorbemerkungen zum Fundkatalog	440
11.4 Fundkatalog.....	441
12 Anhang.....	492
12.1 Glashüttenstandorte im Schwarzwald.....	492
12.2 Chemische Analysen der Glashäfen	499
12.3 Chemische Analysen der Rohstoffe	500
12.4 Chemische Analysen der Gläser	504
13 Literaturverzeichnis.....	518

Vorwort

Die vorliegende Untersuchung wäre nicht zustande gekommen, hätte nicht die Möglichkeit zur Anfertigung so zahlreicher chemischer Analysen zur Verfügung gestanden. Daher soll an dieser Stelle nochmals all denen gedankt werden, die diese Analysen ausgeführt oder bei der Präparation der Proben geholfen haben, allen voran Herrn Dr. M. Martin vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg und seinen Helferinnen A. Dennert und E. Magjera und seinen Helfern W. Famula und G. Gollebeck.

Für die Anfertigung der Atomabsorptionsspektrometrie-Ascheanalysen sei Herrn Dr. P. Trüby und Frau F. Schreiber vom Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Universität Freiburg herzlich gedankt.

Herrn Dr. W. Czygan vom Mineralogischen Institut der Universität Freiburg danke ich für die Anfertigung einer Reihe von Atomabsorptionsspektrometrie-Vergleichsanalysen von Gläsern.

Schließlich gilt mein Dank meinem Kollegen Dr. J. Leiber, der sein von zahlreichen Glashüttenstandorten aufgesammeltes Material für die Untersuchung zur Verfügung gestellt hat, und dem ich aus vielen Diskussionen manche Information und Anregung verdanke. Er steuerte auch eine Reihe von Hinweisen auf Glashüttenstandorte bei, die die Liste der Hüttenstandorte zu kompletieren half.

1 Einleitung

Bei der Beschäftigung mit einheimischen Rohstoffen tauchen immer wieder Hinweise auf, dass Material aus verschiedenen Quarzvorkommen in früheren Zeiten als Glasrohstoff verwendet worden wäre. Nähere Nachforschungen haben aber meist ein etwas unbefriedigendes Ergebnis, sowohl das Material als auch die Abnehmer betreffend. Vielfach fehlen auch exakte Angaben zu den Standorten der alten Glashütten, zu ihrer Laufzeit, ihrer Produktion und zu den eingesetzten sonstigen Rohstoffen und deren Herkunft, den Produktionstechniken und ähnlichem.

Etwas resignierend schreibt schon RADEMACHER (1933: 24f.): "Der Umstand, dass die Glashütten des späten Mittelalters inmitten der Wälder oder in kleinen Ortschaften der Waldgebiete lagen, erschwerte ihre genauere Feststellung. Orts-, Flur- und Bachnamen, wie glaskopf, glashufe, glashagen, glashütten, glasbach, glasborn u.a., geben oft den einzigen Fingerzeig, wo solche Hütten gelegen ha-

ben, ohne dass wir über ihre Bedeutung, oder nur über ihre Dauer, die manchmal sehr kurz war, irgend etwas erfahren. Man muss sich in der Hauptsache begnügen, die Glashüttenbezirke als solche zu erfassen, und hier ergibt sich trotz der Zufälligkeit und Lückenhaftigkeit der Überlieferung die Feststellung, dass fast alle wichtigen Glaszentren des 16. Jahrhunderts sich bis ins Mittelalter zurückführen lassen, und zwar größtenteils bis ins 14. Jahrhundert... Wie weit Südwestdeutschland, d.h. in erster Linie der Schwarzwald mit seinen nördlichen Ausläufern Anteil an der mittelalterlichen Glaserzeugung hatte, ist bisher nicht ermittelt".

Zwar haben sich seit der Zeit, in der diese Feststellung getroffen wurde, einige Autoren mit dem Schwarzwälder Glas beschäftigt, doch geschah dies z.T. recht einseitig oder lückenhaft. Feststellungen in der Art, wie: "Das Glas ist während der Frankenzeit bis hin zur Spätgotik stets grün gefärbt" (SCHACK 1979: 16) oder die Ansicht, dass die Glasmacherei als Handwerk im Schwarzwald erst Ende des 17. Jahrhunderts auftaucht und "zwischen dem Ersten und dem Zweiten Weltkrieg eine Glasbläserei nach der anderen schließen mußte" (RADEL 1982: 222 f.), sind leider keine Einzelfälle.

Eine etwas umfassendere Beschäftigung mit diesem Thema erschien infolgedessen durchaus angebracht und lohnenswert. Um auch zukünftigen historischen Untersuchungen einen Anreiz und eine standfeste Basis auf naturwissenschaftlicher Grundlage zu geben, wurde die ursprüngliche Zielsetzung, nämlich die Erforschung der Rohstoffnutzung, ein wenig erweitert. Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich also etwas umfassender mit dem spröden Schwarzwälder Glas.

Zur eindeutigen Festlegung eines Standortes ist das Vorkommen von Glasbruch - möglichst in verschiedenen Farben - nicht ausreichend, vielmehr gilt ein historisch nicht näher lokalisierter Standort erst dann als zweifelsfrei nachgewiesen, wenn dort Ofenbruch, Hafenbruchstücke und Rohglas gefunden wurden. Verbogenes und zerbrochenes Glas (Brandschutt) kann ja auch auf dem Weg der früher üblichen Entsorgung mit dem Mist auf die Äcker geraten und heute sogar im Wald (Aufforstung früher gerodeter Flächen) zu finden sein.

War ein Standort erst einmal eindeutig ausgemacht, wurden so viele Oberflächenfunde zusammengetragen, dass das Produktionsspektrum möglichst gut abgedeckt war. Das Absammeln der Oberfläche kann natürlich fallweise zur Folge haben, dass nur Material aus den letzten Betriebsjahren näher untersucht wurde. Dieser Umstand ist bei der zeitlichen Einstufung der Funde zu berücksichtigen. Nähere Angaben hierzu finden sich samt kritischem Kommentar im Fundkatalog von B. JENISCH (Kap. 11.4).

Wichtig sind natürlich auch Reste von Rohstoffen (Quarz, Kalkstein), mit deren Hilfe möglicherweise etwas Licht in die frühere Rohstoffversorgung der Glashütten zu bringen ist.

Die vorliegende Untersuchung ist keine Bestandsaufnahme der Schwarzwälder Glashütten und ihrer Produkte. Es wurde vielmehr mit Hilfe zahlreicher chemischer Analysen versucht, das Schwarzwälder Waldglas zu charakterisieren, um bei späteren vergleichenden Analysen ausreichendes Datenmaterial zur möglichst eindeutigen Zuordnung von Gläsern unbekannter Herkunft zur Verfügung zu stellen. Außerdem sollte versucht werden, die Verwendung einheimischer Rohstoffe bei der Glasherstellung nachzuweisen und den Einfluss der Glasverwitterung auf die Zusammensetzung des Glases aufzudecken.

Es war auch nicht Ziel der Untersuchungen, die Waldglashütten in ihrem historischen Rahmen zu betrachten, vielmehr galt das Interesse dem Material, aus dem das oft als geringwertig apostrophierte Waldglas hergestellt wurde. War das Waldglas wirklich minderwertig im Vergleich zum venezianischen Glas oder Gläsern aus bekannteren Gegenden wie dem Kölner Raum, Böhmen oder Südfrankreich? Ließen die Rohstoffe etwa keine bessere Qualität zu?

Nach Abschluss der Untersuchungen ist festzustellen, dass das Waldglas keineswegs minderwertig - weil **nur grün** - war. Es standen durchaus die Kenntnisse und Rohstoffe zur Herstellung auch andersfarbiger und farbloser Gläser zur Verfügung und wurden auch genutzt, doch verlangte der Markt nicht nur "Studiogläser", die ohne weiteres z.B. aus Venedig bezogen werden konnten, die Hauptmenge der Produktion war Gebrauchsglas, das preiswert sein musste. Und auch der Einfluss der Mode ist nicht zu vernachlässigen. Die vielen verschiedenen Grüntönungen, die beim Waldglas festzustellen sind, lassen sich gewiss nicht als Zufallsfärbungen erklären, die nur entstanden waren, weil man keinen anderen Rohstoff gehabt oder die Materie, d.h. die Farbgebung, nicht besser beherrscht hätte. Die Verschiedenheit der Farben bei z.B. gleichem Eisen- und Mangengehalt spricht eindeutig gegen eine solche Annahme.

Mit den vorliegenden Untersuchungen soll also ein Beitrag zur Verbesserung der Kenntnisse über das Schwarzwälder Waldglas geleistet werden, das leider bisher noch viel zu wenig Beachtung im Kreis der etwas weniger berühmten Glasmachergebiete gefunden hat.

2 Das Waldglas

Im Gegensatz zu dem Glas, das in Städten produziert wurde, nannte man das in den Wäldern - oft unter Verwendung von Holzasche - hergestellte Glas Waldglas. Gelegentlich wird aber auch alles nördlich der Alpen hergestellte mittelal-

terliche bis neuzeitliche Glas so bezeichnet, wobei dann meist grünes Glas gemeint ist.

Sofern der Schwarzwald in der Fachliteratur über altes Glas überhaupt als Standort für Waldglashütten genannt wird, herrscht eine düstere Vorstellung von der Situation dieser Hütten: Sie hätten meist weitab von allen Verkehrswegen gelegen, ihren Hauptrohstoff in Form von Kieselsteinen aus den Bächen gesammelt und den Wald bei der Gewinnung von Asche verwüstet. Derartige und ähnliche fundamentale Kenntnisse, Unkenntnisse und fehlerhafte Vorstellungen sind leider oft verallgemeinernd und kritiklos abgeschrieben worden, eine Richtigstellung erscheint daher angebracht.

Quarzgerölle mögen zwar gelegentlich auch aus den Bächen des Schwarzwaldes ausgelesen worden sein, doch wäre dies auf Dauer eine recht unergiebige Rohstoffquelle gewesen, wovon sich jeder leicht selbst überzeugen kann. Der Fund eines einzigen faustgroßen sauberen, d.h. für die Glasherstellung geeigneten Quarzgerölls oder eine entsprechende Menge kleinerer Gerölle je Meter Bach wäre schon eine ausgezeichnete Ausbeute. Eine mittelgroße Glashütte mit nur drei bis vier Meistern verbrauchte im Jahr etwa 100 t Quarzrohstoff, das entspräche einer Menge von 200000 Gerölln bzw. 200 km Bachlänge, und das Jahr für Jahr.

Hieraus ist zu ersehen, dass die Beschaffung des Quarzrohstoffes aus anderen Quellen erfolgte und anders organisiert gewesen sein muss. Gelegentlich wird zwar von solchen Aufsammlungen berichtet (vgl. Kap. 6.1.3), doch handelt es sich bei den so aufgesammelten Kieselsteinen nicht oder nicht nur um Bachgerölle, sondern um Lesesteine, wie sie in der Nachbarschaft von größeren Quarzgängen im Schwarzwald stets gefunden werden. So sind z.B. im Mittleren Schwarzwald in der Umgebung des Harmersbachtals eine Reihe von Quarzgängen bekannt - z.B. der Gang am Grünberg mit einer Mächtigkeit von etwa 2 m - die Quarz in ausreichender Menge und Reinheit geliefert haben könnten. Bergbau zum Zwecke der Quarzgewinnung für die Glasherstellung ist an dieser Stelle allerdings nicht bekannt, man begnügte sich wohl mit dem Aufsammeln von Steinen und Rollblöcken.

Vor dem Einschmelzen mussten diese Quarzbrocken zerkleinert werden, wahrscheinlich wurden sie sogar vorgeglüht. Man benutzte zum Zerschlagen "Stempfel, so mit Eisen beschlagen und einem Ring, warmit die Kieselstein verstoßen werden" (aus: Inventarliste der Glashütte Seebach vom 13. Aug. 1685; WOHLEB 1949: 23).

Das Auslesen von Quarzgerölln aus dem Rheinkies oder den Moränen im Südosten des Schwarzwaldes sowie die Verwendung von gebleichtem Buntsandstein ist zwar belegt, wurde aber nur von wenigen Glashütten und wohl nur ausnahmsweise praktiziert.

Quarzsand musste allemal von weither transportiert werden, ob nun aus den östlichen oder westlichen Randgebieten des Schwarzwaldes oder von noch weiter her (vgl. Kap. 6.1.2).

Nach dem Fund eines größeren Feuersteinbrockens zu schließen, ist gelegentlich wohl auch dieses Material verwendet worden. Es wurde vermutlich aus den Muschelkalkvorkommen in der Wutachschlucht, wo die Hornstein führenden Schichten freigelegt sind, als Lesesteine aufgesammelt und dann zur Hütte transportiert.

In den Waldglashütten des Schwarzwaldes wurde neben Ascheglas und Pottascheglas auch Sodaglas hergestellt. Von den 328 analysierten Gläsern erwiesen sich 156 als Aschegläser, 68 als Pottaschegläser und 60 als Sodagläser. Hinzu kommen noch 50 Gläser, die eine Zwischenstellung zwischen Sodaglas und Pottascheglas einnehmen, sie werden hier als Mischgläser bezeichnet.

Bei diesen Verhältnissen überrascht zunächst einmal die Feststellung, dass im Schwarzwald überhaupt Sodaglas hergestellt wurde, ging man doch bisher davon aus, dass die Waldglashütten als Flussmittel Buchenholzasche verwendeten, Soda aber nicht eingesetzt wurde, das analysierte Sodaglas also Fremdglas sei, von den Glashütten eingesammeltes Glas z.B. venezianischer oder südfranzösischer Herkunft. Gegen diese Annahme spricht aber, dass etwa ein Drittel aller untersuchten Sodagläser keine Hohl- oder Flachglasscherben sind, sondern unverarbeitetes Rohglas, das praktisch eine gesamte Charge repräsentiert, die hier nach vorgegebenem Rezept gemischt und erschmolzen wurde.

Ein anderer Zusammenhang mag diese Annahme noch unterstützen. Betrachtet man das Auftreten des Sodaglases im zeitlichen Rahmen (vgl. Tab. 1), so lässt sich unschwer erkennen, dass zwar schon frühzeitig Sodaglas festzustellen ist, wobei es sich aber nur um Hohlglas- bzw. Flachglas-Scherben handelt, während Soda-Rohglas-Herstellung erst im Laufe des 18. (?) und 19. Jahrhunderts zu belegen ist. Für diese Zeit müsste dann doch noch die Einfuhr von Rohsoda oder Pflanzensoda angenommen werden, da die erste Sodafabrik, in der Soda nach dem Leblanc-Verfahren synthetisiert wurde, erst 1791 in St. Dié in Frankreich gegründet wurde. Da in allen großen Schwarzwälder Glashütten des 19. Jahrhunderts aber wohl große Teile der Produktion mit Soda hergestellt wurden, muss eine auswärtige Beschaffung dieses Flussmittels angenommen werden, sei es nun synthetische oder Natursoda (vgl. hierzu auch Kap. 6.1.9 und 6.1.10).

Die Verwendung von Holzasche als Flussmittel lässt sich für fast alle Schwarzwälder Glashütten durchgehend bis ins 19. Jahrhundert nachweisen, insbesondere für das am wenigsten anspruchsvolle grüne Glas ist sie zu allen Zeiten eingesetzt worden. Lediglich für die Glashütten Herzogenweiler und Schönmünzach konnte trotz hoher Analysenzahl (17 bzw. 11 Proben) keine

Ascheverwendung nachgewiesen werden, obgleich WOHLEB (1949: 77) Asche unter den Vorräten der Glashütte Herzogenweiler anführt. Offensichtlich reicht hier die Zahl der analysierten Proben für einen repräsentativen Querschnitt doch noch nicht aus.

Bei der Beschreibung von Glasrezepten und Glasanalysen werden Asche und Pottasche von manchen Autoren gleichgesetzt, und auch die Annahme, dass die Pottasche erst eingesetzt wurde, als man statt des grünen Glases mit reineren Rohstoffen farbloses Glas erzeugen wollte, ist nicht richtig, wenngleich logisch erscheinend. Das späte Mittelalter benutzte offensichtlich nur selten Pottasche zur Glasherstellung, zumindest war ihre Verwendung nicht allgemein verbreitet, zeitgenössische Autoren (z.B. AGRICOLA 1556) berichten nichts über dieses Flussmittel. Nach den vorliegenden Analysen tauchen die ersten Pottasche-Gläser um 1300 auf, sie sind jedoch nicht auf weißes Glas beschränkt. Allgemeine Anwendung scheint die Pottasche aber erst ab dem ausgehenden 17. Jahrhundert zu finden, vor allem für farbloses und amethystfarbenes Glas.

Zum Holzverbrauch der Glashütten ist anzumerken, dass bei der Herstellung von Glas tatsächlich viel Wald in Anspruch genommen wurde (vgl. hierzu Kap. 6.1.8), doch waren die Glashütten mit einem jährlichen Bedarf von 800-1200 Klafter Holz nicht die einzigen Verbraucher. So hatte z.B. die Stadt Wolfach einen jährlichen Bedarf an 700-800 Klafter, die Hammerschmiede in Hausach hatte einen gleich hohen Bedarf, die Saline in Dürrhein verbrauchte sogar 4000 Klafter und als Spitzenreiter wird das Bergwerk in Eberfingen genannt, das jährlich 50000 Klafter Holz verbrauchte (alle Angaben nach WOHLEB 1949: 31-104).

3 Die Glashüttenstandorte

Der Schwarzwald bot über etwa sieben Jahrhunderte hinweg ideale Bedingungen zum Betrieb von Glashütten: Rohstoffe, Holz und einen aufnahmefähigen Markt für sämtliche Produkte. (Die berühmten Schwarzwälder Glasträger haben sicher nur einen Teil der Spitzenprodukte ins benachbarte "Ausland" getragen). Es verwundert daher nicht, dass hier während dieser Zeit zahlreiche Hütten arbeiteten. MOSER (1969) nennt für den badischen Teil des Schwarzwaldes 68 Glashütten, im württembergischen Teil sind nach GREINER (1971) weitere zwölf Hütten bekannt.

Nur von wenigen Glashütten sind die Standorte allerdings noch so gut bekannt, dass es keine Mühe macht sie aufzusuchen. Angaben in der nicht sehr umfangreichen Fachliteratur, Ortschroniken oder Kreisbeschreibungen sowie alte Flurnamen erleichtern zwar oft das Auffinden, wenn auch gelegentlich fest-

zustellen ist, dass einzelne Angaben nicht richtig sind. Schwieriger wird es schon in den Fällen, wo zwar ein Orts- oder Flurname auf eine Glashütte hinweist, aber keinerlei Literaturangaben oder auffällige Spuren im Gelände einen Anhaltspunkt bieten. Noch schwieriger und oft nur dem Zufall zu verdanken ist die Lokalisierung von alten Glashütten, die weder in schriftlichen Quellen erwähnt sind noch einen direkten Hinweis als Flurname hinterlassen haben. Auf ihre Spuren stoßen Straßenbauer, Förster, Geologen und aufmerksame Spaziergänger, und ihren Angaben kann dann eine genaue Nachsuche folgen.

Die Auswertung der topographischen Karten (Maßstab 1:25000) des Schwarzwaldes hinsichtlich Flurnamen, die auf ehemalige Glashütten zurückzuführen sind (Wortverbindungen mit "Glas", "Hütte" und "Platz"), führt zwar zu zahlreichen Glashüttenstandorten, doch ist die Zuordnung einzelner, in der Literatur genannter Glashütten zu genau festlegbaren Punkten gelegentlich etwas zweifelhaft. Die Auflistung der nachgewiesenen und vermuteten Glashüttenstandorte (s. Kap. 12.1), die sich sowohl auf die einschlägige Literatur und die topographischen Karten als auch auf eigene Erhebungen stützt, ist ein erster Versuch, hier etwas mehr Klarheit zu schaffen.

Leider muss diese Liste unvollständig bleiben, da verschiedene Quellen zwar weitere Glashüttenstandorte aufgrund eindeutiger Flurnamen nennen, die aber nicht eindeutig zu lokalisieren sind. Hinzu kommt, dass noch weitere auf Glashütten zurückzuführende Flurnamen existieren, die nicht in den topographischen Karten verzeichnet sind. Hier wäre eher die - allerdings sehr aufwendige - Suche auf den Blättern der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1 : 5000 erfolgversprechend.

In Abb. 1 sind die nachgewiesenen und vermuteten Glashüttenstandorte im Schwarzwald zusammengestellt und durch eine Auflistung der Betriebszeiten bzw. Erwähnungen ergänzt. Diese Daten sind im wesentlichen den Ausführungen von GREINER (1971), METZ (1977, 1980 und 1983), MORATH (1972), MOSER (1969), SCHLAGETER (1987) und WOHLER (1949) entnommen. Bei abweichenden Angaben sind mehrere Autoren zitiert.

Die Glashütten werden der Nummerierung der topographischen Karten entsprechend von Westen nach Osten und von Norden nach Süden aufgeführt. Die mit einem * markierten Glashütten sind näher untersucht. Die in eckigen Klammern angeführte Nummer der Glashütte gilt sowohl für die Hütte selbst wie auch für die im Text und im Anhang aufgeführten Analysen. F bedeutet, dass der Standort einer (urkundlich nicht nachgewiesenen) Hütte durch Glasfunde belegt ist.

Die Karte (Abb. 1) vermittelt ein anschauliches Bild der regionalen Verbreitung der Glashütten mit auffälligen Konzentrationen im nördlichen und im südlichen Schwarzwald. Hier spiegelt sich die Konkurrenz bezüglich der Wald-

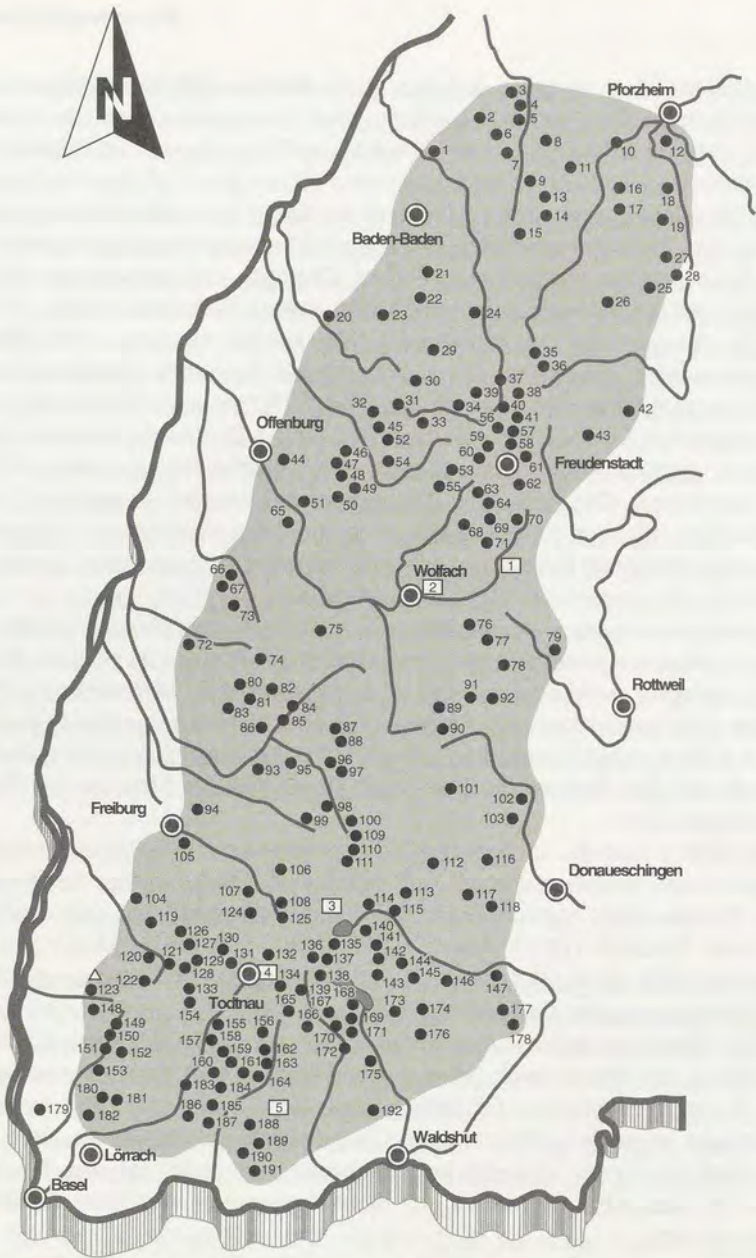


Abb. 1: Glashüttenstandorte im Schwarzwald
 (Graphische Bearbeitung: Veronika Scheuring, Hecklingen)

Glashüttenstandorte im Schwarzwald (Legende zu Abb. 1)

1. Gaggenau (1772-1910)
2. Glasäcker NW Völkersbach (?vor 1400)
3. *Glasbrunnen SÖ Schöllbrunn **
4. Albtal S der Mündung der Moosalb (um 1700)
5. Gertrudenhof Ö Burbach (16./17. Jh.)
6. Mittelberg Ö Freiolsheim (1698-1772)
7. Hüttlesbrunn SÖ Moosbrunn (1626-?. 1723-1744)
8. *Glasberg SÖ Schielberg **
9. Tälwiese, Herrenalb (1704-1711)
10. *Glasbrunnen SÖ Schielberg **
11. *Hüttenwald NÖ Dobel **
12. Glashof W Würm (vor 1499?)
13. Keplershof, Herrenalb (16. Jh.)
14. Gaistal, Herrenalb (1711-1737)
15. *Glasertwald Ö Reichental **
16. *Hüttenrain NÖ Calmbach **
17. Tannenmühle Ö Calmbach
18. *Glashalde, Lengenshardt **
19. Klasberg, Hirsau (um 1470-1510?)
20. Achern (1885-heute)
21. Glasfeld N Badener Höhe
22. Glasbrunnen S Herrenwies (1724-1778)
23. Glashütte Laufertal (1623-1745)
24. Schönmünzsch (1733-1902)
25. *Glasmühle Ö Breitenberg **
26. *Glasbach bei Aichhalden **
27. Emberg (Erwähnt 1523)
28. *Glaserberg, Oberhaugstett **
29. *Hüttenwald Ö Schönmünz **
30. *Glasschrofen im Rotmurgtal **
31. *Geißträgershütte Ö Schliffkopf **
32. Hüttengrund S Eselskopf (? um 1200-1250)
33. Hüttenhalde S Buhlbach (1758-1909)
34. Orspach bei Mitteltal
35. Glashäuserwald bei Göttingen (um 1082)
36. *Glasesel N Göttingen **
37. *Gläserberg Ö Pöt **
38. *Glaserberg bei Igelsberg **
39. *Glaserbrunnen, Klosterreichenbach **
40. Klausengrund (15. Jh.)
41. *Glaswald W Obermusbach **
42. Glashart SÖ Pfalzgrafenweiler
43. *Glaswiese SW Herzogsweiler **
44. Offenburg (1820-1855, 1864-1867)
45. *Hüttenack N Oppenau **
46. Nordrach Neuglashütte (Mitteleck) (1695-1738)
47. Nordrach Altglashütte (1695-1708)
48. Nordrach Fabrik (1776-1848)
49. *Schöfersfeld, Nordrach **
50. Höflematt, Nordrach (1748-?)
51. *Hüttersbach Ö Gengenbach **
52. Hütteneckhof N Oppenau (um 1500)
53. *Hütterich N Bad Rippoldsau **
54. *Glasmatt bei Löcherberg **
55. *Glaswald, Seebach (1681-nach 1688) **
56. Gallenbrunnen am Hirschkopf
57. Glaswald im Gammertal
58. Glasbrunnen Wittlensweiler (vor 1521-vor 1590)
59. *Hüttenreich N Christophstal **
60. Christophstal
61. Glasfabrik Freudenstadt (1884-1930)
62. Schöllkopf (vor 1448-nach 1521)
63. *Huttenhart Ö Reichenbach **
64. *Hüttenbächle, Kl. Kinzig **
65. Glasmatte bei Bernersbach
66. Glasbrunnen S Kuhbach (vor 1527)
67. Langenhard Ö Sulz (um 1500)
68. *Hüttenbach Ö Roßberg **
69. Höfle auf dem Heilenberg SW Schömberg
70. *Huttenbach, Ehlenbogen **
71. *Glaswald N Alpirsbach **
72. *Glasbach S Ettenheim **
73. *Grassert (1615-1625) **
74. Glasbauernhof W Schweighausen
75. *Hüttenmatten W Mühlenbach **
76. *Auf der Hütte N Im Kienbach **
77. *Glasbach N Schramberg **
78. Hutneck S Sulgen (vor 1320)
79. *Hüttenberg W Dunningen **
80. *Hüttenmatte bei Nußbach **
81. Glashausen bei Freiamt (1218 und 1291)
82. *Hüttenreute Ö Schwarzenberg **
83. Hüttenhof, Mundingen (um 1400)
84. *Bei der Hütte NÖ Segelbach **
85. *Über dem Glashof NW Gutach **
86. *Hüttenacker NÖ Vögelestein **
87. *Glasmattenbächle, Haslachsimsowald **
88. *Glasmatte, Hintergriesbach **
89. Krummenschildtach bei Langenschildtach (1500)
90. Glashöfe W St. Georgen (vor 1388)
91. Glashalde W Buchenberg (um 1550)
92. *Glasbach Ö Buchenberg **
93. Glasgrube, Wegelbach S Waldkirch (vor 1490)
94. *Glasgrube, Herdern **
95. *Hüttenbauernhof, Ettersbach **
96. Griebach, Simonswald (1650-1700)
97. *Platzbühl N Nonnenbach **
98. *Glaserbach, Wildgutachtal **
99. *Glasmatte Ö St. Peter **
100. Altglashütte bei Hinterstraß (vor 1436)
101. Glasbach bei Langenbach (13. Jh.)
102. *Glaserbrücke N Pfaffenweiler **

103. Glaserhof, Herzogenweiler (1723-1880)
 104. *Hüttenweg, Ehrenstetter Grund* *
 105. *Glasbach, Günterstal* *
 106. Falkensteig (1759-1768)
 107. *Glaserhof, Oberried* *
 108. *Glaserhansenhof, Zastlertal* *
 109. Glashöfe NW Waldau (13. Jh.)
 110. Glashöfe, Hohlengraben (1683-1692)
 111. *Hüttenbauernhof, Turner* *
 112. Bubenbach (1727-1875)
 113. Mattenspitz, Schwärzenbach (12.-13. Jh.)
 114. *Glasberg W Neustadt* *
 115. *Glaswiesen Bhf. Neustadt* *
 116. Wolterdingen (1848-1905)
 117. Kirnberg bei Unterbränd (14.-16. Jh.)
 118. *Hüttenacker, Büttelbrunn* *
 119. *Glasbrunnhalde am Maistollen* *
 120. Glasergrund, Untermünstertal (16. Jh.)
 121. Hinterer Glasberg, Untermünstertal (um 1730)
 122. Münsterhalden (1516-1518)
 123. *Glasbächle, Badenweiler* *
 124. *Glaser Schlag St. Wilhelm* *
 125. *Hüttenwasen bei Feldberg* *
 126. Glashofbach Ö Scharfenstein (vor 1570)
 127. *Hüttbach N Wieden* *
 128. *Althütte, Rübgarten* *
 129. *Hüttelbühl SW Wieden* *
 130. *Königshütte bei Wieden* *
 131. *Sauhütte bei Wieden* *
 132. *Florinshütte SÖ Todtnau* *
 133. Glashüttenbächle, Wildböllen (nach 1580-vor 1607)
 134. *Glashüttenmoos Ö Geschwend* *
 135. *Glaserbrunnen S Titisee* *
 136. Neuglashütten, Feldberg (1706-1723)
 137. Altglashütten, Feldberg (1634-1706)
 138. Äule (1716-1878)
 139. *Hüttenbühl Ö Bernau* *
 140. Glasberg Ö Saig (13.-14. Jh.)
 141. Lenzkirch (vor 1500)
 142. Olpenhütte (vor 1296-vor 1365)
 143. *Dresselbach* *
 144. Glaserloch bei Grünwald (1611-1645)
 145. Glashütte W Bonndorf (? 1645-nach 1705)
 146. Gündelwangen (erwähnt 1296)
 147. *Hüttenbuck W Münchingen* *
 148. *Hüttelbrunn NÖ Friedrichsheim* *
 149. Roßboden bei Wambach (um 1585)
 150. *Am Gleichen, Wies* *
 151. Malsburg (nach 1514)
 152. Glaserberg NW Sallneck (1490-1510)
 153. Glashüttenhof Ö Kandern (vor 1500-nach 1590)
 154. *Glashütte, Böllen* *
 155. *Glaserbrunnen, Fröhnd-Stutz* *
 156. Todtmoos-Weg (nach 1480-vor 1516)
 157. Mambach (vor 1576)
 158. Althüttenweide Ö Mambach (um 1472)
 159. Glasbrunnen Ö Rohrberg (um 1550)
 160. Hütten bei Riedichen (erwähnt 1396)
 161. Glaser matt NÖ Gersbach (um 1572)
 162. Todtmoos-Schwarzenbach (1534-1590)
 163. Todtmoos-Glashütte (1590-1770)
 164. *Berghütte* *
 165. Rechberg, Bernau (1587-17. Jh.)
 166. Glashof NW St. Blasien (1424-?)
 167. Hüttenplatz (Muchenland), Blasiwald (1597-1622)
 168. Hüttenstauden, Habsmoos (1579-1684)
 169. Blasiwald-Althütte (1622-1684)
 170. Hüttenhof (Windberg) Blasiwald (1687-1716)
 171. *Glaserkopf Ö St. Blasien* *
 172. *Hüttelbuck SÖ St. Blasien* *
 173. Glashütte, Schaffhauser Säge (13. Jh.)
 174. Glasbühl Ö Rothaus (13. Jh.)
 175. Höchenschwand (vor 1500)
 176. *Hüttenbuck W Riedern am Wald* *
 177. *Glaswasen, Brunnadern* *
 178. *Hüttenbach Ö Unterwangen* *
 179. Huttingen (vor 1300)
 180. Pfaffmatte, Hägelberg (vor 1504-vor 1573)
 181. Glaserberg S Schlächtenhaus (1506-?)
 182. Hauingen (erwähnt 1592)
 183. Glaskopf N Raitbach (13.-14. Jh.)
 184. *Glaserberg SÖ Gersbach* *
 185. Glashütten N Hasel (erwähnt 1637)
 186. Glasbach bei Kürnberg (13.-14. Jh.)
 187. *Glashalde N Hasel* *
 188. Altdorf (vor 1500)
 189. Glashütten, Altenschwand (erwähnt 1257)
 190. Hütten Ö Wehr (13.-14. Jh.)
 191. Bergalingen (erwähnt vor 1303)
 192. *Hüttenbuck SW Nögenschwiel* *

Neugründungen, heute noch in Betrieb (Zahlen in hellen Rechtecken):

1. Glasbläserei Alpirsbach (seit 1985)
2. Dorotheenhütte Wolfach (seit 1957)
3. Glashütte Höllental (seit 1977)
4. Glasbläserhof Todtnau-Aftersteg (seit 1987)
5. Glaswerkstatt Herrischried (seit 1992)

Normalschrift: Nachgewiesene Standorte
 Kursiva mit *: Vermutete Standorte

nutzung wider: in Gebieten, in denen das Holz anderweitig verwendet werden konnte (Bau- und Feuerholz für größere Städte, Flößerei, Bergbau u.ä.), wurden daher nur wenige Glashütten angesiedelt, nur in den entlegensten Tälern, aus denen das Holz sonst nicht oder nur sehr schwer herausgeschafft werden konnte, bot die Glasmacherei neben einigen anderen Gewerben (Pottaschesiederei, Köhlerei, Harzerei) eine Möglichkeit zur Holzverwertung.

4 Das Fundmaterial

Das aufgesammelte Fundmaterial ist zwar für die jeweilige Glashütte meist typisch, doch da es sich um Oberflächenfunde handelt, ist mit Sicherheit anzunehmen, dass es unvollständig ist, und die Hütte auch noch anderes Glas produziert hat. Außerdem dürfte es sich in einigen Fällen um Material aus den letzten Betriebsjahren der Hütte handeln. Fachgerechte archäologische Grabungen würden sicher weitere Funde ans Tageslicht bringen, die die vorliegenden Ergebnisse ergänzen und manche zusätzliche Aussage ermöglichen würden, doch war eine archäologische Bearbeitung der Schwarzwälder Glashütten nicht Ziel dieser Untersuchung.

In Tabelle 1 ist das Fundmaterial von den näher untersuchten Glashütten aufgelistet, soweit es zum Verständnis der folgenden Ausführungen über den früheren Glashüttenbetrieb von Bedeutung ist. Für den vollständigen Fundkatalog, der eine ausführliche Beschreibung der erkennbaren Glasformen und ihre Muster, Eisenteile, Keramik u.a. enthält, sei auf den Beitrag von JENISCH in diesem Band (Kap. 11) verwiesen. Hier wird das gesamte Fundmaterial auch ausführlich archäologisch behandelt.

Die Hütten sind ihrem Alter nach angeführt und entsprechend nummeriert. Der Übersichtlichkeit halber sind die Glasfunde nach Glasart (Rohglas oder Hohl-/Flachglas) und Glasfarbe getrennt aufgelistet, ergänzt durch die aufgrund der Analyse ermittelten Glastypen.

Tabelle 1: Betriebszeiten und Fundmaterial der näher untersuchten Glashütten*

	Name	Betriebszeit (vereinf.)	Fundmaterial						Glasfarben und Glasstypen					
			R	O	H	G	T	B	grün	braun	blau	amethyst- farben	weiß	farblos
									FAPMS	FAPMS	FAPMS	FAPMS	FAPMS	FAPMS
1	Mattenspitz	12.-13. Jh.	-	+	+	+	+	-	● ● ○	● ●		● ●		
2	Schaffhauser Säge	13. Jh.	-	+	-	+	-	-	●●				●	
3	Olpenhütte	13.-14. Jh.	+	+	+	+	-	-	●●●		●	●	●	●●●
4	Waldau	1426	-	+	-	-	-	-	●●		○○			
5	Kirnberg	15. Jh.	-	+	-	-	+	-	○ ○○	○		○ ○		○○ ○
6	Hinterstraß	vor 1426	-	+	-	-	+	-	●●	●●	● ●	● ●	●	● ○
7	Schöllkopf	1422-1521	+	+	+	+	+	-	●● ○	●●	●		●	● ○
8	Sallneck	1490-1510	-	+	+	+	+	+	●●●○		●●			○
9	Kandern	1490-1590	+	+	+	+	+	-	●● ●		●	○		○
10	Wittlensweiler	1521-1590	-	+	+	-	-	-	●●			●	●	
11	Todtmoos- Schwarzenbach	1534-1590	-	+	+	-	-	-	●○●		●○	○		○
12	Rohrenkopf	um 1567	+	+	+	+	+	+	●● ●○		●		●	○
13	Scharfenstein Nord	vor 1570	+	+	+	+	+	+	●● ●					
14	Scharfenstein Süd	vor 1570	-	+	+	+	+	+	●●		●			○
15	Roßboden	um 1585	-	+	+	+	+	+	●● ○				●	
16	Todtmoos-Glashütte	1590-1790	-	-	-	-	-	-	● ○○			● ○		●○ ○
17	Muchenland	1597-1622	-	+	+	+	+	+	●● ●	●● ●	●●	●●	●●	●● ●
18	Grünwald	1611-1645	-	+	+	+	+	+	●●	●	●	● ○	●	●○●●

19	Grassert	1615-1625	+	+	+	+	+	+	●●	●●	●●	●●	●●	●●
20	Blasiwald-Althütte	1622-1684	+	-	+	+	+	+	●●●○	○	○	●●○	●	●●○○
21	Lauf	1623-1745	-	-	-	+	-	-	○○ ○					
22	Altglashütten	1634-1706	-	-	-	+	+	-	●○		●		●	○
23	Bonndorf	1645-1715	+	+	+	+	+	+	●● ○	● ○	● ○	●○○	○ ○	● ● ○
24	Griesbach	1650-1700	+	+	+	+	+	+	●●				●	●
25	Windberg	1684-1716	-	+	+	+	+	+	●●					● ●
26	Nordrach-Altglashütte	1695-1708	-	+	+	+	+	+	●●	●●	●●●	● ●	●●●	○ ○
27	Mittelberg	1698-1772	+	+	+	+	+	-	●●●	● ●		● ●	●	○ ○
28	Tälwiese	1703-1723	+	-	+	+	+	-	●●	●		●●	●	● ○
29	Nordrach-Neuglashütte	1708-1748	+	+	+	+	+	-	●●	●●	●● ○○	● ●	●●○	● ○ ●
30	Gaistal	1723-1736	+	+	+	+	+	-	●●	●●	●	● ●	● ●	● ○ ○
31	Äule	1716-1878	-	+	-	-	-	+	●● ○●	● ●		● ● ●	● ● ●	● ○ ●
32	Herzogenweiler	1723-1880	+	+	+	+	-	-	● ● ●	● ●●○	●	● ●	● ● ●	● ●○●
33	Herrenwies	1724-1778	-	+	+	+	+	-	●●●	● ●	●	● ●	●●○	●●
34	Bubenbach	1727-1875	+	-	+	+	+	-	●● ○	○● ●●				● ○●
35	Schönmünzach	1733-1902	-	-	-	-	+	-	● ● ●	● ● ●	●	●	●	● ●
36	Buhlbach	1758-1909	-	-	+	+	+	-	●○ ●	● ○○	● ●		●	● ○●
37	Nordrach-Fabrik	1776-1848	+	+	+	+	-	-	●● ●●	● ●	● ●○		●	● ●

* Erläuterungen:

Tafelglas und Butzenscheiben sind als Produktformen zusätzlich aufgelistet.

Abkürzungen:

Fundmaterial: R = Rohstoffe, O = Ofenbruchstücke, H = Glashafenbruchstücke, G = Glasgalle, T = Tafelglas, B = Butzenscheiben

Glastypen: F = Glasfund ohne Analyse, A = Ascheglas, P = Pottascheglas, M = Mischglas, S = Sodaglas

● = Rohglas (und Hohlglas und/oder Flachglas)

○ = Hohlglas und/oder Flachglas

5 Untersuchungsergebnisse

5.1 Die Glashäfen

Neben den Ofensteinen und den eindeutigen Produktionsabfällen ist das Vorkommen von Glashafen-Bruchstücken stets ein untrüglicher Beleg für einen Glashütten-Standort, sind doch die Glashäfen zu nichts anderem als zum Erhitzen von Glas zu verwenden. Sie haben eine relativ kurze Lebensdauer, sind leicht zu erkennen und praktisch unverwitterbar. Aus diesem Grunde war es möglich, von vielen Glashütten-Standorten ein Bruchstück eines Glashafens mineralogisch zu untersuchen.

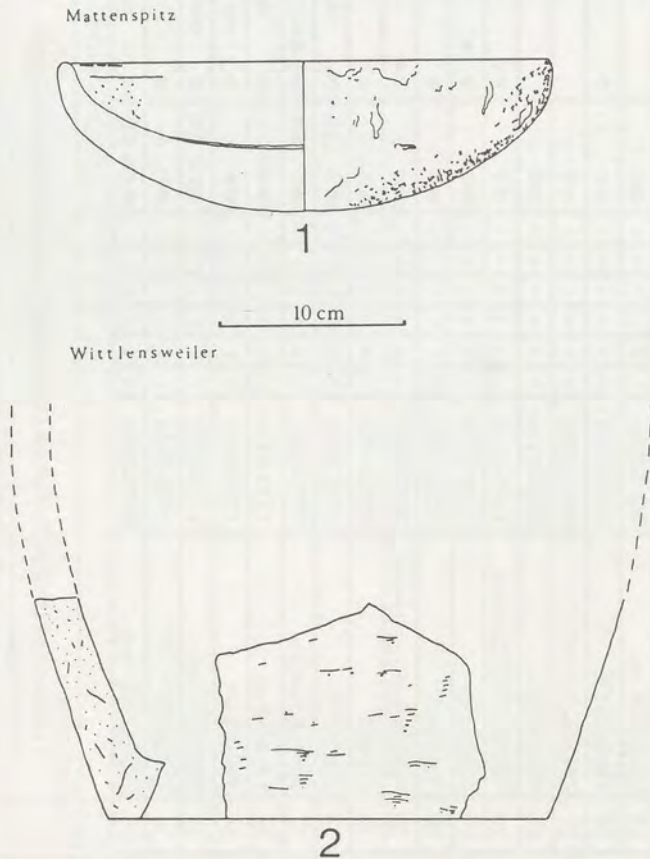


Abb. 2: Rekonstruktion von Glashäfen

Form und Größe der Häfen variieren, nach den größeren Bruchstücken zu urteilen, nur in relativ engen Grenzen. Meist handelt es sich um steilwandige Töpfe mit einem Durchmesser von 20-50 cm bei einer Höhe von ebenfalls etwa 20-50 cm (vgl. Abb.2). Die Wandstärke ist wohl abhängig von der Topfgröße (3-4 cm), die Dicke des Bodens erreicht maximal 5 cm. Eine Mindeststärke ist kaum feststellbar, da die Häfen bei längerem Gebrauch insbesondere am oberen Rand durch Abschmelzung immer dünner werden, doch fanden sich keine Bruchstücke, die dünner als 1 cm waren. Bei dieser Wandstärke wurden die Häfen offensichtlich ausgesondert, da die Bruchgefahr dann wohl zu groß wurde.

Eine Ausnahme von diesen Verhältnissen stellt der Glashafen der Mattenspitz-Hütte dar. Mit seiner flachen, weit ausladenden Form macht er einen recht altertümlichen Eindruck. Möglicherweise diente diese Hafenform aber auch vorzugsweise der Herstellung der Glasfritte, also der Vorstufe der Glasschmelze aus den lediglich zusammengesinterten Rohstoffen.

Die Glashäfen zeigen innen wie außen eine glasige Oberfläche und zusätzlich häufig noch anhaftende Glasreste. Die Bruchfläche ist hellgrau, grau, braun oder auch schwarz, meist feinporig, glasig oder körnig.

5.1.1 Röntgenographische Untersuchung

Durch die röntgenographische Untersuchung sollte festgestellt werden, welche Minerale im Hafennmaterial vorhanden sind, und ob sich mit Hilfe dieser Minerale eine Gliederung vornehmen lässt. Die Ergebnisse zeigt die Tabelle 2, in der die Proben ebenfalls nach dem Alter der Glashütten geordnet sind.

Aus der Zusammenstellung geht hervor, dass bei allen Glashäfen zur Herstellung Kaolinit verwendet wurde, aus dem durch das Brennen Mullit entstanden ist. In früheren Zeiten enthielt der Ton noch mehr oder weniger große Mengen von freiem Quarz, dem als Magerung stabilisierende Wirkung zukam. Er ist entweder noch als solcher nachweisbar, oder er liegt jetzt in Form seiner Hochtemperatur-Modifikationen Tridymit oder Cristobalit vor. Der Mengenanteil dieser Minerale ist abhängig von der Betriebstemperatur, der Lebensdauer des Hafens (= Verweilzeit bei erhöhter Temperatur), der Art der Abkühlung und anderen Faktoren. Der Stabilitätsbereich für Tridymit liegt zwischen 870°C und 1470°C, für Cristobalit über 1470°C. Die Umwandlung von Quarz in Tridymit und Cristobalit ist zwar reversibel, doch bleiben die Hochtemperatur-Modifikationen metastabil erhalten, wenn die Abkühlung schnell vor sich geht, Cristobalit kann sich darüber hinaus auch schon bei Temperaturen unter 1470°C als metastabile Phase bilden.

Bei den zeitlich letzten Glashäfen lässt sich Quarz nur noch in Spuren oder gar nicht mehr nachweisen. Ehemals vorhandene Gehalte sind in Tridymit und Cristobalit umgewandelt. Das zeigt zum einen, dass quarzärmeres bzw. quarz-

freies Rohmaterial verwendet wurde, zum anderen lässt sich hieraus aber auch eine geringe Erhöhung der Betriebstemperatur ablesen. Der zum Vergleich angeführte Glashafen der Dorotheenhütte in Wolfach (Herstellungsjahr 1985) stellt sozusagen das Endglied in dieser Entwicklungsreihe dar.

Tabelle 2: Mineralbestand der Glashäfen

Hütten-Nr.	Glashütte	Quarz	Tridymit	Cristobalit	Mullit	Indialith
2	Schaffhauser Säge	++			+	+
3	Olpenhütte	+++			+	+
4	Waldau	+	+	+	++	+
5	Kimberg	+++			+	+
6	Hinterstraß	++	+	++	++	
7	Schöllkopf	+++	+	+	+	+
8	Sallneck	++	++	+	+	
9	Kandern	+++	+	+++	+	
10	Wittlensweiler	+	+	+	++	+
12	Rohrenkopf	+++	+	+++	+	
13	Scharfenstein Nord	+++	+	+		
15	Roßboden	+++		+	+	
17	Muchenland	+++	+	+	+	
18	Grünwald	+++	++	+++	+	
19	Grassert	++	+	+	+	
20	Blasiwald Althütte	+++	+	+++	+	
23	Bonndorf	+++	+	+	+	
24	Griesbach	+++		++	+	
25	Blasiwald Windberg	+++	+	+	++	
27	Mittelberg	+	+	+++	++	
28	Tälwiese Herrenalb	+	+	++	++	
29	Nordrach Neuglashütte	+	+	+++	+	
30	Gaistal Herrenalb	++	+	+	++	
31	Äule	++	+++	+++	+	
32	Herzogenweiler		++	+	++	
33	Herrenwies		+	++	+++	
34	Bubenbach	+++	+	+++	+	
35	Schönmünzsch			+	+++	
36	Buhlbach	(+)	(+)	(+)	++++	
37	Nordrach Fabrik	(+)	(+)	(+)	++++	
--	Dorotheenhütte				++++	

(+) = Spuren; + = wenig; ++ = mittel; +++ = viel; ++++ = sehr viel

Indialith, die Hochtemperatur-Modifikation von Cordierit $[(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3(\text{Al-Si}_5\text{O}_{18})]$, wurde nur bei den ältesten Glashäfen (bis etwa 1500) festgestellt. Sein

Vorhandensein bedeutet, dass der Tonanteil einen erhöhten Gehalt an Magnesium und Eisen hatte, wobei die Herkunft dieser Elemente aus Montmorillonit und/oder Chlorit am wahrscheinlichsten ist. Die Tatsache, dass Indialith nur bei den ältesten Glashäfen feststellbar ist, lässt sich so deuten, dass das Rohmaterial zur Herstellung der Glashäfen vor 1500 aus Vorkommen stammt, die später nicht mehr in Anspruch genommen wurden.

5.1.2 Mikroskopische Untersuchung

Zur mikroskopischen Untersuchung wurden Dünnschliffe hergestellt, die eine Diagnose im durchfallenden Licht gestatten. Dabei zeigt sich, dass die Glashäfen über die Jahrhunderte hinweg weitgehend gleich aufgebaut sind.

Die Matrix ist bis auf wenige Fälle durch feinste Pigmentkörnchen gefärbt, Farbton und Intensität sind abhängig von Korngröße und Konzentration dieser Körnchen. Die Altersabfolge zeigt hier keinen eindeutigen Trend.

Der Quarz ist als natürlich vorhandene oder zugesetzte Magerung zu betrachten (vgl. Abb. 3 a-d). Seine Korngröße liegt zwischen 0,05 und 0,5 mm, eine Veränderung im Laufe der Zeit lässt sich nicht beobachten. Seine Menge variiert recht stark. Auffällig ist, dass bereits in der Glashütte am Grassert (1615-1625) neben dem in der obigen Tabelle aufgeführten Hafen auch ein Hafen ohne optisch und röntgenographisch nachweisbaren Quarzgehalt eingesetzt wurde, wie dies heutzutage bei modernen Glashäfen der Fall ist.

Der Übergang der Modifikationen Quarz → Tridymit → Cristobalit beim Aufheizen bedeutet für die Sandkörner jeweils eine sprunghafte Zunahme des Volumens um mehrere Prozente. Die Folge sind Risse, die das Korn schalig von außen nach innen zerlegen. Die Intensität dieser Rissbildung ist von der Anzahl der Temperaturwechsel abhängig: Neue oder wenig gebrauchte Häfen zeigen nur geringe Rissbildung, während alte bzw. oft aufgeheizte und wieder abgekühlte Häfen stark zersprungene Sandkörner aufweisen (vgl. Abb. 4).

Durch die hohen Temperaturen entsteht zwischen Quarzkörnern und Matrix eine Schmelze, die die Körner als feiner glasiger Saum umgibt. Die Dicke dieses Saums ist abhängig vom Chemismus der Matrix, der Höhe der Temperatur und der Reaktionszeit. Durch exakte Messungen konnte nun festgestellt werden, dass dieser Schmelzsaum im Verlaufe der Zeit immer mehr zunimmt. Unter der Voraussetzung, dass der Chemismus der Matrix bei allen Häfen mehr oder weniger gleich ist, und dass die maximalen Temperaturen ebenfalls nicht zu stark schwanken, lässt sich aufgrund der Stärke des Schmelzsaumes die Vermutung äußern, dass die Standzeiten der Häfen mit der Zeit immer länger wurden, ihre Qualität also verbessert werden konnte.

Zu allen Zeiten wurden dem Ton auch feingepochte Bruchstücke alter Glashäfen (Schamotte oder "Hafenschale") zugesetzt (vgl. Abb. 5). Da diese aber nur

an den Glashütten selbst zur Verfügung standen, ist durch diese Praxis belegt, dass jede Glashütte ihre Schmelzhäfen selbst fertigte. Von einzelnen Glashütten ist dies auch schriftlich überliefert, doch kann es nach jetziger Erkenntnis als allgemeiner Brauch angesehen werden. Die Verwendung von vorgefertigten Häfen fremder Herstellung dürfte sich erst in neuerer Zeit durchgesetzt haben.

5.1.3 Chemische Untersuchung

Zur Ermittlung der chemischen Zusammensetzung der Glashäfen wurden sechs Proben untersucht (vgl. Analysen in Kap. 12.2). Zunächst fällt auf, dass die Proben von der Olpenhütte und von der Schaffhauser Säge einen wesentlich höheren Eisen- und Magnesiumgehalt haben als die übrigen Proben, wodurch das Auftreten von Indialith in diesen Glashäfen auch chemisch erklärt wird. Auch im Verhältnis von Aluminium zu Alkalien heben sich diese beiden Glashäfen von den anderen ab, die recht ähnlichen niedrigen Werte lassen vermuten, dass der Ton für sie aus dem gleichen oder zumindest genetisch gleichen Vorkommen stammt. Aufgrund der gesamten Analyse ist anzunehmen, dass der für diese beiden Hütten verwendete Ton im wesentlichen aus Serizit/Illit und Chlorit bestand. Im Gegensatz dazu enthielt der Ton der vier anderen Glashäfen neben Serizit/Illit statt des Chlorits oder zusätzlich zu geringen Mengen von diesem noch größere Mengen Kaolinit. Über die Herkunft des Tons liegen nur vereinzelte Angaben vor. Da es im Schwarzwald keine feuerfesten Tone gibt, musste das Rohmaterial stets von weither beschafft werden. SCHLAGETER (1988: 261) deutet eine Notiz aus dem Jahr 1572 in den Akten des Generallandesarchivs Karlsruhe (66/11682: „Ein Yede Glashütten, so die Hertgrueben zu Kandern nutzt oder Brauch, gibt Jerlich der Herrschaft zu Rotteln Zwelff Schilling, sechs Pfennig, sind denn dyser zeit eine auff dem Rorberc, die ander auf dem Scharffenstein“) als Hinweis darauf, dass in den Glashütten nebenher auch Tonwaren produziert worden wären. Weder am Rohrberg noch am Scharffenstein fanden sich in der Umgebung der Glashütten jedoch die für eine Töpferei charakteristischen Mengen von Keramik-Fehlbrand. Außerdem ist ein Glas-schmelzofen weder im Aufbau noch in der Betriebsweise (Temperatur usw.) mit einem Töpferofen vergleichbar. Vielmehr ist anzunehmen, dass die Kanderner Herdgrube das Material zur Herstellung der Schmelzhäfen und zum Mörteln des Schmelzofens („Herd“) geliefert hat. Aus anderen Zeiten wird berichtet, dass die weiße Erde von Solothurn geholt worden wäre, z.B. im Pachtvertrag von 1634 zwischen dem Landgrafen Rudolf zu Fürstenberg und den Glasermeistern Peter und Thoma Sigwart und Ulrich Mahler bei der Gründung der Rotwasser-Glashütte am Feldberg (WOHLEB 1949: 43f.). Dass diese Solothurner Weißerde auch zum Erschmelzen von Glas verwendet worden wäre (z.B. KRÖLL 1995: 60), dürfte wohl nicht ganz zutreffend sein.

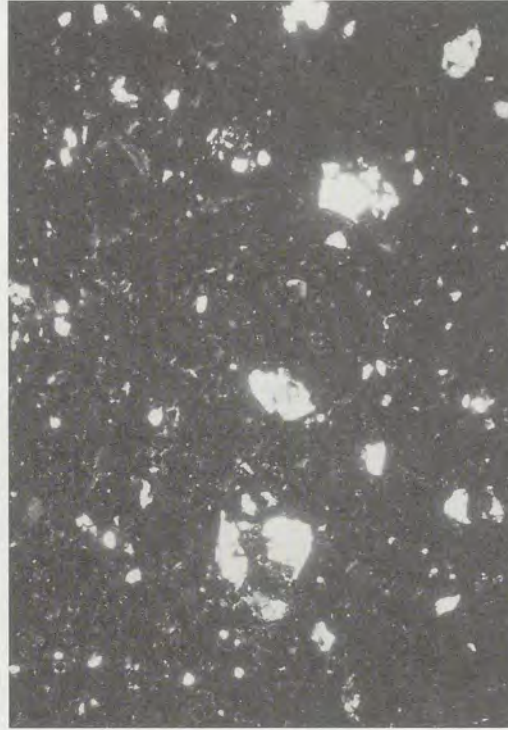
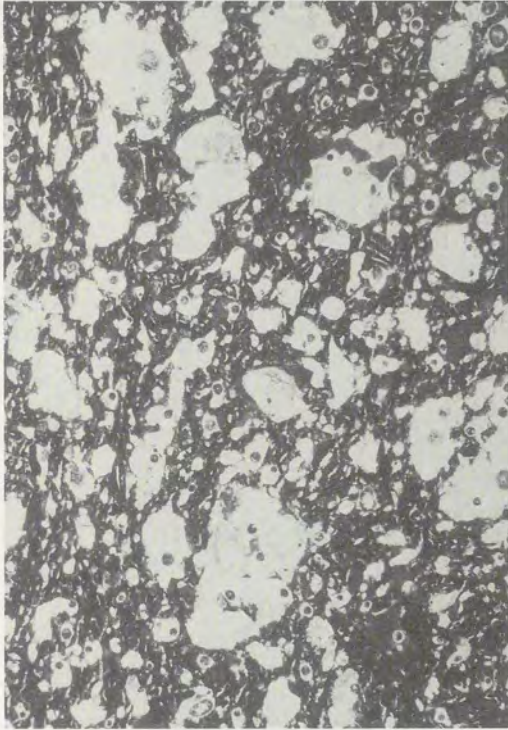


Abb. 3a-d (folgende Seiten): Dünnschliffe im normalen und gekreuzt polarisierten Licht. Vergrößerung: Lange Bildkante 3 mm. Im normalen Licht (linkes Bild) wird die Struktur des Scherbens mit Poren, verglaster Matrix und Quarzkörnern sichtbar. Im gekreuzt polarisiertem Licht (rechtes Bild) erscheinen nur die Quarze weiß bis grau. Kreisrunde Strukturen sind Luftblasen im Einbettungsmittel (Kunstharz), das durch Spannungsdoppelbrechung auch bei Abb. 3c einzelne Poren hell hervortreten lässt.

Abb. 3a: Schaffhauser Säge

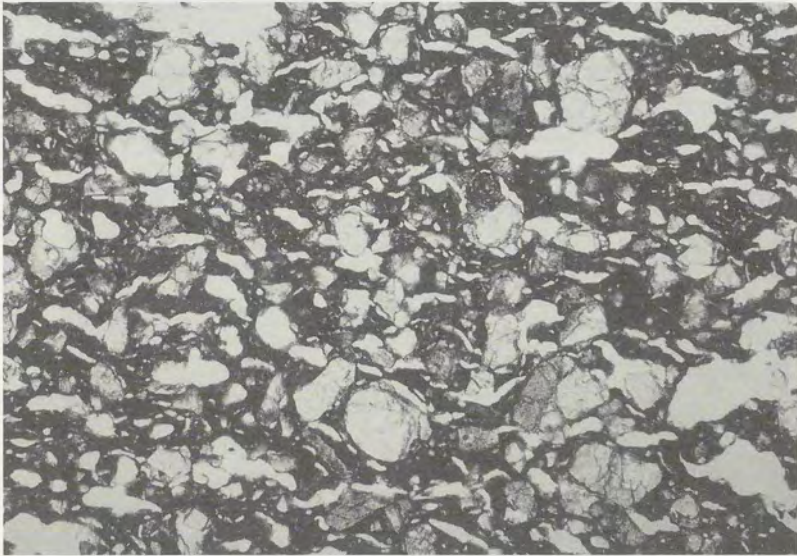
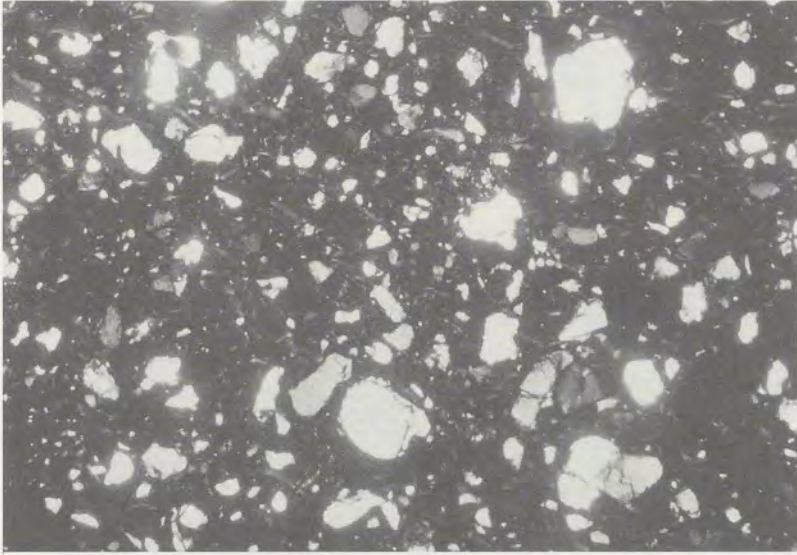


Abb. 3b. Schöllkopf

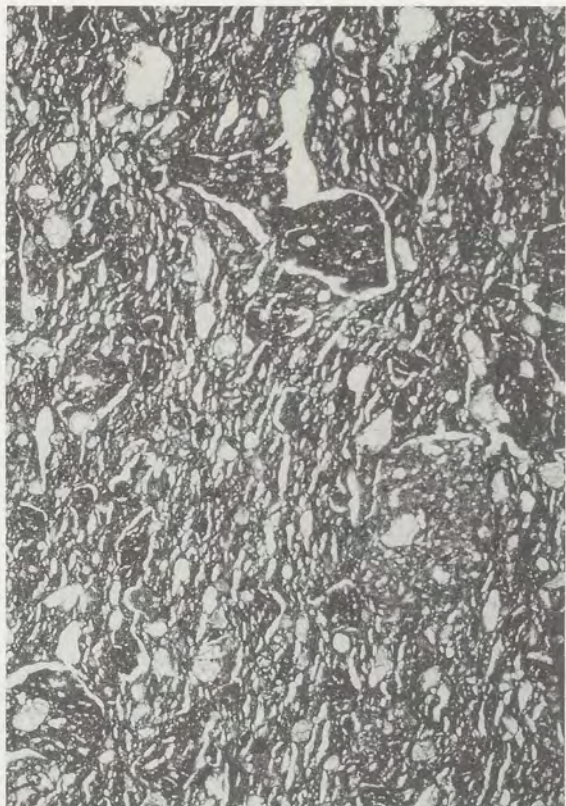


Abb. 3c: Wittlensweiler

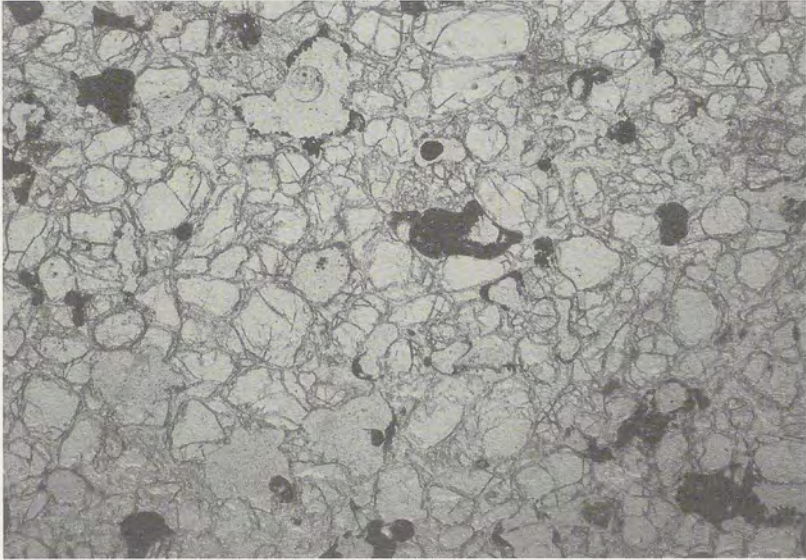
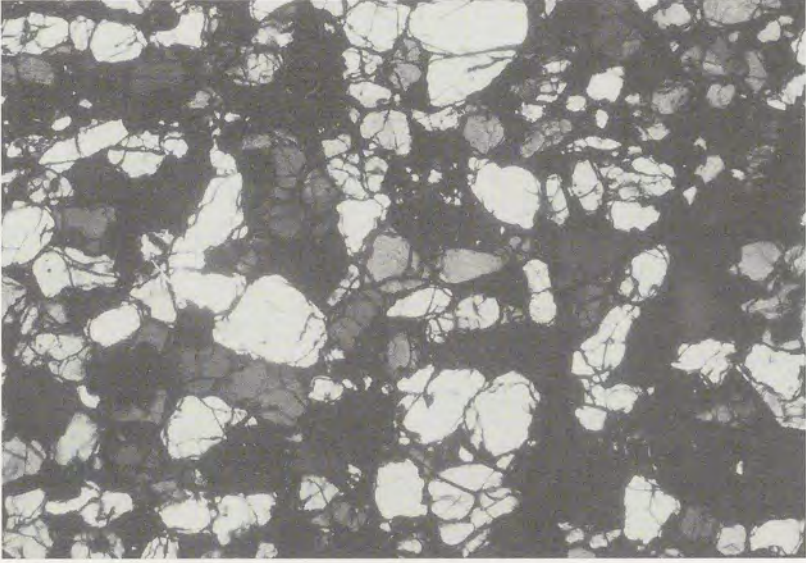


Abb. 3d: Scharfenstein Nord

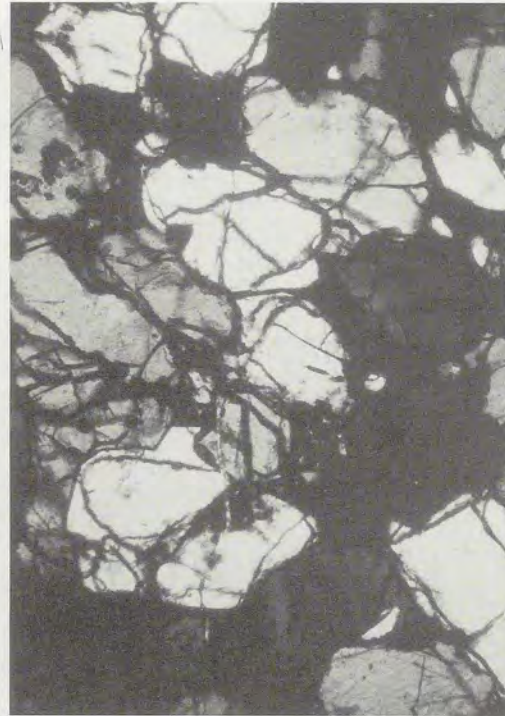
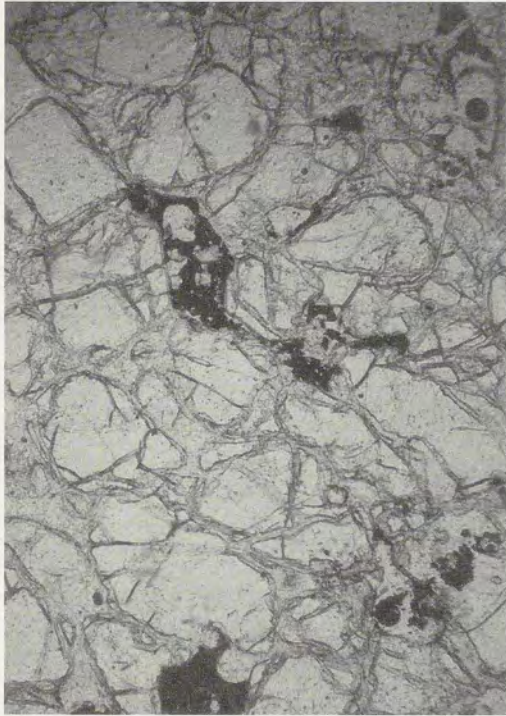


Abb. 4: Dünnschliff eines Glashafens der Glashütte Scharfenstein Nord mit starker Quarzmagerung und Rissbildung durch häufige Modifikationswechsel. Auf Rissen und Kornzwischenräumen hat sich Glaschmelze angesammelt, die im gekreuzt polarisierten Licht schwarz erscheint. Linkes Bild: normales Licht; rechtes Bild: gekreuzt polarisiertes Licht. Vergrößerung: Lange Bildkante 1.2 mm

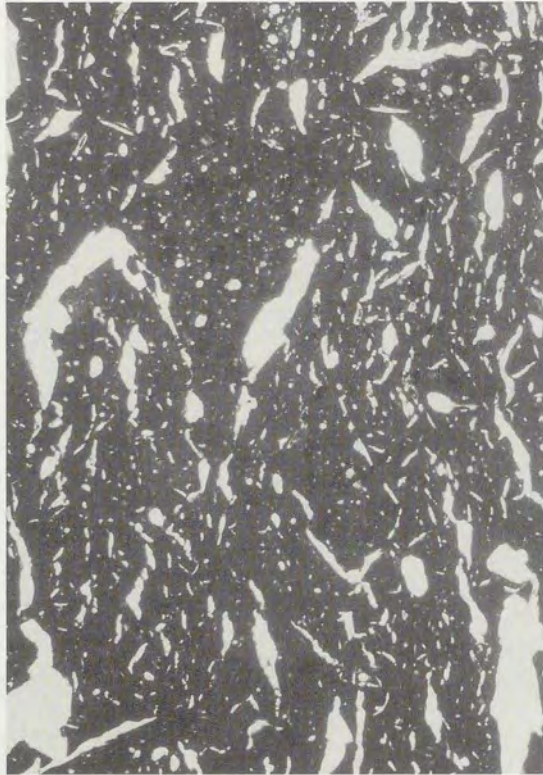


Abb. 5: Dünnschliff eines Glashafens von Schönmünzach mit eingearbeiteten Bruchstücken eines älteren Glashafens (umrandet). Linkes Bild: normales Licht; rechtes Bild: gekreuzt polarisiertes Licht. Vergrößerung: Lange Bildkante 3 mm

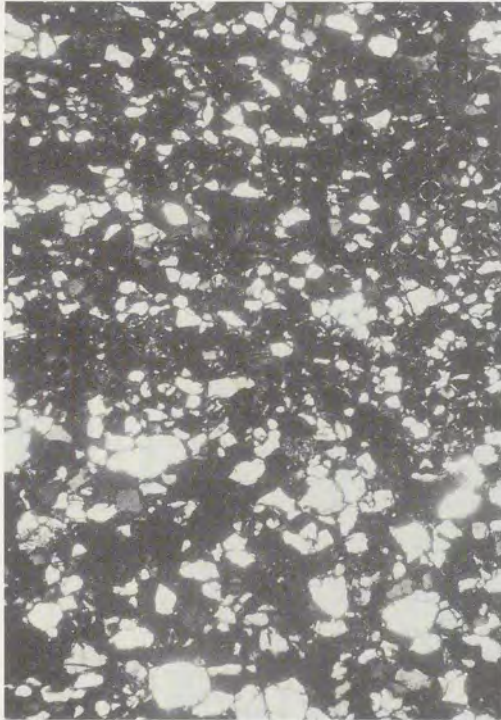


Abb. 6 (links): Dünnschliff eines Ofensteins mit natürlichem Wechsel von feiner (oben) zu grober (unten) Korngröße. Glashütte Todtmoos-Schwarzenbach. Gekreuzt polarisiertes Licht. Vergrößerung: Lange Bildkante 3 mm

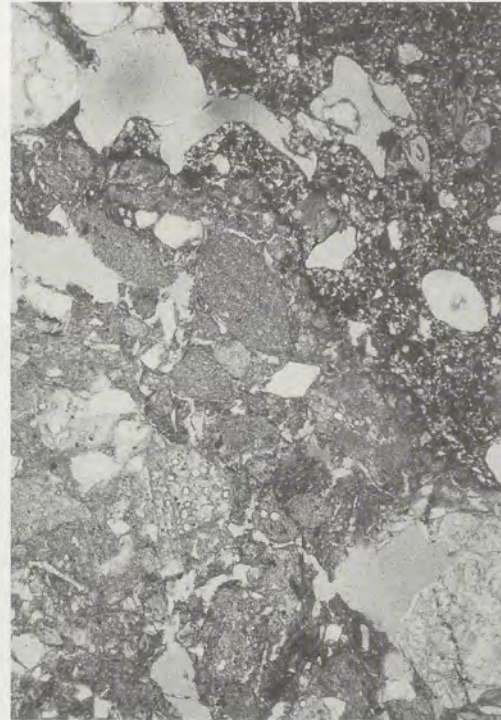
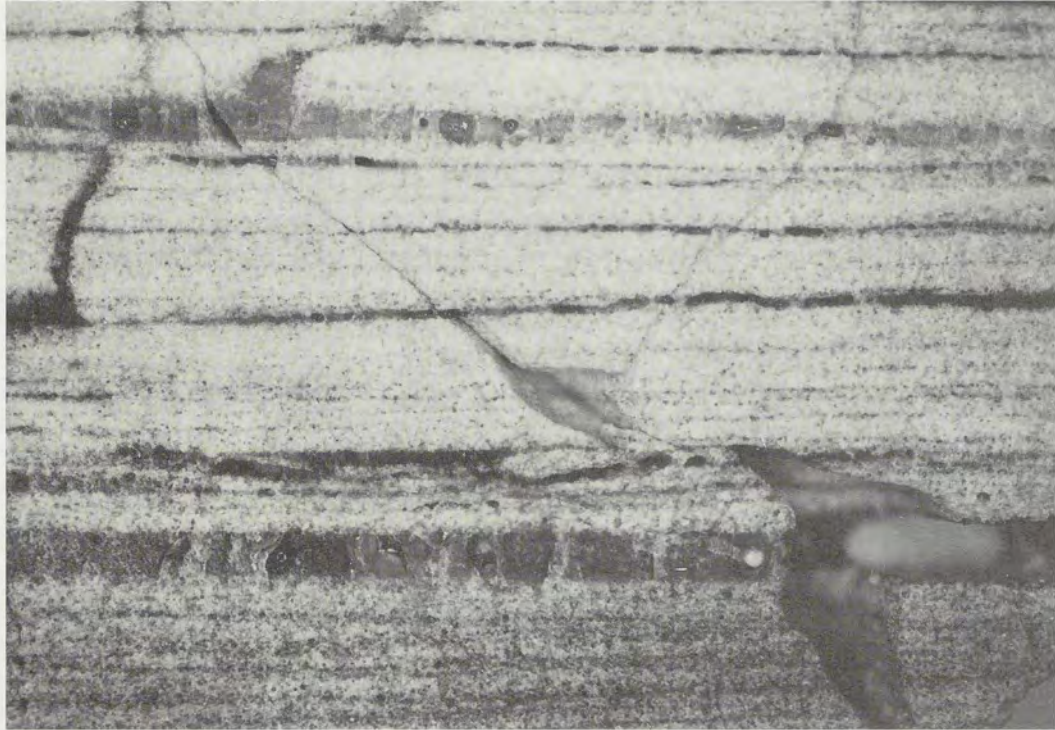


Abb. 7 (rechts): Dünnschliff von Ofenmörtel aus der Glashütte Todtmoos-Schwarzenbach. Die zur Magerung verwendeten Bruchstücke zerstampfter Glashäfen sind deutlich zu erkennen. Normales Licht. Vergrößerung: Lange Bildkante 3 mm



*Abb. 8: Ofenstein, teilweise angeschmolzen und aufgeblättert. Glashütte
Todtmoos-Schwarzenbach. Vergrößerung: Lange Bildkante 6 cm*

MOSER (1969: 27) und METZ (1977: 137ff.) berichten aus späteren Jahrhunderten von der Weißerde-Gewinnung zwischen Rastatt und Eisental, auch Wormser, Grünstädter und Eisenberger Erde aus der Pfalz wurde verwendet.

In all diesen Fällen handelt es sich um tertiäre Kaolinsand-Vorkommen, doch wurden wohl auch noch andere Tone verwendet, GREINER (1971: 58) erwähnt z.B. Heilbronner Erde, Passauer und Kelheimer Erde, "Erde von Kalchsreuth, 3 Meilen hinter Nürnberg", Kölner Erde und Erde aus Belgien. Es zeigt sich also, dass bei der Herstellung der Glashäfen großer Wert auf gute Qualität gelegt wurde. Wo allerdings der Ton zur Herstellung der Glashäfen im 13.-15. Jahrhundert bezogen wurde, ist nicht bekannt, seiner Zusammensetzung nach dürfte es sich um ein Verwitterungsprodukt aus Gneis oder Granit gehandelt haben.

5.1.4 Standzeiten der Glashäfen

Die Glashäfen wurden - wie bereits oben festgestellt - von den Glasern selbst angefertigt und mussten sehr stabil sein, sie mussten lange Standzeiten haben, feuerfest, korrosionsbeständig und formstabil sein und durften keine Risse bilden. Die aus Ton mit einer reichlichen Quarzmenge und Schamotte-Magerung geformten Glashäfen wurden in der Glashütte getrocknet und z.T. in eigenen Brennöfen gebrannt. Dann begann die "Hafenreise", d.h. die Verweildauer des Hafens im Glasofen. Nach ILLIG (1991: 134) sind "saure Häfen mit etwa 20 % Al_2O_3 und viel freiem SiO_2 bis $1500^\circ C$ standfest und lösen sich relativ stark, aber gutartig auf". Bei dieser Auflösung schmilzt die Hafengewandung mehr oder weniger glatt oder aber auch löcherig ab, das Hafematerial geht dabei in der Glasschmelze ohne Bildung von Rückständen völlig in Lösung.

5.2 Die Glasöfen

Obwohl die Glasöfen doch eigentlich eine sehr hohe Beanspruchung aushalten müssen, schließlich waren sie während ihrer Betriebszeit ein halbes Jahr einer Dauertemperatur von etwa $1200^\circ C$ ausgesetzt und erkalteten dann für den Rest des Jahres, sind zusammenhängende Mauerreste kaum zu finden. Lediglich in Nordrach waren im Wald noch einige Mauerteile erkennbar. Dagegen gehören die einzelnen Mauersteine zu den fast unverwüstlichen Relikten einer Glashütte. Die vorwiegend feinkörnigen Sandsteine (vgl. Abb. 6) entstammen im Schwarzwald wohl zu allermeist den gebleichten Partien des Buntsandsteins, wie er auf der Ostabdachung des Schwarzwaldes häufiger vorkommt. Die von GREINER (1971: 58) genannten Angulatensandsteine und die Keupersandsteine

aus dem Aalener Raum wurden wohl eher in den Glashütten Nordost-Württembergs verwendet.

Der zum Aufführen des Mauerwerks notwendige Mörtel wurde aus dem gleichen Material hergestellt wie die Glashäfen. Oft ist dieser Mörtel noch gemagert mit Schamotte aus zerstampften, unbrauchbar gewordenen Glashäfen (vgl. Abb. 7).

Zur Zerstörung der Ofensteine während des Betriebs trugen wohl verschiedene Faktoren bei. Zum einen mögen sie wohl in der Hitze zerplatzt sein, außerdem sind sie - im Kontakt mit der Glasschmelze - korrodiert und äußerlich abgeschmolzen, schließlich ist aber auch der Stein selbst in den Bereichen, die wegen geringer Feldspatgehalte eutektische Bedingungen boten, meist lagenweise aufgeblättert und geschmolzen.

Die Abb. 8 zeigt diesen Vorgang recht deutlich. Die dunklen Lagen bestehen aus Glas, das sich in denjenigen Schichten gebildet hat, die geringe Mengen Feldspäte enthalten haben. Diese Feldspäte haben selbst schon einen niedrigen Schmelzpunkt (Albit = 1122°C, Kalifeldspat = 1170°C), sie bringen aber den Quarz (Schmelzpunkt 1728°C) durch ihre Anwesenheit schon bei 1076°C zum Schmelzen. Diese Schmelzschichten führen dann schließlich zur völligen Entfestigung des Steins.

5.3 Glas

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei dem geborgenen Glas ausnahmslos um Oberflächenfunde, die wohl vorwiegend den letzten Betriebsjahren der Glashütten zuzuordnen sind. Besammelt wurden Äcker, Ruderalflächen, Waldböden, Maulwurfshügel auf Wiesen, Hausgärten, Bäche, Straßenböschungen und ähnliche Flächen, soweit geringer Bewuchs oder Bedeckung mit Laub und Humus eine Suche gestattete. Dementsprechend sind die Fundstücke auch klein, oft gerade ausreichend für die chemische Untersuchung.

Zur Analyse wurden die Gläser bestimmten Farbgruppen zugeteilt. Als grün werden alle Gläser bezeichnet, deren vorherrschender Farbton grün ist, unabhängig davon, ob ein weiterer Farbstich erkennbar oder ob die Farbe kräftig oder nur schwach ist. Die blauen Gläser sind fast stets kobaltblau, doch lassen auch einige grünblaue Gläser andere färbende Substanzen vermuten. Bei den braunen Gläsern ist die Variationsbreite recht gering: hellbraun - gelblichbraun - braun. Ähnlich verhält es sich bei den amethystfarbenen Gläsern, die mehr oder weniger stark rötlich (lila) oder bläulich (violett) getönt sind. Die Farbtintensität ist allerdings bei diesen Gläsern sehr variabel, zu den farblosen Gläsern besteht fast ein kontinuierlicher Übergang.

Die weißen Gläser sind in dieser Beziehung weniger problematisch. Zwar gibt es auch hier eine gewisse Variationsbreite, vor allem bezüglich der Farbdichte (Opalglas bis Milchglas), doch ist die ambivalente Stellung dieser als Trübgläser oder Beingläser bezeichneten Gläser zu berücksichtigen: einerseits bilden sie als Trübgläser eine eigene Gruppe, andererseits können sie aber durchaus farbige sein, so dass einige Gläser dieser Gruppe auch noch bei den blauen Gläsern aufgeführt werden müssen.

Das farblose Glas ist wohl die schwierigste Gruppe. Glas ohne jeglichen Farbeindruck ist sehr selten, meist ist - besonders an den Bruchkanten - ein mehr oder weniger intensiver Farbstich erkennbar, der natürlich von der Glasdicke abhängt. Besonders gelbliche, grünliche und amethystfarbene Farbstiche sind verbreitet.

5.3.1 Tafelglas

Tafelglas oder Flachglas, das vorwiegend zur Verglasung von Fenstern gebraucht wurde, war im Schwarzwald wohl eines der Hauptprodukte. Nach der Art der Herstellung lassen sich zwei verschiedene Tafelglasarten unterscheiden:

1. Das Mondglas wurde aus einer großen ballonartigen Kugel gefertigt, es entstanden dabei runde Scheiben mit einem Durchmesser von bis zu einem Meter. Die Dicke der Scheiben, die zur weiteren Verwendung zu Rechtecken, Rauten, Drei- oder Sechsecken zerschnitten wurden, lag bei 1-1.5 mm. Der dicke Nabel in der Mitte des Mondglases wurde wieder eingeschmolzen. Angaben, wonach dieses Mittelstück als Butzenscheibe verwendet worden wäre (z.B. MIELKE 1977: 97 oder OESTERREICHER-MOLLWO 1980: 29), sind irrig. Bruchstücke von Mondglas sind gelegentlich an schwach kreisförmigen Schlieren oder an einer leicht gebogenen schmelzrunden Kante zu erkennen.

2. Beim Zylinderverfahren entstanden dagegen rechteckige Scheiben. Von einer langgestreckten Glasblase wurden die runden Enden abgetrennt, der so entstandene Zylinder wurde in Längsrichtung aufgeschnitten und auf einer ebenen Unterlage glattgestrichen. Die Dicke dieser Scheiben ist recht unterschiedlich (0.8-3 mm). Eingeschlossene Luftblasen sind gerade gestreckt, die Außenkanten sind gelegentlich etwas wellig, insgesamt aber gerade, die Ecken leicht gerundet.

Das Fundmaterial enthält einige Flachglasbruchstücke mit "Knabberrand", d.h. die Stücke zeigen noch die Spur des Kröseleisens vom passgenauen Formatisieren der Scheibe. Diese Stücke sind wohl als Fremdglas anzusehen, da fertige Fensterverglasungen nur sehr selten in den Glashütten hergestellt wurden. Der mit dieser Arbeit verbundene Glaszuschnitt war Aufgabe der Glaser, deren Werkstätten nur selten bei den Glashütten angesiedelt waren.

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, dass Tafelglas durchgehend vom 12. bis zum 20. Jahrhundert in den Schwarzwälder Glashütten hergestellt wurde. Die Bevorzugung eines bestimmten Herstellungsverfahrens ist derzeit allerdings nicht feststellbar.

5.3.2 Butzenscheiben

Runde Scheiben zur Fensterverglasung sind bereits aus der Antike bekannt, doch scheinen sie im mitteleuropäischen Raum erst im 14. Jahrhundert größere Verbreitung gefunden zu haben.

Die Zusammenstellung des Fundmaterials in Tabelle 1 ist zwar sicher nicht vollständig, doch lässt sich insofern ein Trend erkennen, als Butzenscheiben erst ab etwa 1400 überhaupt auftreten und bis etwa 1550 nur in einzelnen Hütten hergestellt wurden. Erst danach gehören sie zur normalen Produktion bis etwa 1700. Nur im Fundmaterial von Äule wurden noch nach 1716 Butzenscheiben festgestellt. Ob die Fundstücke allerdings zur Eigenproduktion gehören oder aus eingesammeltem Recyclingmaterial stammen, lässt sich nicht feststellen.

Vom Tafelglas unterscheiden sich die Butzenscheiben durch den herstellungsbedingten Nabel, den Butzen, eine Unebenheit in der Scheibenmitte, die die Ansatzstelle des Hefteisens erkennen lässt. Im Zentrum sind diese Scheiben stets verdickt, nach außen können sie sehr dünn werden (gelegentlich um 0,3 mm). Zur Stabilisierung und um der Scheibe besseren Halt in der Bleifassung zu geben, ist der Scheibenrand umgeschlagen, gelegentlich ist er hohl, doch stets plattgedrückt. Konzentrische oder spiralförmige Riefen sind ein charakteristisches Merkmal.

Die Scheiben haben Durchmesser von 7-12 cm, die sehr hellen Farbtöne reichen von grünlich über bläulich und gelblich bis farblos. Kräftig gefärbte Butzenscheiben waren nicht zu finden, ebenso wenig die Hornaffen (oder Hornnasen), drei- oder vierzipfelige kleine Glasscheibchen, mit denen die Zwickel in den Butzenscheiben-Fenstern ausgefüllt wurden. Sie entstanden erst durch den Zuschnitt des Glasers in der Glaserwerkstatt, und wegen ihrer geringen Größe wurden sie offensichtlich nicht eingesammelt und wieder eingeschmolzen, da sie im Fundmaterial nicht vertreten sind.

Über die Herstellung des Tafelglases und der Butzenscheiben finden sich in der Literatur die widersprüchlichsten Angaben, und leider ist festzustellen, dass mancher Autor in Unkenntnis physikalischer Zusammenhänge ältere Angaben fehlerhaft weitergibt. Es ist zwar interessant, die Wege derartiger Fehlinformationen zurückzuverfolgen, doch würde eine diesbezügliche Aufarbeitung der Literatur den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Exakte Angaben zur Herstellungstechnik finden sich z.B. bei STROBL (1990), der sich auch als Praktiker

mit diesen Beschreibungen kritisch auseinandersetzt, oder bei SCHAGEMANN (1988), der die Herstellung von Antikglas-Scheiben nach dem Zylinderverfahren, wie sie heute noch in der Glashütte Waldsassen/Oberpfalz praktiziert wird, sehr anschaulich beschreibt.

5.3.3 Hohlglas

Wie bereits erwähnt, konnte bei keiner Glashütte ein unversehrtes Glas geborgen werden, selbst größere Bruchstücke sind sehr selten. Die Zuordnung der Scherben zu einzelnen Gefäßformen ist daher besonders bei Wandstücken nicht immer ganz eindeutig. Genauere Angaben sind dem Fundkatalog von B. JENISCH (Kap. 11.4) zu entnehmen.

Anhand des Fundmaterials ist festzustellen, dass längst nicht alle Glashütten die gleiche Vielfalt an Hohlgläsern produzierten, manche sind sogar ausgesprochen arm an Hohlgläsern, sowohl was die Formen, die Verzierungen wie auch die Farben anbelangt. Bei anderen Glashütten lässt sich dagegen ein großer Formen- und Farbenreichtum erkennen, aus den vorhandenen Bruchstücken lassen sich Flaschen, Becher, Pokale, Stangen- und Passgläser, Kuttrolfe und Scherzgläser verschiedenster Art rekonstruieren. Die genannte Einschränkung mag allerdings nur subjektiver Art sein, "richtige" archäologische Ausgrabungen mögen zu anderen Ergebnissen kommen.

6 Analysen

Grundlage der vorliegenden Untersuchungen sind fast 400 chemische Analysen (Röntgenfluoreszenz-Analysen), etwa 50 Röntgendiffraktometer-Aufnahmen zur Mineralbestimmung sowie etwa 50 Dünnschliffe zur mikroskopischen Untersuchung der verschiedensten Objekte. Da der eigentliche Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen, das Glas, aber nicht nur als Endprodukt, sondern vielmehr als Ergebnis der Vermengung und zusätzlich einer z.T. selektierenden Verarbeitung verschiedener Ausgangssubstanzen gesehen werden muss, ist eine gesonderte Betrachtung dieser Substanzen unerlässlich. Daher sollen zunächst die Rohstoffe und im Anschluss daran die Gläser betrachtet werden.

6.1 Rohstoffanalysen

Ohne genaue Kenntnis der Rohstoffe sind Diskussionen über den Chemismus des Glases und alle daraus abzuleitenden Folgerungen sinnlos. Erst wenn die Variationsbreite in der Zusammensetzung dieser Rohstoffe bekannt ist, lässt

sich auch etwas über die Rezeptur aussagen. Das führt allerdings auch dazu, dass so manche liebgeordnete, weil ständig wiederholte, aber falsche Ansicht über Bord geworfen werden muss, und leider ist auch die einschlägige (Fach-) Literatur nicht frei von Irrtümern und abstrusen Vorstellungen. Da werden Asche und Pottasche gleichgesetzt, bei mitgeteilten Rezepturen fehlen wichtige Bestandteile oder sie sind im Übermaß vorhanden, bunte Mineralien werden als Farbstoff angegeben, obwohl sie keine färbenden Elemente enthalten oder völlig andere Farben erzeugen usw.

Um deshalb einen genauen Überblick zu bekommen über den Chemismus der Rohstoffe, die im Schwarzwald und seinen verkehrsmäßig noch erreichbaren Randgebieten vorhanden sind, wurden entweder vorhandene Analysen dieses Materials herangezogen oder neue Analysen angefertigt.

6.1.1 Sandstein

Im Bereich der Ostabdachung des Schwarzwaldes, aber auch an anderen Stellen bedeckt der Buntsandstein das Kristallin. Unter den hier gegebenen klimatischen und daraus resultierenden Vegetationsverhältnissen (Moorbildung, saure Böden) ist der sonst meist rot gefärbte Buntsandstein gebleicht, d.h. sein Eisengehalt ist weitgehend entfernt, die Karbonate Calcit und Dolomit sind aufgelöst und die Feldspäte großenteils zersetzt. Es ist daher naheliegend anzunehmen, dass Partien des gebleichten Buntsandsteins zur Glasherstellung verwendet wurden, wie dies z.B. für die Glashütten Mittelberg (HASEMANN 1934: 63) und Buhlbach (REGELMANN 1934: 155) nachgewiesen ist und bei der Glashütte Gaistal (FRANK 1936: 152) vermutet wird.

Infolge der Inhomogenität des Sandsteins sind natürlich sowohl durch die primäre Variabilität hinsichtlich des Mineralbestandes als auch durch das Ausmaß der Verwitterung und einer nachfolgenden Aufbereitung durchaus Schwankungen im Chemismus zu erwarten. Wenn man aber bedenkt, dass die Auswahlkriterien alle in eine Richtung liefen (möglichst farblos = eisenfrei, möglichst klar = aluminiumfrei), dann mag die als Muster für einen Glassand herangezogene Analyse (Nr. R02 in Kap. 12.3) durchaus repräsentativ sein. Bei der ausgewählten Probe handelt es sich um einen gebleichten Buntsandstein, aus dem nach vorsichtigem Auflockern die Fraktion <0.063 mm entfernt wurde, da diese einen erhöhten Anteil an Serizit und Kaolinit besitzt, der früher sicher auch durch Auswaschen entfernt worden wäre, um die Schmelzfreudigkeit zu erhöhen und den störenden Aluminiumgehalt zu reduzieren, der vorwiegend im Tonanteil gebunden ist.

Die Analyse zeigt anhand des Aluminiumgehaltes von 1.05 %, dass trotz starker Bleichung noch deutliche Reste (ca. 5.5 %) unverwitterter Feldspäte bzw. ihrer Zersetzungsprodukte Serizit oder Kaolinit vorhanden sind. Der Ei-

sengehalt ist dagegen recht niedrig, das Material wäre also auch zur Herstellung von farblosem Glas ohne weiteres verwendbar gewesen (vgl. Kap. 6.2.2).

Magnesium und Calcium deuten einen geringen noch vorhandenen Karbonatgehalt an, der allerdings nicht gestört hätte. Die Alkalien dürften ebenfalls auf unzersetzte Feldspäte oder Serizit zurückzuführen sein, während der Phosphor dem in Sandsteinen meist vorhandenen Apatit (Calciumphosphat) entstammt.

Das Barium ist wie das Blei und das Rubidium dem Feldspatgehalt zuzuordnen, wobei dem Barium hier eine gewisse Schlüsselrolle zukommt, markieren doch Gehalte bis schätzungsweise 1000 ppm nur eine "Verunreinigung" der Glasschmelze durch den Feldspatgehalt des verwendeten Quarzrohstoffes. Eine Ableitung aus anderen Rohstoffen ist bis zu dieser Höhe nicht notwendig.

Die geringe Menge Blei ist als diadoche Vertretung aus dem Feldspat herzuweisen, ebenso der Rubidiumgehalt, der geochemisch an das Kalium gekoppelt ist. Eine gleichartige Koppelung besteht zwischen dem Calcium und dem Strontium, so dass beide Spurenelemente auch im Glas zu erwarten sind.

6.1.2 Quarzsand

Die Verwendung von Sand ist die einfachste und wohl auch ursprünglichste Art der Glasherstellung. Sandvorkommen sind meist groß und liefern gelegentlich Material von ausgezeichneter Reinheit und Homogenität. Im Schwarzwald gibt es allerdings keine Glassande, die Sande aus heutigen Bächen und Flüssen sind meist recht grobkörnig und wegen ihres hohen Gehaltes an Glimmer und Feldspat für die Glasherstellung ungeeignet. Außerdem sind die gewinnbaren Mengen zu gering.

Lediglich im Norden und im Bereich der Ostabdachung des Schwarzwaldes kann es in Buntsandsteingebieten unter geeigneten Bedingungen zur Anhäufung von nutzbaren Glassanden gekommen sein. Ihre Zusammensetzung dürfte dann der des gebleichten Buntsandsteins ähnlich gewesen sein, vielleicht mit etwas höherem Eisengehalt. Von der Glashütte Mittelberg ist die Verwendung von solchem Glassand überliefert (METZ 1977: 121).

Gute Glassande haben sich dagegen am nordwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Rastatt und Eisental im Tertiär aus verwittertem Buntsandstein gebildet. Sie wurden ab der Mitte des 18. Jahrhunderts bis 1910 an zahlreichen Stellen abgebaut und nach entsprechender Aufbereitung an Schwarzwälder Glashütten verkauft.

Die Gaggenauer Hütte (1773-1869) bezog ihren Sand z.B. aus den tertiären Sandvorkommen am Eichelberg bei Waldprechtsweier (MOSER 1969: 24) und die Hütte in Schönmünzach verwendete 1830-1835 jährlich 300 t Sand von Eisental (METZ 1977: 126).

Andere tertiäre Sande, z.B. die Grobsande aus der Umgebung von Meßkirch (WOHLEB 1949: 13), die Huppersande bei Hammerstein (WITTMANN 1952: 151) und die Graupensande bei Riedern am Sand (SCHALCH 1922: 104) stammen aus den weiteren Randbereichen des Schwarzwaldes und wurden ebenfalls als Glassande verwendet.

In späteren Zeiten, als der Transport von Massengütern wegen besserer Verkehrsverbindungen kein Problem mehr darstellte, konnten beste Quarzsande auch von weit her bezogen werden. So verwendete z.B. die Glashütte Offenburg ab 1864 Sand von Herzogenrath bei Aachen (KRÖLL 1995: 96).

Stellvertretend für alle Sande dieser Art mag die Analyse eines tertiären Sandes von Rengetsweiler bei Meßkirch aufgeführt werden (Analyse Nr. R03 in Kap. 12.3). Der Sand ist mit etwa 94 % SiO_2 und einem Eisengehalt von 0.2 % recht gut brauchbar, auch zur Herstellung von farblosem Glas, Aluminium- und Calciumgehalte sind niedrig, der Bariumgehalt ist mit wenigen hundert ppm mittelhoch. Alle übrigen Spurenelemente sind niedrig und daher uncharakteristisch.

Sande völlig anderer Qualität entstanden im Schwarzwald allerdings auch durch Verwitterung von Granit, der stellenweise tiefgründig vergrust und weitgehend gebleicht ist, wobei Feldspäte und Biotit meist völlig zersetzt sind und das Gesteinsgefüge sich so weit gelockert hat, dass das ursprünglich feste Gestein wie etwas festerer Sand abgegraben werden kann. Durch sorgfältige Aufbereitung (Zerkleinern, Waschen, Sieben) lässt sich daraus ein mäßig brauchbarer Glassand gewinnen, der z.B. in den Glashütten Buhlbach und Achern (METZ 1971: 101) sowie in Äule (THOMA 1924: 20) wohl vorzugsweise zur Herstellung von grünem Glas verwendet wurde.

6.1.3 Milchquarz aus dem Kristallin

Bei vielen Glashütten wurden bis faustgroße Brocken von Quarz gefunden, meist milchig getrübt (=Milchquarz), die aus dem Kristallin (Gneis, seltener Granit) stammen. Sie zeigen nur selten die Spuren von Kantenrundung, also die Folgen eines längeren Wassertransports in Bächen. Öfter sind die Stücke frisch gebrochen und enthalten noch Reste von eingeschlossenem Feldspat. Dünne Eisenoxid-Häute auf Rissen sind nicht selten. Diese Stücke stammen eindeutig aus den Schwarzwaldbächen bzw. sind als Rollstücke aus den Bachauen, den Hängen und Hochflächen des Schwarzwaldes zusammengetragen worden.

Diese Art der Materialbeschaffung ist z.B. auch in einem Brief des Grafen Maximilian Franz in Stühlingen an Johann Jerg Steger, Schaffner zu Wolfach erwähnt: "... Wir wollen auch haben, dass Ihr mit einer Fuhr aus dem Harmersbach eine Quantität Kieselsteine, so weiß und schön klar sein müssen, holen ... sollt... Der Glasmeister Peter solle selber mit, damit von den rechten gesammelt

werden". WOHLEB (1949: 20) zitiert dieses Schreiben aus dem Jahr 1681 im Zusammenhang mit der Gründung der Glashütte im Seebachtal bei Rippoldsau.

Die Analyse zweier solcher Stücke (Analysen Nr. R04 und R05 in Kap. 12.3) weist dieses Material mit fast 99 % SiO_2 als hervorragend geeignet zur Herstellung von Glas jeder Art aus. Der Eisengehalt ist sehr niedrig, der Aluminiumgehalt spiegelt die Menge des verunreinigenden Feldspates wider, Spurenelemente sind fast nicht nachweisbar.

6.1.4 Quarz aus hydrothermalen Gängen

Bei vier Glashütten (Rohrenkopf, Blasiwald Althütte, Grassert und Nordrach Fabrik) konnten Bruchstücke von Quarz aus den im Schwarzwald sehr häufigen hydrothermalen Gängen gefunden werden. In diesen Gängen ist Quarz ein verbreitetes Mineral, doch ist er oft mit anderen Mineralen innig verwachsen. Es gibt jedoch eine Reihe von Vorkommen, bei denen der Quarz z.T. allein, z.T. nur zusammen mit Baryt (Schwerspat, BaSO_4) auftritt, der zudem oft schon wieder ausgelaugt ist. Als Begleiter tritt häufig noch Hämatit (Eisenglanz, Fe_2O_3) in wechselnden Mengen auf. Sind diese "verunreinigenden" Minerale nur in geringer Menge vorhanden, kann der Quarz durchaus als Glasrohstoff genutzt werden, da er praktisch aus reinem SiO_2 besteht.

Ob auf derartigen Gängen allerdings Bergbau zum Zweck der Glasrohstoff-Gewinnung betrieben wurde, kann nicht festgestellt werden, doch zeigen die Funde, dass dieser Quarz vom 16. bis zum 19. Jahrhundert genutzt wurde, sei es nun durch Ausklauben von Bergbauhalden oder Absammeln der natürlichen Vorkommen.

6.1.5 Feuerstein

Feuerstein, auch Flint oder Hornstein genannt, wurde z.B. in England oder Norddeutschland in großem Umfang als Quarzrohstoff verwendet. Im Schwarzwald wurden nur bei zwei Glashütten, der Olpenhütte und Blasiwald Althütte Feuersteinbrocken gefunden.

Da der Feuerstein wegen seiner Feinkörnigkeit recht zäh ist, musste das Material vor der weiteren Verwendung erst ausgeglüht werden, damit es sich dann leichter zerpochen ließ.

Die Analyse (Nr. R06 in Kap. 12.3) weist den Feuerstein als besten Glasrohstoff aus. Neben über 99 % SiO_2 sind kaum noch andere Elemente in nennenswerter Menge nachzuweisen. So kann es eigentlich nur verwundern, dass dieses Material nicht in größerem Umfang bei der hiesigen Glasproduktion eingesetzt wurde, doch mögen die Schwierigkeiten bei der Gewinnung der Feuersteinplatten und -knollen aus dem Muschelkalk, die geringen vorhandenen

Mengen und die Festigkeit des Materials ein gewichtiges Gegenargument gewesen sein.

6.1.6 Quarz aus alpinen Schottern

Als Hinterlassenschaft der Eiszeiten hat der Rhein große Mengen von Geröll aus den Alpen und den vorgelagerten Moränen mit sich geführt, seine Schotter sind daher hauptsächlich alpiner Herkunft. Sie enthalten große Mengen weißer und andersfarbiger, meist heller Quarzgerölle in allen möglichen Größen. Von den Quarzgeröllen des Schwarzwaldes unterscheiden sie sich durch ihre wesentlich bessere Rundung, da sie einen viel weiteren Transportweg hinter sich haben und dabei viel stärker abgerollt wurden. Von diesen alpinen Geröllen wurde nur bei der Glashütte am Schöllkopf ein zerpochtes Bruchstück gefunden. Dass dieser Quarzrohstoff nicht häufiger genutzt wurde, ist eigentlich erstaunlich, da geeignete Gerölle in großer Menge vorhanden sind, doch mag der weite Weg eine intensivere Nutzung dieses Materials verhindert haben.

6.1.7 Kalkstein

Um dem Glas die nötige Härte und Festigkeit sowie Resistenz gegen Wasser und schwache Säuren zu geben, ist eine gewisse Menge Calcium erforderlich. Zur Herstellung von Ascheglas reicht das in der Buchenholzasche enthaltene Calcium manchmal aus, meist wurde es jedoch noch zusätzlich zugesetzt. Das Pottasche- und das Sodaglas bedarf dagegen in jedem Fall einer Beimengung von Calcium. In Form von Kalkstein steht dieses Element in ausreichender Menge und Reinheit an den Rändern des Schwarzwaldes zur Verfügung.

Wie die Analysen (Nr. R07 und R08 in Kap. 12.3) zeigen, sind die Kalksteine des Weißen Jura, wie sie z.B. bei Istein und in weiten Teilen der Schwäbischen Alb anstehen, chemisch durchaus mit den Kalksteinen des Muschelkalks zu vergleichen, die in der westlich des Schwarzwaldes gelegenen Vorbergzone, besonders zwischen Lahr und Emmendingen, im Dinkelberg und am gesamten Ostrand des Schwarzwaldes auftreten.

So verwendete z.B. die Glashütte Achern für grünes Glas den Kalkstein des Braunen Jura von Bollschweil südlich Freiburg (METZ 1971: 101), während der Kalkstein des Muschelkalks aus Steinbrüchen bei Dornstetten östlich Freudenstadt in den Glashütten des Nordschwarzwaldes zum Einsatz kam (SCHMIDT & RAU 1910: 98), und die Malmkalke von Istein lieferten Kalkstein für Glashütten im südlichen Schwarzwald (DIENEMANN 1926: 39).

Der Kieselsäuregehalt dieser Kalksteine ist recht niedrig, ebenso der Aluminiumgehalt, der Eisengehalt ist mit etwa einem halben Prozent relativ hoch, jedoch auch bei der Herstellung von farblosem Glas nicht störend, wenn man

bedenkt, dass sowohl dem Soda- wie auch dem Pottascheglas nur 10-20 % Kalkstein zugesetzt wurden.

Der Magnesiumgehalt der Kalksteine aus dem Muschelkalk ist stark variabel (vgl. Analyse Nr. R09 in Kap. 12.3), bedingt durch wechselnde Dolomitgehalte. Das kann fallweise dazu führen, dass bei Zusatz von Kalkstein auch Magnesium in zunehmendem Maße in die Glasschmelze eingebracht wird. Dieser Effekt ist nicht zu steuern, weil der Dolomitgehalt nicht ohne weiteres erkennbar ist. Da das Magnesium aber wie das Calcium stabilisierende Wirkung hat, ist dieser Mangel für die Herstellung des Glases ohne Bedeutung.

6.1.8 Asche

Dem Quarz muss zur Senkung des hohen Schmelzpunktes ein Flussmittel zugesetzt werden, das aber die Glaseigenschaften nicht ungünstig beeinflussen darf. In der Antike war es allgemein üblich, Soda (Rohsoda oder Pflanzensoda) mit einem hohen Natriumgehalt zu verwenden, das Natrium übernimmt hierbei die Rolle des Flussmittels. Aus Mangel an einheimischer Soda wurde im Mittelalter nördlich der Alpen Holz-asche (auch Farn-, Gras- und andere Asche) verwendet. Statt des Natriums enthält die Asche allerdings Kalium (nicht Natrium, wie noch THOMA 1924: 21 annimmt), doch ist die Wirkung auf die Schmelzbildung prinzipiell die gleiche, wenn auch zwei gravierende Unterschiede (Lage des Erweichungspunktes und Dauer der Verarbeitbarkeit) festzustellen sind.

Zur Gewinnung der Holz-asche wurden im Schwarzwald vorwiegend Buchen verbrannt, seltener Eichen, Fichten und Tannen. Da aber die Zusammensetzung der Holz-asche stark vom Standort abhängt, wurden zur Beurteilung der Schwarzwälder Aschen eigene Analysen angefertigt. Die in der Literatur verfügbaren Analysen konnten nicht verwertet werden, da die Angaben z.T. analytisch zweifelhaft sind (alte Analysen), z.T. von Buchen unbekannter Standorte stammen, oder nicht alle interessierenden Elemente untersucht waren.

Bei der Verbrennung des Holzes verflüchtigen sich die organischen Bestandteile, der anorganische Inhalt bleibt als Asche zurück. Röntgendiffraktometrische Untersuchungen ergaben, dass die Asche zur Hauptsache aus Fairchildit ($K_2Ca[CO_3]_2$) neben wenig Calcit ($CaCO_3$) und Spuren von Dolomit ($CaMg[CO_3]_2$) besteht. Diese Minerale gehen als Flussmittel ohne Rückstand in der silikatischen Schmelze auf.

Die analysierten Hölzer (Analysen Nr. R10-R21 in Kap. 12.3) stammen sämtlich von Schwarzwälder Standorten, wobei der Untergrund sowohl Gneis, Löss auf Gneis oder auch reiner Kalkstein ist.

Die Standortabhängigkeit kommt im CaO-Gehalt am deutlichsten zum Ausdruck: reine Gneis-Standorte liefern nur geringe CaO-Werte (z.B. Kandel: 29.87 %; Schönau: 29.88 %; Wittental: 32.21 %), mit zunehmendem Lössanteil

und damit steigendem CaO-Gehalt im Boden steigen auch die CaO-Gehalte in der Buchenholzasche (z.B. Waldsee/Freiburg: 44.13 %; Sahlenbach/Münstertal 46.85 %; Günterstal/Freiburg 53.33 %), um auf reinem Kalkstein die höchsten Werte zu erreichen (z.B. Jesuitenschloss am Schönberg südl. Freiburg 57.91 %; Lörrach 63.96 %).

Wie sehr die Analysenwerte aber selbst bei gleichem Holz, jedoch anderer Probenauswahl, Präparation und Analysenmethode schwanken, zeigt eine Serie von Analysen, die statt mit der Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA) mit der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) gemessen wurden. In folgenden Punkten unterscheiden sich die Analysen, die am gleichen Holzstück durchgeführt wurden:

Tabelle 3: Methodische Unterschiede zwischen der Röntgenfluoreszenzanalytik und der Atomabsorptionsspektrometrie

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)	Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)
Probemenge ca. 1000 g Holz	Probemenge ca. 1 g Holz
verbrannt im offenen Feuer	verascht bei 500°C
Messung einer Schmelztablette mit Lithiumborat	Messung in salzsaurer Aufschlusslösung
Bestimmung von 30 Elementen	Bestimmung von 7 Elementen

Da alle Analysen ohne Berücksichtigung des Glühverlustes auf 100 % normiert wurden, sind die Zahlenwerte direkt vergleichbar, wie die nachfolgende Tabelle zeigt.

Tabelle 4: Vergleich der Analysenwerte von Holzaschen, die mit Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA) und Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) gemessen wurden

Nr.	Art	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O/CaO	CaO/MgO
1	RFA	0.89	4.87	9.80	29.87	0.21	42.19	7.86	1.4	3.0
1a	AAS	0.55	3.91	9.96	26.83	1.34	46.66	6.87	1.6	2.7
2	RFA	0.32	4.78	9.03	32.21	0.32	35.65	5.80	1.1	3.6
2a	AAS	0.77	6.00	9.90	34.47	1.23	32.24	3.89	0.9	3.5
3	RFA	5.44	11.83	12.47	34.03	0.08	23.22	10.95	0.7	2.7
3a	AAS	3.94	11.58	13.28	34.73	0.23	24.26	9.31	0.7	2.6
4	RFA	0.89	6.17	10.26	41.56	0.48	33.91	2.99	0.8	4.0
4a	AAS	0.42	6.44	10.89	45.05	1.54	29.74	1.92	0.7	4.1
5	RFA	2.27	3.98	8.34	44.13	0.54	23.28	4.29	0.5	5.3
5a	AAS	0.39	4.09	8.12	43.34	1.23	25.89	3.77	0.5	5.3
6	RFA	9.78	2.59	10.28	46.85	0.09	23.38	1.58	0.5	4.6
6a	AAS	2.04	2.74	11.69	53.45	1.16	22.31	1.16	0.4	4.6
7	RFA	0.18	4.42	10.38	53.33	0.07	22.72	6.59	0.4	5.1
7a	AAS	1.17	3.72	11.11	49.58	1.20	24.77	6.12	0.5	4.5
8	RFA	0.12	0.18	17.42	57.91	0.04	15.95	7.34	0.3	3.3
8a	AAS	0.11	0.15	20.36	51.57	0.07	18.77	7.18	0.4	2.5
9	RFA	2.36	0.21	8.36	37.03	0.00	37.53	13.37	1.0	4.4
9a	AAS	0.27	0.26	8.07	34.93	1.28	41.75	11.68	1.2	4.3

1 = Südhang des Kandel b. Waldkirch; Gneis
 2 = Buchbühl b. Stegen; Gneis
 3 = Attental östl. Ebnet; Gneis
 4 = St. Ottilien östl. Freiburg; Löss auf Gneis
 5 = Waldsee, Freiburg; Löss auf Gneis
 6 = Sahlenbach, Münstertal; Löss auf Gneis

7 = Stephanienuhe, Günterstal, Freiburg; Löss auf Gneis
 8 = Jesuitenschloss, Merzhausen südl. Freiburg; Kalkstein
 9 = Donaueschingen; Kalkstein

Die Übereinstimmung der Analysenwerte ist bei MnO , CaO und K_2O recht gut, bei MgO z.T. sogar sehr gut. Bei P_2O_5 ist sie mäßig, bei Fe_2O_3 teilweise schlecht, bei Na_2O durchweg schlecht.

Leider zeigt sich auch kein eindeutiger Trend. Die mit AAS gemessenen Werte sind beim Eisen und beim Phosphor meist kleiner, beim Magnesium und beim Natrium stets deutlich größer und beim Mangan, bei Calcium und Kalium mal größer, mal kleiner als die RFA-Werte. Es bestätigt sich hier also, dass insbesondere für vergleichende Untersuchungen gleichbleibende Präparations- und Analysemethoden unbestreitbar von Vorteil sind. Die AAS-Analysen wurden daher nicht in die weitere Diskussion einbezogen.

Die standortabhängige Zusammensetzung der Buchenholzaschen müsste eigentlich in letzter Konsequenz dazu führen, dass bei der Beurteilung von Glas aus einer bestimmten Glashütte zunächst die Buchenholzasche aus ihrer näheren Umgebung untersucht wird. Da jedoch zur Betriebszeit der Hütten stets der gesamte Bestand nach und nach verbrannt wurde und außerdem bei manchen Hütten zusätzlich noch nicht flößbares oder anderweitig verwertbares Holz, Windbruch und anderes "Abholz" aus der weiteren Umgebung verwendet wurde, lässt sich die seinerzeit eingesetzte Asche nicht mehr genau definieren, zumal gelegentlich auch zugekaufte Asche beigemischt wurde.

Somit bleibt für die Beurteilung der Glasanalysen nur der Weg der Pauschalierung, d.h. es werden die gemittelten Werte aller Aschen auf den jeweiligen Standorttypen herangezogen.

Für die untersuchten Glashütten bedeutet das, dass nur Aschen von Buchen auf reinen Gneis-Standorten als Grundlage dienen können, also nur die Rohstoffanalysen R18-R21. Wegen der vergleichbaren Böden gelten diese Analysen auch für Hütten auf Granit und Sandstein. Hütten auf Löss oder Kalkstein, die wegen ihres kalkreicheren Standort-Untergrundes auch wesentlich kalkreichere Aschen verwendet hätten, waren unter den bearbeiteten Glashütten nicht vertreten. Die für die Schwarzwälder Glashütten relevanten Buchenholzaschen auf Gneisstandorten haben trotz der einschränkenden Standortwahl noch immer eine relativ variable chemische Zusammensetzung (vgl. Tab. 5).

Insgesamt zeigt die chemische Zusammensetzung der Asche allerdings eine Reihe von interessanten Merkmalen. Kieselsäure und Aluminium sind für die Glasherstellung in dieser Größenordnung ohne Bedeutung, ihre Hauptanteile im Glas stammen aus anderen Quellen. Wichtiger ist die Menge des Eisens, die ohne weitere Zusätze nur die Herstellung von grünem Glas zulässt, mag der Quarzsand auch noch so rein sein. Von größter Wichtigkeit ist in diesem Zu-

Tabelle 5: Minimal-, Durchschnitts- und Maximalwerte der chemischen Zusammensetzung von Buchenholzaschen auf Schwarzwälder Gneisstandorten (Angaben in Gew.-%)

	Minimalwert	Durchschnittswert	Maximalwert
SiO ₂	0.86	3.44	8.44
Al ₂ O ₃	0.13	0.80	2.08
Fe ₂ O ₃	0.19	1.93	5.44
MnO	2.73	6.05	11.83
MgO	9.03	11.29	13.85
CaO	29.87	31.50	34.03
Na ₂ O	0.00	0.22	0.32
K ₂ O	23.22	36.89	46.50
P ₂ O ₅	2.72	6.83	10.95
BaO	0.38	0.65	1.10
K ₂ O/CaO	0.68	1.17	1.55
CaO/MgO	2.16	2.79	3.48

sammenhang auch der Mangengehalt, auf dessen Bedeutung in Kapitel 7.6 noch besonders eingegangen wird. Hier sei lediglich darauf verwiesen, dass auch GEILMANN & BRÜCKBAUER (1954: 458) ähnlich stark schwankende Mangengehalte (0.12-4.91-9.67 %) von Buchenholzaschen melden.

Magnesium und Calcium spiegeln deutlich das Angebot dieser Elemente im Boden wider, während der Mangel an Natrium und die große Menge des Kaliums ein Ergebnis der Physiologie der Pflanze sind. Ähnlich verhält es sich mit dem Phosphor. Dieses Element ist wie auch das Barium ein wichtiges Kriterium bei der Einteilung der Gläser in die verschiedenen Typen, außerdem kommt ihm bei der Herstellung von Trübgäsern eine gewisse Bedeutung zu (vgl. Kap. 7.5).

Für die Rezeptur und damit für die Analysen von Aschegläsern kann aufgrund der Ascheanalysen folgendes Ergebnis festgehalten werden: Die im Waldglas festgestellten Gehalte an Aluminium, Eisen, Mangan, Magnesium, Calcium, Phosphor und Barium müssen nicht notwendigerweise auf Verunreinigungen im Quarz-Rohstoff oder auf separate Zuschläge zurückgeführt werden, sie stammen wohl zum überwiegenden Teil aus den natürlichen Gehalten in der Asche.

Wegen der festgestellten Standortabhängigkeit der Buchenaschen-Zusammensetzung kann den etwas vereinfachenden Darstellungen von WEDEPOHL (1993: 11) nicht gefolgt werden, der sich auf GEILMANN (1955) und MEIWES & BEESE (1988) beruft und in der Buchenasche die Verhältnisse $K_2O/CaO = 0.5-0.7$ sowie $CaO/MgO = 4.0$ als allgemeingültige Parameter anführt. Für die von ihm behandelte Glashütte Steinke im Niemetal mögen die angenommenen Werte zutreffen, da es sich hier um einen ausgesprochenen Kalkstein-Standort auf Muschelkalk handelt, nach den vorliegenden Analysen zeigen sich aber standortabhängig folgende Werte:

auf kalkhaltigen Böden $K_2O/CaO = 0.3-0.8$; $CaO/MgO = 3.3-5.3$

auf kalkfreien Böden $K_2O/CaO = 0.7-1.4$; $CaO/MgO = 2.7-3.6$

Zur Untermauerung der Behauptung, die heimische Glasindustrie sei ein waldfressendes Gewerbe gewesen, wird gern - und leider ohne Kritik - eine erstmals von WOHLER (1949: 1f.) in der Fachliteratur veröffentlichte Berechnung zitiert. Danach hat ein "Schweizer Forstmann ... errechnet, dass zur Herstellung von 100 Kilo Glas ... anfangs etwa 200 Kubikmeter Holz, später nur noch 100 Kubikmeter benötigt wurden". Diese Angaben finden sich seither öfter angeführt (z.B. KRÖLL 1995: 47, OESTERREICHER-MOLLWO 1980: 19, KRUMMER-SCHROTH 1976: 79), sind aber nichtsdestoweniger mit Vorsicht zu genießen. Folgende Betrachtung mag das verdeutlichen:

200 m³ Buchenholz wiegen bei einem spezifischen Gewicht von 0.7 g/cm³ etwa 140 t. Bei einer Ausbeute von 0.7 % Asche (Mittel aus zwölf Analysen, nach BEZBORODOV (1975: 50) sind es 1.23 %, nach GEILMANN & BRÜCKBAUER (1954: 458) als Mittel aus zwölf Analysen 0.45 %) sind daraus 980 kg Asche zu gewinnen, mithin eine Menge von 360 kg K₂O. Bei einem durchschnittlichen K₂O-Gehalt des Waldglases von etwa 15 % reicht diese Menge zur Herstellung von 2400 kg Glas. Das bedeutet, dass die Berechnung des "Schweizer Forstmannes" um das 24-fache, für spätere Zeit um das 12-fache zu hoch liegt.

Aber auch ohne den rechnerischen Umweg über die Asche lässt sich der Holzverbrauch abschätzen. Nach METZ (1977: 119) beträgt der K₂O-Gehalt im Buchenholz 1.45 Promille. Bei einem K₂O-Gehalt von 14.5 % im Glas bedeutet das, dass für 100 kg Glas etwa 10 t Holz verbraucht wurden. Auch nach dieser Berechnung liegt die Einschätzung des "Schweizer Forstmannes" um das 10- bis 20-fache zu hoch.

Und obwohl METZ doch sicher bessere Zahlen zur Verfügung gestanden haben, beruft auch er sich auf alte Angaben, die einer Nachprüfung nicht standhalten. So schreibt er: "Für die Herstellung von 1 kg Waldglas benötigte man noch im 18. Jh. um 2 Ster Holz...". 2 Ster Holz sind 1.5 m³, sie wiegen etwa 1 t. Bei einem K₂O-Gehalt von 1.45 Promille entspricht das einer Menge von 1450 g,

mit denen 10 kg Glas hergestellt werden können, also ist auch bei dieser Angabe der Holzbedarf um eine Zehnerpotenz zu hoch angesetzt.

Bei diesen und ähnlichen Beurteilungen des Holzverbrauchs von Glashütten fällt auf, dass meist der Forst gegen die Einrichtung neuer Hütten eingestellt ist und mit derart übertriebenen Darstellungen Neugründungen zu verhindern versucht, möglicherweise, weil die Glasmacher den Wald nach dem Abholzen oft nicht ordnungsgemäß verlassen haben.

6.1.9 Pottasche

Neben der Asche wurde nördlich der Alpen auch Pottasche als Flussmittel bei der Glasherstellung verwendet. Da Holzasche und Pottasche häufig miteinander verwechselt werden bzw. auch für identisch gehalten werden, soll hier vorab schon darauf hingewiesen werden, dass gravierende Unterschiede zwischen beiden Substanzen bestehen. Die Holzasche ist das reine Verbrennungsprodukt (meist aus Buchenholz, wegen des hohen K_2O -Gehaltes), die Pottasche ist dagegen ein verfeinertes Produkt aus der Holzasche. Während die Pottasche in früheren Zeiten entweder bei der Glashütte hergestellt oder von Pottaschesiedern gekauft wurde, steht sie heute als Industrieprodukt, hergestellt aus Kalisalz, zur Verfügung. An die frühere gewerbsmäßige Herstellung der Pottasche erinnert z.B. noch der Flurname "Pottaschmatt" östlich vom Omerskopf bei Bühlertal.

Auch im Fall der Pottasche war es nicht möglich, auf bereits veröffentlichte Analysendaten zurückzugreifen. Deshalb wurden vier Ascheproben, bei denen genügend Asche vorhanden war, zu Pottasche verarbeitet. Die Proben wurden jeweils eine Stunde lang gekocht, abfiltriert, das Filtrat wurde eingedampft.

Nach Röntgenuntersuchungen besteht der unlösliche Rückstand bei diesem Prozess aus einem Gemenge von Calcit ($CaCO_3$) und Huntit ($Ca, Mg_3[CO_3]_4$), während das einfach getrocknete Filtrat zur Hauptsache als Kalzinit ($KHCO_3$) identifiziert werden konnte. Durch starkes Erhitzen (Kalzinieren) lässt sich daraus die gewünschte Pottasche herstellen.

Wichtig für die Glasproduktion sind die Veränderungen zwischen der Asche und der Pottasche, die durch den Lösevorgang bedingt sind. Wie aus dem Vergleich der Holzasche-Analysen R18-R21 mit den Pottasche-Analysen R23-R25 (vgl. Kap. 12.3), einfacher aber noch aus den Durchschnitts-Analysen (R22, R26) ersichtlich ist, können folgende Veränderungen festgestellt werden:

1. Die Kieselsäure geht beim Pottaschesieden zum Teil in Lösung, zum Teil bleibt sie im unlöslichen Rückstand. Die Pottasche wird also kieselsäureärmer, doch hat dieser Vorgang bei der Glasherstellung nur geringe Bedeutung.

2. Das Aluminium ist fast nicht löslich, ebenso wenig das Eisen, das Mangan, das Magnesium, das Calcium und der Phosphor.

3. Die Alkalien Natrium und Kalium gehen fast vollständig in Lösung und reichern sich so in der Pottasche an.

4. Von den Spurenelementen geht nur das Rubidium in Lösung und taucht so in der Pottasche wieder auf. Barium, Strontium, Blei und Zink verbleiben vollständig im Rückstand.

Die Pottasche erhält also durch das selektive Lösen beim Siedevorgang eine ganz charakteristische Zusammensetzung, die sich deutlich von der der Holz- asche unterscheidet und so den Chemismus des Pottascheglases prägt. Dadurch ist eine Möglichkeit zur eindeutigen Identifizierung dieser beiden Glastypen gegeben.

Ob bei der Waldglasproduktion also Asche oder Pottasche verwendet wurden, lässt sich an einer Reihe von Elementverhältnissen ablesen, z.B. am Verhältnis Kalium/Phosphor. Bei der Asche liegt dieser Wert um 10:1, er kann sogar auf 2:1 abfallen, wobei der Phosphorgehalt stets einige Prozent beträgt. In der Pottasche steigt er dagegen auf 300:1 bis 1000:1. Pottaschegläser sind daher im Normalfall (wenn kein Phosphor auf anderem Wege zugeführt wurde) stets sehr arm an Phosphor.

Ähnlich klare Verhältnisse zeigt auch die Korrelation $\text{CaO}/\text{K}_2\text{O}$. In der Asche ist dieses Verhältnis etwa 1:1, in der Pottasche verschiebt es sich wegen des fast völligen Fehlens des CaO nach 1:100 bis 1:300. Reine Pottaschegläser wären daher kalkfrei, ihnen muss zur Stabilisierung der Kalk auf anderem Wege zugeführt werden. Während Aschegläser daher meist einen CaO-Gehalt aufweisen, der deutlich über dem K_2O -Gehalt liegt (hier macht sich allerdings auch der Einfluss der Verwitterung bemerkbar), sind Pottaschegläser vorwiegend durch einen CaO-Gehalt gekennzeichnet, der deutlich unter dem K_2O -Gehalt liegt.

Ein weiterer deutlicher Unterschied liegt im Gehalt an Eisen, Mangan und Magnesium, die in der Pottasche fast völlig fehlen. Pottaschegläser erhalten ihr Magnesium daher auf dem Weg des zugesetzten Kalksteins, während ihre Eisen- und Manganwerte eine sehr aufschlussreiche Rolle bei der Farbe der Gläser spielen. Hierauf wird im Kapitel 7 näher eingegangen.

Die gegenüber der Asche deutlichen Unterschiede bei den Spurenelementen wirken sich im Glas nicht immer aus, da durch Zusatz von anderen Rohstoffen und deren Verunreinigungen die eigentlich signifikanten Merkmale oft verschleiert werden. Die Pottasche enthält z.B. kein Barium, trotzdem gibt es Pottaschegläser mit Bariumgehalten über 1000 ppm, wobei hier meist der Feldspatgehalt des Quarzsandes als Bariumlieferant angesehen werden muss. Im Normalfall liegt der Bariumgehalt der Pottaschegläser aber nur bei wenigen hundert ppm.

6.1.10 Soda

Obwohl keine Soda zur Analyse zur Verfügung stand, seien hier der Vollständigkeit halber noch einige Bemerkungen über die Soda angefügt. Soda, im wesentlichen Natriumkarbonat (Na_2CO_3), war von der Antike bis in die Neuzeit im Mittelmeerraum das alleinige Flussmittel bei der Glasherstellung. Diese Soda stammte entweder aus den nordafrikanischen Salzseen (Roh- oder Natursoda) oder sie wurde aus halophilen Pflanzen an den Meeresküsten durch Veraschung (Pflanzensoda) gewonnen. Im Schwarzwald gibt es weder Rohsoda noch Pflanzensoda. Sodaglas im Schwarzwald wirft daher die Frage auf: Import des Glases oder Import der Soda?

Dass Gläser aus dem Mittelmeerraum, z.B. Venedig oder Altare/Genua importiert wurden, ist vielfach nachgewiesen, und dass Glasbruch eingesammelt und in den Glashütten wieder verwendet wurde, ist zwar nur für einzelne Hütten urkundlich belegt, doch ist zu vermuten, dass dieses frühe Recycling allgemein üblich gewesen und in größerem Umfang praktiziert worden ist.

Die Verwendung von Fremdglas in Form von eingesammelten Scherben ließ sich bei fünf Glashütten durch das Auffinden von Hohlglasbrüchlingen aus Sodaglas, aber mehr noch durch den Nachweis eines Mischglastyps (Mischglas, vgl. Kap. 6.2.1) bei insgesamt zehn Glashütten bis zum Ende des 17. Jahrhunderts wahrscheinlich machen. Danach klafft eine Lücke bis zur einheimischen Produktion von Sodaglas, wohl zu Beginn des 18. Jahrhunderts. Eine frühere Herstellung von Sodaglas ist im Schwarzwald zwar nicht auszuschließen, doch wäre erst der Nachweis von Soda-Rohglas zwingend.

Dieses glaubt LANG (1991) - allerdings für eine württembergische Glashütte - gefunden zu haben. In drei Glashütten im Nassachtal bei Eberbach/Fils sollen im 15. Jahrhundert farblose Butzenscheiben und anderes Flachglas aus Sodaglas hergestellt worden sein. Zwar hält er selbst noch Zweifel für möglich, doch nimmt er eher einen Import von Soda aus Südfrankreich oder Italien an, mit der aus sonst heimischen Rohstoffen Sodaglas hergestellt worden wäre.

Zu allen Zweifeln, die sich aus dem Chemismus der Scheiben ergeben, ist bei dieser Vorstellung zu fragen, warum gerade zur Herstellung der billigsten Ware der aufwendige Import von Soda sich gelohnt haben soll. Zum Vergleich: Aus der gleichen Glasmenge, die zur Herstellung von 26 Römern notwendig war, ließen sich 130 Butzenscheiben machen. Mit den Römern waren 1 Gulden 30 Kreuzer zu erlösen, mit den Butzenscheiben aber nur 38 Kreuzer (Berechnung nach einem Preisverzeichnis der Glashütte Neulautern 1643, zitiert in GREINER 1971: 71).

Ein echter Nachweis der Herstellung von Sodaglas für die Zeit vor der allgemeinen Verwendung von industriell hergestellter Soda ist nur für die Glashütten Nordrach Neuglashütte (1708-1748) und Herrenwies (1724-1778) gelun-

gen, wo farbloses bzw. braunes Sodaglas produziert wurde. Hier muss also Rohsoda oder Pflanzensoda eingeführt worden sein. Auch für die Glashütte Schröck bei Leopoldshafen (1789-1792) ist die Verwendung von importierter Soda erwiesen: In einer Auflistung der Vorräte wird u.a. Soude de Alicante (Spanien) erwähnt (MOSER 1969: 27). Auch GREINER (1971: 56) berichtet von Überlegungen, für die Spiegelberger Glashütte (1699-1820) "Suda Hispan." zu beschaffen.

Erst nach der Erfindung von Leblanc (1791), Soda aus Kochsalz herzustellen, war es möglich, auf natürliche Soda, Asche oder Pottasche zu verzichten. Doch dauerte die Umstellung über 100 Jahre und ging auch nicht ganz ohne Probleme ab. So berichtet GREINER (1971: 56) von der Glashütte in Schönmünzach von einem missglückten Versuch aus dem Jahre 1829, Soda aus heimischer Produktion zu verwenden. Diese Soda war in Oedendorf bei Gaildorf aus dem Salz der Wilhelmsglücker Saline hergestellt worden, enthielt aber zu hohe Anteile an Schwefel- und Chlorverbindungen, die als "schwefel- und salzsaure Dämpfe die Kuppel des Glasofens beschädigten".

Erst nach Beginn des 19. Jahrhunderts dürfte sich die Verwendung von Soda in den Schwarzwälder Glashütten allgemein durchgesetzt haben, die Soda war dann z.B. aus der Sodafabrik Köhlreuter & Co. AG in Villingen zu beziehen. Diese Soda-, später Chlorkalkfabrik wurde 1826 gegründet, stellte aber ihre Produktion schon 1850 wieder ein, doch dürfte der Bezug von Soda ab dieser Zeit auch von anderen Lieferanten möglich gewesen sein.

6.1.11 Farberze

Reste der Rohstoffe, mit denen das Glas gefärbt bzw. auch entfärbt wurde, sind nur selten zu finden. Nur von der Glashütte am Schöllkopf liegt der Fund eines Braunstein-Brockens vor. Braunstein ist die Sammelbezeichnung für ein Gemenge von verschiedenen Mangan-Verbindungen, meist Pyrolusit (MnO_2) mit Beimengungen von Psilomelan $[(Mn, Ba)_3(O, OH)_6 Mn_8 O_{16}]$, Hausmannit ($Mn_3 O_4$), Manganit ($MnOOH$) u.a. Die Glasmacher verwendeten dieses Erz, aus dem heute das Mangan (Stahlveredler) gewonnen wird, als Glasmacherseife, d.h. zum Entfärben des Glases. Der mehr oder weniger intensive Grünton, den das Glas durch die geringen Mengen an Eisen aus den Rohstoffen erhält, wird durch Zugabe von Braunstein reduziert, bei geringen Gehalten völlig unterdrückt. Vermehrter Zusatz von Braunstein führt dagegen zur Färbung, die Gläser werden amethystfarben.

Zur Färbung des blauen Glases wurde meist Kobalt verwendet, und zwar in der Form von "Zaffer" (= geröstetes Kobalterz) oder "Smalte". Das ist ein kobalthaltiges Glas, dessen CoO -Gehalt einige Prozente betragen kann. Es wurde unter Zusatz von Pottasche aus gerösteten Kobalterzen ausgeschmolzen, gemahlen und in geringen Mengen dem Glassatz zugemischt. Die Smalte-Analysen

R30 und R32 (Kap. 12.3) sind Beispiele für eine mindere Qualität, da ihre Kobaltgehalte nur bei 0.7 bzw. 0.4 % liegen.

Die Analysen R29 und R31 zeigen die Zusammensetzung von zwei "Farberzschlacken", vermutlich Zwischenprodukte aus den Farbmöhlen Wittichen und Alpirsbach. Während die Alpirsbacher Probe nur geringe Kobaltmengen (0,28 %) führt, ist die Probe von Wittichen deutlich kobaltreicher (6.2 %). Von Interesse sind in beiden Proben aber insbesondere die Spurenelemente, die den Typ der verarbeiteten Erze charakterisieren. Die kobaltführenden Gänge des Schwarzwaldes gehören der Co-Ni-Bi-Ag-U-Formation an, wobei einzelne Gänge oder Gangteile auch Wismut-frei sein können, andere zusätzlich noch Thorium führen (KIRCHHEIMER 1952: 61). In den blauen Gläsern finden sich diese Spurenelemente wieder und geben so einen Hinweis auf die Herkunft der Farberze.

Im Schwarzwald wurden die Kobalterze, die in einer Reihe von Gängen im Mittleren Schwarzwald (nur ein Gang im südlichen Schwarzwald) gefördert wurden, seit Anfang des 18. Jahrhunderts in drei Farberwerken (Wittichen, Alpirsbach und Nordrach) zu Smalte verarbeitet. Da der Bedarf an Kobaltfarbe aber sehr groß war, reichten die einheimischen Erze bald nicht mehr aus, es mussten Kobalterze aus Spanien, Frankreich, Cornwall und Böhmen, ja sogar aus der Steiermark, Ungarn und Schweden eingeführt werden.

Die Blaufarberwerke stellten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ihre Produktion wieder ein, als letztes Alpirsbach im Jahr 1845. Danach wurden die geringen noch anfallenden Kobalterze zur Aufbereitung ins Erzgebirge gebracht, von wo auch die Smalte bezogen werden konnte.

6.1.12 Knochen

Bei zwei Glashütten fanden sich Bruchstücke von alten Knochen, die so alt sind, dass sie ohne weiteres zum Rohmaterial der Glashütten gehören können. Dass sie alt sind, ist ohne weitere Untersuchung zu erkennen. Sie sind nämlich leicht fleckig blau gefärbt, verursacht durch die Ausscheidung von etwas Vivianit, einem blauen Mineral der Formel $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$, das sich in Anwesenheit von Phosphor (aus den Knochen) durch zirkulierende Wässer mit einem geringen Eisengehalt bildet.

Die Knochen dienten in früherer Zeit dazu, das Glas weiß zu färben. Wegen der Verwendung von Knochen erhielt dieses Glas auch die Bezeichnung Bein-glas.

Zur Herstellung von Bein-glas wurden die Knochen verbrannt, wobei die organischen Bestandteile sich verflüchtigten. Das zurückbleibende weiße Pulver, die Knochenasche, besteht aus Apatit, einem Calcium-Phosphat der Formel $\text{Ca}_5(\text{F,Cl,OH,CO}_2)(\text{PO}_4)_3$, der Phosphorgehalt (P_2O_5) liegt bei 40 %. Um Glas

weiß zu färben, (meist wurde hierzu wegen der besseren Glasqualität Pottascheglas verwendet, das so gut wie phosphorfrei ist), mussten dem Gemenge also etwa 15 % Knochenasche zugesetzt werden. Näheres hierzu im Kapitel 8.5.

6.1.13 Sonstige Rohstoffe

Da die Herstellung von Glas in früheren Zeiten immer etwas Geheimnisvolles an sich hatte, ist es leicht verständlich, dass sehr viele Autoren, die ja selten selbst Glasmacher waren, unter den "geheimen Zusätzen" neben den wirksamen Zutaten auch manchen unwirksamen Stoff als Bestandteil eines Glasrezeptes beschrieben. Von diesen soll aber hier nicht die Rede sein, sondern mehr von den Substanzen, die dem Glassatz in geringer Menge zugesetzt wurden, die aber analytisch nicht oder nicht eindeutig nachgewiesen werden können.

Da ist zunächst der Gips ($\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$) zu nennen, der beim Schmelzen zunächst sein Kristallwasser abgibt, später wird der Schwefel freigesetzt, der mit zunehmender Schmelzdauer aus dem Glas entweicht. Zurück bleiben das Calcium und mengenmäßig undefinierte Reste des Schwefels.

Weiter wird oft Salz angeführt, Steinsalz oder Kochsalz (NaCl), das in geringer Menge in der Schmelze löslich ist, ein Überschuss an Chlor kann verdampfen, die analysierbare Chlormenge ist daher ebenfalls nicht mehr für die eingesetzte Salzmenge repräsentativ.

Andere Zusätze dienen wegen ihrer Eigenschaft, in der Glasschmelze zu vergasen, nur dem Zweck der Läuterung, d.h. die aufsteigenden Gasblasen reißen andere Unreinheiten mit, der schließlich auf der Schmelze schwimmende schmutzige Schaum, die Glasgalle, wird abgeschöpft. Zu derartigen Substanzen gehört zunächst der Kohlenstaub, der gleichzeitig in der Schmelze ein reduzierendes Milieu erzeugte und dadurch für die Farbgebung wichtig war. Aber auch Harnstoff ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), Weinstein ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) und Salpeter (KNO_3) werden genannt, wobei der Harnstoff völlig in die Gasphase übergeht, Weinstein und Salpeter darüber hinaus noch eine geringe Menge Kalium (als Flussmittel) abgeben.

Des weiteren werden Bleiverbindungen (z.T. unter der Bezeichnung Silberglätt) zur Verbesserung des Glanzes, Bariumverbindungen (Schwerspat u.a.) zur Erhöhung der Härte und der Lichtbrechung sowie Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10 \text{H}_2\text{O}$) zur Verbesserung des Schmelzverhaltens und der chemischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften des Glases angeführt.

Zur Trübung des Glases wurden Flusspat-, Antimon- und Zinnverbindungen eingesetzt, wobei die Antimonzugabe auch eine läuternde Wirkung haben konnte.

Die Spuren all dieser meist geheimen Zusätze verlieren sich in der Glasschmelze meist wegen ihrer geringen Menge, die, falls in der Analyse doch

nachweisbar, oft auch durch Verunreinigung anderer Rohstoffe erklärt werden kann. Andere Zutaten zerfallen beim Auflösen in der Schmelze, ihre Bestandteile gehen in der großen Menge der Hauptbestandteile unter, andere verlassen die Schmelze in Form von Gas, so dass nur bei sehr großen Zusatzmengen diese auch noch analytisch nachweisbar werden, indem sie die normalen Analysenwerte deutlich anheben. Im Fundmaterial sind diese Zusätze natürlich nicht zu erwarten, doch lassen einzelne Analysen den Schluss zu, dass hier Zutaten nach "geheimen" Rezepten verwendet wurden.

6.2 Glasanalysen

Von 37 Glashütten wurden insgesamt 328 Glasproben analysiert. Bei der Auswahl der Proben wurde in erster Linie Wert darauf gelegt, möglichst das gesamte Farbspektrum der jeweiligen Hütte zu erfassen, wobei Rohglas-Proben bevorzugt wurden. Einzigartige Belegstücke wurden meist nicht analysiert, da sie je nach Art der Präparation zerstört oder zumindest verfärbt worden wären.

Abb. 9 enthält neben einer stark vereinfachten Farbeinteilung auch Angaben über den Zustand der Proben: Rohglas bedeutet, das Glas ist nicht geformt, es sind grobe, unformige Stücke oder an Glashäfen oder Ofenbausteinen anhaften-

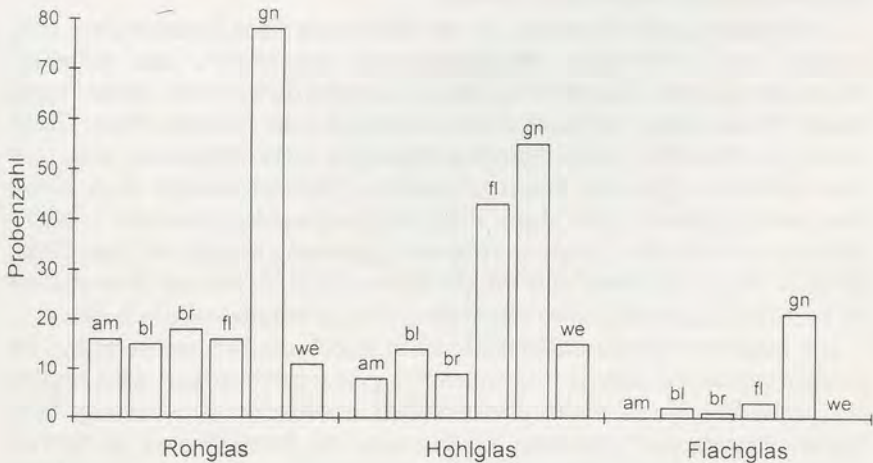


Abb. 9: Verteilung der analysierten Gläser nach Glaszustand und Glasfarbe (am=amethystfarben, bl=blau, br=braun, fl=farblos, gn=grün, we=weiß)

de Reste (Glasfluss). Auch einzelne Glasfäden, Perlen, Tropfen oder sonstige eindeutige Produktionsabfälle werden zum Rohglas gezählt. Dieses Glas ist mit Sicherheit am Ort erschmolzen worden.

Unter Hohlglas wurden alle die Stücke zusammengefasst, die erkennbar zu einem Fertigprodukt gehören, sei es nun als Fuß-, Wand- oder Randstück, während mit Flachglas sowohl Butzenscheiben wie auch Tafelglas bezeichnet werden. Diese Glasproben können in der Glashütte hergestellt worden sein, sie müssen es jedoch nicht, da unterstellt werden muss, dass es in allen Glashütten gängige Praxis war, Glasscherben aufzukaufen, um sie dem Glasgemenge zur Erleichterung des Schmelzvorganges zuzusetzen.

Zur Glasanalyse standen die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) und die Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA) zur Verfügung. Diese Verfahren konnten angewendet werden, da in allen Fällen genügend Probenmaterial (1-4g) vorhanden war. Bei archäologisch wertvollen Objekten bietet sich mittlerweile das von BRONK (1998) entwickelte DIAM-Verfahren an, das eine zerstörungsfreie Analytik gestattet.

Zur Untersuchung sehr kleiner Probestücke wurde auch beim Glas zunächst die AAS eingesetzt. Parallelanalysen mit der RFA zeigten jedoch, dass die mit dieser Methode erreichbaren Genauigkeiten bei weitem ausreichten, auch wenn mit geringerer als der Standard-Einwaage gearbeitet werden musste. Auf diese Weise konnte auf einen aufwendigen Nassaufschluss verzichtet werden, die erzielten Werte waren direkt miteinander vergleichbar, und die Anzahl der analysierten Elemente wurde stark erweitert.

Zur Erfassung aller Elemente, die zur Beurteilung eines Glases wichtig sind, wurden zwei verschiedene Messprogramme angewendet, das Standard-Programm und das Uniquant-Programm. Letzteres liefert zwar etwas "unge- nauere" Werte, erfasst aber auch in einem Messgang die Elemente Fluor, Chlor, Arsen und Schwefel, die im Standard-Programm nicht vorgesehen sind, weil diese Elemente durch die Präparationstechnik (Schmelztablette) stark beeinflusst werden können. Trotz dieser Einschränkung wurden sämtliche Schmelztabletten auch mit dem Uniquant-Programm gemessen, so dass auf diese Weise wichtige zusätzliche Daten über die Gehalte an Chlor, Arsen und Schwefel, die für manche Fragestellungen von Bedeutung sind, gewonnen werden konnten.

Die Messwerte für diese Elemente stellen jedoch nur Minimalwerte dar, die ehemals vorhandene Menge mag wesentlich größer gewesen sein, doch beginnt das Austreiben dieser leicht verdampfenden Substanzen ja nicht erst beim Schmelzvorgang der Präparation, sondern schon im Schmelzhafen bei der Produktion. Die entsprechend der Rezeptur der Glassatzes ehemals vorhandenen Mengen dieser Elemente sind also nie vollständig zu erfassen. Das gilt auch für die Elemente Fluor und Antimon, und da ersteres während des Schmelzauf-

schlusses mit Lithiumborat besonders zum Verdampfen neigt, sind nur die Messwerte angeführt, die deutlich über der Standard-Abweichung liegen.

Die ermittelten Zahlenwerte sind zur besseren Vergleichbarkeit unter Berücksichtigung der jeweiligen Standard-Abweichung auf 100 % normiert.

Bei Gläsern, die wie die Schwarzwälder Waldgläser über mehrere Jahrhunderte hinweg im stets durchfeuchteten Boden gelegen haben, ist eine mehr oder weniger starke Verwitterung nicht auszuschließen (vgl. hierzu auch Kap. 9). Beste Indikatoren für die Verwitterung von Gläsern sind die Alkalien (Natrium und Kalium), die dem Glassatz entsprechend der Rezeptur in bestimmter Menge (z.T. bis über 20%) zugesetzt wurden. Durch feuchte Lagerung werden beide Substanzen dem Glas aber wieder entzogen, so dass bei der Beurteilung von Glasanalysen die Summe der Alkalien ein gutes Kriterium für das Ausmaß der Verwitterung ist.

Für manche Betrachtungen ist die Frage nach dem Erhaltungszustand unerheblich, doch lassen sich andere Verhältnisse nicht korrekt beurteilen, wenn verwitterte und unverwitterte Gläser unterschiedslos miteinander verglichen werden. In der Abb. 10 ist die Summe der Alkalien aller Proben dargestellt.

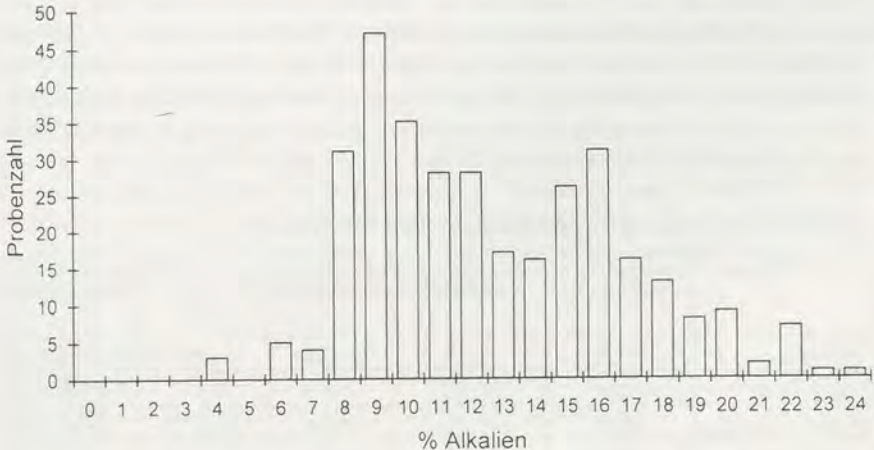


Abb. 10: Verteilung der Alkaligehalte (Summe von K_2O und Na_2O)

Trotz des "markanten" Kurvenverlaufs ist hier die Festlegung der Grenze "verwittert"/"nicht verwittert" bei 7 % $Na_2O + K_2O$ willkürlich. Da aber der ursprüngliche Gehalt an Alkalien nicht feststellbar ist, und somit eine objektive

Festlegung des Verwitterungsgrades unmöglich ist, wurde die 7 %-Grenze beibehalten. Bei diesen Gehalten kann eine normale, d.h. unveränderte Glaszusammensetzung nicht mehr angenommen werden, oder anders ausgedrückt, Gläser mit dieser Zusammensetzung wären mit damaligen Methoden nicht zu verarbeiten gewesen, verdanken also ihren niedrigen Alkaligehalt nicht der Rezeptur, sondern ausschließlich der Verwitterung. Gleichwohl ist zu beachten, dass die 7 %-Grenze willkürlich ist, da auch bei höheren Alkaligehalten mit Verwitterung gerechnet werden muss.

Die Abb. 10 und 15 machen deutlich, dass eine intensive Verwitterung nur bei recht wenigen Proben festgestellt werden kann, wenngleich zahlreiche Proben als angewittert zu betrachten sind, etwa die Gläser mit Alkaligehalten zwischen 7 und 13 %. Daher bleiben zur Vermeidung von Fehlinterpretationen Gläser mit Alkaligehalten unter 7 % bei Bilanzierungsbetrachtungen unberücksichtigt.

Bei der Diskussion der chemischen Analysen erweist es sich als notwendig, die Gläser entsprechend ihrem Typ gesondert zu betrachten. Folgende Typen wurden daher unterschieden: Sodagläser, Aschegläser, Pottaschegläser und Mischgläser. Bei dieser Unterscheidung wurde nicht nur der Gehalt an Alkalien herangezogen, vielmehr ist eine sichere Zuordnung - insbesondere bei den Mischgläsern und auch bei den stets an Alkalien verarmten verwitterten Gläsern - erst durch eine Kombination verschiedener Elemente möglich. Vor allem die Elemente Barium und Phosphor erwiesen sich hier als hilfreich. Sieht man einmal von den Ausreißern ab, bei denen diese Elemente dem Glas absichtlich oder als starke Verunreinigung von anderen Zusätzen beigelegt wurden, lassen sich folgende Kriterien erkennen:

Tabelle 6: Kriterien zur Unterscheidung der Glastypeen

	Si-Gehalt	Na-Gehalt	K-Gehalt	P-Gehalt	Ba-Gehalt
Sodaglas	hoch	hoch	niedrig	niedrig	niedrig
Mischglas	mittel	mittel	mittel	mittel	erhöht
Pottascheglas	hoch	niedrig	hoch	niedrig	niedrig
Ascheglas	niedrig	niedrig	hoch	hoch	hoch

Warum in den verschiedenen Glastypeen die Elemente derart korreliert sind, liegt in den Rohstoffen begründet, eine ausführliche Erläuterung erfolgt im Kapitel 7.

In der Abb. 11 sind die analysierten Proben durch die Kriterien Glaszustand und Glastyp miteinander verknüpft. Sofern es auf Grund der Probenanzahl ge-

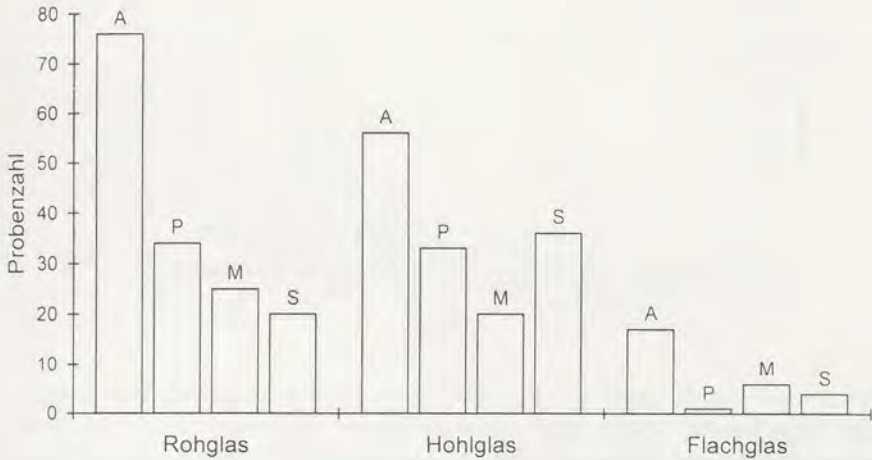


Abb. 11: Verteilung der analysierten Gläser nach Glaszustand und Glastype (A=Ascheglas, P=Pottascheglas, M=Mischglas, S=Sodaglas)

stattet ist, die dargestellten Verhältnisse zu verallgemeinern, lässt sich beim Rohglas eine deutliche Dominanz der Aschegläser feststellen. Pottaschegläser sind schon wesentlich seltener, ihnen folgen die Mischgläser und schließlich die Sodagläser.

Die relativ große Menge der Sodagläser bei den Hohlgläsern ist durch ausgeprägtes Recycling von Sodaglas aus dem Mittelmeerraum zu erklären, während die geringe Menge von Pottaschegläsern unter den Flachgläsern darauf hindeutet, dass die Herstellung von Fensterscheiben aus dem teuren Pottascheglas im Schwarzwald nicht üblich war.

6.2.1 Hauptelemente

Als Hauptelemente werden Silizium (Si), Aluminium (Al), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Natrium (Na) und Kalium (K) behandelt.

Silizium (Si)

Siliziumdioxid (= Kieselsäure SiO_2) ist der Hauptbestandteil des Silikatglases. Der durchschnittliche Gehalt, gemittelt über alle Werte, liegt bei 65.18 %, wobei der Minimalgehalt 51.37 % beträgt. Der Maximalgehalt von 89.20 % dürfte auf einer relativen Anreicherung durch Herauslösen der Alkalien bei der Verwitterung beruhen.

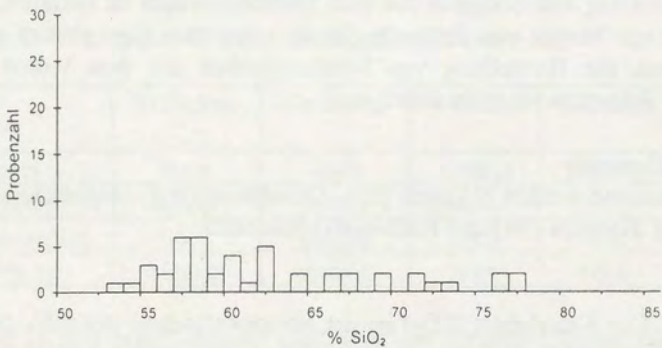
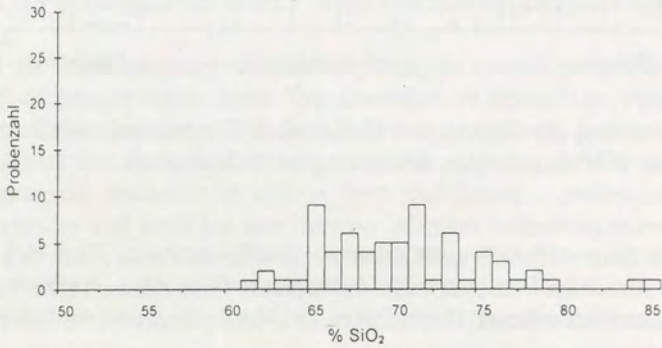
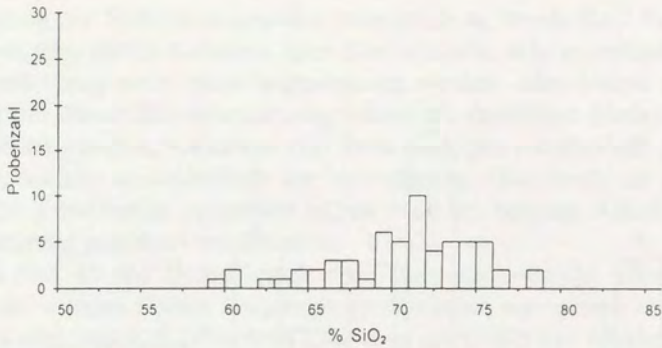
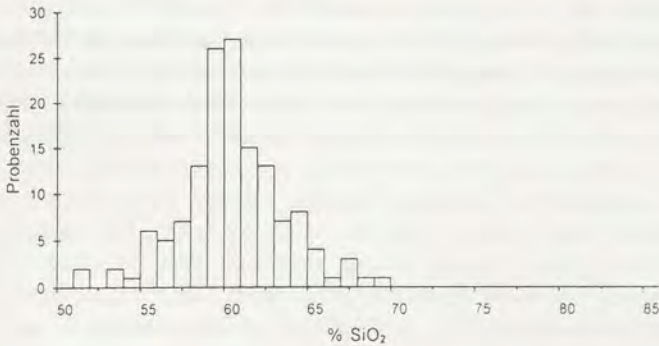


Abb. 12a-d: Verteilung der Kieselsäuregehalte, getrennt nach Glastype (ohne verwitterte Gläser). 12a (oben): Sodagläser, 12b (Mitte): Pottaschgläser, 12c (unten): Mischgläser, 12d (gegenüberliegende Seite oben): Aschegläser



Differenziert man nach verschiedenen Glastypen (vgl. Abb. 12 und Tab. 7), ergeben sich recht eindeutige Zusammenhänge: Aschegläser haben wesentlich geringere SiO₂-Gehalte als Pottaschegläser, die Mischgläser streuen über einen weiten Bereich, während die Sodagläser wiederum recht hohe Gehalte aufweisen.

Tabelle 7: Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte des Siliziumgehaltes

	Ascheglas	Pottascheglas	Mischglas	Sodaglas
grün	53.02-73.90	67.04-76.95	53.63-77.43	60.90-73-70
	Ø 60.57	Ø 74.30	Ø 60.28	Ø 68.58
blau	53.07-71.55	62.39-73.94	57.34-72.40	67.30-76.90
	Ø 0.96	Ø 68.13	Ø 63.53	Ø 71.19
braun	51.37-64.08	65.49-73.30	55.27-76.40	59.49-74.90
	Ø 58.57	Ø 69.31	Ø 63.47	Ø 67.53
amethystfarben	60.31-71.00	61.91-79.94	-	71.55-75.12
	Ø 64.09	Ø 69.68	-	Ø 73.34
weiß	59.87-68.72	63.46-71.18	54.04-86.80	71.05-74.86
	Ø 63.47	Ø 67.14	Ø 68.61	Ø 72.88
farblos	59.46-67.70	64.00-89.20	64.64-77.10	64.85-78.71
	Ø 63.17	Ø 73.78	Ø 70.18	Ø 72.76
Gesamt-Ø	60.79	70.39	63.30	72.33

Als Rohstoff wurden bei vielen Glashütten Quarzbrocken mit relativ frischen Bruchflächen gefunden, ihr Herkunftsort kann allerdings nicht genauer lokalisiert werden. Es handelt sich stets um grobkörnigen Milchquarz aus pegmatoi-

den Mobilisaten, wie sie vielfach im kristallinen Untergrund des Schwarzwaldes, besonders in den Gneisgebieten, vorkommen. Quarzitischer Sandstein aus den glazialen Schottern, Gangquarz aus den hydrothermalen Gängen und Feuerstein wurden nur selten gefunden, und sofern Sand verwendet wurde (vgl. Kapitel 6.1), ist dieser als solcher heute natürlich nicht mehr aufzufinden.

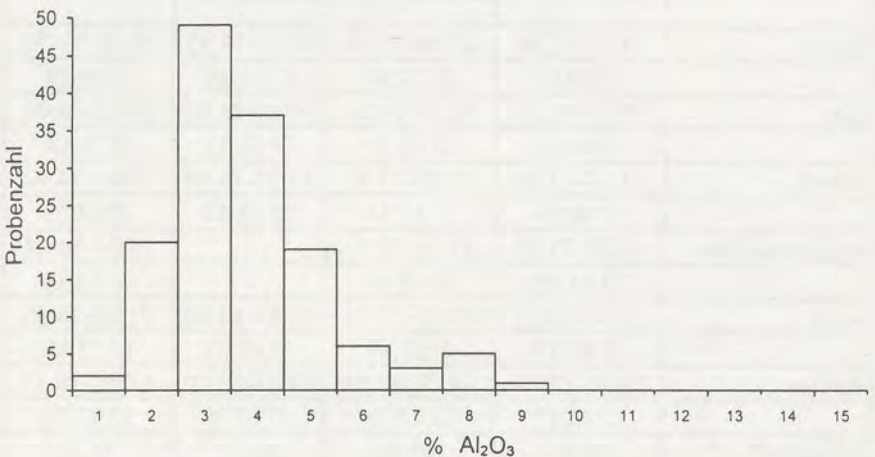
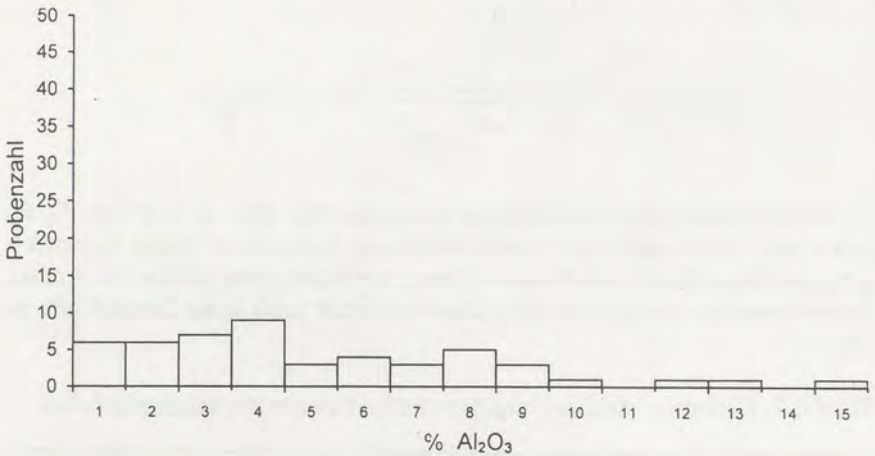


Abb. 13a-d: Verteilung der Aluminiumgehalte, getrennt nach Glasstyp (ohne verwitterte Gläser). 13a (oben): Mischgläser, 13b (unten): Aschegläser, 13c (gegenüberliegende Seite oben): Sodagläser, 13d (gegenüberliegende Seite unten): Pottaschegläser

Aluminium (Al)

Die Aluminiumgehalte schwanken in einem sehr weiten Bereich. Der niedrigste Wert liegt bei 0.23 %, der höchste bei 14.18 %. Auch hier zeigt die Verteilung der Gehalte - sortiert nach den verschiedenen Glasstypen - recht interessante Zusammenhänge (vgl. Abb. 13 und Tabelle 8).

Die Asche enthält zwar etwas Aluminium, doch reicht diese Menge nicht aus, um die wesentlich höheren Aluminiumgehalte im Ascheglas zu erklären. Und da weder Soda noch Pottasche deutliche Anteile zum Aluminiumgehalt beitragen, dürfte bei allen Glasstypen fast die gesamte Menge des Aluminiums auf den Feldspatgehalt im Quarzrohstoff zurückzuführen sein. Entsprechend der chemischen Zusammensetzung des Feldspats gibt der Aluminiumgehalt nach

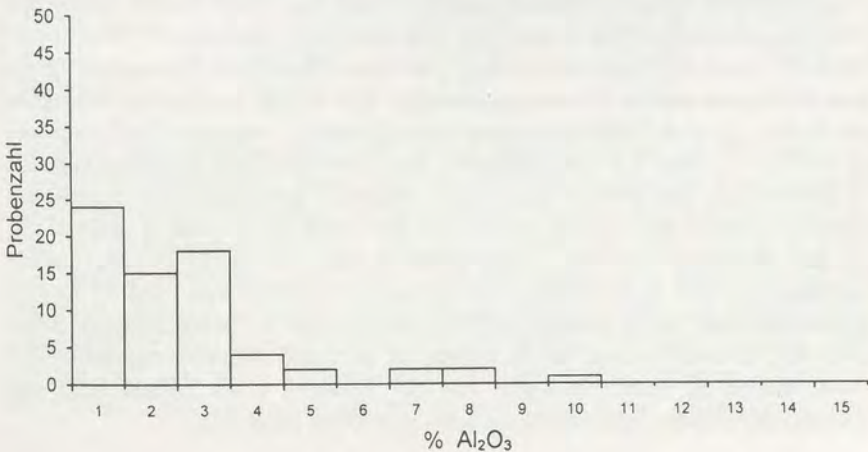
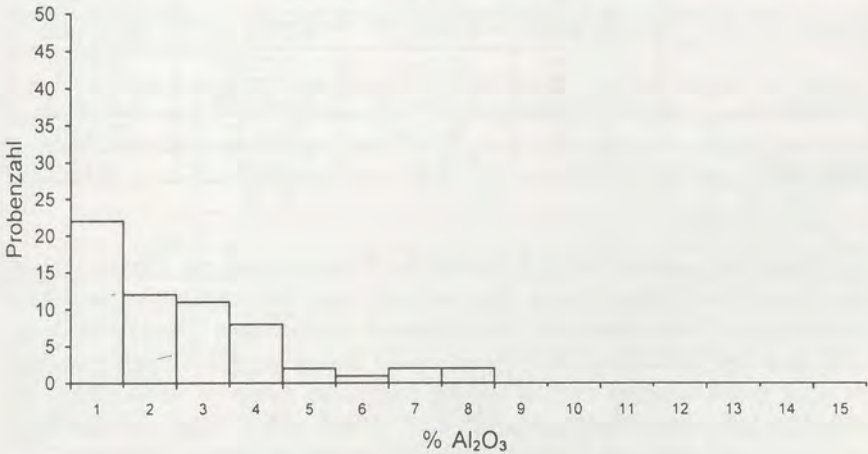


Tabelle 8: Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte des Aluminiumgehaltes

	Ascheglas	Pottascheglas	Mischglas	Sodaglas
grün	1.37-7.96	2.44-9.67	1.24-14.18	1.10-7.20
	Ø 3.45	Ø 4.86	Ø 5.43	Ø 3.15
blau	1.14-7.09	0.88-2.17	1.13-5.93	0.25-1.32
	Ø 3.52	Ø 1.46	Ø 3.44	Ø 0.89
braun	1.07-4.69	1.64-3.00	2.49-8.11	0.58-6.18
	Ø 3.00	Ø 2.46	Ø 4.36	Ø 3.21
amethystfarben	1.18-3.00	0.67-2.96	-	0.51-0.66
	Ø 1.79	Ø 1.51	-	Ø 0.59
weiß	2.00-8-06	0.76-7.27	4.20-9.20	0.64-4.04
	Ø 5.72	Ø 2.66	Ø 7.44	Ø 3.14
farblos	0.90-4.68	0.35-3.31	0.32-1.50	0.23-2.79
	Ø 1.74	Ø 0.88	Ø 0.72	Ø 0.99
Gesamt-Ø	3.26	1.99	4.49	2.13

Multiplikation mit dem Faktor 5 in etwa den Feldspatgehalt an. Übertragen auf den Quarzrohstoff bedeutet dies, dass vielfach stark feldspathaltiger Quarz verwendet wurde, sicher aber nicht in Unkenntnis der Sachlage. Dass nämlich die Qualität dieses Rohstoffs auch hinsichtlich der Bedeutung des Aluminiumgehaltes recht genau beurteilt werden konnte, zeigen die farblosen Aschegläser, bei denen der Aluminiumgehalt zwischen 0.90 % und 4.68 % liegt, ein Qualitätsunterschied aufgrund des Aluminiumgehaltes ist jedoch nicht festzustellen.

Gelegentlich wird die Ansicht geäußert, "dass ein relativ großer Anteil des Aluminiumoxids (im Glas, d.Aut.) aus dem Hafenton" stamme (z.B. WEDEPOHL 1993: 30). Dass dem nicht so ist, mag eine kurze Überlegung klarstellen: In einem Glashafen von 30 l Fassungsvermögen (ca. 75 kg) berührt die Schmelze den Hafen - je nach Hafenform etwas unterschiedlich - auf einer Fläche von etwa 4000 cm². Unter der Voraussetzung, dass der Hafen eine Standzeit von nur 10 Wochen hat, was etwa 50 Schmelzen entspricht (gute Häfen haben mehr als doppelte Standzeiten), und in dieser Zeit die Hälfte der Wandung abschmilzt, (Wandverdünnung von 4 auf 2 cm), gehen je Schmelzvorgang 160 cm³ Hafengewandung (ca. 400 g) in Lösung. Bei einem Al₂O₃-Gehalt von rund 20 % entspricht dies einer Al₂O₃-Menge von 80 g, bezogen auf die Schmelzmenge daher etwa 0.1 %. Diese Menge ist aber auch bei geringen Aluminiumgehalten der Glasschmelze zu vernachlässigen, von der Herkunft eines großen Teils des Aluminiums aus der Hafengewandung kann also keine Rede sein.

Calcium und Magnesium (Ca und Mg)

Da beide Elemente eine enge Koppelung aufweisen, können sie gemeinsam behandelt werden.

Das Calcium bewirkt im Silikatglas einerseits die Härte des Glases, andererseits ist es verantwortlich für die chemische Resistenz, würde es nämlich fehlen, wären die Gläser wasserlöslich. Auch das Magnesium ist wie das Calcium ein Stabilisator, es erhöht besonders die Ritzhärte des Glases (ILLIG 1991: 172).

Die Calciumgehalte überdecken einen relativ weiten Streubereich, lassen aber doch, von Ausreißern abgesehen, je nach Glastyp einzelne Schwerpunkte erkennen. Die folgende Tabelle zeigt die Minimal-, Durchschnitts- und Maximalwerte, eindeutige Ausreißer wurden nicht gewertet.

Tabelle 9: Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte des Calciumgehaltes (ohne verwiterte Gläser)

	Ascheglas	Pottascheglas	Mischglas	Sodaglas
grün	10.13-22.29	5.76-7.83	14.78-22.33	7.10-14.10
	Ø 18.37	Ø 6.87	Ø 18.97	Ø 10.42
blau	10.50-19.70	4.03-7.77	5.52-19.97	5.48-13.90
	Ø 18.08	Ø 5.89	Ø 12.57	Ø 8.93
braun	12.88-21.51	6.50-8.85	13.00-14.72	6.25-13.52
	Ø 17.73	Ø 7.37	Ø 13.99	Ø 9.90
amethystfarben	12.36-19.24	5.14-9.93	-	4.14-5.07
	Ø 15.61	Ø 7.70	Ø -	Ø 4.60
weiß	8.69-18.77	7.00-11.19	18.48-19.59	2.60-4.86
	Ø 12.09	Ø 8.70	Ø 19.03	Ø 3.60
farblos	12.92-18.97	1.83-10.81	4.30-16.40	3.31-14.50
	Ø 16.49	Ø 5.56	Ø 10.08	Ø 8.93
Gesamt-Ø	16.48	6.91	15.98	7.73

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass der Gehalt an Calcium zwar variabel ist, aber durchaus bestimmten Regeln folgt. So liegt der durchschnittliche Gehalt bei den Pottasche- und Sodagläsern recht niedrig, während die Gehalte bei den Mischgläsern und den Aschegläsern mehr als doppelt so hoch sind, woraus ersichtlich wird, dass - zunächst einmal ohne Rücksicht auf die Glasfarbe - bei den verschiedenen Glastypen Rohstoffe mit unterschiedlichem Calciumgehalt zum Einsatz kamen. Darüber hinaus wird aber aus den Abb. 14a-14d auch ersichtlich, dass bei der Herstellung der verschiedenen Glastypen nur wenige Rohstoffe mit grundsätzlich unterschiedlicher Zusammensetzung

verwendet wurden: Die Asche war stets calciumreich, Soda und Pottasche dagegen fast calciumfrei.

Innerhalb einer Glasfarbe sind zwar auch Schwerpunkte zu erkennen, doch ist der Streubereich meist so groß, dass hier eher die Rezeptur als der Rohstoff gehaltsbedingend war.

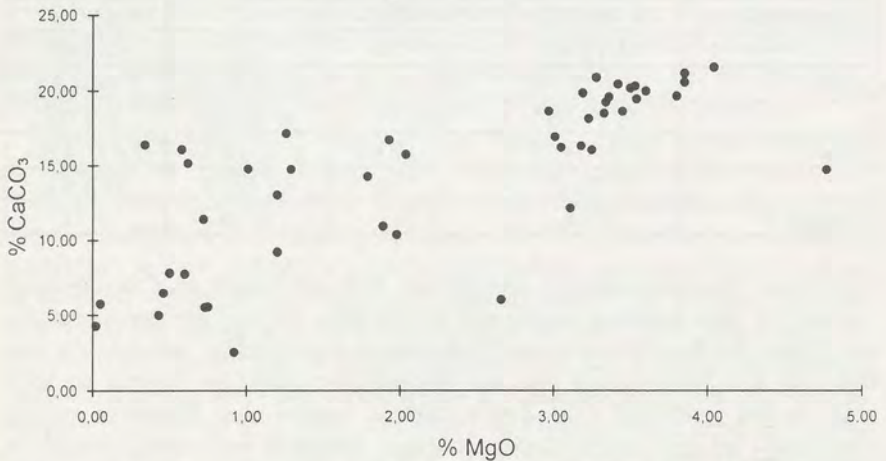
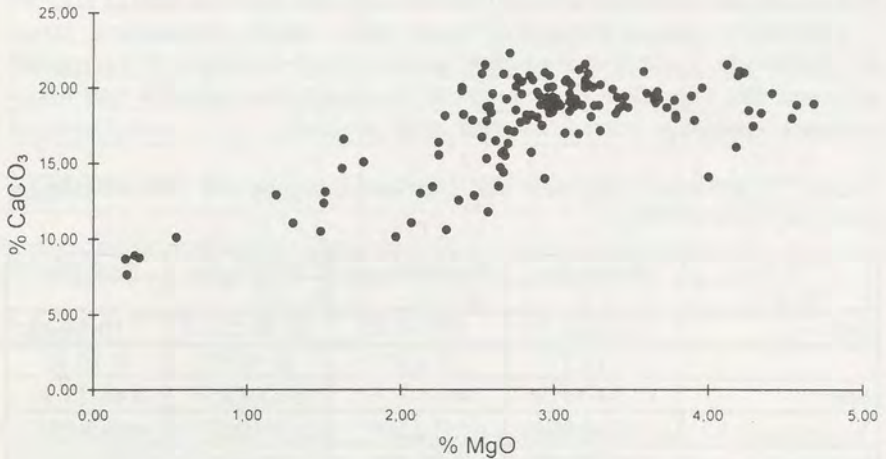
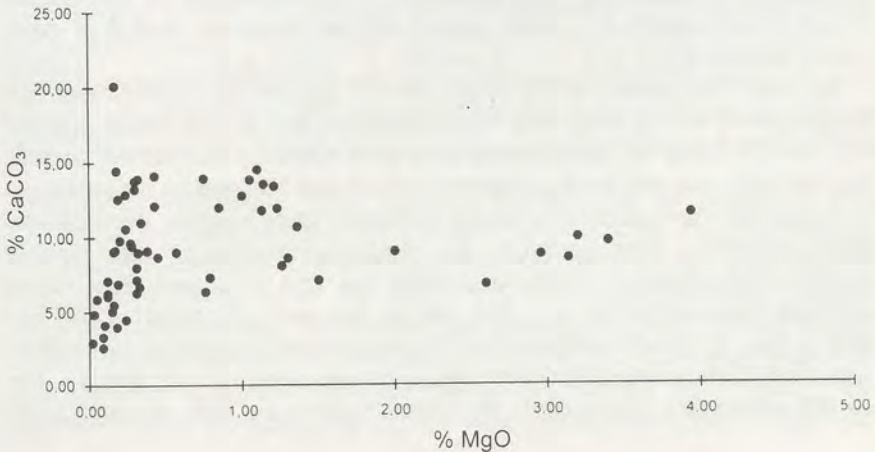
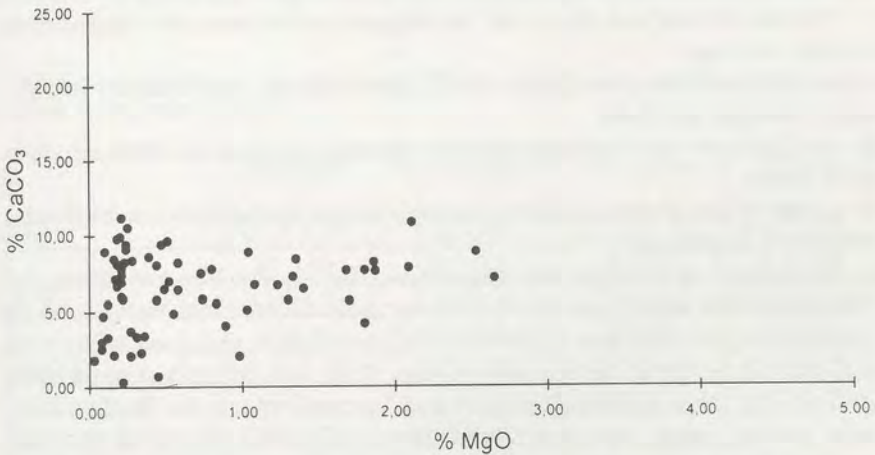


Abb. 14a-d: Calcium/Magnesium-Verhältnisse (ohne verwitterte Gläser).
14a (oben): Aschegläser, 14b (unten): Pottaschegläser, 14c (gegenüberliegende Seite oben): Mischgläser, 14d (gegenüberliegende Seite unten): Sodagläser

Auch beim Magnesium schwanken die Gehalte in weiten Grenzen, wenn man alle Gläser gemeinsam betrachtet. Dies relativiert sich jedoch bezüglich einzelner Glástypen, wobei die verschiedenen Farben offenbar noch eine weitere Differenzierung gestatten. Mehr noch als beim Calcium wird hier aber ein weiteres Phänomen deutlich: Innerhalb einer Farbe lassen sich bei den verschiedenen Glástypen separate Gruppen erkennen, z.B. bei den braunen Sodagläsern solche mit Magnesiumgehalten von 0.2 und 1.2 %, oder bei den Mischgläsern solche mit 0.7 und 3.5 %.

Die Darstellungen der Magnesium/Calcium-Verhältnisse lassen eine ganze Reihe von derartigen Gruppierungen erkennen, die oftmals eine Glashütte re-



präsentieren oder sogar mehrere zeitgleiche Hütten. So stammen z.B. alle Mischgläser mit Magnesiumgehalten über 3.2 % und Calciumgehalten über 18 % aus vier Glashütten, die sämtlich um 1550 in Betrieb waren. Hier ist also zu vermuten, dass gleiche Rohstoffe und gleiche Rezepturen verwendet wurden.

Aus den Magnesium/Calcium-Korrelationsdiagrammen geht außerdem hervor, dass es einige bevorzugte Magnesium/Calcium-Verhältnisse gibt: Bei den Sodagläsern z.B. 1:3 neben 1:12 und 1:50, bei den Mischgläsern 1:6, bei den Pottaschegläsern 1:6 und 1:50 und bei den Aschegläsern 1:6 (weniger ausgeprägt sind hier noch die Verhältnisse 1:3 und 1:12). Daraus ist zu folgern, dass auch die Rohstoffe beide Elemente in bevorzugten Verhältnissen enthielten und verschiedene Rohstoffe in bestimmten Verhältnissen gemischt wurden.

Für das Calcium und ebenso für das Magnesium kommen drei verschiedene Quellen in Frage:

1. aus Verunreinigung im Quarzrohstoff durch Kalkspat und Dolomit, weniger durch Feldspat und Biotit
2. aus Kalkstein oder Dolomit, die dem Gemenge bewusst zur Härtung zugesetzt wurden
3. aus der Buchenholzasche, dies allerdings nur bei Aschegläsern und teilweise bei den Mischgläsern

Die Menge an Calcium und Magnesium, die aus der Verunreinigung des Quarzrohstoffes stammt, ist für die Schwarzwald-Gläser wohl weitgehend zu vernachlässigen, nach den Analysen sind Quarzbrocken und Sand weitgehend kalkfrei (vgl. Analysen Nr. R01-R05 in Kap. 12.3). Die Aschegläser dürften den größten Teil ihres gesamten Calciums und Magnesiums aus der Buchenholzasche bezogen haben, worauf die übereinstimmenden Verhältnisse in den Gläsern und den Aschen hinweisen. Eine Zumischung von Kalkstein ist jedoch nur bei wenigen Aschegläsern - rein rechnerisch - auszuschließen. In den meisten Fällen muss dagegen eine nicht quantifizierbare Menge an Kalkstein zugesetzt worden sein.

Bei den Mischgläsern dürfte es sich ähnlich wie bei den Aschegläsern verhalten haben, bei den Soda- und Pottaschegläsern war es aber immer notwendig, zur Erhöhung der Glasstabilität auch noch Kalkstein zuzusetzen, da Soda und Pottasche nur sehr geringe Mengen Calcium und Magnesium enthalten.

Durch die Verwendung sehr reinen Kalksteins ist es möglich, den Calciumgehalt anzuheben, ohne gleichzeitig den Magnesiumgehalt zu erhöhen, die sehr niedrigen Magnesium/Calcium-Verhältnisse um 1:50 bei diesen Gläsern sind auf diese Weise erklärlich (vgl. Abb. 14a bis 14d sowie die Analysen R07 und R08 in Kap. 12.3). Mit zunehmendem Magnesiumanteil ist aber zu unterstellen, dass der Kalkstein mehr oder minder große Mengen Dolomit enthalten hat. Das ist bei zahlreichen Vorkommen des Muschelkalkes der Fall, der eingesetzte

Kalkstein kann also durchaus derartigen Gesteinen aus der westlich des Schwarzwaldes gelegenen Vorbergzone oder dem östlich des Schwarzwaldes auftretenden Muschelkalk entstammen (vgl. Analyse Nr R09 in Kap. 12.3).

Natrium (Na)

Natrium wirkt in der Glasschmelze als Flussmittel, es senkt also die Schmelztemperatur und ergibt ein "langes", d.h. über einen großen Temperaturbereich formbares Glas. Die analysierten Gehalte liegen zwischen 0.09 und 21.04 %, wobei niedrige Werte nicht notwendigerweise auf Verwitterung beruhen.

Die Tabelle 10 zeigt die Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte, getrennt nach Glastypen und Glasfarben, eindeutige Ausreißer wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 10: Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte des Natriumgehaltes (ohne verwitterte Gläser)

	Ascheglas	Pottascheglas	Mischglas	Sodaglas
grün	0.12-1.97	0.21-1.52	2.31-11.75	8.47-15.82
	Ø 0.69	Ø 0.35	Ø 5.06	Ø 11.93
blau	0.19-1.72	0.46-0.99	2.79-6.98	9.00-21.04
	Ø 0.84	Ø 0.73	Ø 4.89	Ø 15.68
braun	0.20-1.20	0.42-1.20	3.22-8.60	8.62-19.20
	Ø 0.56	Ø 0.72	Ø 5.53	Ø 13.15
amethystfarben	0.11-0.21	0.15-1.69	-	14.32-16.79
	Ø 0.15	Ø 0.85	-	Ø 15.55
weiß	0.31-1.23	0.22-0.83	2.37-3.12	11.08-14.84
	Ø 0.69	Ø 0.43	Ø 2.76	Ø 13.26
farblos	0.17-0.85	0.09-1.50	3.34-12.69	9.10-17.98
	Ø 0.46	Ø 0.67	Ø 7.71	Ø 12.76
Gesamt-Ø	0.66	0.63	5.45	12.92

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die Natriumwerte in weiten Grenzen schwanken, was auch innerhalb der einzelnen Glastypen und -farben noch stark vom Erhaltungszustand des Glases beeinflusst werden kann (vgl. auch Kap. 9). Nach GMÜR-BRIANZA (1990: 102 und 110) stellt die Auslaugung der Alkalien den ersten Schritt bei der Verwitterung dar. An Stelle der Alkalien wird Wasser eingelagert, eine sichtbare Veränderung des Glases ist hiermit noch nicht notwendigerweise verbunden. So zeigen die nach der Analyse als "verwittert" bestimmten Gläser nur selten auch echte, makroskopisch erkennbare Verwitte-

runnungsspuren, während Gläser mit matter, also angewitterter Oberfläche nicht unbedingt auch niedrige Alkali-Werte aufweisen.

Die Abb. 15 zeigt in der linken unteren Ecke die Gruppe der durch Verwitterung an Alkalien verarmten Gläser. Aufgrund ihrer Lage scheinen sie sämtlich aus den Mischgläsern und den Kaligläsern (Aschegläser und Pottaschegläser) hervorgegangen zu sein. Bei den Sodagläsern ist zwar auch mit Verwitterung zu rechnen, doch ist sie bei weitem nicht so intensiv ausgeprägt wie bei den anderen Gläsern, Natriumgehalte unter 8 % wurden bei ihnen nicht beobachtet.

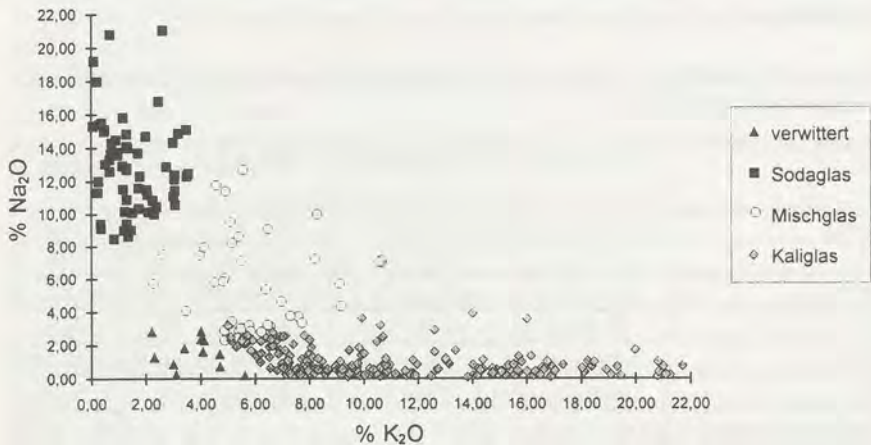


Abb. 15: Natrium/Kalium-Verhältnisse

Kaligläser enthalten ebenfalls stets etwas Natrium, meist unter 1 %. Die Mischgläser (auch als Kali-Natron-Gläser bzw. Natron-Kali-Gläser zu bezeichnen) enthalten sowohl Kalium wie auch Natrium in deutlicher, wenn auch variabler Menge. Bei einem Teil dieser Gläser sind die Kaliumgehalte als Verunreinigung durch unsauberen Quarzrohstoff zu deuten. Dann ist der Aluminiumgehalt meist recht hoch, verursacht durch einen hohen Feldspatanteil.

Mit Hilfe des Aluminiumgehaltes lässt sich der Feldspatgehalt berechnen und mit ihm der "eingeschleppte" Anteil an Alkalien, meist Kalium (vgl. Rohstoffanalysen R01-R05 in Kap. 12.3). Reduziert man die Glasanalyse um diesen Feldspatanteil, lässt sich aus dem Mischglas meist ein Sodaglas errechnen, wozu dann auch die anderen Kriterien passen. Als Beispiel sei hier das Glas 37.03 (Rohglas, grün, Nordrach Fabrik) angeführt:

mit Feldspatgehalt im Rohstoff

SiO₂ 62.15 Al₂O₃ 7.85 Na₂O 5.85 K₂O 4.82 = Mischglas

nach rechnerischem Abzug des Feldspatgehaltes

SiO₂ 59.35 Al₂O₃ 1.66 Na₂O 9.63 K₂O 0.00 = Sodaglas

Bei etwa einem Drittel aller Mischgläser reicht aber der Aluminiumgehalt nicht aus, um den hohen Kaliumgehalt rechnerisch zu eliminieren, z.B. bei Glas Nr. 29.12 (Flachglas, blau, Nordrach Neuglashütte, vgl. Kap. 12.4)

mit Feldspatgehalt im Rohstoff

SiO₂ 72.40 Al₂O₃ 1.15 Na₂O 6.98 K₂O 10.66 = Mischglas

nach rechnerischem Abzug des Feldspatgehaltes

SiO₂ 73.60 Al₂O₃ 0.00 Na₂O 7.52 K₂O 9.59 = Mischglas

In diesen Fällen handelt es sich um echte Kalium-Natrium-Gläser, deren Natrium/Kalium-Verhältnis der Rezeptur zuzuschreiben ist, die den Zusatz von Scherben vorsah, unter denen sich wohl stets auch Sodagläser befunden haben.

Durch rechnerisches Zusammenmischen von Sodaglas und Pottascheglas oder Ascheglas lassen sich ohne weiteres "Analysen" erzeugen, die denen der Mischgläser entsprechen. Zu diesem Zweck wurden von den verschiedenen Glastypen die Analysen mit dem höchsten Gehalt an Alkalien (= Anzeichen für geringe Verwitterung) gemittelt und miteinander im Verhältnis 2:1, 1:1 und 1:2 verrechnet. Das Ergebnis sind Analysen, die bei den Mischgläsern identische Entsprechungen haben. Dies lässt sich zwar noch nicht als eindeutiger Beweis für die Verwendung von Fremdglas - in diesem Falle von Sodaglas aus Importware - bei den betreffenden Glashütten werten, doch spricht die weite Streuung der Natrium/Kalium-Verhältnisse als Folge der mengenmäßig nicht festgelegten Zugabe von Natrium mit den Scherben auch für eine derartige Deutung.

Tabelle 11: Mittelwerte unverwitterter Soda(S)-, Pottasche(P)-, Asche(A)- und Mischgläser und deren Mischungen in verschiedenen Verhältnissen

Glastyp	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Sodaglas	71.31	0.71	0.18	0.13	0.13	5.93	19.33	0.32	0.01
P.-Glas	70.66	0.65	0.22	0.56	0.25	6.76	0.55	20.13	0.14
Ascheglas	62.25	1.62	0.38	0.90	1.99	14.07	0.26	16.17	0.96
Mischglas	69.03	0.79	0.28	0.21	1.22	7.79	9.20	8.77	0.58
S:P=2:1	71.09	0.69	0.19	0.27	0.17	6.21	13.07	6.92	0.05
S:P=1:1	70.99	0.68	0.20	0.34	0.19	6.34	9.94	10.22	0.07
S:P=1:2	70.88	0.67	0.21	0.43	0.21	6.48	6.81	13.53	0.09
S:A=2:1	68.29	1.01	0.25	0.27	0.75	8.64	12.97	5.60	0.33
S:A=1:1	66.78	1.16	0.28	0.51	1.06	10.00	9.80	8.25	0.48
S:A=1:2	65.27	1.32	0.31	0.64	1.37	11.36	6.62	10.89	0.64

Interessanterweise bleibt der primäre Glasstyp (Pottascheglas oder Ascheglas) trotz der beachtlichen Zumischung von Sodaglas deutlich erkennbar, z.B. am Phosphorgehalt.

Eine in allen Fällen eindeutige Rückrechnung der Analysen auf feldspatfreien Quarzrohstoff und den zugesetzten Scherbenanteil ist nicht möglich, da die Aluminium/Natrium/Kalium-Verhältnisse recht variabel sein können, so dass auf eine Bereinigung der Analysenwerte der Mischgläser zum Zwecke der besseren Vergleichbarkeit verzichtet wurde. Statistische Aussagen, die diesen Glasstyp betreffen, sind daher - je nach Thema - mit entsprechendem Vorbehalt zu betrachten, zumal die Grenzen zu den Soda- bzw. Kaligläsern willkürlich gezogen wurden.

Neben dem erwähnten Feldspatgehalt im Quarzrohstoff und einer möglichen Zumischung von Sodaglas-Scherben ist bei den Sodagläsern und einem Teil der Mischgläser reine Soda als Quelle des Natriumgehaltes zu betrachten. Zur Verfügung stand für die Waldglashütten sowohl Rohsoda (aus Salzseen) neben Pflanzensoda, die z.B. aus Spanien oder Frankreich importiert werden konnte (NEUMANN 1925: 780f.). Erst ab dem beginnenden 19. Jahrhundert stand auch synthetische Soda zur Verfügung (vgl. Kap. 6.1.10).

Schließlich ist in der Abb. 15 ein kleiner Bereich (bei Na_2O um 2-3 %, K_2O um 5-7 %) zu erkennen, bei dem die Unterscheidung zwischen Mischglas und Kaliglas nur auf der Basis des Natrium/Kalium-Verhältnisses wegen Überlapung der Werte nicht möglich ist. Hier wurde die Zuordnung zum jeweiligen Glasstyp auf Grund anderer charakteristischer Elementgehalte bzw. -verhältnisse getroffen. Bei einigen dieser Gläser scheint allein die Verwendung von Buchenholzasche mit einem abweichenden Natrium/Kalium-Verhältnis den Mischglasstyp hervorzurufen. Inwieweit diese Annahme aber tatsächlich zutrifft und wie häufig dieser Fall realisiert ist, soll in einer gesonderten Untersuchung überprüft werden.

Kalium (K)

Ebenso wie das Natrium wirkt auch das Kalium als Flussmittel, doch liefert es eher ein "kurzes" Glas (Verarbeitungsbereich nur zwischen 750 und 1050°C) als das Natrium, das einen Verarbeitungsbereich von etwa 700 bis 1100°C aufweist.

Da Kalium und Natrium sich bei den hier untersuchten Gläsern gegenseitig ergänzen oder auch ausschließen, gilt das beim Natrium Gesagte mit "umgekehrten Vorzeichen". Die Tabelle 12 zeigt, dass im Einzelfall die Variabilität sehr groß sein kann, die durchschnittlichen Gehalte je nach Glasstyp aber charakteristisch sind. Wichtig ist hierbei die Feststellung, dass die Pottaschegläser wesentlich höhere Kaligehalte als die Aschegläser haben.

Tabelle 12: Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte des Kaliumgehaltes (ohne verwitterte Gläser)

	Aschglas	Pottascheglas	Mischglas	Sodaglas
grün	5.50-16.33	6.21-16.61	3.97-10.64	0.28-2.75
	Ø 8.85	Ø 11.42	Ø 5.64	Ø 1.38
blau	5.91-16.91	10.56-20.81	5.53-10.66	0.68-3.19
	Ø 8.89	Ø 14.18	Ø 8.09	Ø 1.80
braun	9.12-14.20	10.80-18.90	2.27-7.57	0.08-3.06
	Ø 10.37	Ø 15.33	Ø 4.61	Ø 1.44
amethystfarben	11.16-16.87	11.80-21.70	-	2.45-2.99
	Ø 13.31	Ø 17.17	-	Ø 2.72
weiß	6.98-15.07	7.29-17.03	5.57-6.55	0.67-3.06
	Ø 10.99	Ø 13.67	Ø 6.11	Ø 2.01
farblos	10.47-16.24	7.20-21.25	4.92-9.15	0.05-3.55
	Ø 12.42	Ø 15.51	Ø 7.31	Ø 1.38
Gesamt-Ø	9.47	14.55	6.04	1.52

Auch für das Kalium gilt, dass verschiedene Quellen in Frage kommen. Zunächst ist für alle Gläser festzustellen, dass der Quarzrohstoff eine zwar geringe, aber doch recht variable Menge an Kalium enthält. Bei den Sodagläsern ist bekannt, dass auch die natürliche Rohsoda stets etwas Kalium führt, weisen doch fast alle römischen Gläser, die mit dieser Soda hergestellt wurden, einen geringen Kaliumgehalt auf. Bei der Pflanzensoda kann dieser Gehalt schon wesentlich höher sein (NEUMANN 1925: 780 und BEZBORODOV 1975: 50).

Die am häufigsten im Schwarzwald verwendete Buchenholzasche besitzt Kaliumgehalte zwischen 25 und 50 %, durch das Sieden zu Pottasche wird dieser Wert auf das Doppelte gesteigert.

6.2.2 Nebenelemente

Als Nebenelemente werden auch Eisen (Fe), Mangan (Mn) und Phosphor (P) behandelt, obwohl ihre Gehalte gelegentlich die Gehalte der Hauptelemente übertreffen, doch liegen hier meist Sonderfälle vor, bei denen die "Nebenelemente" gezielt in größerer Menge zugesetzt wurden.

Eisen (Fe)

Die Eisengehalte, die ja auch z.T. für die Farbe des Glases verantwortlich sind, schwanken in weiten Grenzen. Die Tabelle 13 zeigt die Minimal-, Maximal-

und Durchschnittswerte, getrennt nach Glastyp und Farbe, die Abb. 16a bis 16d zeigen die Verteilung der Messwerte.

Tabelle 13: Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte des Eisengehaltes (ohne verwitterte Gläser)

	Ascheglas	Pottascheglas	Mischglas	Sodaglas
grün	0.34-2.00	0.33-1.32	0.23-2.04	0.18-3.10
	Ø 0.82	Ø 0.75	Ø 1.08	Ø 0.80
blau	0.32-1.24	0.30-2.06	0.48-1.73	0.09-0.26
	Ø 0.90	Ø 0.98	Ø 1.00	Ø 0.18
braun	0.33-1.32	0.30-0.56	0.23-1.67	0.12-1.77
	Ø 0.80	Ø 0.43	Ø 0.89	Ø 0.71
amethystfarben	0.25-0.85	0.12-1.02	-	0.13
	Ø 0.43	Ø 0.32	-	0.13
weiß	0.44-1.36	0.16-1.79	1.23-2.36	0.07-0.21
	Ø 0.95	Ø 0.43	Ø 1.79	Ø 0.14
farblos	0.21-0.82	0.05-1.00	0.07-0.32	0.04-0.55
	Ø 0.38	Ø 0.24	Ø 0.14	Ø 0.17
Gesamt-Ø	0.78	0.53	0.92	0.43

Die Pottaschegläser haben die durchschnittlich geringsten Gehalte, nur fünf Proben liegen über 1 %. Auch die Sodagläser weisen durchweg geringe Gehalte auf, allerdings findet sich unter ihnen auch der Maximalwert (3.1 %). Die Mischgläser nehmen auch hier eine Mittelstellung ein, während die höchsten Gehalte bei den Aschegläsern auftreten. Werte von 0.2 % werden nie unterschritten, 18 Proben liegen über 1 %. Auch hier spiegelt sich also die Reinheit des Rohstoffes wider.

Aufgrund der geologischen Gegebenheiten ist anzunehmen, dass in den Schwarzwälder Glashütten kein Quarzrohstoff bzw. Sand verwendet wurde, der weniger als 0.1 % Fe_2O_3 als Verunreinigung enthielt. Zur Herstellung des einheimischen Sodaglasses muss daher eine Soda benutzt worden sein, die praktisch eisenfrei war. Ähnlich verhält es sich mit den Pottaschegläsern. Auch hier sind die eisenärmsten Gläser mit der reinsten Pottasche hergestellt worden, deren Eisengehalt bei 0.02 % gelegen haben mag. So wird auch verständlich, dass bei Verwendung der Asche mit Eisengehalten zwischen 0.2 und 10 % die Gehalte im Glas nicht unter 0.2 % absinken konnten. Bei Aschegläsern ist daher die Zugabe von Eisen in anderer Form als durch die Asche nicht anzunehmen,

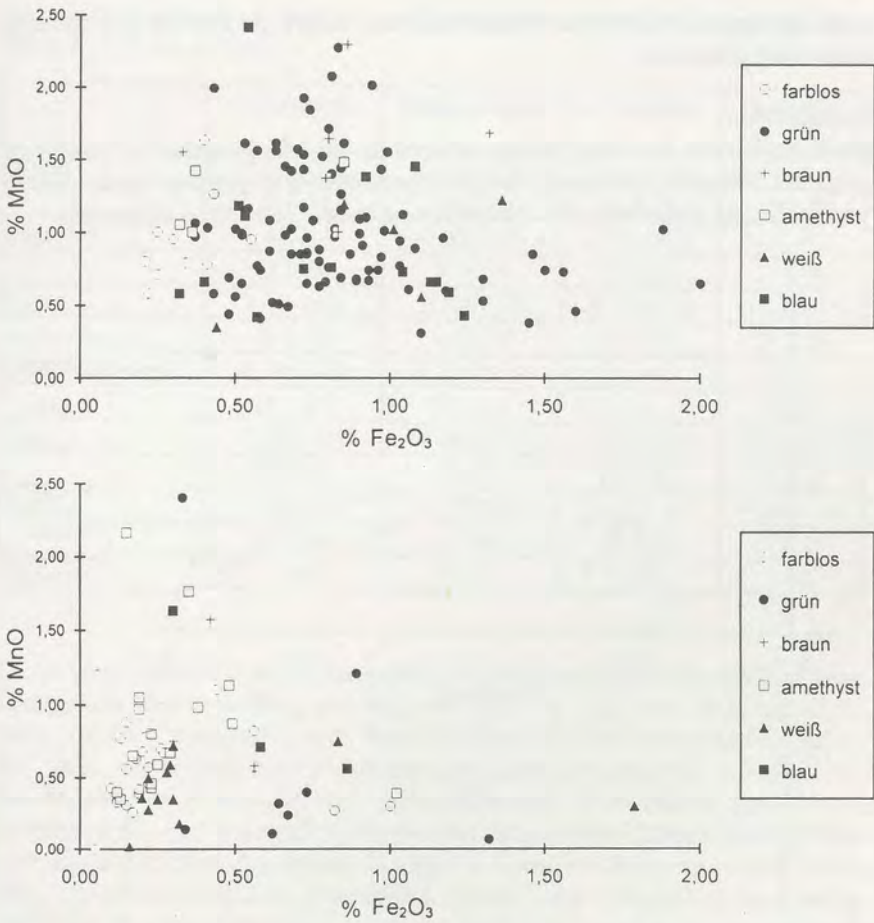


Abb. 16a-b: Mangan/Eisen-Verhältnisse (ohne verwiterte Gläser). 16a (oben): Aschegläser, 16b (unten): Pottaschegläser

Aus maßstäblichen Gründen sind folgende Werte nicht eingetragen:

Sodaglas - braun: 3.48/1.13; 3.09/1.68; 4.93/1.77

- grün: 0.07/3.1

Pottascheglas - amethystfarben: 5.0/0.33; 10.7/0.51

- blau: 0.06/2.06

Ascheglas - braun: 2.81/0.45; 3.92/0.87

- grün: 3.00/0.62; 3.49/0.77; 3.04/0.90; 2.82/0.95

Mischglas - braun: 2.84/0.92; 6.12/1.02; 5.63/1.67

- grün: 0.57/2.04; 0.29/2.36

wohl aber bei den Soda- und Pottaschegläsern, sofern sie erhöhte Eisengehalte haben und grün sind.

Mangan (Mn)

Noch stärker als die Eisengehalte schwanken die Mangangehalte. Tabelle 14 zeigt die Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte, getrennt nach Glastyp und Farbe, die Verteilung aller Messwerte ist in den Abb. 16a-d dargestellt.

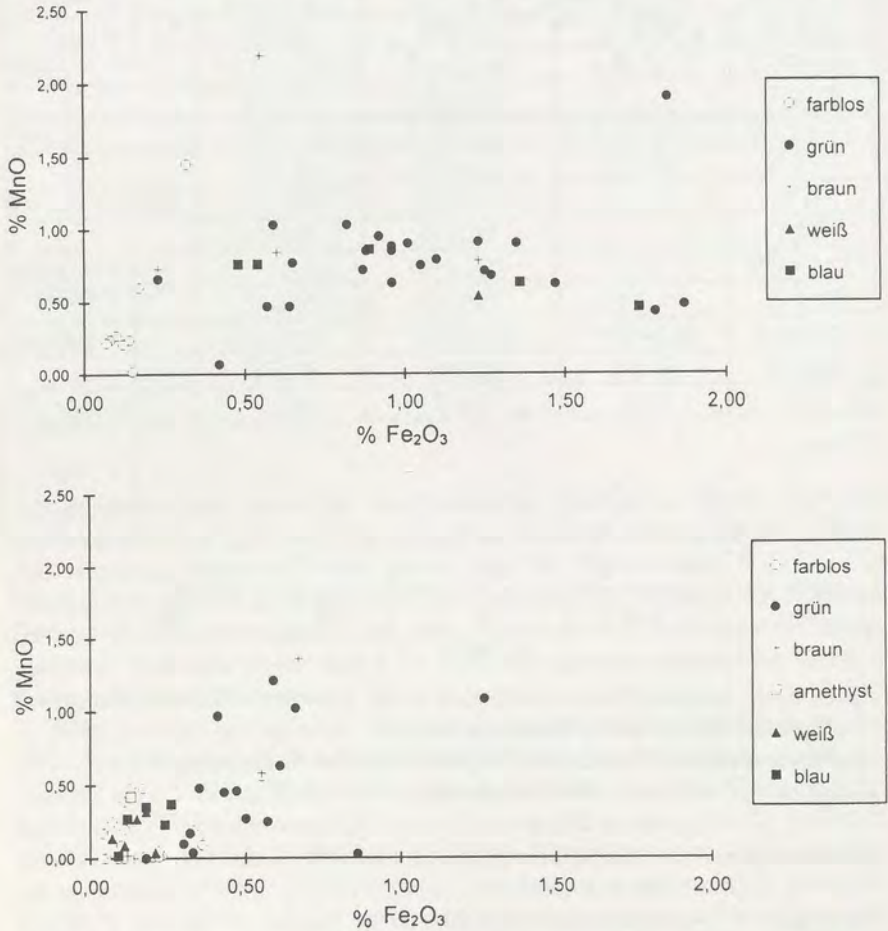


Abb. 16c-d: Mangan/Eisen-Verhältnisse (ohne verwitterte Gläser). 16c (oben): Mischgläser, 16d (unten): Sodagläser. Aus maßstäblichen Gründen sind einige Werte nicht eingetragen (vgl. Abbildungsunterschrift zu Abb. 16a-b)

Tabelle 14: Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte des Mangangehaltes (ohne verwittrte Gläser)

	Ascheglas	Pottascheglas	Mischglas	Sodaglas
grün	0.11-3.49	0.07-2.40	0.43-1.90	0.00-1.21
	Ø 1.04	Ø 0.91	Ø 0.75	Ø 0.41
blau	0.42-2.41	0.06-1.63	0.46-0.86	0.02-0.37
	Ø 0.86	Ø 0.80	Ø 0.69	Ø 0.25
braun	1.00-3.92	0.58-1.57	0.73-6.12	0.00-4.93
	Ø 2.11	Ø 0.97	Ø 2.73	Ø 1.54
amethystfarben	0.59-1.48	0.35-10.70	-	0.42
	Ø 1.11	Ø 1.69	-	0.42
weiß	0.35-1.22	0.02-0.75	0.30-0.54	0.04-0.32
	Ø 0.87	Ø 0.41	Ø 0.42	Ø 0.17
farblos	0.58-1.63	0.00-1.10	0.02-1.45	0.00-0.56
	Ø 0.93	Ø 0.54	Ø 0.41	Ø 0.15
Gesamt-Ø	1.06	0.91	0.96	0.46

Da im Quarzrohstoff und im gelegentlich verwendeten Kalkstein praktisch kein Mangan als Verunreinigung auftritt (max. 0.03 %), und auch Soda und Pottasche praktisch manganfrei sind, bleibt als Quelle für den Mangangehalt neben der Asche, die beträchtliche Mangangehalte aufweisen kann, nur die absichtliche Zugabe von Braunstein, der "Glasmacherseife". Dies kommt auch in der obigen Tabelle zum Ausdruck: Sodaglas und Pottascheglas dürften Gehalte über 0.03 % der gezielten Zugabe von Mangan in Form von Braunstein oder ähnlichen Mineralen verdanken, andererseits ist aber auch festzustellen, dass selbst sehr hohe Mangangehalte hinsichtlich der Entfärbung wirkungslos sein können. (Näheres hierzu im Kapitel 8.6).

Phosphor (P)

Phosphor ist das Nebenelement, das die stärksten Schwankungen aufweist. Neben einer Reihe von Gläsern, die völlig phosphorfrei sind, gibt es auch zahlreiche Gläser mit Werten über 5 % P_2O_5 . Die Tabelle 15 zeigt, dass die Phosphorgehalte für den Glastyp und z.T. für die Glasfarbe charakteristisch sind.

Tabelle 15: Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte des Phosphorgehaltes (ohne verwittrte Gläser)

	Ascheglas	Pottascheglas	Mischglas	Sodaglas
grün	0.68-3.67	0.19-0.54	0.12-2.69	0.00-0.96
	Ø 1.78	Ø 0.34	Ø 1.46	Ø 0.22
blau	0.69-4.70	0.09-0.26	0.30-2.58	0.00-0.22
	Ø 1.99	Ø 0.15	Ø 1.26	Ø 0.06
braun	0.83-2.61	0.38-1.70	0.00-3.07	0.00-0.43
	Ø 1.47	Ø 0.89	Ø 0.82	Ø 0.19
amethystfarben	0.70-1.70	0.05-0.85	-	0.04-0.05
	Ø 1.16	Ø 0.29	-	Ø 0.05
weiß	0.81-5.14	0.11-6.67	1.05-1.92	0.02-0.51
	Ø 1.96	Ø 4.23	Ø 1.44	Ø 0.17
farblos	0.57-1.80	0.00-0.91	0.02-1.11	0.00-0.65
	Ø 1.16	Ø 0.20	Ø 0.30	Ø 0.09
Gesamt-Ø	1.74	1.07	1.12	0.15
Ø ohne Trübgas	1.69	0.25	1.04	0.15

Bei der Betrachtung dieser Zusammenstellung muss das Mischglas unberücksichtigt bleiben, weil hier insbesondere hinsichtlich des Phosphorgehaltes die ambivalente Stellung dieses Glastyps zum Ausdruck kommt.

Die Gesamtdurchschnittswerte sind darüber hinaus für das Pottascheglas und das Ascheglas nur aussagekräftig, wenn das Trübgas ausgeklammert wird, da zu seiner Herstellung z.T. phosphorhaltiges Material in größeren Mengen zugegeben wurde. Nach dieser Bereinigung lässt sich feststellen, dass Sodaglas und Pottascheglas gleichermaßen phosphorarm sind, während das Ascheglas stets einen deutlichen Phosphorgehalt aufweist.

Als mögliche Quelle für das Phosphor wird von manchen Autoren der Quarzsand angesehen, der gelegentlich Apatit ($\text{Ca}_5[\text{F}, \text{Cl}, \text{OH}/(\text{PO}_4)_3]$) enthält. Diese Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, doch dürfte der Beitrag auf diesem Wege nur sehr gering sein (vgl. Rohstoffanalysen Nr. R02 und R03 in Kap. 12.3: $\text{P}_2\text{O}_5 = 0.03$ bzw. 0.06 %). Die sehr niedrigen Gehalte im Sodaglas sind auf diese Weise erklärlich (s. auch GMÜR-BRIANZA 1990: 147).

Das Pottascheglas dürfte nur recht geringe Mengen Phosphor aus der Pottasche erhalten haben (vgl. Rohstoffanalysen R23-R25 in Kap. 12.3: $\text{Ø P}_2\text{O}_5 = 0.22$ %), während die Aschegläser ihren durchweg recht hohen Anteil von 3 bis 5 % der Buchenholzasche verdanken. Zusätzliche Phosphorgaben, meist wohl

in Form von Knochenasche, sind nur bei bestimmten Gläsern (Trübgläsern) anzunehmen.

Schwefel (S)

In fast allen Gläsern wurde Schwefel festgestellt, wobei ein Mittelwert von 0.28 % zu errechnen ist, der höchste gemessene Wert liegt bei 1 %.

Schwefel ist bis auf wenige Sonderfälle glastechnisch ohne Bedeutung, doch können alle Rohstoffe Schwefel in gebundener Form enthalten. Im Quarzrohstoff kann er als Sulfid (z.B. Pyrit) vorliegen, im Kalkstein kann er zudem als Sulfat (Gips oder Anhydrit) auftreten, in den färbenden Metallerzen liegt er meist als Sulfid vor oder als verunreinigendes Sulfat in Form von Baryt. Zwar wird Gips gelegentlich als Bestandteil von Glasrezepten genannt, wobei mit der Zugabe wohl am ehesten eine läuternde Wirkung erzielt werden sollte, doch stammt der größte Anteil des Schwefels zweifelsohne aus den Flussmitteln. Soda, Pottasche und Asche enthalten gelegentlich erhebliche Mengen.

Schwefel ist ein sehr flüchtiges Element, das bei erhöhten Temperaturen und Sauerstoffzutritt leicht oxidiert (d.h. verbrennt). Daher sind mit dem Schwefel Korrelationsüberlegungen und Bilanzierungen nicht möglich, der noch analysierbare Schwefelrest ist nicht mehr aussagekräftig.

Chlor (Cl)

Chlor wurde in 181 Gläsern nachgewiesen, davon in zwei Drittel aller Fälle mit Gehalten deutlich über der Standardabweichung. Der durchschnittliche Wert dieser Proben liegt bei etwa 1500 ppm, der Maximalwert erreicht 11000 ppm.

Chlor gelangt wohl hauptsächlich als Natriumchlorid (Kochsalz, NaCl) in das Glas, weniger um den Natriumgehalt anzuheben - wie z.B. THOMA (1924: 22) annimmt - und damit den Schmelzpunkt zu erniedrigen, als vielmehr zur Läuterung des Glases. Steinsalz verdampft oberhalb von 800°C, das hierbei freiwerdende gasförmige Chlor geht z.T. in der Glasschmelze in Lösung, z.T. steigt es in Form von Gasblasen zur Oberfläche, wodurch das Glas gereinigt wird. Da sich bei diesem Vorgang erst nach sehr langer Reaktionszeit ein Gleichgewicht einpendelt, stellt der gemessene Chlorwert sozusagen nur eine Momentaufnahme dar, einen Minimalwert, der zu weitergehenden statistischen Betrachtungen nicht verwendbar ist (vgl. hierzu auch das Kapitel 6.2.3).

Fluor (F)

Fluor konnte zwar in wenigen Analysen festgestellt werden, doch kann wegen der Flüchtigkeit dieses Elements nichts über die ursprünglichen Gehalte ausgesagt werden. Sowohl bei der Herstellung der Glasfritte wie auch bei der Herstellung und Verarbeitung der Glasschmelze selbst und bei der Herstellung der

Schmelztablette für die Analyse geht Fluor in unbekanntem Mengen verloren, eine Aussage über eine gezielte Zugabe fluorhaltigen Materials und dessen Herkunft ist daher nicht möglich.

6.2.3 Spurenelemente

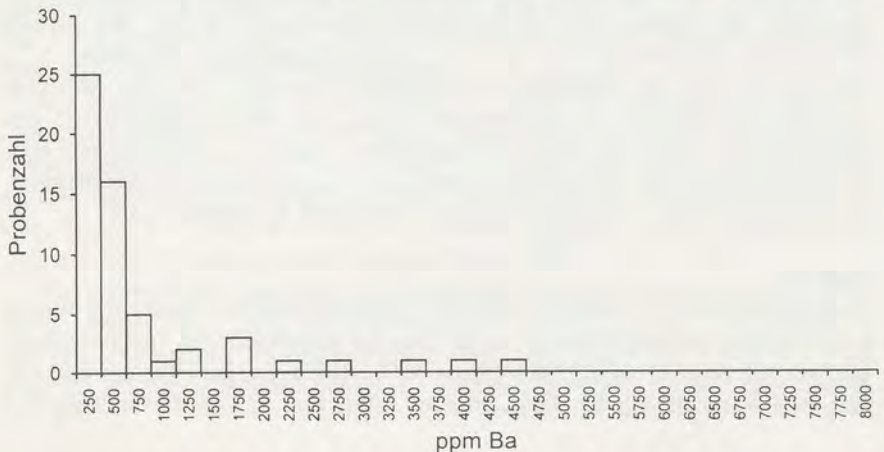
Als Spurenelemente werden solche Elemente behandelt, die in den Analysen mit meist deutlich unter 1 % liegenden Gehalten auftreten. Dabei lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

1. Elemente, die in (fast) allen Proben vorkommen (Barium, Rubidium, Strontium),
2. Elemente, die zwar in allen Proben mit einem Zahlenwert belegt sind, aber nur in bestimmten Proben den Untergrund-Schwellenwert überschreiten (Nickel, Blei, Zink) und
3. Elemente, die nur in bestimmten Proben auftreten (Arsen, Wismut, Cadmium, Kobalt, Kupfer, Antimon, Thorium und Uran).

Messwerte derjenigen Elemente, die chemisch oder glastechnisch ohne Bedeutung sind und/oder nur bei wenigen Gläsern ermittelt wurden, sind in der Analysen-Tabelle in Kap. 12.4 nicht aufgeführt. In Einzelfällen sind wichtige Werte im Text genannt.

Barium (Ba)

Bei den Uniquant-Analysen gilt für die aufgelisteten Bariumwerte eine Angabe von >200 ppm als realistisch, niedrigere Werte werden als 0 ausgewiesen. Bei allen höheren Werten zeigen Standard- und Uniquant-Analysenmethode eine ausgezeichnete Übereinstimmung, eine Kontrolle an 10 % aller Analysen ergab nur eine durchschnittliche Abweichung von $\pm 0.7\%$. Lässt man also die me-



thodisch bedingten 0-Werte außer Betracht, liegt der Minimalwert bei 16 ppm, der Maximalwert bei 39301 ppm (= 3.93 %).

Abb. 17a-d gibt einen Überblick über die Verteilung der Bariumgehalte innerhalb der verschiedenen Glastypen. Hier zeigt sich, dass die Sodagläser (17a) im allgemeinen die geringsten Bariumgehalte haben, bei den Pottaschegläsern (17b) ist der Gehalt ebenfalls noch sehr niedrig, aber gegenüber den Sodagläsern etwas erhöht. Aschegläser (17d) enthalten dagegen durchweg viel Barium.

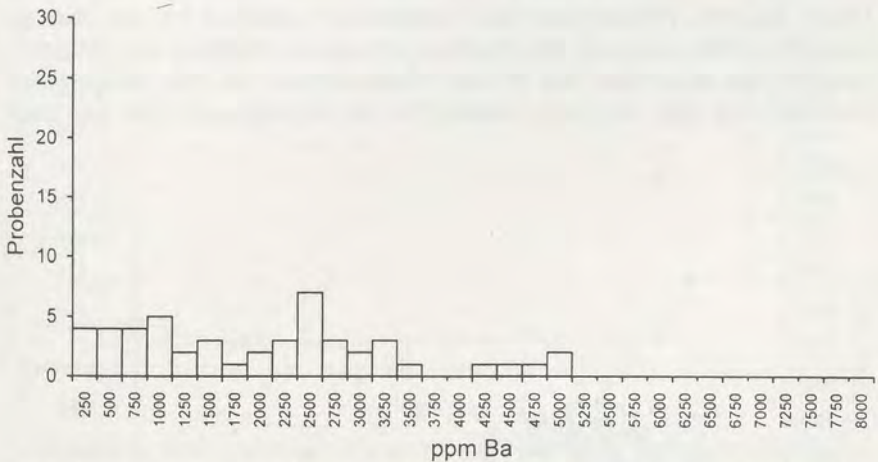
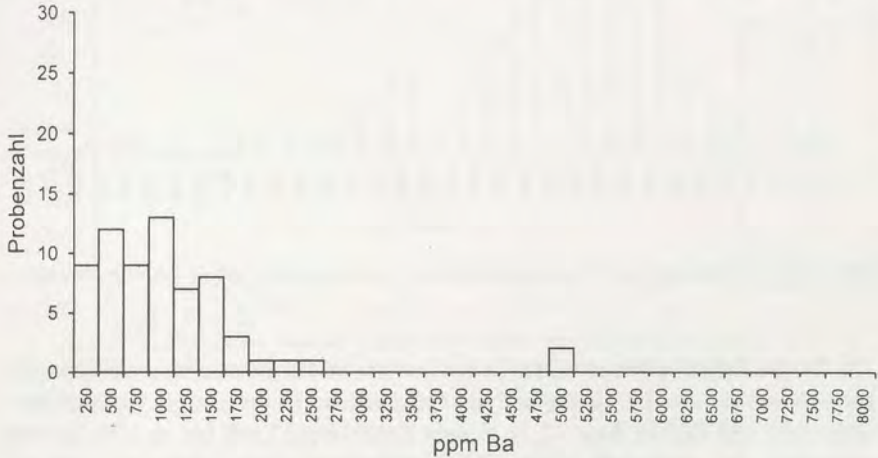


Abb. 17a-c: Verteilung der Bariumgehalte, getrennt nach Glastypen, ohne Maximalwerte. 17a (gegenüberliegende Seite): Sodagläser, 17b (oben): Pottaschegläser, 17c (unten): Mischgläser

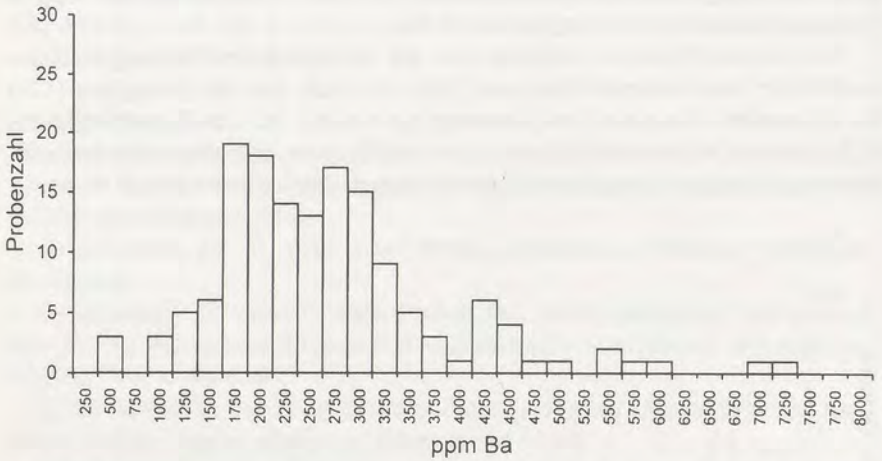
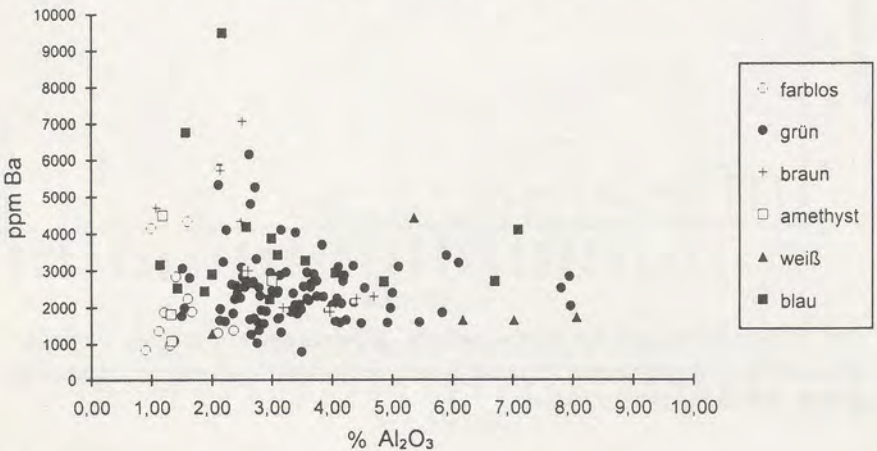


Abb. 17d: Verteilung der Bariumgehalte in Aschegläsern, ohne Maximalwerte

Als Quelle für die geringen Gehalte an Barium in den Pottasche- und Sodagläsern kommt nur der Feldspatgehalt des Quarzsandes in Frage (vgl. Rohstoffanalysen R02 und R03 in Kap. 12.3). Reiner Kalifeldspat kann bis zu 1 % Barium enthalten, das entspricht einem Aluminium/Barium-Verhältnis von bis zu 1:0.05. Rohsoda, Pflanzensoda und Pottasche sind praktisch frei von Barium. Tatsächlich lässt sich auch eine deutliche Korrelation zwischen dem Aluminiumgehalt (als ungefähres Maß für den Feldspatgehalt) und dem Bariumgehalt feststellen (vgl. Abb. 18a bis c). Während bei den Aschegläsern (Abb. 18a) noch



kein eindeutiger Trend sichtbar ist, lässt die Abb. 18b bei den Pottaschegläsern zwei bevorzugte Aluminium/Barium-Verhältnisse erkennen. Während die Verhältnisse um 1:0.02 das normale Al/Ba-Verhältnis im Feldspat repräsentieren, dürfte das Verhältnis um 1:0.4 auf Bariumeinschleppung bei der Zugabe von Mangan beruhen, da der manganhaltige Braunstein in der Natur meist mit dem Bariummineral Baryt vergesellschaftet auftritt. Besonders die amethystfar-

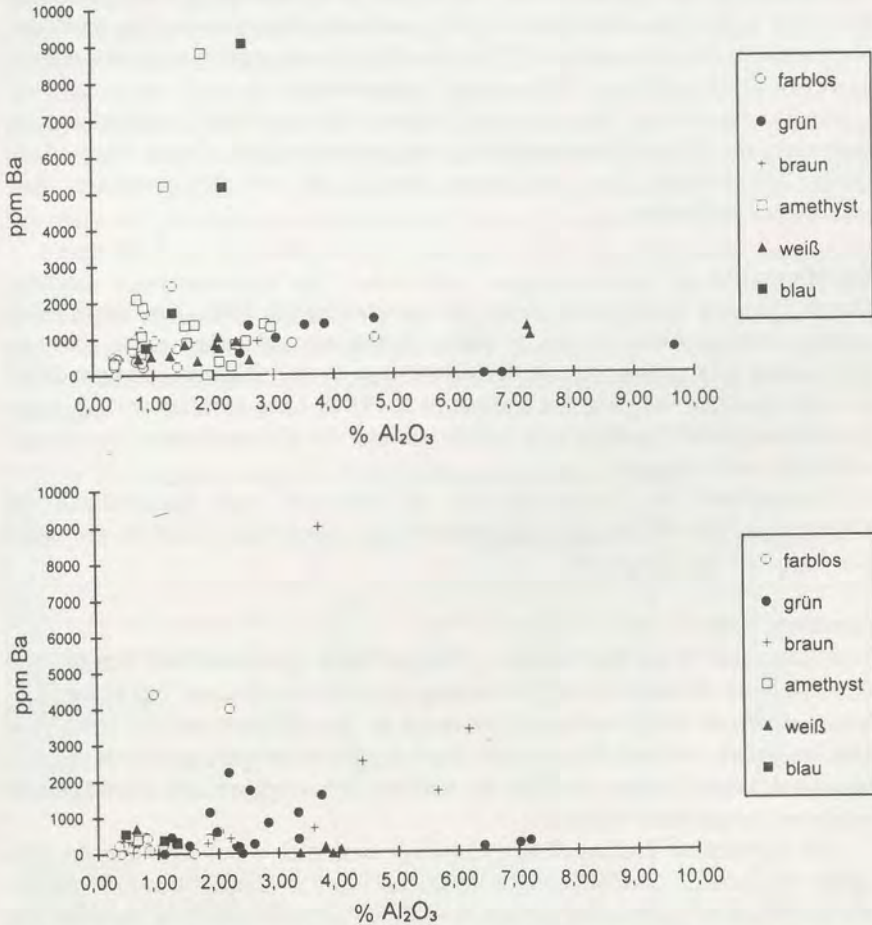


Abb. 18a-c: Korrelation der Aluminium- und Bariumgehalte (ohne Ausreißer, Werte außerhalb des Skalenbereiches wurden extrapoliert). 18a (gegenüberliegende Seite): Aschegläser, 18b (oben): Pottaschegläser, 18c (unten): Sodagläser

benen Gläser mit hohem Braunsteingehalt, z.B. Probe* 29.15 mit 10.70 % MnO und 8795 ppm Ba, zeigen diesen Zusammenhang recht deutlich.

Bei den Sodagläsern (vgl. Abb. 18c) verhält es sich ähnlich, doch gehorchen einige wenige Werte nicht diesem Trend. Bei dem farblosen Glas 37.08 mit 23044 ppm Ba trifft diese Erklärung z.B. nicht zu. Da dieses Glas insgesamt arm an Metallionen ist, eine Einschleppung als Verunreinigung also nicht wahrscheinlich ist, besonders nicht in diesem Maße (schließlich entspricht der Messwert einem Barytgehalt von 3.5 %), muss angenommen werden, dass hier, aber auch in einigen anderen Fällen das Barium absichtlich zugesetzt wurde, wohl in Form von Baryt (= Schwerspat, Bariumsulfat).

Barium bewirkt im Glas eine Erhöhung der Härte und der Lichtbrechung, es verringert die Kristallisationsneigung und verbessert den Klang. Nach ILLIG (1991: 24) sind allerdings erst Gehalte über 0.2 % (= 2000 ppm) von glas-technischer Bedeutung.

Rubidium (Rb)

Dieses Element bildet mit Kalium ein geochemisches Paar, d.h. wo Kalium auftritt, ist auch stets eine geringe Menge Rubidium vorhanden, es liegt also eine positive Korrelation Kalium/Rubidium vor. Das Rubidium gelangte daher auf dem gleichen Weg wie das Kalium in das Glas, hauptsächlich bei der Zugabe der Flussmittel Pottasche und Asche, weniger als Verunreinigung des Quarzrohstoffes mit Feldspat.

Entsprechend der Hauptquelle für das Rubidium, dem Kaliumanteil des Flussmittels, streuen die Korrelationswerte im Glas genau so wie in der Soda, der Pottasche und der Asche.

Strontium (Sr)

Das Strontium ist wie das Rubidium Partner eines geochemischen Paares, hier des Calciums. In natürlichen Verbindungen ersetzt es oft einen Teil dieses Elements, weshalb der Strontiumgehalt auch in den Gläsern entsprechend dem Calciumgehalt variiert. (Da die Uniquant-Analysen für geringe Sr-Mengen zu ungenaue Werte liefern, sind für die statistischen Angaben nur die Standard-Analysen ausgewertet worden).

Die Korrelation Calcium/Strontium zeigt zwar eine weite Streuung des Elementverhältnisses, doch heben sich Pottasche- bzw. Sodagläser deutlich von den Aschegläsern ab. Der Grund hierfür liegt in der unterschiedlichen Herkunft des Strontiums bzw. des Calciums. Pottasche- und Sodagläser erhielten als Zugabe

* Die zahlreichen chemischen Analysen der Gläser sind durchnummeriert und in der Tabelle in Kap. 12.4 aufgelistet.

zur Glashärtung gemahlene Kalkstein mit einem mittleren Calcium/Strontium-Verhältnis von 100000:150 ppm, während die Aschegläser meist keinen Kalkzusatz brauchten, da die Asche genügend Calcium enthält. Hier liegt das mittlere Calcium/Strontium-Verhältnis bei etwa 100000:350 ppm.

Nickel (Ni)

Nickel ist als allgegenwärtige Verunreinigung in fast allen Gläsern in sehr geringer Menge nachzuweisen. Lediglich in den Proben, bei denen auch Kobalt in erhöhter Menge vorliegt, steigt der Nickelgehalt deutlich an. Die Ursache hierfür liegt in der Tatsache, dass Nickel und Kobalt ein geochemisches Paar bilden, sie treten in der Natur daher fast stets gemeinsam auf. Wurde also zum Zweck der Glasfärbung der Schmelze Kobalt zugesetzt, geriet notwendigerweise auch etwas Nickel mit in das Glas, da eine saubere Trennung dieser beiden Elemente mit den früheren Methoden nicht möglich war.

Oberhalb eines Schwellenwertes von etwa 10-20 ppm beginnen bei gleichzeitigem Vorhandensein von Kobalt die ersten anomalen Nickelgehalte, die charakteristischerweise bei den blauen Gläsern ihre höchsten Werte erreichen (vgl. Tab. 16), aber auch die grünen Gläser enthalten z.T. deutliche Mengen Nickel. Insgesamt sind die Gehalte in den Aschegläsern durchschnittlich am höchsten.

Tabelle 16: Maximalwerte der Nickelgehalte (Angaben in ppm)

	Sodagläser	Pottaschegläser	Aschegläser
grün	42	54	1100
blau	303	7008	1124
braun	20	222	590
amethystfarben	5	500	600
weiß	14	24	114
farblos	280	320	31

Nickel färbt "Natrongläser graurot und Kaligläser blaurot" (ILLIG 1991: 186), doch setzt diese Wirkung erst bei höheren Gehalten ein und scheint durch Kobalt auch weitgehend übertönt zu werden. Sodagläser werden in Verbindung mit Eisen, Kobalt oder Kupfer durch Nickel rauchgrau, d.h. in starker Verdünnung praktisch farblos.

Blei (Pb)

Schon in der Antike wurde dem Glas Blei zugesetzt, da es den Glanz erhöht und den Klang verbessert. Allerdings setzt diese Wirkung erst bei Gehalten über 5 % ein, heutige Bleikristallgläser enthalten 24-30 % Blei.

Der Schwellenwert, bis zu dem Bleigehalte als natürliche Verunreinigung betrachtet werden können, liegt bei etwa 300 ppm. Bis zu diesem Wert können sich Gehalte aus dem Quarzrohstoff und der Holzasche summieren. Höhere Gehalte sind entweder mit dem Kobalt eingeschleppt (Blauglas mit 23169 ppm Blei) oder sie sind dem Glas absichtlich zugesetzt, z.B. das farblose Bleikristallglas 33.13 mit 21.8 % Blei, andere farblose Gläser mit 1300 bis 16000 ppm Pb, grünes Glas bis 8411 ppm Pb, braunes Glas bis 2367 ppm Pb, amethystfarbenes Glas bis 8597 ppm Pb und weißes Glas bis 5919 ppm Pb.

Zink (Zn)

Die Zinkgehalte schwanken zwischen 0 und 9700 ppm. Bei diesem Maximalwert und einigen weiteren erhöhten Werten dürfte es sich um Zink handeln, das mit Blei oder Farberzen eingeschleppt wurde. Gehalte bis zu wenigen hundert ppm resultieren aus dem Quarzrohstoff und den Flussmitteln, von denen insbesondere die Asche recht hohe Gehalte (über 2000 ppm) aufweist. Pottasche und Soda sind dagegen arm an Zink.

Zink wirkt glastechnisch ähnlich wie das Blei, in den gemessenen Mengen ist es jedoch noch nicht wirksam. Der Maximalwert von 9700 ppm in der Probe 33.13 (farbloses Pottascheglas, Bleikristallglas mit 21.8 % Blei) ist auf den hohen Bleigehalt zurückzuführen, da Blei mit Zink sehr oft gemeinsam auftritt (geochemische Paarbildung), und eine saubere Trennung dieser Metalle in früheren Zeiten nicht möglich war.

Arsen (As)

Bei 131 Proben konnte Arsen nachgewiesen werden, wobei nur 57 Proben Gehalte über dem Schwellenwert von 300 ppm aufweisen. Bei diesen Proben sind die nachgewiesenen Mengen jedoch z.T. recht beachtlich. So wurden z.B. die drei höchsten Werte (4.3 %, 2.9 % und 2.2 %) in blauen Gläsern gemessen, wie überhaupt festgestellt werden kann, dass viele blaue Gläser recht hohe Arsengehalte aufweisen. Daraus kann man schließen, dass in diesen Fällen zur Farbgebung eine Kobalt-Arsen-Verbindung oder ein daraus hergestelltes Zwischenprodukt verwendet wurde.

Als natürliche Minerale kommen Safflorit (CoAs_2), Kobaltglanz (CoAsS), Speiskobalt ($\text{CoAs}_{2.3}$) oder Kobaltblüte ($\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8 \text{H}_2\text{O}$) in Frage, die in zahlreichen Erzgängen des Schwarzwaldes auftreten.

Arsen wurde aber auch in gediegener Form der Glasschmelze zugesetzt. Da es schon bei 193°C verdampft, wirken Arsenbrocken, die in die Schmelze geworfen werden und darin wegen ihres hohen spezifischen Gewichtes von 5.7 versinken, durch heftige Gasblasenbildung läuternd. Daraus folgt aber auch, dass der Arsengehalt mit zunehmender Schmelzdauer abnimmt, die gemessenen Werte daher nur einen Minimalwert darstellen. Darüber hinaus sind die Werte auch untereinander nur mit Vorbehalt zu vergleichen, da weder die Schmelzdauer bei der Glasherstellung noch bei der Präparation der Probe zur Analyse bekannt bzw. standardisiert sind. Der ursprüngliche Arsengehalt kann daher weit über dem heute noch messbaren gelegen haben.

Wismut (Bi)

In 14 Gläsern wurde Wismut festgestellt. Die Mengen reichen von 110 bis 1500 ppm. Da es stets mit Kobalt vergesellschaftet ist, kann man annehmen, dass es als Verunreinigung mit diesem Farbelement in die Glasschmelze gelangt ist.

Wismut kommt in geringer Menge in den Erzen der Co-Ni-Ag-Bi-U-Formation vor, die im Mittleren Schwarzwald, in den Vogesen, aber auch noch an zahlreichen anderen Stellen in Europa verbreitet ist (vgl. Kap. 6.1.11). Die hier abgebauten Kobalterze enthalten sämtlich Wismut, das sich bei der Verarbeitung zu Smalte (vgl. Analyse Nr. R32, Kap. 12.3) anreichert. Das Wismut kann in diesem Fall als Leitelement dienen: Das Kobalt zur Blaufärbung des Glases stammt, falls gleichzeitig Wismut nachzuweisen ist, wahrscheinlich aus dem Schwarzwald oder aus den benachbarten Vogesen, wo die entsprechenden Erze auftreten. Da die Wismutmengen im Erz allerdings variabel sind, ist der Umkehrschluss nicht gestattet.

Cadmium (Cd)

Dieses chemisch mit dem Zink vergesellschaftete Element wurde in zwei grünen Aschegläsern in sehr geringer Menge (Probe Nr. 24.03: 230 ppm, Nr. 29.04: 120 ppm) nachgewiesen. Cadmium wird zwar heute zum Färben von Glas (gelb bis rot) verwendet, doch ist kaum anzunehmen, dass die festgestellten Spuren absichtlich - und dann auch noch ohne Erfolg - zugesetzt wurden, zumal das Element vor 300 Jahren noch nicht darstellbar war. Es ist eher anzunehmen, dass das Cadmium als Verunreinigung der Rohstoffe in die Schmelze gelangt ist.

Kobalt (Co)

Bei nur etwa einem Drittel aller Proben wurde kein Kobalt festgestellt, beim größten Teil bewegen sich die Messwerte im Bereich des Schwellenwertes von ca. 50 ppm. Die übrigen Analysen weisen dagegen Werte bis zu 4600 ppm auf.

Das Kobalt dient in der Glastechnik zur Erzielung eines charakteristischen blauen (kobaltblauen) Farbtons, doch wurden nicht nur in den blauen Gläsern erhöhte Kobaltgehalte festgestellt, auch bei anderen Farbgläsern sind die Gehalte z.T. nicht unwesentlich. Die Tabelle 17 zeigt die Verteilung der Kobaltgehalte, allerdings sind nur die Werte oberhalb des Schwellenwertes von 50 ppm angegeben.

Tabelle 17: Minimal-, Durchschnitts- und Maximalwerte des Kobaltgehaltes (Angaben in ppm)

Glasfarbe	Kobaltgehalt (min. - Ø - max.)	Probenanzahl
grün	51 - 294 - 1600	24
blau	87 - 795 - 4640	29
braun	107 - 389 - 950	3
amethystfarben	440 - 697 - 1200	3
weiß	120 - 212 - 464	8
farblos	59 - 258 - 950	11

Wie die Tabelle zeigt, wurde Kobalt zur Erzeugung bestimmter Farbtöne in allen Gläsern eingesetzt, sogar beim farblosen Glas, auch hier sicher absichtlich, wie die Maximalwerte nahelegen.

Da das Kobalt eine positive Korrelation zum Arsen aufweist, ist zu folgern, dass die eingesetzten Kobalterze arsenhaltig waren. Jedoch muss festgestellt werden, dass dieser Zusammenhang bei einigen Gläsern nicht zuzutreffen scheint (importierte Smalte oder Importerze? Vgl. Kap. 6.1.11). Hier sind trotz erhöhter Kobaltgehalte keine äquivalenten Arsengehalte feststellbar. Ob dies allerdings durch arsenfreies Kobalterz bedingt ist, oder ob das Arsen im Verlauf des Herstellungsprozesses oder bei der Präparation der Probe zur Analyse verdampft ist, lässt sich nicht mehr feststellen.

Kupfer (Cu)

Bei zwölf Gläsern wurde Kupfer festgestellt. Die Gehalte reichen von 120 bis 13000 ppm. Meist handelt es sich um geringe Verunreinigungen des Kobaltfarbstoffs (Erz oder Smalte), in zwei Fällen ist jedoch das Kupfer allein zugesetzt worden. Probe 10.04, ein rotes Asche-Rohglas (Kupferrubinglas) ist mit 5400 ppm Kupfer gefärbt, während Probe 19.07, ein grünblaues Asche-Rohglas, seine Farbe ebenfalls dem Kupfer (13000 ppm) verdankt, hier jedoch in anderer Wertigkeit. Kobalt ist in diesem Glas trotz deutlich blauer Tönung nicht nachzuweisen.

Antimon (Sb)

Bei zehn Gläsern wurden Antimongehalte registriert, die Werte reichen von 100 bis 2500 ppm. Sie scheinen vorwiegend mit den Farberzen eingeschleppt zu sein, da die blauen Gläser mit erhöhtem Kobalt-, Blei- und Arsengehalt auch die höchsten Antimongehalte aufweisen. Ob bei den anderen Gläsern das flüchtige - Antimon den Rest einer beabsichtigten Antimonzugabe zur Läuterung des Glases darstellt oder aus anderer Quelle stammt, kann nicht entschieden werden.

Thorium (Th) und Uran (U)

Bei den meisten blauen, aber auch bei einigen andersfarbigen Gläsern konnte Thorium, gelegentlich auch im Zusammenhang mit Uran, festgestellt werden. Die Tabelle 18 zeigt die Korrelation dieser Elemente mit dem Kobalt- und/oder Bleigehalt.

Tabelle 18: Thorium-, Uran-, Kobalt- und Bleigehalte (Angaben in ppm)

Probe Nr.	Glasfarbe	Thorium	Uran	Kobalt	Blei
04.01	grün	49	-	0	8411
04.04	blau	54	-	447	73
06.05	blau	5	-	427	23
08.05	blau	34	-	566	770
08.07	blau	53	-	774	1269
09.06	blau	54	-	492	770
11.03	blau	33	13	433	88
12.08	blau	130	-	1373	354
12.09	blau	48	-	673	166
15.01	grün	25	-	95	138
15.04	grün	49	-	156	68
15.05	blau	234	-	1134	188
17.06	blau	54	-	814	92
17.07	blau	50	-	1063	42
19.06	blau	3	-	207	122
19.07	blau	9	-	0	5643
19.08	blau	30	-	397	399
19.09	blau	18	-	599	784
20.08	grün	160	-	1500	0

Probe Nr.	Glasfarbe	Thorium	Uran	Kobalt	Blei
20.10	grün	130	-	1600	0
23.11	blau	-	180	850	4200
26.07	blau	30	390	2608	42
29.07	blau	16	-	691	192
29.08	blau	129	-	147	23169
29.09	blau	85	-	533	18447
30.06	blau	49	-	303	5761
31.20	farblos	85	-	0	16163
37.05	blau	9	-	601	741

Thorium kann danach sowohl an das Kobalt wie an das Blei gebunden sein, während Uran stets das Kobalt begleitet.

Glastechnisch sind die Gehalte ohne Bedeutung, sie geben lediglich einen Hinweis auf die Herkunft des Kobalts aus Vorkommen der Co-Ni-Ag-Bi-U-Formation, wie sie z.B. im Mittleren Schwarzwald und in den nördlichen Vogesen verbreitet ist.

6.3 Diskussion der Analyseergebnisse

Auf der Basis der Rohstoff- und Glasanalysen lassen sich für das Schwarzwälder Waldglas folgende Feststellungen treffen:

1. Art und Herkunft der eingesetzten Quarzrohstoffe sind anhand der chemischen Analyse nicht identifizierbar, mögliche Unterschiede sind gering und werden durch andere Rohstoffe verschleiert.

2. Art und Herkunft des Kalksteins sind auf diesem Wege ebenfalls nicht identifizierbar, da Calcium und Magnesium mit verschiedenen Rohstoffen in die Schmelze gelangen konnten und Kalksteinvorkommen unterschiedlicher Genese und Zusammensetzung weit verbreitet sind.

3. Die Art des Flussmittels ist nachweisbar, es wurden Soda, Asche und Pottasche verwendet. Alle drei prägen in unverkennbarer Weise den Charakter des Glases.

4. Während die Asche eine ausgeprägte Standortabhängigkeit bezüglich ihrer Zusammensetzung zeigt und somit in gewissem Maße für den Schwarzwald (Kristallinboden) charakteristisch ist, sind Pottasche und Soda weitgehend ohne gebietsspezifische Merkmale.

5. Das Einschmelzen von Fremdglas als Scherben (Recycling) ist nachweisbar und wohl allgemein gebräuchlich gewesen.

6. Nach chemischen Kriterien lassen sich vier verschiedene Glastypen unterscheiden: Ascheglas, Pottascheglas, Mischglas und Sodaglas.

7. Sodaglas als Importware ist chemisch nicht von Sodaglas aus einheimischer Produktion zu unterscheiden.

8. Die Herstellung von Farbgläsern war mit einheimischen Farbrohstoffen möglich, für die Annahme von Rohstoffimporten gibt es nach den chemischen Analysen keine Anhaltspunkte.

9. Es wurden grüne, braune, blaue, amethystfarbene, weiße, gelbe, rote und farblose Gläser hergestellt.

10. Färbende Substanzen waren im wesentlichen Eisen, Mangan, Kobalt und Kupfer, Trübgläser erhielten ihre meist weiße Farbe z.T. durch den Zusatz von Flussspat oder Knochenasche (vgl. Kap. 8.5).

11. Das Spektrum der Spurenelemente ist weit gestreut. Zu seiner Vielfalt können alle Rohstoffe (Quarz, Kalkstein, Asche, Braunstein und Farbstoffe sowie weitere Zusätze) beitragen. Da in diesen Rohstoffen die Spurenelement-Gehalte darüber hinaus nicht konstant sind, lassen sie sich kaum als Leitelemente benutzen.

6.4 Rezepte und Umrechnungen

War die Glasmacherei im Altertum, im Mittelalter und gelegentlich auch noch in der frühen Neuzeit schon eine geheime Angelegenheit, so war die Rezeptur, nach der die Rohstoffe zusammengemischt wurden, das allergrößte Geheimnis, das nur der Glasmachermeister kannte und von ihm auf seinen Nachfolger, im Regelfall seinen Sohn, weitergegeben wurde. Die Rohstoffe als solche waren ja bis auf wenige geheime Zusätze meist allen Beteiligten bekannt, doch machte erst die richtige Mischung den Unterschied zwischen gutem und schlechtem Glas aus. Insofern ist es trotz der Geheimniskrämerei nicht erstaunlich, dass sogar schon im 7. Jh.v.Chr. aus Niniveh ein Glasrezept auf Keilschrifttäfelchen überliefert ist. Dieses wohl älteste Rezept für die Herstellung von Glas (60 Teile Sand, 180 Teile Salicornia-Asche, 5 Teile Salpeter und 2 Teile Kreide, zit. nach BEZBORODOV 1975: 46) ist schon recht ausführlich und hätte sicher ein brauchbares Sodaglas ergeben.

Für das Waldglas werden erst spätere Rezepte interessant, die allerdings leider nicht frei von Fehlern sind, seien sie nun durch Unkenntnis des Autors oder mit Absicht so weitergegeben. So ist z.B. das von Plinius im 1. Jh.n.Chr. mitgeteilte Rezept mit 1 Teil Sand und 3 Teilen Soda (zit. n. BEZBORODOV 1975: 74)

untauglich, da das hieraus herzustellende Glas wasserlöslich gewesen wäre, ihm fehlt der stabilisierende Kalk. Dagegen würden die Rezepte nach Theophilus (10. Jh.n.Chr.) und BIRINGUCCIO (1540) mit 1 Teil Sand und 2 Teilen Asche bzw. 2 Teilen Sand und 1 Teil Asche durchaus brauchbare Gläser ergeben, wenn es sich bei der Asche um Holzasche, nicht um Asche von Salzpflanzen handeln würde.

Aber auch jüngere Rezepte sind unvollständig, so z.B. bei KUNCKEL (1689: 186):

2 Teile Sand, 1 Teil Pottasche, 1/2 Teil Borax oder
8 1/2 Teile Sand, 5 Teile Pottasche

Hier fehlt ebenso der stabilisierende Kalk wie bei dem von WOHLEB (1949: 2) mitgeteilten Rezept:

"60 Teile Kieselsand, 25 Pottasche, 10 Kochsalz und etwas Arsenik und Braunstein"

bei dem außerdem der Anteil an Kochsalz viel zu hoch ist, da sich nach den Versuchen von BEZBORODOV (1975: 91f.) nur etwa 2 % NaCl in der Glas-schmelze lösen, ein Überschuss schwimmt auf dem flüssigen Glas wie Öl auf Wasser.

Es gibt aber auch Rezepte, bei denen das Flussmittel nicht angegeben wird, z.B. bei MOSER (1969: 24f.): "Nach Aufzeichnungen Jägerschmids nahm man in Gaggenau für weißes Glas 3 Teile weißen Sand, 12 Teile Kalk, 2 Teile Arsenik und einige Lot Braunstein". Bei diesem Rezept ist außerdem der hohe Gehalt an Arsen (über 10 %) einigermaßen rätselhaft.

Etwas realistischer sind dagegen folgende Rezepturen:

Rezept 1 (KUNCKEL 1689: 186):

150 Pfund Sand, 100 Pfund Pottasche, 20 Pfund Kreide, 10 Lot Braunstein.

Rezept 2 (MOSER 1969: 25):

3 Teile Asche, 1 Teil Sand, einige Hände voll Kohlenstaub, etwas Salz.

Rezept 3 (MOSER 1969: 25):

365 Pfund Sand, 113 Pfund Pottasche, 24 Pfund Kreide, 4 Pfund Arsenik, 24 Lot Braunstein.

Rezept 4 Pariser Rezept um 1750 für ein "reines, feuriges Spiegelglas" (GREINER 1971: 57):

300 Pfund Glasscherben, 100 Pfund reine, nicht magere Pottasche, 150 Pfund weißer, gut gebrannter und gewaschener Sand, 40 Pfund weißer Kalk, 8 Pfund reinster Salpeter, 2 Pfund weißer Arsenik, 2 Pfund Silberglätt, 1 1/2 Pfund Antimon, 1 1/2 Pfund Braunstein, gebrannt und in Wasser abgelöscht, 8 Pfund gewöhnliches Salz.

Zur Kontrolle, welche Art Gläser denn diese Rezepte ergeben hätten, werden sie nachfolgend mit den bekannten Rohstoff-Analysen umgerechnet und mit

ähnlichen Analysen des Schwarzwälder Waldglases verglichen (vgl. Abb. 19). Zur Vereinfachung sind nur die wichtigsten Elemente aufgeführt.

Rezept 1 ergäbe folgende Glaszusammensetzung (Angaben in Gew.-%, nur Ba in ppm):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba
53.18	0.57	0.13	0.1	0.27	7.96	1.13	32.66	0.12	184

mithin ein Pottascheglas, wie es in dieser Arbeit definiert ist, jedoch mit einem sehr geringen Anteil an Kieselsäure und einem sehr hohen Anteil an K₂O.



Abb. 19: Lage der Zusammensetzung der Gläser nach den Rezepten 1 bis 4 im System Na₂O - CaO+MgO - K₂O. Zum Vergleich die durchschnittliche Zusammensetzung unverwitterter Pottasche- (5) und Aschegläser (6)

Da das Rezept in Pfund angegeben ist, kann das unterschiedliche Raumgewicht der einzelnen Bestandteile keine Auswirkung auf die Zusammensetzung haben, vielmehr ist anzunehmen, dass die verwendeten Rohstoffe, insbesondere die Pottasche nicht so rein waren, wie die Rohstoffanalysen ausweisen.

Für Rezept 2 lässt sich folgende Zusammensetzung berechnen (Angaben in Gew.-%, nur Ba in ppm):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba
26.06	0.82	1.50	4.54	8.48	24.03	0.25	27.78	5.14	4947

Auch bei diesem Rezept liegt der Kieselsäuregehalt viel zu niedrig, der Kaliumgehalt dagegen zu hoch, das Rezept entspricht in dieser Form sicher nicht der Praxis, selbst bei stärker verunreinigten Rohstoffen, da der Kieselsäuregehalt wenigstens doppelt so hoch sein müsste. Im übrigen entspricht die Zusammensetzung einem Ascheglas.

Dagegen vermittelt Rezept 3 schon aufgrund der exakten Zahlenangaben eher den Anschein größerer Genauigkeit. Ein Glas nach dieser Rezeptur hätte folgende chemische Analyse ergeben (Angaben in Gew.-%, nur Ba in ppm):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba
68.78	0.68	0.18	0.18	0.18	5.71	0.70	19.99	0.99	241

Diese Zusammensetzung entspricht einem durchschnittlichen Pottascheglas, das wohl wegen des niedrigen Eisengehaltes farblos gewesen wäre.

Auffällig ist bei den Rezepten 1 bis 3 aber, dass auf die Zugabe von Scherben, die ja wohl allgemein üblich war, in keiner Weise hingewiesen wird. Erst das Rezept 4 führt auch die Verwendung dieses "Rohstoffes" an. Da in diesem Rezept Pottasche als Flussmittel vorgeschrieben ist, wird der Anteil der Scherben aus dem Pottascheglas-Durchschnitt berechnet. Das Ergebnis dieses Rezeptes wäre ein Glas folgender Zusammensetzung gewesen (Angaben in Gew.-%, nur Ba in ppm):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba
58.66	0.61	0.19	0.53	0.29	9.93	0.78	24.74	0.12	394

Auch dieses Rezept ergibt ein gutes Pottascheglas, doch ist wie bei den anderen Rezepturen der niedrige Kieselsäuregehalt auffällig.

Diese Beispiele zeigen, dass es keine Patentlösung zur Berechnung des Chemismus von Gläsern nach vorgegebenem Rezept gibt, aber auch keine sichere Möglichkeit, aus chemischen Analysen auf eindeutige Rezepte zu schließen.

Dies soll an einigen Beispielen gezeigt werden. Vergleicht man die grünen Aschegläser einer Glashütte miteinander, kann man gelegentlich feststellen, dass manche einander ähnlich sind, andere dagegen bei bestimmten Elementen deutliche Abweichungen zeigen.

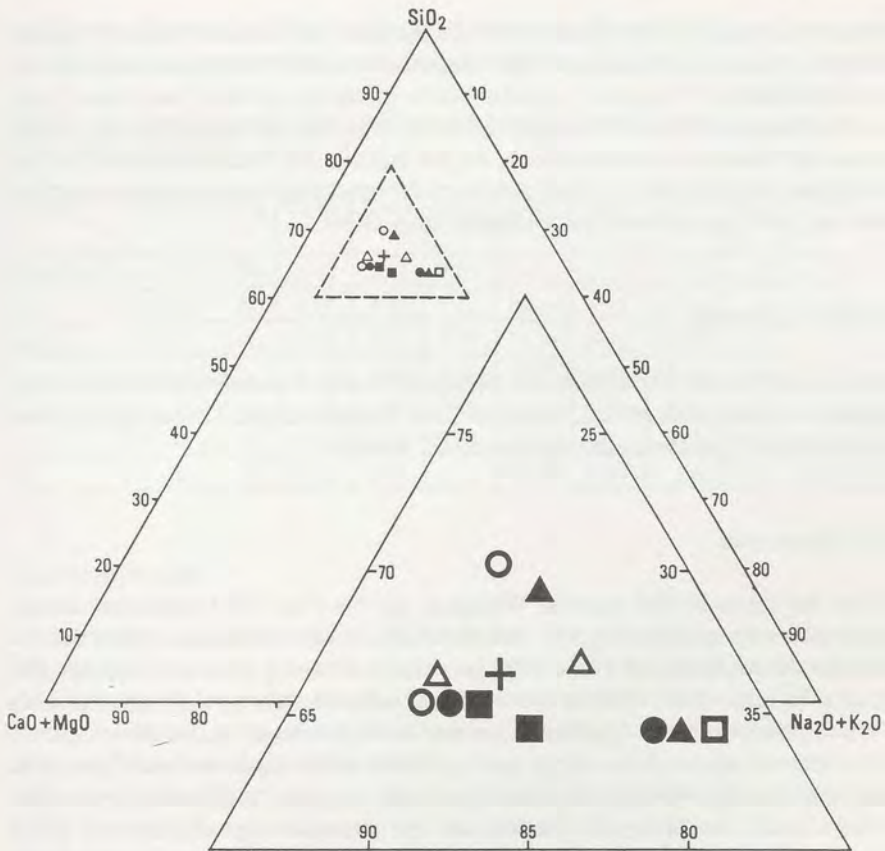


Abb. 20: Lage der Zusammensetzung verschiedener grüner Aschegläser im System $\text{SiO}_2 - \text{CaO} + \text{MgO} - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$

Für die Glashütten Blasiwald Althütte, Bonndorf, Nordrach Altglashütte, Gaistal und Herrenwies sind diese unterschiedlichen Gläser (-gruppen) im Diagramm der Abb. 20 eingetragen. Zum Vergleich sind daneben der

Durchschnitt der drei am wenigsten verwitterten Aschegläser sowie der Durchschnitt aller grünen Aschegläser eingetragen. Da bis auf die Gläser aus Herren-

- Gaistal
- Herrenwies
- ▲ Nordrach Altglashütte
- △ Bonndorf
- Blasiwald Althütte
- ∅ unverwitterte Aschegläser
- + ∅ grüne Aschegläser

wies stets nur die unterschiedlichen Alkaligehalte die Verschiebung der darstellenden Punkte bewirken, kann hier ausschließlich die Verwitterung für die unterschiedlichen "Gruppen" verantwortlich gemacht werden, hier wurde also nach einem einheitlichen Rezept verfahren. Nur für Herrenwies ist eine Änderung der Rezeptur wahrscheinlich, da die Summe der Alkalien konstant bleibt, während der Kieselsäuregehalt sich um 5 % verschiebt, was nur durch eine Änderung der Zugabe des Quarzrohstoffes möglich ist.

7 Die Glastypen

Als Ergebnis der Diskussion der Glasanalysen kann zusammenfassend festgehalten werden, dass in den Schwarzwälder Waldglashütten Gläser völlig unterschiedlicher Zusammensetzung hergestellt wurden.

7.1 Ascheglas

Das Ascheglas ist das typische Waldglas, das bis etwa 1850 produziert wurde, besonders als grünes Glas. Für farbloses Glas wurde nur bis zum Ende des 17. Jahrhunderts Asche als Flussmittel verwendet. Braunes, blaues, amethystfarbendes und weißes Glas wurden bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts ebenfalls aus Ascheglas hergestellt. Als Flussmittel war die ungereinigte Buchenholzasche also durchaus verwendbar, wegen ihres recht hohen Eisengehaltes und ihres meist sehr hohen Erdalkaligehaltes war die damit hergestellte Glasschmelze allerdings nicht von optimaler Qualität, da der zwangsläufig erscheinende grüne Farbton für andersfarbige Gläser unterdrückt werden musste und außerdem der hohe Erdalkaligehalt den Erweichungspunkt der Schmelze und mithin auch die Verarbeitungstemperatur erhöhte.

Das bedeutete, dass das Glas zur Bearbeitung heißer sein musste, außerdem musste der Glasbläser schneller arbeiten, da das Glas eher erstarrte. Der künstlerischen Gestaltung waren daher beim Ascheglas aus technischen Gründen Grenzen gesetzt, die bei den anderen Gläsern nicht so sehr ins Gewicht fielen.

Die durchschnittliche chemische Zusammensetzung der Aschegläser variiert zwar in gewissen Grenzen, und auch innerhalb der Glasfarben sind deutliche Unterschiede erkennbar, doch sind gewisse Merkmale für die Aschegläser unabhängig von der Glasfarbe sehr charakteristisch:

SiO ₂	MgO + CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba
niedrig	hoch	niedrig	hoch	hoch	hoch

Die Tabelle 19 enthält die Durchschnittswerte der Aschegläser, getrennt nach Glasfarben, verwitterte Gläser sind nicht berücksichtigt.

Tabelle 19: Durchschnittliche Zusammensetzung der Aschegläser (Auszug, Angaben in Gewichtsprozent)

Farbe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	BaO
amethystf.	64.09	1.79	0.43	1.11	2.09	14.13	0.53	13.31	1.16	0.2094
blau	60.96	3.52	0.90	0.86	2.61	15.66	1.31	9.26	1.99	0.3942
braun	58.57	3.00	0.80	2.11	3.53	17.90	0.49	10.32	1.74	0.3689
farblos	63.17	1.74	0.38	0.93	2.34	14.74	1.12	12.40	1.16	0.2011
grün	60.57	3.45	0.82	1.04	2.96	18.34	1.05	8.45	1.78	0.2334
weiß	63.46	5.72	0.95	0.87	2.11	13.43	0.72	8.90	1.96	0.2146
Ø	61.80	3.20	0.72	1.16	2.61	15.70	0.87	10.44	1.63	0.2702

7.2 Pottascheglas

Ebenfalls zum einheimischen Waldglas ist das Pottascheglas zu rechnen. Als Flussmittel diente hier die von Verunreinigungen und allen störenden Bestandteilen befreite Buchenholzasche, die Pottasche, der im Gegensatz zur Asche das Eisen, das Mangan, die Erdalkalien Calcium und Magnesium, das Phosphor und ein großer Teil des Bariums fehlen.

Da das Pottascheglas, wenn es mit eisenarmem Quarzsand hergestellt wurde, fast farblos war, konnte es viel leichter andersfarbig eingefärbt werden. Zudem konnte sein Erweichungspunkt durch gezielte Zugabe von Erdalkalien in Form von Kalkstein niedriger eingestellt werden, die Verarbeitungstemperatur lag somit niedriger, das Glas war etwas länger zu formen.

Zwar war die Herstellung von Pottasche durch Auslaugen von Pflanzenasche schon in der Antike bekannt, wo sie vornehmlich zum Waschen verwendet wurde, doch ist ihre Nützlichkeit bei der Glasherstellung offensichtlich erst sehr viel später festgestellt worden.

Etwas verallgemeinernd und leider ohne nähere Angaben stellt SCHACK (1979: 73) fest: "Etwa seit dem 10. Jh. verwendete man im Abendland Pottasche als Flußmittel", doch ist zu befürchten, dass hier Pottasche mit Asche verwechselt wurde, da sich in der umfangreichen Analysensammlung von BEZBORODOV (1975) keinerlei Belege für Pottascheglas finden. Sogar AGRICOLA (1556: 501) scheint dieses Flussmittel unbekannt gewesen zu sein. Bei der Besprechung der Glasrohstoffe führt er zunächst neben Soda auch ein Salz an, „das aus Lauge

hergestellt wird, die man aus der Asche von Anthyllium oder anderen Salzkräutern gewinnt“ und fährt dann fort: „Wenn man die genannten Salze nicht hat, nimmt man 2 Teile Asche von Eiche, Steineiche, Zerreiche oder, wenn solche nicht zur Verfügung steht, von Buche oder Fichte und vermischt sie mit 1 Teil groben oder feinen Sandes“. Hieraus ist zu schließen, dass ihm zwar die Herstellung eines Laugungsrückstandes aus der Asche von halophilen Pflanzen und dessen Verwendung bei der Glasmacherei bekannt ist, nicht jedoch die Verwendung von Pottasche aus Buchenholzasche. Dagegen berichtet er (S. 478) von der Herstellung von einem Salz aus Eichen- oder Haselholz, das allerdings wegen seiner Unreinheit und schmutzigen Farbe nicht sehr beliebt ist. Dem Textzusammenhang entsprechend ist hier allerdings wohl eher die Herstellung von Speisesalz gemeint als die Herstellung eines Flussmittels zur Glasproduktion.

Nach WOOD, MORTIMER & PRIESTLY (1995: 82) haben böhmische Glasmacher im späten 17. Jahrhundert die Qualität des Pottascheglasses durch Zugabe von Kalk zu verbessern versucht, und für den Spessart stellt LOIBL (1996: 17) fest: „... die Verwendung des Extraktionsproduktes „Pottasche“ war in fränkischen Glashütten nicht vor der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts allgemein bekannt, was den Verhältnissen in allen mitteleuropäischen Waldgebieten entsprechen dürfte“. Diese Aussage lässt sich für den Schwarzwald nicht bestätigen, denn hier ist nach den vorliegenden Analysen Pottascheglas vereinzelt schon vor 1500 festzustellen, nach 1600 tritt es dann häufiger auf, vor allem bei den farblosen und amethystfarbenen Gläsern.

Auch für das Pottascheglas lässt sich ein chemischer Steckbrief aufstellen, der die Unterschiede zum Ascheglas deutlich werden lässt:

SiO₂ MgO + CaO Na₂O K₂O P₂O₅ Ba
hoch niedrig niedrig hoch niedrig niedrig

Die Tabelle 20 enthält die Durchschnittswerte der Pottaschegläser, getrennt nach Glasfarben, verwittrte Gläser sind nicht berücksichtigt.

Tabelle 20: Durchschnittliche Zusammensetzung der Pottaschegläser (Auszug, Angaben in Gewichtsprozent)

Farbe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	BaO
amethystf.	69.68	1.51	0.28	1.77	0.45	6.82	0.98	17.14	0.26	0.1747
blau	68.13	1.46	0.98	0.80	0.49	4.80	0.84	15.54	0.15	0.2547
braun	71.23	2.87	0.36	1.16	1.24	6.63	0.81	13.55	1.04	0.0469
farblos	73.78	0.88	0.24	0.54	0.38	5.44	0.77	14.79	0.20	0.0689
grün	74.30	4.86	0.57	0.91	1.30	5.90	0.59	10.57	0.30	0.1275
weiß	67.14	2.66	0.43	0.41	0.47	8.19	0.58	14.05	4.23	0.0759
Ø	70.71	2.37	0.48	0.93	0.72	6.30	0.76	14.27	0.39*	0.1248

*ohne die mit Phosphat gefärbten Gläser

7.3 Sodaglas

Beim Sodaglas diente Natursoda oder Pflanzensoda als Flussmittel, beide kommen im Schwarzwald nicht vor. Es ist daher zu vermuten, dass das Sodaglas, das im Umfeld der Glashütten zu finden ist, bis etwa 1700 als Recyclingglas zu betrachten ist, vor allem, wenn es sich hierbei ausschließlich um Hohlglasbruchstücke handelt. Als Soda-Rohglas, das also in den Glashütten erschmolzen wurde, liegen Belege erst aus dem beginnenden 18. Jahrhundert vor, hier vermutlich mit importierter Soda hergestellt. Der Übergang zur Verwendung von industriell produzierter Soda ist nicht exakt zu fassen, dürfte sich aber auch über einen längeren Zeitraum hingezogen haben, da nach der Erfindung des Herstellungsverfahrens durch Leblanc 1791 noch über 50 Jahre vergingen, bis dieses Flussmittel in ausreichender Reinheit und in größeren Mengen hergestellt werden konnte (vgl. KOPP 1856).

Nach dieser Vorstellung wäre im Schwarzwald mit drei verschiedenen Sodaglas-Typen zu rechnen:

1. Sodaglas als Importware, keiner der Hauptbestandteile (Quarz, Soda, Kalkstein) stammt aus dem Schwarzwald
2. Sodaglas als z.T. einheimisches Produkt, Quarz und Kalkstein sind einheimisch, Soda ist importiert
3. Sodaglas als vollständig einheimisches Produkt unter Verwendung von synthetisierter Soda

Leider ist es nicht möglich, diese drei Untertypen chemisch zu unterscheiden. Es lassen sich zwar innerhalb der Sodagläser die verschiedensten Gruppen bilden, doch ist keine dieser Gruppen eindeutig einem Untertyp zuzuordnen, auch sind gelegentlich die Übergänge fließend.

Die Hauptursache für dieses Verhalten scheint darin begründet zu sein, dass einerseits die Zusammensetzung der Rohstoffe zu variabel ist, andererseits die Rezepturen aber auch so unterschiedlich waren, dass eine weitere Untergliederung nicht möglich ist, zumal ja auch nicht bekannt ist, woher im einzelnen die Hohlglasbrüchlinge stammen, bzw. woher die Soda importiert wurde.

Die Charakteristik des Sodaglases beschränkt sich daher auf einen Grundtyp, der etwa folgendermaßen beschrieben werden kann:

SiO ₂	MgO + CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba
hoch	niedrig	hoch	niedrig	niedrig	niedrig

Die Tabelle 21 enthält die Durchschnittswerte der Sodagläser, getrennt nach Glasfarben, verwitterte Gläser sind nicht berücksichtigt. Beim Ba-Gehalt sind die Gläser mit absichtlicher Barium-Zugabe nicht gewertet.

Tabelle 21: Durchschnittliche Zusammensetzung der Sodagläser (Auszug, Angaben in Gewichtsprozent)

Farbe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	BaO
amethystf.	73.34	0.59	0.13	0.42	0.13	4.61	15.56	2.73	0.05	0.0429
blau	71.19	0.89	0.18	0.25	0.22	8.93	15.68	1.80	0.06	0.0380
braun	67.53	3.21	0.71	1.54	0.61	10.07	13.15	1.44	0.19	0.0283
farblos	72.76	0.99	0.17	0.15	0.69	9.31	12.59	1.44	0.09	0.0607
grün	68.58	3.15	0.80	0.43	1.28	10.93	11.78	1.38	0.23	0.0673
weiß	72.88	3.14	0.14	0.17	0.12	4.81	13.26	2.01	0.17	0.0200
Ø	71.05	2.00	0.36	0.42	0.51	8.19	13.67	1.80	0.12	0.0429

7.4 Mischglas

Als letzter Glastyp ist das Mischglas zu nennen, das auch - je nach Vormacht - als Natrium-Kalium-Glas oder Kalium-Natrium-Glas bezeichnet werden kann. Der Chemismus dieses Glastyps ist bestimmt durch eine undefinierte Vermischung der Merkmale von Sodaglas und Kaliglas, wobei Ascheglas und Pottascheglas gleichermaßen in Frage kommen. Die Ursachen für diese Vermischung, unreine Rohstoffe, abweichende Zusammensetzung der Buchenholz- asche oder Einschmelzen von Recycling-Sodaglas in Asche- oder Pottasche- Schmelzen, ist in den Kapiteln 6.2 und 6.2.1 bereits ausführlich behandelt worden und wird Gegenstand einer gesonderten Untersuchung sein.

Interessanterweise tauchen die ersten Mischgläser bereits im 15. Jahrhundert auf, zunächst nur belegt durch Hohlglasbrüchlinge. Ab dem 16. Jahrhundert liegen aber auch Rohglasstücke vor, insbesondere solche von grüner Farbe.

Bei den Farbgläsern fällt auf, dass amethystfarbenes Mischglas fehlt. Dies kann einmal daran liegen, dass die Anzahl der analysierten amethystfarbenen Gläser (22 Stück) statistisch gesehen zu gering ist, wahrscheinlicher ist jedoch, dass es keine amethystfarbenen importierten Sodagläser gibt, die zur Herstellung von Mischglas dieser Farbe hätten beitragen können. Soweit die Fachliteratur darauf eingeht, ist im Mittelmeerraum amethystfarbenes Glas allenfalls als Verzierung (Punkte, Fäden) verwendet worden (vgl. TAIT 1982), so dass im Recycling-Glas dieser Farbton fehlt.

Trotz des hohen Natriumgehaltes ist das Mischglas als einheimisches Produkt zu bezeichnen. Seine Kurzcharakteristik lässt sich etwa folgendermaßen beschreiben:

SiO₂ MgO + CaO Na₂O K₂O P₂O₅ Ba
mittel mittel mittel mittel mittel erhöht

Die Mittelstellung zwischen den Kali- und den Sodagläsern kommt hierbei augenfällig zum Ausdruck.

Tabelle 22 enthält die Durchschnittswerte der Mischgläser, getrennt nach Glasfarben, verwitterte Gläser sind nicht berücksichtigt.

Tabelle 22: Durchschnittliche Zusammensetzung der Mischgläser (Auszug, Angaben in Gewichtsprozent)

Farbe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	BaO
blau	63.53	3.44	1.00	0.69	2.35	13.76	4.29	7.44	1.26	0.2387
braun	63.47	4.63	0.89	2.73	2.36	14.32	5.53	4.61	0.82	0.3091
farblos	70.18	0.72	0.14	0.41	0.91	10.08	7.72	7.31	0.30	0.2664
grün	60.28	5.43	1.08	0.75	2.58	16.22	4.89	5.58	1.45	0.1921
weiß	68.61	7.44	1.28	0.91	2.02	10.76	2.51	4.32	0.89	0.1300
∅	65.21	4.33	0.68	1.10	2.04	13.03	4.99	5.85	0.95	0.2273

An weiteren Glastypeen ist lediglich Bleiglas erwähnenswert. Gläser mit überdurchschnittlich hohen Bleigehalten (0.2-2.3 %) wurden zwar mehrfach festgestellt, z.B. aus den Glashütten Grassert, Bonndorf, Nordrach Neuglashütte, Gaistal, Äule und Herzogenweiler, doch konnte ein echtes Bleiglas mit fast 22 % Blei nur ein einziges Mal nachgewiesen werden, ein Blei-Pottasche-Glas aus Herrenwies (1724-1778). Da es sich aber um einen Hohlglasbrüchling handelt, ist die Herstellung in dieser Glashütte nicht zwingend, eher unwahrscheinlich. Vermutlich handelt es sich um ein Importglas, z.B. aus England, wo Bleigläser seit dem Ende des 17. Jahrhunderts in größerem Umfang hergestellt wurden (SELLNER 1988).

Abschließend ist bezüglich der Glastypeen festzustellen, dass zwar ein zeitlicher Zusammenhang mit dem Auftreten bestimmter Glastypeen vorzuliegen scheint. Bevor jedoch nicht mehr Glashütten archäologisch und glaschemisch untersucht sind, ist das Auftreten eines bestimmten Glastyps nicht allgemein datierbar, zumal alle Glastypeen bis ins ausgehende 19. Jahrhundert hergestellt wurden.

Es ist daher wohl nicht zulässig, einen Glastyp als Zeitmarke zu werten oder als Beleg für ein besonderes Schmelzverfahren, wie dies ENDLICHER & TAVAKOLI (1985: 90) tun: " Die Gruppen B und C (nach vorliegender Definition Pottaschegläser und Mischgläser, d.Aut.) nehmen ... eine Zwischenstellung ein. Die

unterschiedliche chemische Zusammensetzung der Gläser ist folglich mit einer Änderung des Schmelzverfahrens in Verbindung zu bringen. Da diese Verfahrensumstellung etwa in der Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgt ist, sind nach den bisherigen Ergebnissen die kalk-kalireichen Oberpfälzer Waldgläser vor diesem Zeitpunkt gefertigt und grundsätzlich älter als die natronreichen, kaliarmen Gläser". Da den Autoren offensichtlich der Unterschied zwischen Asche und Pottasche nicht bekannt ist, kommen sie zu einer abweichenden Einteilung der Gläser, die als zeitlich datierbar angesehen wird, was nach den vorliegenden Feststellungen nicht der Fall ist.

8 Die Glasfarben

Aus der Abb. 21 lässt sich die Verteilung der verschiedenen Glastypen auf die Glasfarben ersehen. Die Dominanz der grünen Aschegläser ist offensichtlich, und dass keine amethystfarbenen Mischgläser analysiert werden konnten, liegt an der geringen Menge von entsprechenden Sodagläsern.

Über Glasfarben und ihre Ursachen ist schon viel geschrieben worden, und so manche Aussage zeugt von der geringen Fachkenntnis der Autoren, doch ist die Materie wohl so komplex, dass auch bei Untersuchungen mit modernsten Methoden und Geräten noch manche Fragen offen bleiben. So haben SELLNER et al. (1979) zwar den richtigen Ansatz zur Erklärung der durch Eisen und/oder Mangan verursachten Farben, doch reichen die von ihnen mitgeteilten Ergebnisse nicht in jedem Fall zum Verständnis mancher in den untersuchten Proben gefundenen Verhältnisse. So gibt es z.B. braune Gläser mit Eisengehalten um 0.1 % bei Mangangehalten unter 0.1 %, nach SELLNER et al. treten braune Farbtöne erst bei weit höheren Eisen- und Mangangehalten auf. Ungeklärt wäre nach ihren Untersuchungen auch die Ursache dafür, dass trotz sehr geringer Mangangehalte (0.3 %) der Eisengehalt bei farblosem Glas bis zu 1 % betragen kann, oder dass Gläser mit gleichen Eisen- und Mangangehalten braun, grün oder farblos sein können. Die folgenden Ausführungen sollen daher weniger ein Beitrag zur grundsätzlichen Erklärung der Glasfarben sein als vielmehr auf einzelne erkennbare Ursachen der Glasfärbung hinweisen.

8.1 Grünes Glas

Bei keiner anderen Glasfarbe ist die Variationsbreite der Farbtönungen so groß wie beim grünen Glas. Neben dem meist nur leicht graugrün bis gelblichgrün getönten Glas der Butzenscheiben finden sich auch gelbgrüne, flaschengrüne,

smaragdgrüne, blaugrüne und türkisgrüne Gläser. Für diese grüne Farbe ist bei den Waldgläsern wohl in erster Linie das zweiwertige Eisen verantwortlich, wobei offensichtlich schon sehr geringe Mengen (0.2-0.3 %) ausreichen können.

Die höchsten Eisengehalte (über 1.5 bis 3.1 %) besitzen stets grüne Gläser, Ausnahmen bilden hier nur hoch manganhaltige braune Gläser sowie zwei blaue und zwei weiße Gläser. Zu den grün färbenden Elementen gehören aber auch Kupfer, Chrom und Nickel, doch dürften die gemessenen Gehalte der beiden letzten Elemente noch in keinem Fall farbwirksam sein, oder eine schwache Färbung wird durch andere Farbelemente übertönt. Nur ein einziges Glas weist eine durch Kupfer hervorgerufene blaugrüne Farbe auf, der Kupfergehalt liegt hier bei 1.3 %.

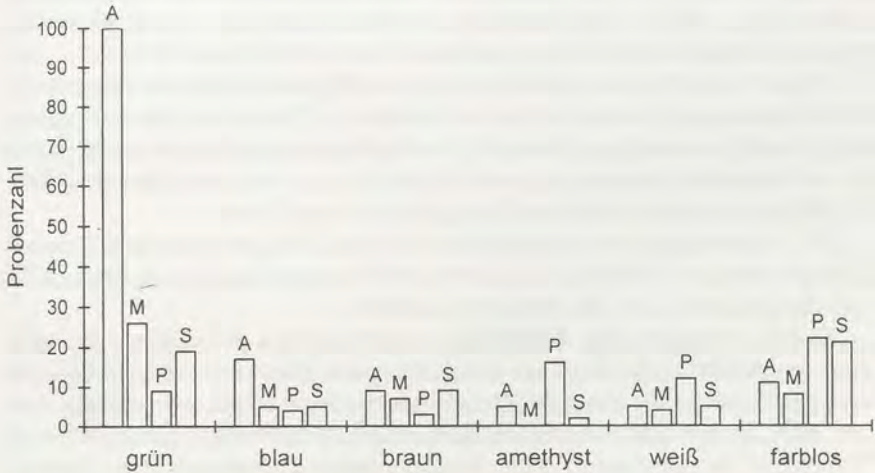


Abb. 21: Verteilung der analysierten Gläser nach Farbe und Glastype (A=Ascheglas, M=Mischglas, P=Pottascheglas, S=Sodaglas)

8.2 Blaues Glas

Von den 31 blauen Gläsern sind 26 transparent blau, während fünf blaue Trübgläser sind, d.h. blau getönte Beingläser. Das färbende Element ist fast stets Kobalt, evtl. in Verbindung mit Eisen. Zur Färbung reichen normalerweise einige hundert ppm, doch wurden auch wesentlich höhere Mengen nachgewiesen.

In drei Fällen liegen die Kobaltgehalte jedoch unter 100 ppm, hier darf wohl vermutet werden, dass Eisen die Blaufärbung verursacht, nur unterstützt durch die geringe Kobaltmenge.

In wenigen blauen Gläsern sind auch noch geringe Kupfergehalte festgestellt worden, doch ist bei diesen der gleichzeitig vorhandene Kobaltgehalt wohl farbbestimmend. Lediglich das Glas 19.07 verdankt seine blaugrüne Farbe ausschließlich dem hohen Gehalt an Kupfer (13000 ppm).

Über die Ursachen der Blaufärbung (Eisen, Kupfer, Kobalt) bestand lange Zeit keine einheitliche Meinung. NEUMANN (1925: 862) vertrat noch die Ansicht, dass in der Antike nie mit Kobalt gefärbt worden wäre, erst venezianisches Glas aus dem Jahre 1443 sei kobaltblau. Später (1929) konnte er jedoch Kobalt in einem babylonisch-assyrischen Glas (Lasurstein) bestimmen, wodurch die Verwendung dieses Färbemittels als sehr alt belegt wird.

Nach GEBHARD (1996: 33) treten erste kobaltgefärbte keltische Glasarmringe in Manching um 220 v. Chr. auf, doch dürften diese wohl aus importiertem Rohglas hergestellt worden sein (vgl. auch HAHN-WEINHEIMER 1956).

HEIDOVA, NECHVATAL & SEDIVY (1975: 530ff.) nehmen für die mittelalterliche Glaserzeugung Böhmens an, dass kobaltblaues Glas nur zur Verzierung von Hohlgläsern verwendet worden wäre. Diese Feststellung lässt sich aber durch die vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigen, da sich auch in den älteren Glashütten mehrfach kobaltblaue Hohlglasbrüchlinge fanden.

Die Verwendung von kobaltgefärbtem Blauglas für mittelalterliche Fensterscheiben konnte schließlich GEILMANN (1961) nachweisen, der in diesen Gläsern Kobaltgehalte von 500-1000 ppm feststellte.

Es steht demnach ohne Zweifel fest, dass Kobalt sowohl in der Antike wie auch im Mittelalter durchaus zur Blaufärbung von Glas verwendet wurde, doch mag die Kenntnis um die färbende Substanz weitgehend geheim gehalten worden sein, so dass über die Aufdeckung dieses Geheimnisses gelegentlich als "Erfindung" berichtet wird: "Auf den Glasmacher Christian Schürer von der Eulenhütte bei Neudeck im Böhmischem Erzgebirge geht die Erfindung der Kobaltfarben zurück. Er färbte als erster im Jahre 1540 Glasflüsse mit Schneeberger Kobalterzen. 1520 hatte zwar schon Peter Weidenhammer aus Schneeberg beobachtet, wie Schlacke durch Kobalterze blau wurde; die Entdeckung wurde aber nicht ausgewertet" (METZ 1955: 246).

8.3 Braunes Glas

Braunes Glas kann auf verschiedene Weisen erzeugt werden. Die einfachsten und wohl auch allein im Schwarzwald angewandten Methoden ergaben eine

Braunfärbung durch die entsprechenden Eisen- und Manganhalte bei hohem Sauerstoffgehalt der Glasschmelze oder durch die Verwendung von Kohlenstaub und Pyrit. Letztere Methode dürfte bei vier Sodagläsern (Herrenwies und Bonndorf, Importware?) angewendet worden sein, da hier die Eisengehalte nur sehr gering sind (0.12-0.26 %), Mangan sogar fast völlig fehlt (0.00-0.04 %). Zu dieser Art von braunem Glas schreibt ILLIG (1991: 156): "Die für den Aufbau des Farbkomplexes erforderlichen Komponenten können auf verschiedene Weise in das Gemenge eingeführt werden: Einsatz von ... Kohlenstaub mit hohem Schwefelgehalt, wobei der Eisenanteil durch die anderen Glasrohstoffe eingebracht wird ... (oder) Einsatz von Eisensulfid (Pyrit) und Kohlenstoff". Da diese Art der Braunfärbung nur bei Sodagläsern gefunden wurde, die wegen ihrer reineren Rohstoffe fast stets sehr eisen- und manganarm sind, könnten sie nach der obigen Art gefärbt worden sein, wenn da nicht die zahlreichen anderen Gläser wären, die bei gleicher bis nur unwesentlich abweichender Zusammensetzung im Eisen-, Mangan- und Schwefelgehalt andere Farben zeigen: grün, blau, weiß oder farblos. Offensichtlich ist also neben Kohlenstoff und Pyrit noch ein anderer Faktor für die Braunfärbung dieser Gläser bestimmend.

Alle anderen braunen Gläser verdanken ihre Farbe dem Zusammenspiel von Eisen, Mangan und Sauerstoff. Die Eisengehalte liegen dabei zwischen 0.3 und 1.8 %, während die Manganhalte bis 6 % erreichen können.

8.4 Amethystfarbenes Glas

Gläser dieser Färbung, mal etwas mehr rosala, mal mehr violett, waren offensichtlich im Schwarzwald sehr beliebt. Schon in den ältesten Glashütten ist es vorhanden, insbesondere aber ab dem 17. Jahrhundert wurde es in allen Glashütten hergestellt. Die Farbe beruht auf dem Vorhandensein von Mangan, allerdings nur in den höheren Wertigkeitsstufen (Mn^{3+} bis Mn^{5+}).

Als Basis für das amethystfarbene Glas diente hauptsächlich Pottascheglas, weil dieses von den Rohstoffen her eisenarm ist. Da es aber auch praktisch frei von Mangan ist, wurde Braunstein oder ein anderes Manganoxid beigemischt. Um bei diesem die erforderliche Wertigkeitsstufe zu erzielen, denn nur in hoher Wertigkeit färbt Mangan auch wirklich amethystfarben, musste zusätzlich noch ein Sauerstofflieferant, z.B. Salpeter oder Weinstein zugesetzt werden.

Die Farbintensität ist nicht nur von der Menge des Mangans abhängig, hier wurden im Mittel 0.9 % gemessen. Da jedoch auch schon 0.4 % MnO färben, und Gläser mit 5 bzw. 10 % ebenfalls eine normale Amethystfarbe besitzen, scheint der Sauerstoffpartialdruck bzw. die davon abhängige Wertigkeit das stärker steuernde Kriterium zu sein. Wie sonst wäre es zu verstehen, dass es

braune Gläser gibt, die einen gleich hohen Mangengehalt haben wie einige amethystfarbene.

8.5 Weißes Glas (Trübglas)

Als weißes Glas oder Weißglas wurde früher gelegentlich auch das farblose Glas bezeichnet (z.B. GREINER 1971: 53). Hier sind unter dieser Bezeichnung aber alle die Gläser zusammengefasst, die weiß getrübt sind, das reicht vom schwach opalisierenden Glas, meist mit leichtem Blaustich, über milchig weiße, leicht transparent erscheinende Gläser bis zu solchen, die porzellanartig dicht gefärbt sind.

Wegen ihrer Trübung sind auch die Gläser hierher zu zählen, die auf der Basis der Weißglas-Herstellung zusätzlich durch Kobalt blau gefärbt sind. Alle diese Gläser (Weißglas, Milchglas, Opalglas, Beinglas etc.) gehören nach heutiger Terminologie zu den Trübgläsern, deren lichtstreuender Effekt durch die Einlagerung von feinsten Teilchen hervorgerufen wird, die sowohl kristallin als auch amorph (glasig) sein können.

Beim Waldglas lassen sich nach diesen Kriterien vier verschiedene Typen von Weißgläsern unterscheiden:

Typ I: Trübung durch Zugabe von Knochenasche, daher auch die früher oft gebrauchte Bezeichnung "Beinglas". Da die Knochenasche fast nur aus Calciumphosphat besteht - Röntgendiffraktometeraufnahmen zeigten vornehmlich das Vorhandensein von Apatit $\text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH}, \text{CO}_2)(\text{PO}_4)_3$ - sind diese Gläser ungewöhnlich phosphorhaltig ($\text{P}_2\text{O}_5 = 3\text{-}7\%$). Röntgendiffraktometeraufnahmen von Beingläsern zeigen eine Folge von Reflexen, die nicht dem Apatit zuzuordnen sind. Das bedeutet, dass sich der Apatit der Knochenasche in der Glas-schmelze völlig gelöst hat und als veränderte Substanz (evtl. Ca_3PO_4) wieder ausgefällt wurde. Diese liegt im Beinglas in Form winzigster Partikel vor und verursacht die Streuung des Lichtes.

Zu diesem Typ gehören die weißen Gläser von Herrenwies, Gaistal sowie von Nordrach Altglashütte und Nordrach Neuglashütte, sie stammen somit aus dem beginnenden 18. Jahrhundert. Es scheint sich hier also um die Anwendung der Erfindung von Daniel Krafft zu handeln, die von Johannes Kunckel modifiziert und präzisiert sowie auch erstmalig veröffentlicht wurde.

Für die Farbtiefe ist auch die Nachbehandlung wichtig: "Es hat zwar dieses Glas die Art / dass es erstlich klar und hell aus dem Feuer kommt; wann man es aber einwärmt und verarbeitet / so wird es entweder gleich dem Opael, oder aber gantz Bein- oder Milchweis / alles nachdeme man es oft einwärmet / und viel oder wenig gebrandt Hirschhorn (eine Mischung aus Ammoniumhydrogen-

carbonat und Ammoniumcarbaminat, d.Aut.) oder Knochen dazu gethan hat" (KUNCKEL 1689: 59f.).

Im Gegensatz zur Angabe von THOMA (1924: 22) dass „Milchglas ... erst gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts hergestellt wurde“, lässt sich die Produktion von Trübgläsern auf der Basis von Knochenasche bis zur Wende des 16./17. Jahrhunderts, vielleicht sogar bis in das 13. Jahrhundert zurückverfolgen.

Typ II: Trübung des Glases durch eine röntgenindifferente Substanz. Das kann z.B. eine glasige Schmelze sein, die sich nicht mit dem normalen Glas mischt. Die chemischen Analysen geben hierfür aber keinerlei Anhaltspunkte. Der gleiche Effekt kann aber auch durch Luftbläschen erzeugt werden, wenn sie nur fein genug sind. Sie würden sich natürlich ebenfalls nicht in der Analyse niederschlagen, sind aber als Trübungsmittel durchaus in Betracht zu ziehen. Röntgendiffraktometeraufnahmen derartiger Gläser dürfen natürlich auch keinerlei Reflexe zeigen, was mehrfach bestätigt werden konnte.

Der Phosphorgehalt ist bei diesen Gläsern ohne Einfluss auf die Trübung, er liegt konsequenterweise auch im mittleren Bereich (zwischen 0.38 und 1.92 %).

Gläser dieses Typs sind weit verbreitet, sie konnten in den Glashütten Rohrenkopf, Scharfenstein Nord, Muchenland, Grassert, Bonndorf, Nordrach Neuglashütte, Herzogenweiler und Herrenwies nachgewiesen werden. Sie überdecken somit den Zeitabschnitt von etwa 1550 bis zur Wende des 19./20. Jahrhunderts.

Typ III: Bei diesem Glas erfolgt die Trübung durch den Zusatz von Flusspat (CaF_2), der sich in der Schmelze zunächst löst und bei der Abkühlung zur Auskristallisation feinsten Flusspat-Kriställchen führt. Durch Röntgendiffraktometer-Aufnahmen konnte bei diesen Gläsern neben dem Flusspat noch Villiaumit (NaF_2) nachgewiesen werden, der sich wegen des hohen Natriumgehaltes (es sind stets Sodagläser) neu gebildet hat und neben den Flusspat-Kristallen ebenso zur Trübung beiträgt.

Gläser dieses Typs sind wie fast alle Sodagläser sehr arm an Phosphor (0.01-0.22 %), und sofern Fluor an ihnen bestimmt wurde, weist auch hier ein deutlicher Gehalt auf die Verwendung von Flusspat hin.

Gläser dieses Typs stammen aus Bonndorf, Äule und Herzogenweiler, also praktisch aus der Zeit von der 2. Hälfte des 17. bis zum Ende des 18. Jahrhunderts.

Typ IV: Ein einziges Mal konnte eine Kombination der Trübungsmittel Knochenasche und Flusspat analytisch nachgewiesen werden. Beim Glas Nr. 29.20 aus Nordrach Neuglashütte wurden neben 5.0 % P_2O_5 auch noch 1400 ppm Fluor bestimmt. Die Trübung durch Knochenasche wurde hier also noch durch eine Zugabe von Flusspat abgesichert oder intensiviert. Ob allerdings weitere

Beingläser von Nordrach diesem Typ zuzuordnen sind, kann nicht entschieden werden, da bei diesen der Fluorgehalt nicht analysiert wurde.

Nach BEZBORODOV (1975: 71ff.) und anderen Autoren wurden seit der Antike Gläser auf vielfältige Art getrübt, z.B. durch Antimon-, Arsen- und Zinnminerale. Weiße Gläser mit erhöhten Gehalten an diesen Elementen waren jedoch im Schwarzwälder Waldglas bisher nicht zu finden.

8.6 Farbloses Glas

Beim farblosen Glas sind zwei Arten zu unterscheiden,

1. Glas ohne färbende Bestandteile
2. Glas mit färbenden Bestandteilen, die sich jedoch gegenseitig kompensieren oder durch einen Herstellungsprozess entfärbt wurden.

Beide Fälle lassen sich im Schwarzwald nachweisen. Zu den echten farblosen Gläsern gehören die Sodagläser mit sehr geringen Eisengehalten und/oder Mangangehalten. Ähnlich mag es sich auch noch bei den Mischgläsern mit Eisengehalten um 0.1 % verhalten. Bei den Pottaschegläsern und vollends bei den Aschegläsern liegt dagegen wohl stets eine Entfärbung vor, entweder durch Braunstein oder andere Substanzen.

Leider wird - auch in der Fachliteratur - nur sehr selten zwischen den verschiedenen Eigenschaften des Braunsteins bezüglich der Glasfarbe unterschieden. Braunstein entfärbt - durch geringe Eisengehalte eigentlich grün gefärbtes - Glas durch die Abgabe von Sauerstoff. Hier ist allein die oxidierende Wirkung des Braunsteins als Glasmacherseife aktiv. Gleiche entfärbende Wirkung haben z.B. auch Arsenoxide und Antimonoxide, da auch diese Verbindungen ihren Sauerstoffgehalt in der Schmelze leicht abgeben, die Metalle Arsen und Antimon die Schmelze aber nicht färben, außerdem verdampfen sie oft weitgehend.

Der "bleichende" Effekt des Sauerstoffs war auch bei der Präparation der Glasproben zur Röntgenanalytik bemerkbar. Da die Proben zur Homogenisierung zunächst gemahlen und anschließend geschmolzen werden mussten, wurde als Schmelzmittel Lithiumborat zugesetzt. Lithium und Bor haben keine entfärbende Wirkung, durch den freiwerdenden Sauerstoff wurden aber fast alle grünen Gläser entfärbt und viele andersfarbige Gläser sehr stark aufgehellt.

Zur Entfärbung genügen Bruchteile von Prozenten von Braunstein, nach ILLIG (1991: 68) sind 0.1-0.2 % MnO_2 ausreichend. Es gibt z.B. ein farbloses Glas mit 1.0 % Fe_2O_3 , das durch 0.3 % MnO seine Farbe verloren hat. In diesem Glas (29.24 Pottascherohglas von Nordrach Neuglashütte) konnten allerdings auch noch 200 ppm Kobalt, 760 ppm Arsen und 310 ppm Antimon nach-

gewiesen werden, die sowohl auf chemischem wie auch auf physikalischem Wege der Grünfärbung des Eisens entgegenwirken.

Es muss hier nochmals darauf hingewiesen werden, dass zum Entfärben der Sauerstoff des Entfärbers Braunstein notwendig ist, das Mangan als solches entfärbt das Glas nicht notwendigerweise. Es konnten nämlich zahlreiche grüne Gläser mit Eisengehalten zwischen 0.5 und 1 % bei gleichzeitigen Mangangehalten von 1 bis über 3 % analysiert werden. In diesen Fällen stammt das Mangan nicht aus dem Braunstein sondern aus der Holzasche, die nach den vorliegenden Analysen bis zu 12 % MnO enthalten kann, das Mittel der Buchenholzaschen von Gneisstandorten liegt bei 6 %.

Bei einem Zusatz von nur 20 % Asche zur Glasschmelze sind das etwa 1.2 % MnO, ausreichend, um als Braunstein jedes eisenhaltige Glas zu entfärben. Offensichtlich hat aber das karbonatisch gebundene Mangan aus der Holzasche keine entfärbende Wirkung, da es keinen Sauerstoff abgeben kann, und die auf physikalischem Wege wirkende Entfärbung (Komplementärfarbe) in diesen Gläsern nur von untergeordneter Bedeutung ist. Das beweisen zahlreiche grüne, also nicht entfärbte Gläser mit Eisengehalten zwischen 0.5 und 1 %, bei denen der Mangangehalt zwischen 1 und 4 % liegt.

8.7 Rotes Glas

Unter den Waldgläsern ist rotes Glas recht selten, man möchte es wegen dieser Seltenheit meist eher für Importware halten. Um so erstaunlicher sind die Untersuchungsergebnisse an den zwei roten Gläsern, die zur Analyse geopfert wurden.

Glas Nr. 12.11, eine Glasscheibe aus Ascheglas vom Rohrenkopf (Betriebszeit um 1550) machte den Eindruck eines rot überfangenen grünen Glases. Die nähere Untersuchung brachte dann allerdings ans Licht, dass es sich bei der roten Schicht um verwittertes Glas handelt. Näheres hierzu im Kapitel 9.

Glas Nr. 10.04 von Wittlensweiler (Betriebszeit vor 1521 bis vor 1590) war dagegen ein Asche-Rohglas, also auch keine Importware. Die Farbe dieses Glases beruht auf einem Gehalt von 5400 ppm Kupfer, es handelt sich also um ein Kupferrubinglas. Die Erfindung dieser Glasart wird meist Johann Kunckel oder dem Florentiner Antonio Neri zugeschrieben, die 1679 bzw. 1612 die Rezeptur für dieses Glas veröffentlichten, wohl zu unrecht, wie schon SCHLOSSER (1984: 273) feststellte: "Kunckel ist mit dem Ruhm des Wiederentdeckers der Rubinglasherstellung bedeckt in die Geschichte des Glases eingegangen. Das ist erstaunlich, wenn man bedenkt, dass die Glasmaler des 14. bis 17. Jahrhunderts stets das Rubinglas für ihre Arbeiten zur Verfügung hatten, dass Venedig Ru-

binglas erzeugte, und dass - ohne alles Aufhebens - in den süddeutschen Glashütten des 17. Jahrhunderts Rubinglas in rauen Mengen erzeugt wurde". Die "rauen Mengen" können durch das vorliegende Fundmaterial zwar nicht bestätigt werden, und auch das 17. Jahrhundert ist schon etwas spät, doch ist das Rubinglas aus der Mitte des 16. Jahrhunderts als Bestandteil der Palette der Schwarzwälder Waldgläser sicher nicht von Neri oder Kunckel erfunden worden.

8.8 Gelbes Glas

Ein eindeutig gelbes Glas wurde nur ein einziges Mal gefunden. Das Glas Nr. 12.12, ein Hohlglascherben aus Ascheglas vom Rohrenkopf (Betriebszeit der Glashütte um 1550) weist jedoch keinerlei Besonderheiten in der Analyse auf, die einen Hinweis auf das färbende Element geben könnten. Möglicherweise wurden zur Farbgebung geringe Mengen von Kohlestaub und Schwefel verwendet, die in höherer Konzentration braun färben, die aber analytisch nicht bzw. nicht sicher erfassbar sind.

8.9 Achatglas

Dieses Glas, das in Farbe und Struktur dem Achat in seiner Formenfülle nachempfunden ist, wird auch als Chalcedon-, Jaspis-, Karneol-, Onyx- oder marmoriertes Glas bezeichnet. Obwohl derartige Trübgeläser mit andersfarbigen Schlieren schon in der Antike bekannt waren, sind sie erst im ausgehenden Mittelalter, nach Meinung anderer Autoren noch später wieder in Mode gekommen. KÄMPFER (1966: 308) schreibt hierzu: "Karneolglas, braunrote, undurchsichtige Glasmasse mit leichter Marmorierung oder streifiger Äderung, zuerst in Venedig im 17. Jh. hergestellt, später auch in Deutschland ... und Böhmen".

Im Schwarzwald scheint das Achatglas allerdings schon früher hergestellt worden zu sein. So fand sich ein Hohlglasbrüchling in der Glashütte am Schöllkopf (1448-1521), Rohglas bei Wittlensweiler (1521-1590) und ein kugeliges Knopf mit Drahtöse bei der Glashütte Bonndorf (1645-1705).

Da das Achatglas nicht wiederverwertbar ist, dürften alle drei Funde als Eigenproduktion zu deuten sein. Somit lässt sich ein erstes Auftreten des Achatglases im Schwarzwald für den Beginn des 16. Jahrhunderts oder noch früher annehmen.

9 Die Glasverwitterung

Obwohl manche Gläser über viele Jahrtausende hinweg völlig unverändert erhalten blieben, ist doch bei vielen Stücken schon äußerlich festzustellen, dass sie unter dem Einfluss von Atmosphärenteilchen oder auch der Bodenfeuchte Auflösungserscheinungen zeigen. So beschreibt NEUMANN (1925: 864) z.B. "eine relativ starke ganz wundervoll schillernde Irisschicht ..., die wie metallisches Silber und Gold schimmert". In anderen Fällen ist die Verwitterungsschicht weiß, dünn und nur mäßig abblättern, während braune Krusten sich oft sehr gut ablösen und bis zu einem Millimeter Dicke erreichen können. Besonders interessant sind diese Verwitterungskrusten, wenn sie gut haften und von roter Farbe sind. Sie werden dann leicht für absichtlich hergestelltes Überfangglas gehalten, zumal die Oberfläche normal glatt erscheint. In wieder anderen Fällen zeigt sich die Korrosion des Glases durch eine grubig zerfressene, gelegentlich Schlieren im Glas nachzeichnende Oberfläche. In all diesen Fällen dürften chemische Austauschvorgänge im Boden die Ursache für die Zersetzung sein.

Anders verhält es sich bei der Glaskrankheit, die auch "trocken gelagerte" Gläser befällt. "Bei diesem Auflösungs-Prozess des Glases bilden sich zunächst an der Oberfläche feine Risse; in einem fortgeschritteneren Stadium lösen sich kleine Schuppen von ihr ab, wobei die betreffenden Stellen stumpf bleiben. Es ist jetzt erwiesen, dass der Zerfall auf einem zu starken Kaligehalt des Glases beruht" (SCHACK 1979: 172).

Im Falle der hier untersuchten Waldgläser sollte man annehmen, dass die jahrhundertelange Lagerung des Glases im gut durchfeuchteten Waldboden besonders kräftige Spuren hinterlassen hätte. Dem ist aber nicht grundsätzlich so. Nur bei sehr wenigen Proben bestand aufgrund des Erhaltungszustandes Anlass zu der Annahme, das Glas sei angewittert. In den allermeisten Fällen war die Glasoberfläche offenblank und höchstens verkratzt. Dieses Phänomen täuscht also leicht über das tatsächliche Ausmaß der Verwitterung hinweg und führt dementsprechend auch leicht zu Trugschlüssen.

Die Glasverwitterung war schon früh das Ziel chemischer Analysen. So untersuchte HAUSMANN (1856: 928) die irisierenden Schichten auf römischen Gläsern, und NEUMANN (1925: 864) konnte feststellen, dass die Glasoberfläche Wasser absorbiert und die Alkalien in Lösung gehen. Diesen Vorgang konnte SCHOLZE (1985: 116ff.) bezüglich der Natrium-Auslaugung quantifizieren, und auch GMÜR-BRIANZA (1990: 89ff.) widmet der Verwitterung römischer Sodagläser ein ganzes Kapitel. Interessanterweise stellte sie jedoch fest, dass nach ihren Messungen nur das Natrium in Lösung geht, das Kalium aber unverändert bleibt. Diese Beobachtung steht im Widerspruch zu der Angabe von WHITEHOUSE (1995: 48), der Kaliglas für leichter verwitternd hält als Sodaglas.

LEIBER, CZYGAN & MAUS (1985: 93ff.) konnten mittels Mikrosondenanalysen nachweisen, dass nicht nur die Alkalien, sondern auch die Erdalkalien besonders in den roten und braunen Verwitterungskrusten deutlich abnehmen, Kieselsäure und Aluminium werden dagegen relativ angereichert. Auch beim Eisen ist eine deutliche Anreicherung festzustellen. Auf ihr beruht in Verbindung mit einer Wertigkeitszunahme auch der Farbumschlag von grünen zu braunroten Farbtönen. Zur Verdeutlichung dieses Phänomens seien diese Messergebnisse in der Abb. 22 graphisch wiedergegeben.

Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen diesen Befund insofern, als auch hier mehrere Gläser analysiert werden konnten, bei denen Alkali- und Erdalkaligehalte stark reduziert sind. Bei diesen Proben liegen die Alkaliwerte so niedrig, dass eine normale, d.h. ursprüngliche und unveränderte Glaszusammensetzung nicht mehr angenommen werden kann.

Leider gibt es derzeit noch keine Möglichkeit, das Ausmaß der Verwitterung und damit der Veränderung der chemischen Werte zu messen, da die Ausgangssituation bezüglich der Glaszusammensetzung zu variabel ist. Pauschale Beurteilungen geben zwar einen deutlichen Trend an, sind aber im Einzelfall wenig hilfreich. Besonders bei der zerstörungsfreien Analyse, bei der nur die Oberfläche der Probe gemessen wird, ist mit deutlichen Verwitterungseffekten zu rechnen. Diesem Problem kann man weitgehend ausweichen, wenn man die gesamte Probe durch Pulverisieren oder Schmelzen homogenisiert, wobei die Probe allerdings zerstört wird.

Um den Einfluss einer möglicherweise verwitterten Oberfläche zu minimieren, wurden für die vorliegenden Analysen möglichst dicke Stücke von Rohglas, Hohl- oder Flachglas verwendet, bei denen das Verhältnis von verwitterter Oberfläche zum unverwitterten Kern möglichst klein war. Dennoch muss rückblickend festgestellt werden, dass doch einige Analysen durch Verwitterung beeinflusst sind, vorwiegend bei Hohl- und Flachgläsern mit einem ungünstigen Oberfläche/Volumen-Verhältnis.

Die Abb. 10 und 15 machen deutlich, dass eine intensive Verwitterung allerdings nur bei recht wenigen Proben vorliegt. Wie bereits weiter oben näher ausgeführt, blieben zur Vermeidung von Fehlinterpretationen daher Proben mit einem Alkaligehalt von weniger als 7 % bei Bilanzierungsbetrachtungen unberücksichtigt. Die Proben sind in der Analysentabelle entsprechend gekennzeichnet.

Abschließend sei noch ein kurzer Hinweis für zukünftige zerstörungsfreie Glasanalysen gegeben. Wenn es möglich ist, die Verwitterungskruste von der Oberfläche abzukratzen, genügt die derart freigelegte Stelle für eine annähernd repräsentative Analyse. Um dieses Verfahren experimentell zu erproben, wurden zwei Gläser vom gleichen Fundpunkt (Scharfenstein Süd) untersucht, die

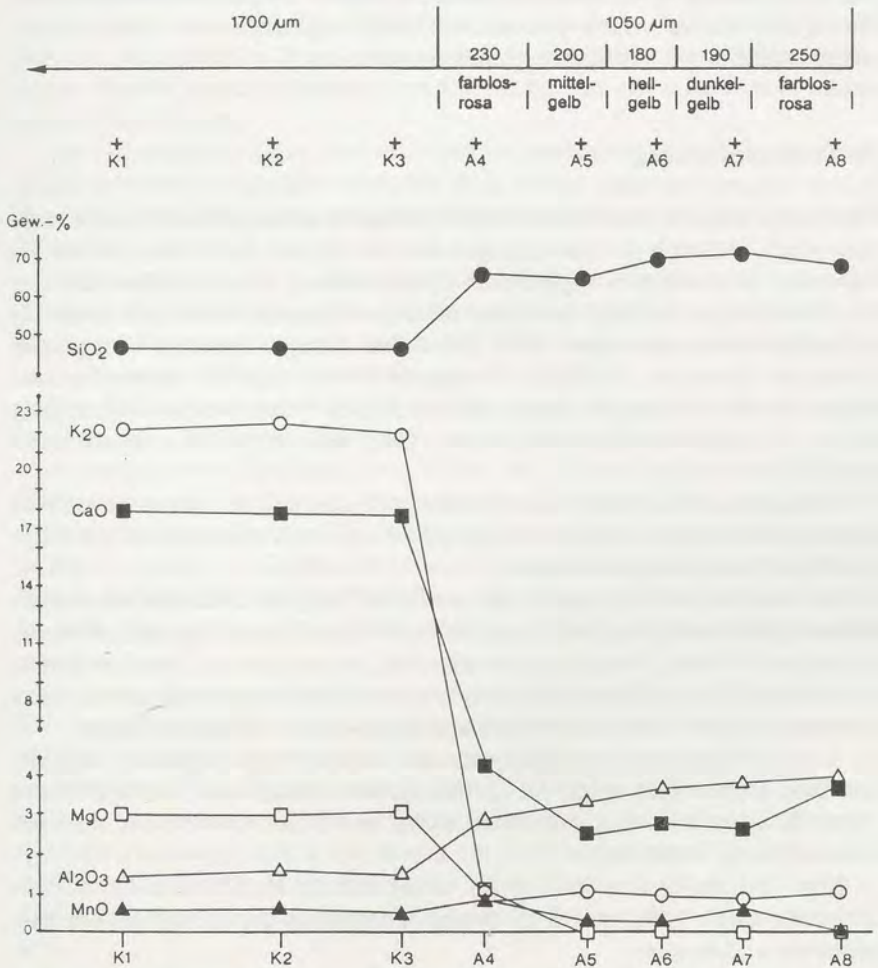


Abb. 22: Farbzonierung (oben) und chemisches Profil (unten) durch die Hälfte einer Flachglasscherbe im Querbruch, frischer Kern links, Verwitterungskruste rechts (abgeändert nach Abb. 15 in LEIBER, CZYGAN & MAUS 1985)

beide den gleichen graugrünen Farbton aufwiesen. Das eine war ein dickes Rohglasstück, das andere ein Faden, der tiefe Korrosionsgruben, jedoch keine Verwitterungskruste zeigte, diese hatte sich beim Säubern der Probe völlig abgelöst. Die Analysen zeigen praktisch identische Werte (s. Analysen Nr. 14.03

und 14.04 in Kap. 12.4). Analysenproben, bei denen ein Sicherheitsabstand von etwa 2 mm von der ursprünglichen Oberfläche eingehalten wird, dürften daher weitgehend frei von Verwitterungseffekten sein.

10 Zusammenfassung

Die Kenntnisse über die Schwarzwälder Waldglashütten sind derzeit noch recht lückenhaft, und auch die Vorstellungen über die Anzahl der Hütten, die hier tätig waren, sind reichlich vage. Durch Kartenstudium, Literaturrecherchen und Nachforschungen im Gelände konnte die bisher angenommene Zahl (etwa 80) wesentlich erweitert werden. Über 190 sicher nachgewiesene oder begründet vermutete Glashütten, die allein im engeren Bereich des Schwarzwaldes zwischen dem 12. und dem 20. Jahrhundert in Betrieb waren, wurden kartenmäßig erfasst, 37 dieser Hüttenstandorte wurden aufgesucht, beprobt und näher untersucht.

Zum sicheren Nachweis eines Glashüttenstandortes, der durch schriftliche Quellen nicht exakt zu lokalisieren ist, gehört u.a. das Vorhandensein von Glasofen- und Glashafenbruchstücken.

Bis etwa um das Jahr 1500 wurde zur Herstellung der Glashäfen ein magnesiumreiches Material verwendet, aus dem sich beim Brand ein seltenes Mineral, der Indialith bildete. Jüngeren Glashäfen fehlt dieses Merkmal, insofern könnte dieses Kriterium als Hilfe bei der Datierung von Glashütten unbekanntem Alters verwendet werden, falls weitere Untersuchungen diesen Befund bestätigen.

Eine Auflistung des gesamten Fundmaterials lässt bereits erkennen, dass neben dem grünen Glas schon im 12. Jahrhundert braune und amethystfarbene Gläser hergestellt wurden. Farbloses, weißes und blaues Glas ist erst etwa 100 Jahre später nachzuweisen.

Etwa 350 chemische Analysen der Gläser und der im Schwarzwald vorhandenen Rohstoffe gestatten die eindeutige Zuordnung der Gläser zu vier verschiedenen Glastypen:

1. Ascheglas, hergestellt unter Verwendung von Buchenholzasche, gelegentlich ohne zusätzliche Kalkzugabe
2. Pottascheglas, hergestellt unter Verwendung von Pottasche und Kalk
3. Sodaglas, zunächst sicher Importware, später vielleicht mit importierter Soda im Schwarzwald hergestellt, danach Schwarzwälder Produktion
4. Mischglas (Natrium-Kalium-Glas oder Kalium-Natrium-Glas), hergestellt unter Verwendung unreiner Rohstoffe, anderer Asche oder durch Zumischen von Sodaglas-Scherben zu einheimischem Kaliglas (Asche- oder Pottascheglas).

Bei der Glasherstellung wurden weitgehend einheimische Rohstoffe verwendet. Als Quarzrohstoff dienten Milchquarz aus dem Kristallin des Schwarzwaldes oder meist tertiäre Quarzsande aus den Randgebieten des Schwarzwaldes. Alpine Gerölle aus den Moränen und Rheinschottern sowie Feuerstein kamen seltener zum Einsatz.

Als Flussmittel wurden zu allen Zeiten Buchenholzasche und die aus dieser Asche gewonnene Pottasche verwendet. Soda musste importiert werden, erst ab dem 19. Jahrhundert setzte sich die aus einheimischem Steinsalz gewonnene Industriesoda durch.

Buchenholzasche ist in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr standortabhängig, was sich auch auf die Zusammensetzung der Gläser auswirkt. Durch die Verwendung von Pottasche wird dieser Effekt weitgehend unterdrückt, doch ist dann immer die Zugabe von Kalkstein erforderlich.

Der Kalkstein konnte ebenfalls aus den Randgebieten des Schwarzwaldes (Vorbergzone, Neckargebiet, Schwäbische Alb) beschafft werden.

Substanzen zum Entfärben bzw. Färben des Glases standen gleichfalls im Schwarzwald zur Verfügung: Braunstein als Glasmacherseife zum Entfärben des grünen Glases oder zum Erzielen eines amethystfarbenen Tones kommt z.B. in den Erzgängen bei Gremmelsbach oder Eisenbach vor, das Kobalt zur Blaufärbung lieferten Erzgänge bei Wittichen, Alpirsbach und Sulzburg, das Kupfer für blaugrüne und rote Farben ist in sehr vielen Erzgängen des Schwarzwaldes verbreitet.

Das rote Kupferrubinglas ist entgegen vielfach geäußerter Meinung keine Erfindung Kunckels (1689), da es z.B. schon in der Glashütte Wittlensweiler (1459-1534) hergestellt wurde.

Trübglas, oft verallgemeinernd als Beinglas bezeichnet, wurde im Schwarzwald auf verschiedene Weise hergestellt: Durch Zugabe von Knochenasche und/oder Flusspat sowie durch Zusatz einer vermutlich fein aufschäumenden Substanz. Die seit der Antike bekannten Trübungsrohstoffe Zinn, Antimon oder ähnliches konnten in den Schwarzwälder Waldgläsern nicht nachgewiesen werden.

Am verbreitetsten unter den Schwarzwälder Waldgläsern ist das grüne Glas (in allen 37 Glashütten), gefolgt vom farblosen Glas (29) und dem weißen Glas (25), aber auch die anderen Farbgläser waren recht verbreitet (blaues Glas 23, amethystfarbenedes und braunes 20). Als Seltenheit muss dagegen rotes Glas (Kupferrubinglas) bezeichnet werden, dessen Herstellung im Scharzwald ebenso wie das Achatglas als gesichert gelten kann, während gelbes Glas sich nicht mit Sicherheit als einheimisches Produkt nachweisen lässt, obwohl die untersuchte Probe als Ascheglas durchaus der normalen Schwarzwälder Zusammensetzung entspricht.

Die Lagerung des Glases im ständig oder gelegentlich durchfeuchteten Boden führt zur Verwitterung des Glases, bei der zunächst die Alkalien, später aber auch die Erdalkalien und andere Elemente ausgelaugt werden. Anhand von zahlreichen Analysen und gezielten Messungen konnte aber gezeigt werden, dass bei geeigneter Probenwahl und entsprechender Analysenmethode eine ausreichend genaue Bestimmung des Glases möglich ist, die zumindest eine eindeutige Zuordnung zu einem der vier Glastypen gestattet.

11 Archäologische Funde von Schwarzwälder Glashütten

11.1 Forschungsgeschichte zu Glashütten im Schwarzwald

Das Glasmachergewerbe wurde im Schwarzwald, wie in anderen waldreichen Mittelgebirgsregionen, seit dem hohen Mittelalter ausgeübt. In der frühen Neuzeit entwickelte es sich vor allem in den abgelegenen Tälern, aus denen das Holz nicht durch Flößerei oder Verarbeitung vor Ort einer anderweitigen Verwendung zugeführt werden konnte. Weltliche und geistliche Grundherren förderten gezielt die Ansiedlung von Glasmachern, auch um Ackerflächen für eine spätere Besiedlung zu erschließen. Durch Hilfsarbeiten für die Glasermeister hatten zahlreiche durch das geschlossene Hofgütersystem erwerbslose ältere Söhne eine wirtschaftliche Grundlage als Holzhauer, Schürer, Pottaschesieder und ursprünglich auch Glasträger. Zu den jüngeren Glashütten, die zum Teil bis weit in das 19. Jahrhundert hinein produzierten, liegt meist eine gute Quellenüberlieferung vor. Aber auch ältere Hütten fanden häufig einen schriftlichen Niederschlag. Da die Meister meist in einem freien Vertragsverhältnis zum Grundherrn standen, sind seit dem 15. Jahrhundert eine Fülle von Pachtverträgen und Bestandsbriefe vorhanden, hinzu kommen Hinweise in Rechtshändeln und Güterbeschreibungen, in einigen Fällen auch aus Tagebuchaufzeichnungen. Die seit dem 19. Jahrhundert einsetzende Beschäftigung mit den Schwarzwälder Glashütten stützte sich, verbunden mit der Erforschung von Flurnamen und Geländebeobachtungen, zumeist auf diese Schriftquellen. Im Vordergrund standen zunächst Beobachtungen zu einzelnen Glashütten (GOTHEIN 1892: 806-817).

HILDE THOMA versuchte 1924 erstmals die Schwarzwälder Glashütten im Überblick darzustellen. Sie stellte neben Standortfaktoren, Aspekten der Produktion, dem Umfeld der Meister auch Betriebe aus verschiedenen Regionen vor. Leider wurde auf diesen Neuansatz nicht aufgebaut, es folgten wiederum vor allem Arbeiten zu einzelnen Hütten. FRANZ RADEMACHER (1933: 25) stellte in seinem grundlegenden Werk zu den deutschen Gläsern im Mittelalter bei einem Überblick zu den Glashütten lediglich fest, dass im Schwarzwald mit frühzeitigen Glashütten zu rechnen sei, ohne näher darauf einzugehen. Der badische Teil des Schwarzwaldes wurde in den 60er Jahren von LUDWIG MOSER (1969) bearbeitet, der 68 Glashütten lokalisieren konnte. KARL GREINER (1971) nennt weitere zwölf Hüttenstandorte im Schwarzwald auf ehemals württembergischem Gebiet. Durch Einzeluntersuchungen und die Aufnahme kleiner Fundlandschaft-

ten¹ vermehrt, kann die Anzahl der Hüttenstandorte mittlerweile mit 192 beziffert werden (Abb.1).

11.2 Die frühesten urkundlichen Nachweise von Hütten

Die frühesten Hinweise auf Glashütten im Schwarzwald beziehen sich auf den Zinken Glasbach / Langenbach und Glasig / Freiamt. Beide gehörten beim Tode Bertholds V. von Zähringen zu dessen Besitz (HEYCK 1891: 507, 512 nach MOSER 1969: 3, Anm. 1). Neben dem Beleg der bislang noch nicht exakt lokalisierten Glashütten erfahren wir auch, dass sie von einer weltlichen Herrschaft betrieben wurden. Bei einer vermeintlich noch älteren Nennung von 1082 für *Glasehusen* am Omersbach (heute Glashauser Wald) wurde nicht bedacht, dass es sich dabei um einen relativ späten Nachtrag zum Schenkungsbuch des Klosters Reichenbach handelt, der nur ungenau in den Zeitraum 1175-1247 datiert werden kann - er ist dennoch einer der frühesten Belege für das Glasmachergerwerbe im Schwarzwald (Württembergisches Urkundenbuch VI, 439-454).²

Im 13. Jahrhundert treten in Schriftquellen vermehrt aus Nennungen oder charakteristischen Flurnamen abgeleitete Hinweise zu Glashütten auf: Glashütte / Hotzenwald (1257), Glashusen / Freiamt (1291), Glashütte / Gündelwangen (1296), Glashütte / bei Bitzenbrunnen (1296) (WOHLEB 1950).

Aufgrund der zufälligen Quellenüberlieferung müssen wir jedoch gerade in dieser frühen Zeit mit einer noch hohen Dunkelziffer rechnen, da bereits seit dem 12. Jahrhundert von einer florierenden Glasproduktion in Südwestdeutschland auszugehen ist. Dies ist nicht nur e silentio aus dem großen Bedarf von Flachglas für Sakralbauten abzuleiten, das vermutlich zumindest teilweise in deren näherer Umgebung produziert wurde. Verschiedene Bearbeiter mittelalterlicher Glasfundkomplexe (SCHMAEDECKE 1985 und BAUMGARTNER 1985) postulieren, dass aufgrund der durch Ausgrabungen enorm gestiegenen Anzahl von Hohlgläsern von einer lokalen Produktion auszugehen ist. Es gibt darüber hinaus damals schon Belege für einen Export der Produkte. Ein Basler Kaufmann verhandelte 1215/16 „einheimisches Glas“ zur Spiegelherstellung nach Genua (DOEHAERD 1941: 173, Nr. 343). Von dort wurde 1258 „schwäbisches Glas“ nach Tunis verschifft (ebd. 545, Nr. 1003).

Diese indirekten Ableitungen finden eine Bestätigung durch mittels archäologischer Prospektion nachgewiesene Plätze, etwa die um 1200 betriebene Glas-

¹ Für den Kreis Freudenstadt ist hier die Arbeit von R. KNEISSLER (1996) hervorzuheben.

² Für die freundlichen Hinweise zur Einordnung der Urkunde danke ich Boris Bigott, Freiburg.

hütte bei Schwärzenbach (Kat.Nr. 1). Vom Kloster Hirsau liegt aus der Verfüllung eines Schachtes Abfall aus einer Werkstatt des 12. Jahrhunderts vor, die als bislang ältester Beleg für die Glasverarbeitung im Schwarzwald gilt (PROHASKA-GROSS 1991).

Keine der erfassten und in Auswahl im Katalog vorgestellten Schwarzwälder Glashütten ist archäologisch gegraben worden. Wir müssen uns daher auf die Aussage der Lesefunde beschränken. Ein Vergleich zu den besser erforschten Glasproduktionszentren in Südfrankreich (FOY/SENNEQUIER 1989 und FOY 1988), Böhmen (CERNA 1993), dem Spessart (KRIMM 1982 und 1986) oder dem südlichen Niedersachsen (STEPHAN 1990 und 1992) ist daher lediglich über das archäologische Fundmaterial möglich. Dabei ist grundsätzlich zu bedenken, dass zum einen ein zufälliger Ausschnitt des Fundspektrums auf uns gekommen ist. Insbesondere Hohl- und Tafelglas darf nicht unkritisch als Produktion der Hütte betrachtet werden, sondern es kann immer auch gesammeltes Altmaterial zur Wiederaufbereitung sein. Die Funde erlauben jedoch zusammen mit der Begleitkeramik eine zeitliche Einordnung der Fundplätze. Anders verhält es sich mit den Glashafen- und Ofenbruchstücken, Rohglas und Glasgalle die einen unmittelbaren Nachweis einer Hütte erlauben. Die Funde ermöglichen aufgrund ihres Formenspektrums und ihrer chemischen Zusammensetzung nun erstmals einen Vergleich der Fundregion Schwarzwald mit den angrenzenden Gebieten, wo es vereinzelt archäologisch untersuchte Hüttenplätze gibt. In Baden-Württemberg sind bislang drei Fundstellen ergraben. Die ältesten, in das 15. Jahrhundert zu datierenden Fundstellen liegen im Nassachtal (LANG 1986 und 1991) und Schönbuch (GAI/SCHOLKMANN 1993 und SCHOLKMANN 1995). Die bei Mittelfischbach freigelegte Hütte datiert in das 16./17. Jahrhundert (ARNOLD 1992: 332f.). Mehrere Hütten sind auch im Spessart ergraben, der als eines der Zentren der Glasherstellung in Deutschland angesehen werden darf (WAMSER 1984). Auch zum Schweizer Jura liegen mittlerweile Untersuchungen vor, die nicht nur im Hinblick auf Typologie und Chemismus als Vergleiche zu unseren Schwarzwälder Fundstellen wichtig sind. Auch das Namensgut der im 17. und 18. Jahrhundert im Berner Jura und im Doubstal tätigen Glasmacherfamilien (Raspiller, Schmid) weist deutliche Bezüge zum Schwarzwald auf (GLATZ 1991). Aufgrund der großen Mobilität der Glasmacher handelt es sich dabei vermutlich nicht nur um verwandtschaftliche Beziehungen, zumindest bei einigen Glasern ist wahrscheinlich, dass sie in beiden Regionen tätig waren.

Hinweise zur Konstruktion der Glasöfen, die bei den Schwarzwälder Hütten in Benutzung standen, fehlen bislang völlig. Es kann jedoch vermutet werden,

dass sie in ähnlicher Weise konstruiert waren wie die von HORAT (1991) zusammengestellten archäologisch untersuchten Öfen verschiedener Zeitstellung.³

Die im Katalog vorgestellten 37 Fundplätze geben erstmals einen Einblick über das in verschiedenen Regionen des Schwarzwaldes vom 12. bis 19. Jahrhundert in Umlauf befindliche Fundmaterial. Es bietet damit als Materialvorlage, selbst ohne weitergehende Aufbereitung, die Möglichkeit, die häufig diskutierte Herkunftsfrage mittelalterlicher Gläser aus archäologischen Grabungen in Südwestdeutschland an Fundmaterial konkret zu überprüfen. Der Beitrag versteht sich daher als Anregung, diese Diskussion zu vertiefen.

Es zeichnen sich bereits Ergebnisse ab, von denen nur einige skizziert werden sollen: Die Bestimmung der Provenienz farbloser mittelalterlicher Gläser ist seit langem umstritten. Während ein Teil der Bearbeiter davon ausgeht, dass es sich dabei teilweise durchaus um heimische Produkte handeln kann (SCHMAEDECKE 1985, BAUMGARTNER 1985, zuletzt NÖLKE 1997), lehnt ein anderer Teil dies kategorisch ab und geht von einer Produktion südlich der Alpen, insbesondere Venedig aus (PAUSE⁴ 1996). Im Schwarzwald liegt nun erneut ein Fundplatz vor, der farbloses Rohglas aus der Zeit um 1200 nördlich der Alpen erbrachte (Kat.Nr. 1). Es fällt demnach immer schwerer, die Produktion von farblosen Gläsern und auch Sodagläsern ausschließlich in den südalpinen Raum verlegen zu wollen.

Das Fundmaterial zeigt deutlich, dass an den Hütten neben Glas zum Teil auch andere Produkte in eigenständigen technischen Anlagen hergestellt wurden. Aus Schriftquellen ist von verschiedenen frühneuzeitlichen Hütten die Produktion von Keramik belegt. Der Umfang dieser Produktion entzieht sich einer Beurteilung, doch scheint es sich eher um die Anfertigung von Sonderformen in geringem Umfang gehandelt zu haben. Nur selten gelingt darüber hinaus auch der Nachweis von Metallverarbeitung, etwa durch das Fragment einer Gussform (Kat.Nr. 14.22).

11.3 Vorbemerkungen zum Fundkatalog

Der nachfolgende Katalog stellt 37 Fundstellen von Glashütten im Schwarzwald mit aussagekräftigen Lesefundkomplexen und topographischen Beobachtungen vor. Die Ableitung einer engen Datierung von Fundstellen allein durch Oberflächenfunde kann naturgemäß nicht erfolgen, auch sind keine Aussagen zu den Öfen selbst zu erwarten. Zu jedem Hüttenstandort wird einleitend ein historischer Abriss mit der wesentlichen Literatur vorgestellt. Die im Katalog getrof-

³ Zur Glasherstellung vgl. auch LANG 1992.

⁴ Vgl. die Rezension von M. Schmaedecke in: Arch. Inf. 19/1&2, 1996, 225-228.

fene Auswahl aus den teilweise sehr umfangreichen Fundkomplexen versucht einen Überblick zu den Produkten, in erster Linie verschiedene Hohlglastypen, zu geben. Soweit fassbar, werden Produktionsrückstände, Werkzeuge und Glashäfen sowie chronologisch auswertbare Begleitfunde, insbesondere Keramik, vorgestellt. Am Ende eines jeden Beitrags wird ein Überblick über die übrigen Funde gegeben, die keinen Eingang in den Fundkatalog fanden. Wenn möglich erfolgt auf dieser Grundlage eine Diskussion der aus der schriftlichen Überlieferung abgeleiteten Datierung.

Abb.	Abbildung	Kat.Nr.	Katalognummer
B.	Breite	L.	Länge
BDm.	Bodendurchmesser	max.	maximal(er)
BS	Bodenscherbe	mm	Millimeter
bzw.	beziehungsweise	o.	ohne
ca.	circa	RDm.	Randdurchmesser
cm	Zentimeter	RS	Randscherbe
Dm.	Durchmesser	Slg.	Sammlung
erh.	erhalten(e)	Taf.	Tafel
Frgm.	Fragment	Vol.	Volumen
H.	Höhe	WS	Wandscherbe
Inv.Nr.	Inventarnummer Landesdenkmalamt Baden-Württemberg	Wst.	Wandstärke

11.4 Fundkatalog

1. Titisee-Neustadt, Schwärzenbach (FR), Mattenspitz

Zur Glashütte in Schwärzenbach (Abb. 1, 113) liegen keine schriftlichen Hinweise vor, die Datierung an das Ende des 12. bis Anfang des 13. Jahrhunderts erfolgt auf archäologischem Weg. Vermutlich stand die Anlage im Zusammenhang mit dem nur 2,5 km entfernt liegenden Kloster Friedenweiler.

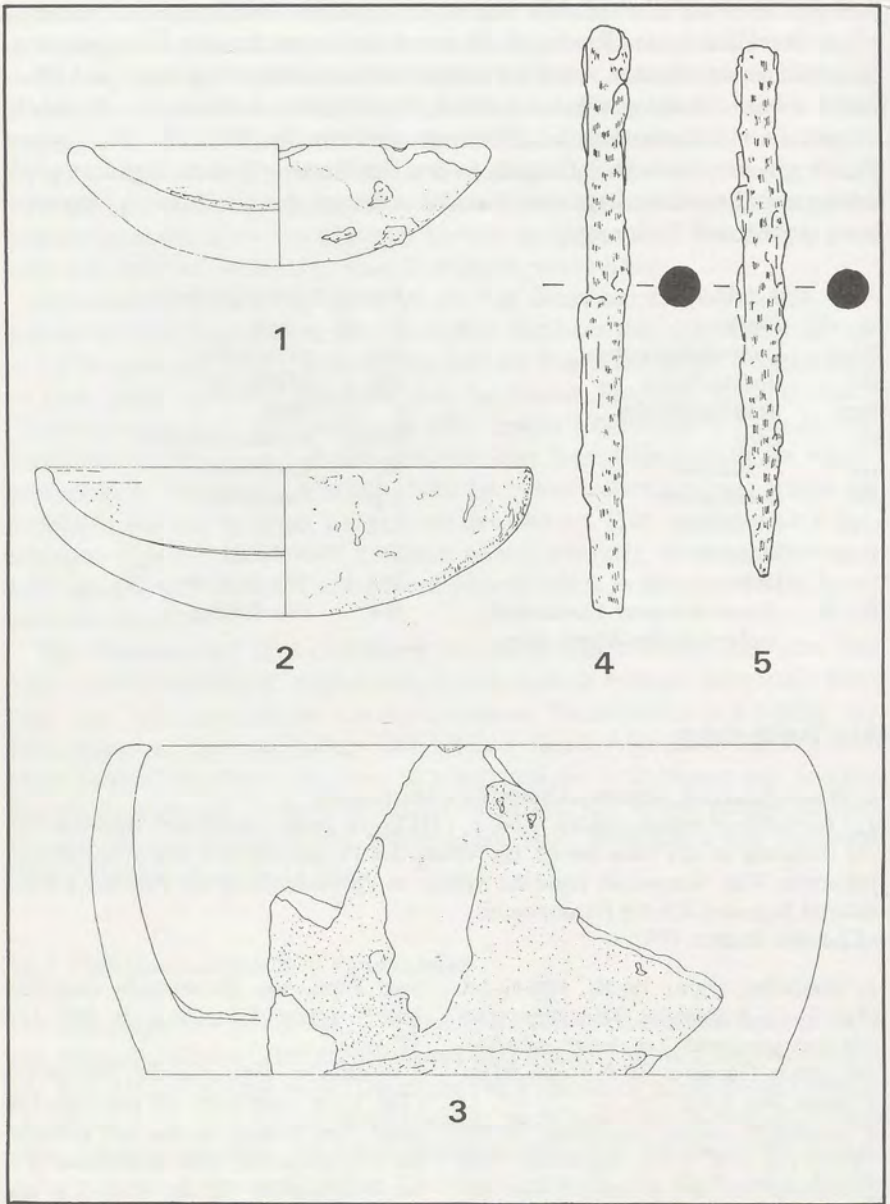
- Literatur: JENISCH 1996.

1. Glashafen, Frgm., Inv.Nr. 996-49-1-1 (Taf. 1, 1); Rundbodig. Fein gemagerter und hart gebrannter Ton, innen anhaftender grüner Glasfluss. H. 6,5 cm; RDm. 22,0 cm; Wst. 1,0-3,0 cm.

2. Glashafen, nahezu vollständig, Inv.Nr. 996-49-1-2, (Taf. 1, 2); Rundbodig. Fein gemagerter und hart gebrannter Ton, außen und innen anhaftender, zum Teil aufgeschäumter Glasfluss. Am Boden der Innenseite hat sich dieser angesammelt und

zwei Frgm. von Eisenstangen eingebakken. H. 8,0 cm; RDm. 26,0 cm; Wst. 1,0-3,0 cm.

3. Glashafen, Frgm., Inv.Nr. 996-49-1-3 (Taf. 1, 3); Zylindrisch mit einbiegendem Rand. Fein gemagerter und hart gebrannter Ton, außen und innen anhaftender grüner Glasfluss. H. 17,5 cm; BDm. 33,0 cm; RDm. 35,5 cm; Wst. 1,5-3,0 cm; Vol. ca. 10,0 l.



Taf. 1: Titisee-Neustadt, Schwärzenbach (FR). Mattenspitz, Kat.Nr. 1

4. Beutelflasche, RS, Inv.Nr. 996-49-1-4 (Taf. 2, 1); Ausbiegender Lippenrand, stark korrodierte Oberfläche. Amethystfarben mit kleinen Bläschen. RDm. 12,0 cm; Wst. 1,0 mm.
5. Topf, RS, Inv.Nr. 996-49-1-5 (Taf. 2, 2); Verdickter Rand. Nachgedrehte Irdenware, braun-orange. RDm. 11,0 cm; Wst. 4,0 mm.
6. Topf, RS, Inv.Nr. 996-49-1-6 (Taf. 2, 4); Verdickter Rand. Nachgedrehte Irdenware, orangerot. Wst. 4,0 mm.
7. Topf, RS, Inv.Nr. 996-49-1-7 (Taf. 2, 5); Verdickter Rand. Nachgedrehte Irdenware, orangerot. Wst. 5,0 mm.
8. Topf, RS, Inv.Nr. 996-49-1-8 (Taf. 2, 3); Verdickter Rand. Nachgedrehte Irdenware, dunkelbraun. RDm. 10,5 cm; Wst. 3,0 mm.
9. Topf, RS, Inv.Nr. 996-49-1-9 (Taf. 2, 7); Ausbiegender Lippenrand, Rand sorgfältig überdreht, orangerot. RDm. 10,0 cm; Wst. 2,5 mm.
10. Topf, RS, Inv.Nr. 996-49-1-10 (Taf. 2, 8); Ausbiegender Lippenrand, auf der Schulter Wellenband. Nachgedrehte Irdenware, graubraun. RDm. 11,0 cm; Wst. 2,0 mm. Zum Gefäß gehören noch weitere nicht anpassende WSn.
11. Topf, RS, Inv.Nr. 996-49-1-11 (Taf. 2, 9); Leistenrand. Nachgedrehte Irdenware graubraun. RDm. 12,5 cm; Wst. 3,0 mm.
12. Topf, BS, Inv.Nr. 996-49-1-12 (Taf. 2, 6); Einfacher Standboden, innen Wulstspuren vom Handaufbau. Nachgedrehte Irdenware braun-orange. Wst. 4,0 mm.
13. Hefteisen, Frgm., Inv.Nr. 996-49-1-13 (Taf. 1, 4); Runder Eisenstab. L. 15,5 cm; Dm. 1,0 cm.
14. Hefteisen, Frgm., Inv.Nr. 996-49-1-14 (Taf. 1, 5); Runder Eisenstab, am Ende spitz zulaufend. L. 14,0 cm; Dm. 0,9 cm

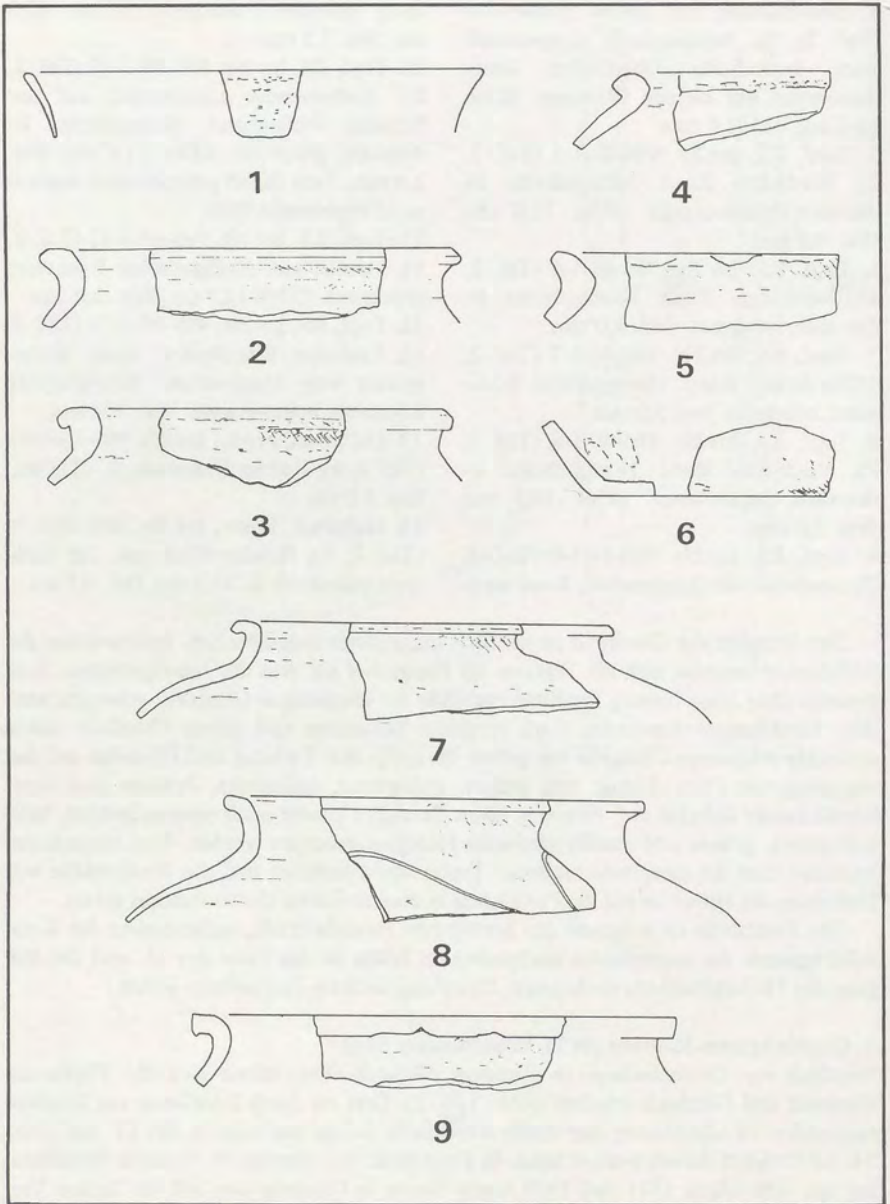
Der Standort der Glashütte ist deutlich im Gelände auszumachen. Insbesondere die Abfallhaide zeichnet sich als Terrasse im Hangrelief ab. Aus der brandgeröteten Erde konnten über Jahre hinweg Produktionsabfälle der ehemaligen Glashütte geborgen werden. Feinkörniger Sandstein, stark verglaste Schamotte und grüner Glasfluss sowie schlackig-schaumige Glasgalle von grüner bis hellgrüner Färbung sind Hinweise auf den abgegangenen Ofen. Ferner tritt grünes, gelbgrünes, hellgrünes, braunes und amethystfarbenes Rohglas auf. Neben grünem Tafelglas konnte auch smaragdgrünes, hellgelbgrünes, grünes und amethystfarbenes Hohlglas geborgen werden. Von besonderem Interesse sind die zwei verschiedenen Typen von Glashäfen und die Bruchstücke von Hefteisen, die Hinweise auf die Produktion in diesem frühen Hüttenstandort geben.

Die Fundstelle ist aufgrund des homogenen Fundmaterials, insbesondere die Keramikfragmente der sogenannten nachgedrehten Ware, an das Ende des 12. und den Beginn des 13. Jahrhunderts zu datieren, Streufunde anderer Zeitstellung fehlen.

2. Grafenhausen-Rothaus (WT), Schaffhauser Säge

Westlich von Grafenhausen, in Richtung Hohenstaufen, haben sich die Flurnamen Glasmatt und Glasbach erhalten (Abb. 1, 173). Dort ist durch Lesefunde ein Glashüttenstandort zu lokalisieren, der durch schriftliche Belege nur vage in das 13. und frühe 14. Jahrhundert datiert werden kann. In Zinsrodeln des Klosters St. Fides in Schaffhausen aus den Jahren 1311 und 1339 taucht Besitz in Grafenhausen auf. Im letzten Verzeichnis erscheint ein Peter Glaser.

- Literatur: SCHLAGETER 1987², 116, Anm. 30.



Taf. 2: Titisee-Neustadt, Schwärzenbach (FR). Mattenspitz, Kat.Nr. 1

Schamotte mit grünem Glasfluss geben Hinweise zum ehemaligen Hüttenstandort. Ferner liegt grünes Rohglas und weißes, leicht bläuliches Opalglas vor. Der Lesefundkomplex (Inv.Nr. 996-121-1) enthält keine datierenden Funde, die eine Überprüfung der historischen Datierung in das 13./14. Jahrhundert absichern könnten.

3. Lenzkirch (FR), Olpenhütte

Durch Banngrenzbeschreibungen zwischen Schluchsee und Lenzkirch, die bis 1125 zurückreichen, wird zwischen der Steinaquelle und dem Bildstein bei Aha der Bitzenbrunnen angegeben. Beim Verkauf der Herrschaft Lenzkirch 1296 erscheint erneut der Bitzenbrunnen *der da lit zu den Glashütten* (Fürstenbergisches Urkundenbuch V, 235). In einer Stiftungsurkunde von 1316 (ebd. 5, 327) taucht dieselbe Formulierung auf, während eine Verkaufsurkunde von 1365 nur noch die *Glaswies* beim Bitzenbrunnen nennt.

In dem beschriebenen Areal finden sich die Flurnamen Olpenhütte, Glaserhaus, Glasbrunnen, Hüttenmoos und Hausmatte (Abb. 1, 142). Dort sind vermutlich zwei Hüttenstandorte nachweisbar, die nach SCHLAGETER in den Zeitraum vor 1296 bis vor 1365 datiert werden können.

- Literatur: SCHLAGETER 1987, 115 f.

- | | |
|--|--|
| 1. Topf, RS, Inv.Nr. 996-122-1-1 (Taf. 3 A, 1); graue Drehscheibenware, grob gemagert, weich gebrannt. Einfacher Leistenrand. RDm. 12,0 cm; Wst. 5,0 mm. | brannt. Leistenrand. RDm. 11,5 cm; Wst. 4,0 mm. |
| 2. Topf, RS, Inv.Nr. 996-122-1-2 (Taf. 3 A, 2); graue Drehscheibenware, hart ge- | 3. Topf, BS, Inv.Nr. 996-122-1-3 (Taf. 3 A, 3); rote Drehscheibenware. Einfacher Standboden. BDm. 8,0 cm; Wst. 4,0 mm. |

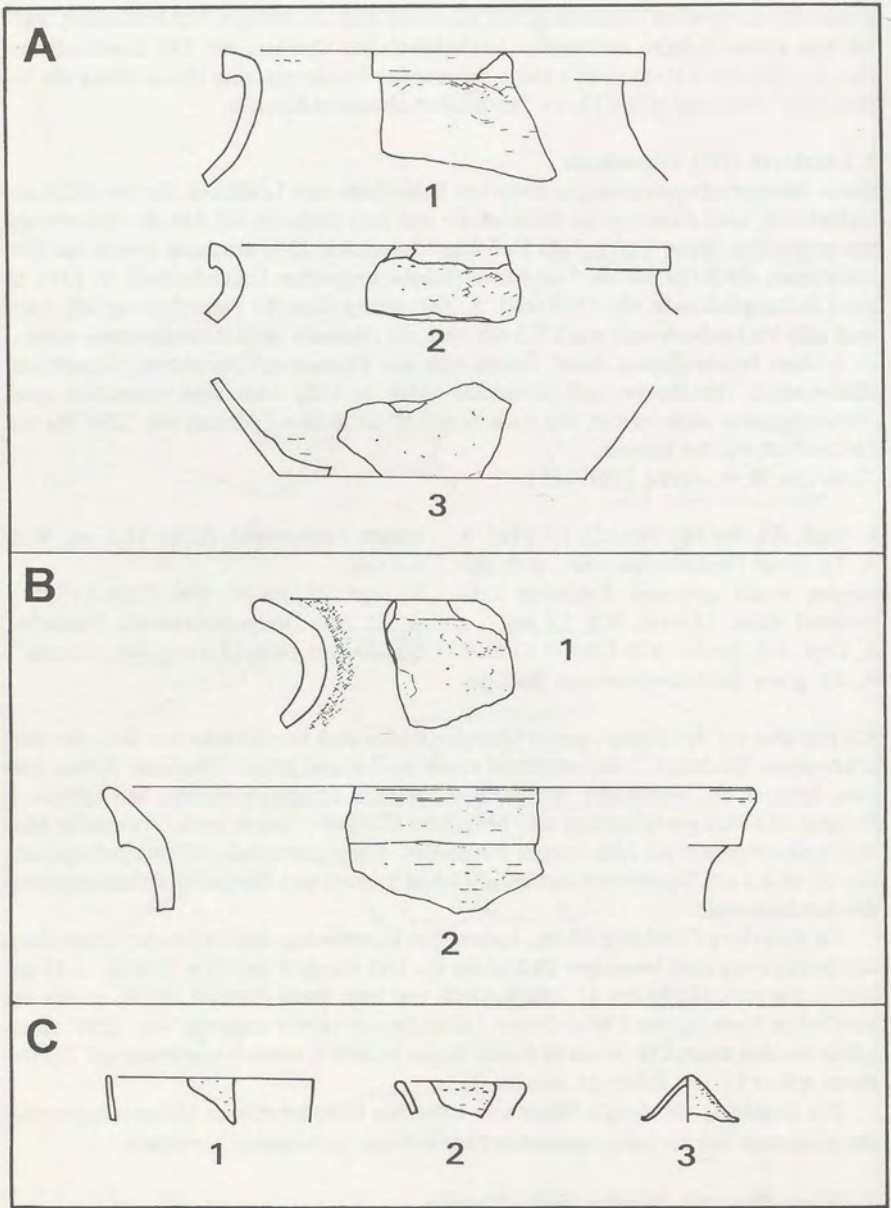
Als Hinweis auf den abgegangenen Glasofen finden sich Bruchstücke von fein- bis mittelkörnigem Sandstein, Schamottmörtel sowie weißer und grüner Glasfluss. Neben grünem, hellgrünem, hellblauem, weißblauem, weißem, amethystfarbenem und farblosem Rohglas und blasiger hellgrauer und hellgrüner Glasgalle, wurde auch ortsfremder Muschelkalk-Hornstein als Rohmaterial festgestellt. Klein gebrochene Glashafenfragmente mit bis zu 2,5 cm Wandstärke und anhaftendem grünem und blauem Glasfluss ergänzen das Fundensemble.

Da datierbare Glasfunde fehlen, kommt den keramischen Beifunden zur Beurteilung der Zeitstellung eine besondere Bedeutung zu. Das älteste Fundstück (Kat.Nr. 3.1) datiert in die erste Hälfte des 13. Jahrhunderts und liegt somit deutlich vor der ersten urkundlichen Nennung der Hütte, die aus Urkunden nur relativ vage mit "vor 1296" angegeben werden kann. Die weiteren Funde liegen in dem historisch erschlossenen Zeithorizont spätes 13. und frühes 14. Jahrhundert.

Die Begehung des Areals Hausmatte erbrachte frühneuzeitliche Keramikfragmente, die zusammen mit der topographischen Lage auf eine Hofwüstung hinweisen.

4. Titisee-Neustadt, Waldau (FR), Glashöfe

Nordwestlich von Waldau weisen die Flurnamen Glashöfe, Glaserberg und Glaserbach auf Glashüttenstandorte hin (Abb. 1, 109), für die jedoch in der Literatur verschiedene Datierungsansätze gegeben werden. Offensichtlich bestanden, zeitlich deutlich vonein-



Taf. 3: A: Lenzkirch (FR), Olpenhütte, Kat.-Nr. 3. - B: Titisee-Waldau (FR), Glashöfe, Kat.Nr. 4. - C: St. Peter (FR), Altglashütte Hinterstraß / Glaserberg, Kat.-Nr. 6

ander abgesetzt, zwei Glashütten in dem Bereich. SCHLAGETER überliefert das frühe Datum 13. Jahrhundert, es wird auch eine Datierung um 1426 vorgeschlagen. Während MOSER die Laufzeit für eine jüngere Hütte zwischen 1683 und 1692 angibt, datiert METZ diese zwischen 1683 und 1727.

- Literatur: METZ 1983 - MOSER 1969 - SCHLAGETER 1987.

1. Topf, RS, Inv.Nr. 996-123-1-1 (Taf. 3 B, 2); graue Irdenware, feine Magerung, hart gebrannt; Kragenrand. RDm. 17,0 cm; Wst. 5,0 mm.

2. Grapen (?), RS, Inv.Nr. 996-123-1-2 (Taf. 3 B, 1); rote Irdenware mit grüner Innenglasur auf weißer Engobe; ausladender Rand. Wst. 6,0 mm. Die Scherbe ist stark abgerollt.

Der Fundkomplex enthält weitere Wandscherben der grauen Irdenware (o. Abb.) die vorwiegend zu Töpfen gehören. Zwei Fragmente stammen von Becherkacheln. Grünes Rohglas in Form von Tropfen sowie Ofenbruchstücke aus feinkörnigem Sandstein mit anhaftendem grünem Glasfluss sind eindeutige Hinweise auf die Glashütte. Das keramische Fundmaterial entspricht der aus Schriftquellen abgeleiteten Datierung in das 15. Jahrhundert.

5. Bräunlingen-Unterbränd (VS), Kirnberg

Südlich der Burgruine Kürnbürg ist durch Lesefunde der mutmaßliche Standort einer Glashütte zu lokalisieren (Abb. 1, 117). Das Fundmaterial erlaubt eine Datierung in das 15. Jahrhundert, Urkunden liegen keine vor.

- Literatur: BADER 1937.

1. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-124-1-1 (Taf. 4 A, 1); dunkelgrünes Glas. Verdickter, umgelegter Hals. RDm. 2,5 cm; Wst. 3,0 mm.

(Taf. 4 A, 3); rote Irdenware. Dm. 14,0 cm; Wst. 2,5 mm.

2. Kugel, Inv.Nr. 996-124-1-2 (Taf. 4 A, 2); grünes Glas. Massive Kugel, Abriss erkennbar. Funktion unbekannt. Dm. 2,0 cm.

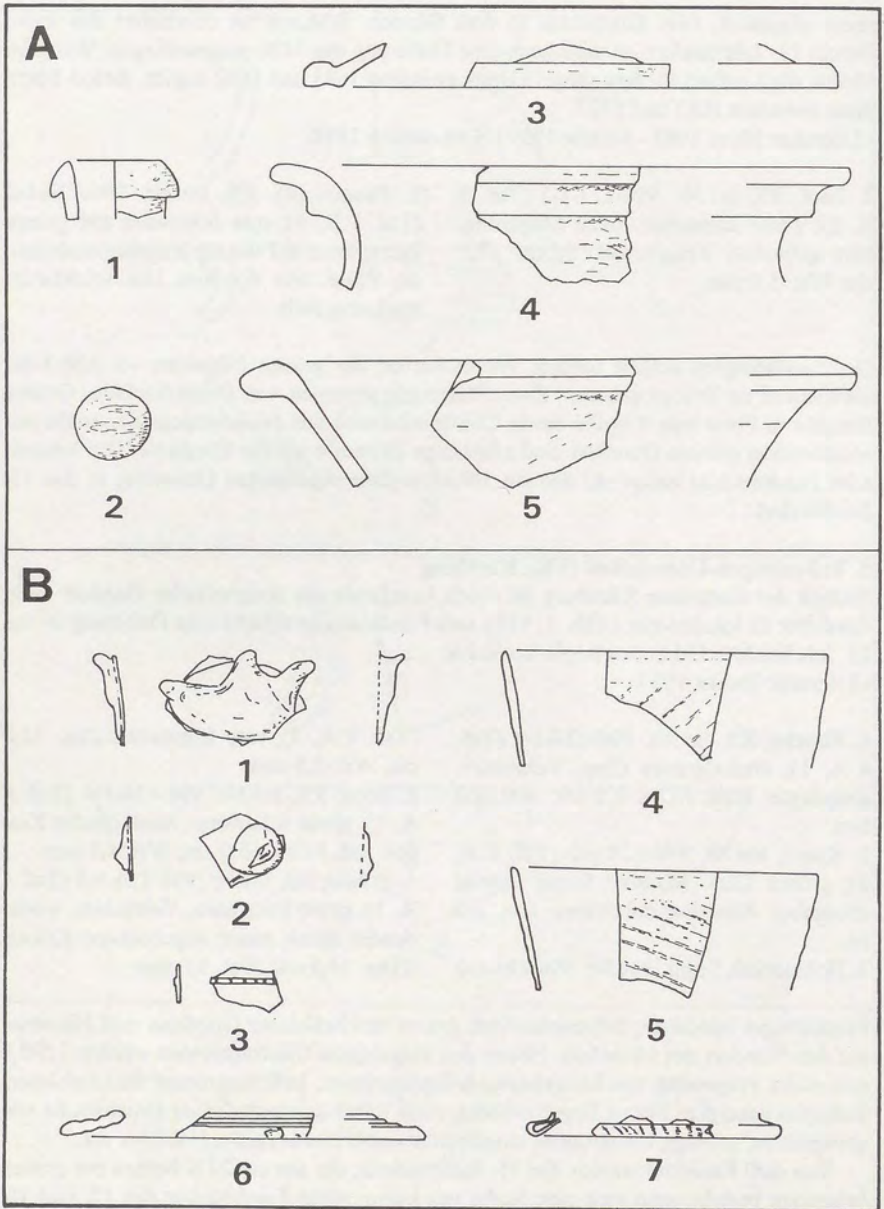
4. Topf, RS, Inv.Nr. 996-124-1-4 (Taf. 4 A, 4); graue Irdenware. Ausladender Kragenrand. RDm. 15,0 cm; Wst. 4,0 mm

3. Hohldeckel, Frgm., Inv.Nr. 996-124-1-3

5. Schale, RS, Inv.Nr. 996-124-1-5 (Taf. 4 A, 5); graue Irdenware, Verdickter, ausladender Rand; innen angebackene Kruste. RDm. 14,5 cm; Wst. 5,0 mm.

Feinkörniger Sandstein, Schamottmörtel, grüner und hellblauer Glasfluss sind Hinweise auf den Standort des Glasofens. Neben den vorgelegten Glasfragmenten wurden 1,0-2,0 mm dicke Fragmente von hellgrünem, hellgelbgrünem, hellblaugrünem und farblosem Tafelglas geborgen. Ferner liegen weitere, nicht näher anzusprechende Bruchstücke von gelbgrünem, grünem, blaugrünem, amethystfarbenem und braunem Hohlglas vor.

Von dem Keramikkomplex des 15. Jahrhunderts, der aus ca. 20 Scherben der grauen Irdenware besteht, setzt sich eine Reihe von keramischen Fundstücken des 17. und 18. Jahrhunderts ab. Der Standort der Glashütte scheint vom Schuttfächer der nahegelegten



Taf. 4: A: Bräunlingen-Unterbränd (VS), Kat.Nr. 5. - B: Freudenstadt (FDS), Schöllkopf, Kat.Nr. 7

nen Kirmburg überlagert. Die Fundsituation ist durch die Bodenbewegungen im Zusammenhang mit der Anlage des aufgestauten Kirmbergsees weiter verunklärt.

6. St. Peter (FR), Altglashütte Hinterstraß / Glaserberg

Aus einem Pachtvertrag zwischen der Benediktinerabtei St. Peter mit dem Glasmacher Konrad Pauli aus dem Jahr 1426 geht der Bestand der Hütte in Hinterstraß im Knobewald hervor (Abb. 1, 100). Über den Zeitpunkt der Gründung gibt es keine archivalischen Angaben. Später wird die Siedlung, die aus der Glashütte hervorging, Altglashütte genannt.

- Literatur: MOSER 1969, 5.

1. Becher, RS, Inv.Nr. 996-124-1-1 (Taf. 3 C, 1); grünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Keine Verzierung der Wand erkennbar. RDm. 5,5 cm; Wst. 1,5 mm.

2. Becher (?), BS, Inv.Nr. 996-124-1-2 (Taf. 3 C, 3); gelbgrünes Glas. Hochgestochener Boden, Abriss erkennbar; an

Umbiegung zur Wand gebrochen. erh. BDm. 2,8 cm; Wst. 1,8 mm.

3. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-124-1-3 (Taf. 3 C, 2); gelbgrünes Glas, Oberfläche leicht korrodiert. Ausbiegender, verdickter Rand. RDm. 3,5 cm. Wst. 2,0 mm.

Die Fundstelle erbrachte Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein mit anhaftendem amethystfarbenem, blauem, grünem und farblosem Glasfluss als Hinweise auf den Standort der ehemaligen Glashütte. Ferner liegt schlackige, zum Teil sehr schaumige, dunkelgraue Glasgalle sowie hellgrünes, dunkelgrünes und braunes Rohglas vor. Neben farblosem und grünem Hohlglas konnten 0,5-2,0 mm starkes, hell-, dunkelgrünes und farbloses Tafelglas sowie hellgelbgrüne und hellgrüne Butzenscheibenfragmente von 10,0 -11,0 cm Durchmesser geborgen werden.

7. Freudenstadt (FDS), Schöllkopf

Auf dem Schöllkopf (Abb. 1, 62) bestand eine Glasmachersiedlung, von der aus mehrere Tochterhütten betrieben wurden. Schon im 14. Jahrhundert muss dieses Gewerbe hier umgegangen sein, wie der Name Huttenbach belegt. Aus Urkunden ist eine Glashütte zwischen 1422 bis nach 1521 nachgewiesen.

- Literatur: METZ 1983. - KNEISSLER 1996, 35, 39.

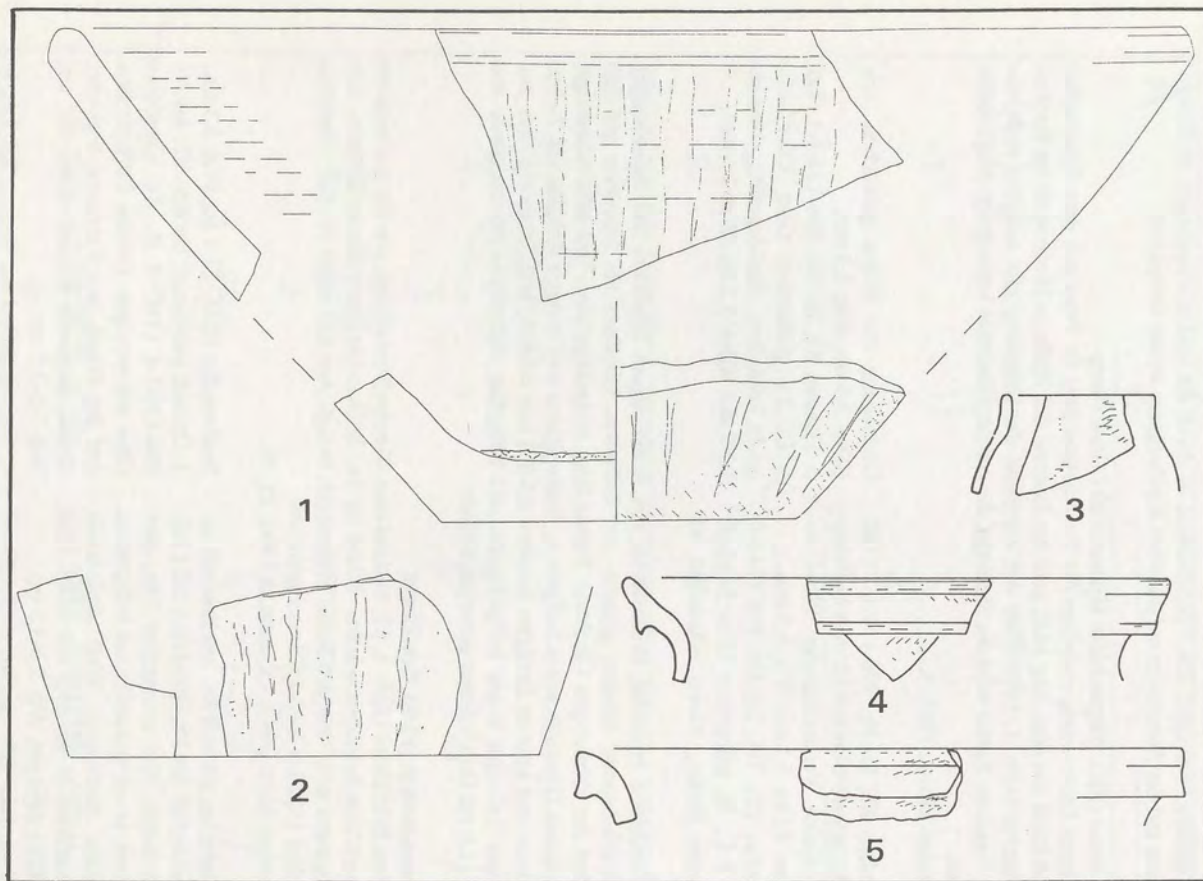
1. Glashafen, BS und RS, zeichnerisch rekonstruierbar, Inv.Nr. 996-126-1-1/2 (Taf. 5, 1); heller, fein gemagerter Ton, hart gebrannt; innen und außen mit hellgrünem Glasfluss überzogen. Weit ausladende Schüsselform. H. ca. 25,0 cm; BDm. 19,0 cm; RDm. 60,0 cm; Wst. 2,0-3,5 cm.

2. Glashafen, BS, Inv.Nr. 996-126-1-3 (Taf. 5, 2); heller, feingemagerter Ton, hart gebrannt; innen und außen mit grünem und blauem Glasfluss überzogen.

Steilwandig. BDm. 25,0 cm; Wst. 3,5 cm.

3. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-126-1-4 (Taf. 4 B, 4); blaugrünes Glas mit wenigen kleinen Luftbläschen. Auf der Wand, von Randzone abgesetzt, flache, diagonale Rippen. RDm. 8,5 cm; Wst. 1,5-3,5 mm.

4. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-126-1-5 (Taf. 4 B, 5); gelbgrünes Glas mit vielen langezogenen Luftbläschen. Auf der Wand, von Randzone abge-



Taf. 5: Freudenstadt (FDS), Schöllkopf, Kat.Nr. 7

setzt, diagonale Rippen. RDm. 8,2 cm; Wst. 1,0-2,5 mm.

5. Becher (?), WS, Inv.Nr. 996-126-1-6 (Taf. 4 B, 3); blaugrünes Glas. Auf die Wandung aufgeschmolzener gekniffener Glasfaden. Wst. 0,8 mm.

6. Nuppenbecher, WS, Inv.Nr. 996-126-1-7 (Taf. 4 B, 1); grünes, klares Glas. Auf Wandung aufgeschmolzene, ovale, zu drei Zipfeln ausgezogene Nuppe (2,3 x 3,5 cm). Dm. ca. 7,0 cm; Wst. 0,5 mm.

7. Nuppenglas, WS, Inv.Nr. 996-126-1-8 (Taf. 4 B, 2); hellgrünes, klares Glas. Auf Wandung aufgeschmolzene Nuppe (1,3 x 1,6 cm). Dm. ca. 6,0 cm; Wst. 0,8 mm.

8. Wickelfadenfuß, BS, Inv.Nr. 996-126-1-9 (Taf. 4 B, 6); dunkelgrünes Glas mit Blaustich und kleinen Luftbläschen. Fünffach gewickelter Faden, teigig zusammengesmolzen; am Rand Kneifspur von Zange. BDm. 9,5 cm; Wst. 3,0 mm.

9. Becher (?), BS, Inv.Nr. 996-126-1-10 (Taf. 4 B, 7); rot opakes Glas mit grauer Bänderung. Umgestülpter Boden. BDm. 6,5 cm; Wst. 0,8-1,0 mm.

10. Topf, RS, Inv.Nr. 996-126-1-11 (Taf. 5, 5); graue Irdenware. Gekehlter Leistenrand. RD. 16,0 cm; Wst. 7,0 mm.

11. Topf, RS, Inv.Nr. 996-126-1-12 (Taf. 5, 4); rote Irdenware, im Bruch grau gemantelt, kreidige Oberfläche. Karniesrand. RDm. 14,5 cm; Wst. 3,5 mm.

12. Topf, RS, Inv.Nr. 996-126-1-13 (Taf. 6 A, 1); graue Irdenware. Karniesrand. RDm. 19,0 cm; Wst. 4,0 mm.

13. Schüssel, RS, Inv.Nr. 996-126-1-14 (Taf. 6 A, 2); rote Irdenware, weich gebrannt. Kragenrand. RDm. 17,0 cm; Wst. 5,0 mm.

14. Schröpfkopf, RS, Inv.Nr. 996-126-1-15 (Taf. 5, 3); rote Irdenware. Zylindrischer Hals, kugeliges Bauch. RDm. 4,0 cm; Wst. 3,0 mm.

Vom Fundplatz Schöllkopf konnten Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein mit anhaftendem grünem Glasfluss als Hinweis auf den Standort des ehemaligen Glasofens geborgen werden. Neben zahlreichen Glashafenbruchstücken liegt auch dunkelgraue, schlackig-blasige Glasgalle sowie hellblaues, grünes, blaugrünes, braunes, farbloses und weißes Rohglas vor. Als ortsfremde Rohstoffe konnten gepochter Milchquarz aus alpinen Schottern, Kalkstein aus Muschelkalk und Braunstein nachgewiesen werden. Neben grünem, blauem und farblosem Hohlglas und rotem Achatglas konnten 1,0-3,0 mm dicke Bruchstücke aus grünem und gelbgrünem Flachglas geborgen werden. Weitere Lesefunde sind in der Slg. Kneißler aufbewahrt.

8. Sallneck (LÖ), Glaserberg / Büchleboden

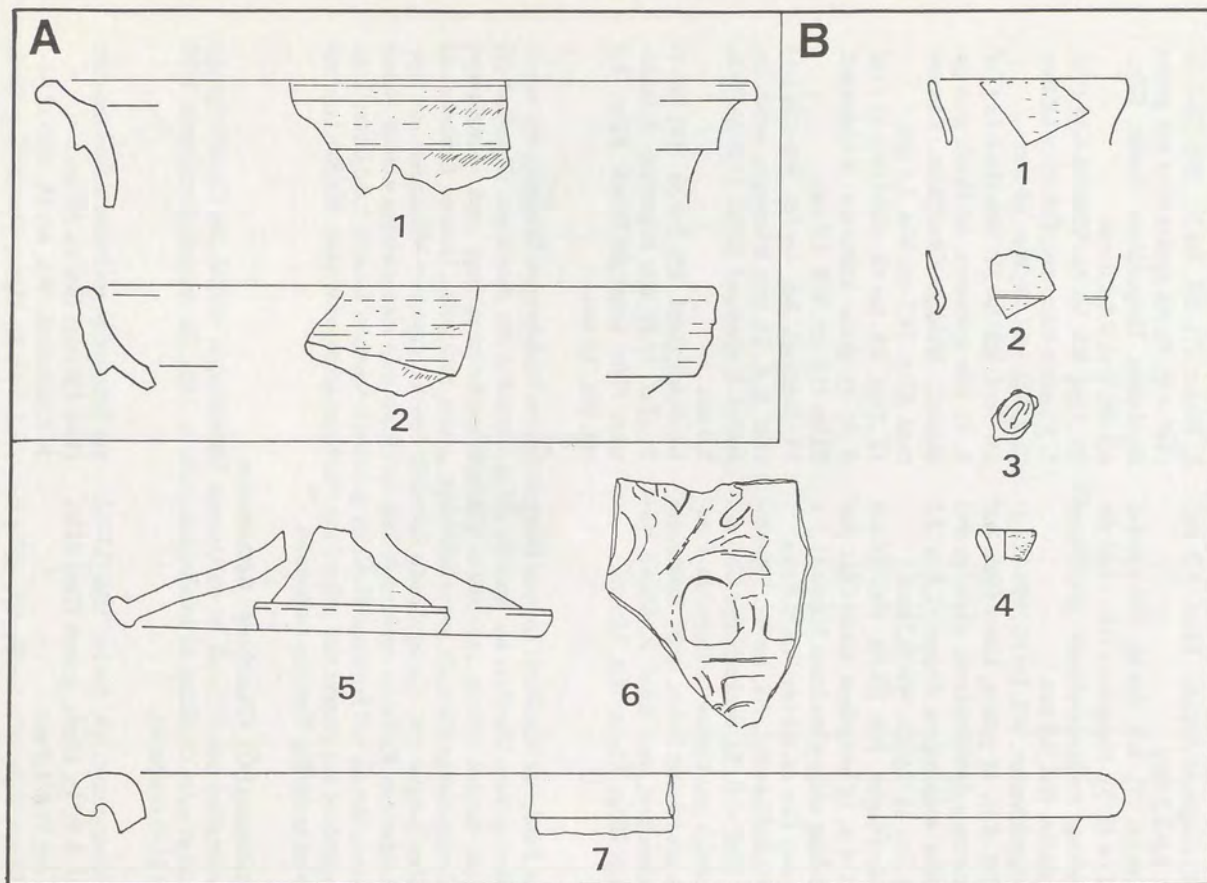
Nordwestlich von Sallneck ist im Gewann Büchleboden, südlich des Glaserbergs der Standort einer Glashütte zu lokalisieren (Abb. 1, 152), die urkundlich zwischen 1490 und 1510 fassbar ist.

1. Krautstrunk, RS, Inv.Nr. 996-127-1-1 (Taf. 6 B, 1); klares, grünes Glas. RDm. 5,2 cm; Wst. 1,8 mm.

2. Krautstrunk, WS, Inv.Nr. 996-127-1-2 (Taf. 6 B, 2); klares, blaues Glas, Oberfläche korrodiert. Am Umbruch vom Hals

zur Schulter ist ein Faden aufgeschmolzen (Dm. 1,0 mm). Dm. ca. 5,0 cm.

3. Krautstrunk, WS, Inv.Nr. 996-127-1-3 (Taf. 6 B, 3); klares, blaues Glas. Ovale Nuppe (0,7 x 1,2 cm) auf Wandung aufgeschmolzen. Wst. 0,8 mm.



Taf. 6: A: Freudenstadt (FDS), Schöllkopf, Kat.Nr. 7. - B: Sallneck (LÖ), Glaserberg / Büchleboden, Kat.Nr. 8

4. Fläschchen, RS, Inv.Nr. 996-127-1-4 (Taf. 6 B, 4); blaues Glas. Verdickter, ausladender Rand. RDm. 1,6 cm; Wst. 2,3 mm.
5. Schüssel, RS, Inv.Nr. 996-127-1-5 (Taf. 6 B, 7); rote Irdenware mit feinen Drehriefen. Umgeschlagener, runder Rand. RDm. 28,0 cm; Wst. 6,0 mm.
6. Hohldeckel, Frgm., Inv.Nr. 996-127-1-6 (Taf. 6 B, 5); rote Irdenware. Knauf gebrochen. erh. H. 3,0 cm; Dm. 12,0 cm; Wst. 6,0 mm.
7. Ofenkachel, Frgm., Inv.Nr. 996-127-1-7 (Taf. 6 B, 6); rote Irdenware mit grüner Glasur auf weißer Engobe. Blatt mit modelgeformtem Rankenmotiv reliefiert. Wst. 1,0 cm.

Der Lesefundkomplex enthält feinkörnigen Sandstein und grünen Glasfluss als Hinweis auf den abgegangenen Glasofen, ferner finden sich kleingebrochene Bruchstücke von Glashäfen (o. Abb.) sowie grünes und blaues Rohglas und schlackig-blasige Glasgalle von grauer bis schwarzer Färbung. Neben den vorgelegten Hohlglas- und Keramikfragmenten tritt noch Tafelglas mit Wst. von 0,8 bis 3,0 mm und hellgrüner, dunkelgrüner und gelbgrüner Färbung auf. Ebenso liegen hellgrüne und farblose Butzenscheiben mit Durchmessern von 9,0 bis 10,0 cm vor.

Insbesondere die Krautstrunkfragmente und das Ofenkachelbruchstück erlauben eine Datierung um 1500, die sich mit der aus Schriftquellen erschlossenen Zeitstellung deckt.

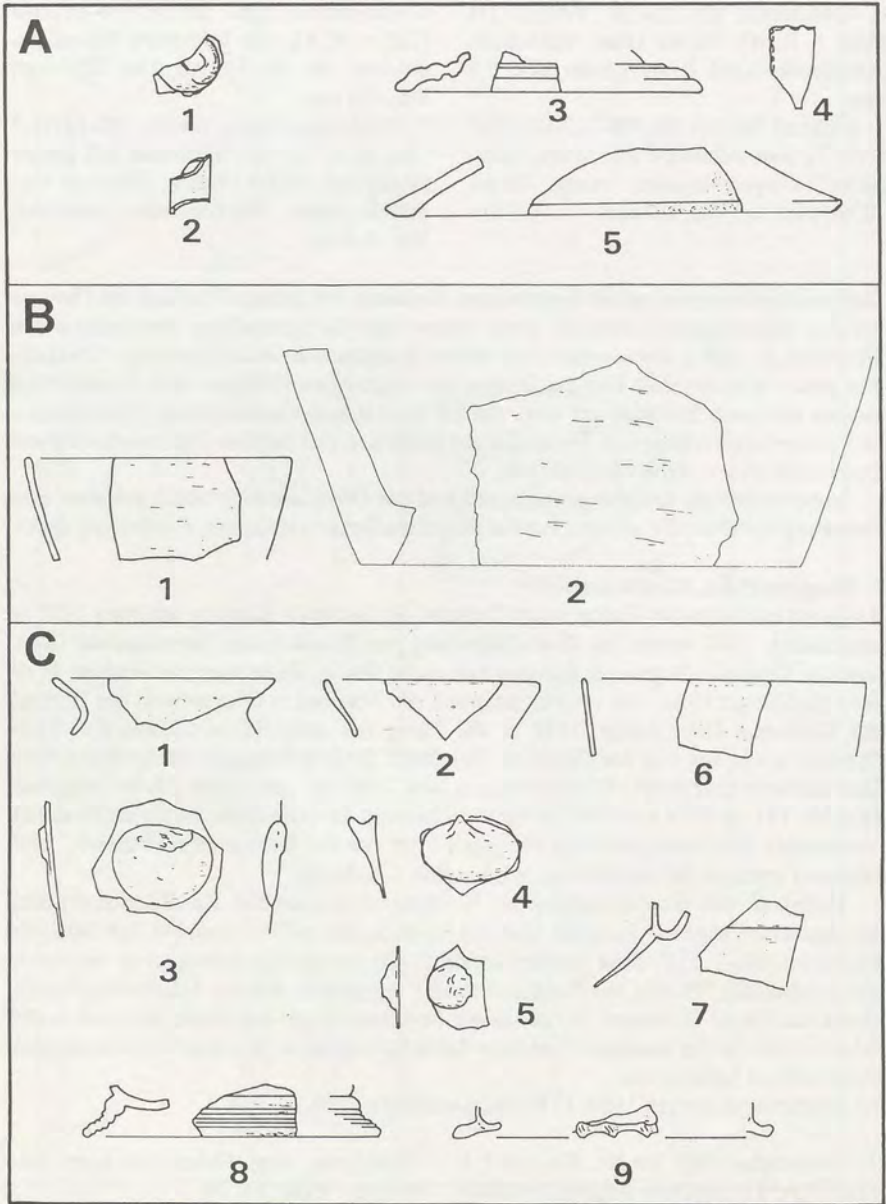
9. Kandern (LÖ), Glashüttenhof

Aufgrund archivalischer Belege ist ein Bestand der Glashütte Kandern seit etwa 1480 zu erschließen. 1504 werden im Glückshafenrodel von Zürich etliche Bewohner der *Glashütte im Kanderwald* genannt, darunter zahlreiche Glaser, Glasträger und Schürer. In einem Hachberger Urbar von 1514 ist aufgrund von Abgaben in Glas indirekt der Bestand der Kanderner Hütte belegt. 1557 ist der Zuzug des schlesischen Glasmachers Hans Schmidt sowie des von der Glashütte Heselbach (Stift Ellwangen) stammenden Wolf Ha(r)derbeck überliefert. Ulrich Greiner, seit 1585 in der neuen Hütte Wambach (Kat.Nr. 15), ist 1578 und 1581 in Kandern bezeugt. Die Glashütte wurde nachweislich vereinzelter Kirchenbucheinträge bis gegen Ende des 16. Jahrhunderts betrieben, 1595 begegnet erstmals die Bezeichnung *uß der Alten Glashütten*.

Unterhalb des Glashüttenhofes im Wollbachtal wurden bei Kanalisationsarbeiten Fundschichten angeschnitten, die Material lieferten, das auf den Standort der Glashütte hinweist (Abb. 1, 153). Eine Auswahl dieser Funde aus der Slg. Baumgartner wurden in der Ausstellung "Phönix aus Sand und Asche" ausgestellt und im Ausstellungskatalog durch den Finder bearbeitet. Die in seinem Text unerwähnte Fundstelle war noch in den 80er Jahren eine der wenigen Glashütten des Schwarzwaldes, von denen archäologisches Fundmaterial bekannt war.

- Literatur: SCHLAGETER 1987, 123. - BAUMGARTNER 1988.

1. Nuppenglas, WS, Inv.Nr. 996-114-1-1 (Taf. 7 A, 1); grün mit aufgeschmolzener Nuppe mit Fadenauflage. Wst. 0,4 mm.
2. Wickelfadenfuß (eines Bechers?), Frgm., Inv.Nr. 996-114-1-2 (Taf. 7 A, 3); dunkelgrün, fünf Fadenwicklungen sind erhalten. BDm. 8,0 cm.
3. Hals (einer Flasche?), Frgm., Inv.Nr. 996-114-1-3 (Taf. 7 A, 2); hellgrün, blasenfreie Glasmasse. Dm. 1,0 cm; Wst. 1,2 mm.



Taf. 7: A: Kandern (LÖ), Glashüttenhof, Kat.Nr. 9. - B: Freudenstadt-Wittlenweiler (FDS), Glasbrunnen, Kat.Nr. 10. - C: Münstertal (FR), Scharfenstein Nord, Kat.Nr. 13

4. Flachglas, Frgm., Inv.Nr. 996-114-14 (Taf. 7 A, 4); hellgrün, blasenfreie Glasmasse, zerkratzte Oberfläche. Rand ist gekröselt, daher vermutlich Altstück als Rohmaterial. Wst. 1,5 mm.
5. Hohldeckel, RS, Inv.Nr. 996-114-1-5 (Taf. 7 A, 5); graue Irdenware, grob ge-

- magert. Dm. 12,0 cm.
6. Henkelschale?, WS, Inv.Nr. 996-114-1-6 (o. Abb.); rote Irdenware mit grüner Innenglasur auf weißer Engobe. Ansatz eines breiten vertikal angarnierten Bandhenkels.

Vom Glashüttenhof wurden angeschmolzene Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein als Hinweise auf den Standort des Glasofens geborgen. Bis zu 4,0 cm dicke, teilweise stark korrodierte Bruchstücke von Glashäfen sind ebenso wie schlackige, teilweise stark schaumige, weiße, grüne und farblose Glasgalle sowie grünes, blaugrünes, gelbgrünes und blaues Rohglas als Produktionsabfälle zu werten. Als Rohstoff konnte ein zerpochartes Milchquarz-Geröll aus dem Schwarzwald nachgewiesen werden. Neben farblosem, grünem, gelbgrünem und blaugrünem Hohlglas kommen auch 0,8-3,0 mm starke Bruchstücke von dunkelgrünem, hellgrünem und gelblichgrünem Tafelglas vor.

Neben den vorgelegten Keramikfragmenten gehören weitere Fragmente von Geschirrkemik zur grauen Irdenware und roten Irdenware mit grüner Innenglasur (o. Abb.). Die Funde datieren in das frühe 16. Jahrhundert und decken sich mit der aus Schriftquellen erschlossenen Zeitstellung. Die vorgelegten Lesefunde entsprechen dem weit umfangreicheren Fundkomplex der Slg. Baumgartner, der auf einer Farbtafel im Ausstellungskatalog "Phönix aus Sand und Asche" abgebildet ist. Die Hohlgläser wiesen einfache, gewickelte und durchbrochene Füße, breit aufgelegte Nuppen, aufgelegte einfache Fäden und breite gekerbte Fadenaufgaben auf. Die Slg. enthält auch das Unterteil eines Glashafens sowie zahlreiche Produktionsabfälle, die den vorgestellten entsprechen. Die Farbpalette des Rohglases wird durch rot-opak ergänzt.

10. Freudenstadt-Wittlensweiler (FDS), Glasbrunnen

Bei Wittlensweiler weisen die Flurnamen Glasbrunnen und Glaswiese auf den Standort der ehemaligen Glashütte hin (Abb. 1, 58). Durch archivalische Belege wird sie von METZ in die Zeit vor 1521 bis vor 1590, bzw. um 1607 datiert.

- Literatur: METZ 1977. - METZ 1983.

1. Glashafen, BS, Inv.Nr. 996-115-1-1 (Taf. 7 B, 2); hart gebrannter, fein gemagter Ton mit hellgrauer Matrix; Oberfläche innen und außen mit steinzeugartiger, hellbrauner Sinterschicht überzogen. Glashafen ist offenbar noch unbenutzt, da

- kein anhaftender Glasfluss. BDm. 23,0 cm; Wst. 2,2-3,7 cm.
2. Berkemeyer, RS, Inv.Nr. 996-114-1-2 (Taf. 7 B, 1); blaugrünes Glas mit einigen kleinen Luftbläschen. RDm. 7,0 cm; Wst. 1,0 mm.

Die Fundstelle erbrachte Bruchstücke eines Glasofens aus feinkörnigem Sandstein sowie grünen, weißen und amethystfarbenen Glasfluss. Ferner wurden grünes und rotes Rohglas und rohes Achatglas geborgen. Von besonderer Bedeutung in Bezug auf die Herstellungstechnik ist das Fragment des noch unbenutzten Glashafens. Die Wandung ist rela-

tiv roh belassen und zumindest von Hand überarbeitet, wenn nicht gar komplett von Hand aufgebaut.

Die wenigen Fundstücke stehen mit der urkundlich zu erschließenden Datierung in das 16. Jahrhundert in Einklang.

11. Todtmoos (WT), Schwarzenbach

Im Jahre 1534 belehnte Markgraf Ernst von Baden-Durlach den Vogt von Schopfheim, Junker Apollinaris Höcklin von Steinegg, mit dem Bezirk Schwarzenbach (Abb. 1, 162). Dieser veranlasste kurz danach die Errichtung einer Glashütte unmittelbar an der St. Blasianischen Grenze. Das Gebiet kam 1662 zur Ablösung einer Schuld des Markgrafen von Baden-Durlach an das Stift St. Blasien. Wegen einer besseren Holzversorgung wurde der Standort um 1590 in den Todtmooser Zinken Glashütte verlegt (vgl. Kat.Nr. 16).

- Literatur: MOSER 1969, 10. - SCHLAGETER 1987, 132 f.

Am Hüttenstandort weisen Bruchstücke von feinkörnigem, lagenweise geschmolzenem Sandstein mit anhaftendem Glasfluss auf den ehemaligen Ofen hin. Als Reste der Produktion sind Bruchstücke von hellgrünem und dunkelgrünem Rohglas, hellblauer und grüner Glasfluss sowie Glashafenfragmente mit Wst. bis zu 2 cm zu werten. Die grünen, amethystfarbenen und farblosen Hohlglasfragmente (Inv.Nr. 996-116-1-1 ff.) erlauben aufgrund des hohen Zerscherbungsgrades keine formale Ansprache und Datierung.

12. Häg-Ehrsberg (WT), Rohrenkopf

Im Bereich des Rohrenkopfes bestand vermutlich bereits seit dem 14. Jahrhundert eine bislang noch nicht lokalisierte Glashütte. Der in dieser Zeit urkundlich erwähnte Weiler Hütten, bzw. Gallishütten belegt dies. Das Verzeichnis der 1472 in Basel veranstalteten Lotterie "Glückshafen" führt einen Christa(n) Glaser aus Zell mit Familie auf.

Östlich Rohrberg ist am Abhang des Rohrenkopfes, unweit einer Quelle der Standort einer Glashütte zu lokalisieren. Hans Jacob von Schönau erteilte einem Mitglied der Familie Greiner 1568 einen Bestandsbrief für diese Hütte. 1572 nutzte die Hütte am Rohrberg die Tongruben in Kandern gegen Zins. 1574 lieferte die Rohrberger Hütte für das Schönauer Ammanengebäude *1000 Schiben*. Die Hütte bestand vermutlich bis in die 1620er Jahre, da sich die Zellischen Glaser damals um einen Hüttenplatz bei Hasel bemühten.

- Literatur: SCHLAGETER 1987, 121-123.

Am Hüttenstandort finden sich aufgeschäumte Schamotte sowie grüner und blauer Glasfluss als Hinweis auf den abgegangenen Ofen. Reste der Produktion sind bis zu 3,5 cm dicke Bruchstücke von Glashäfen mit anhaftendem grünem und blauem Glasfluss. Ferner findet sich schlackige, teilweise stark schaumige Glasgalle sowie Rohglas von grüner und blauer Farbe und rohes hellblaues Beinglas. Als Rohstoff konnte Milchquarz aus Gneis sowie Quarz aus einem hydrothermalen Gang nachgewiesen werden. Neben farblosen, weißen, blauen, grünen und aus hellblauem Beinglas gefertigten Hohlglasfragmenten fanden sich Fragmente von gelbgrünen und farblosen Butzenscheiben mit Dm. zwischen 9,0 und 10,0 cm sowie grünes, gelbgrünes, blaugrünes und graugrünes Tafel-

glas von 0,5 bis 2,0 mm Stärke. Das Fundmaterial (Inv.Nr. 996-117-1-1ff.) erlaubt wegen des hohen Zerscherungsgrades keine enge Datierung.

13. Münstertal (FR), Scharfenstein Nord

Am 26. Juli 1516 erhielt Junker Arnold Horneck von Hornberg, Amtmann zu Sausenburg, zusammen mit dem Priester Ludwig Vessler aus Villingen und dem Glaser Jerg Hug aus Hornberg von Abt Martin von St. Trudpert die Erlaubnis, "an der Münsterhalde" eine Glashütte zu erbauen. Der erhaltene Vertrag (GLA 15/383) enthält neben anderen Regelungen auch Vorgaben, was in der Hütte zu produzieren sei: *darin ze brennen und machen alles glaswergkh, das müglich ist, Inn farben und Luttrung Zu machen, wie man sollichs erdenken mag*. 1518 wurde im Zuge eines Überfalls auf das naheliegende Kloster auch die Glashütte zerstört. Über die Täter wurde 1519 durch Papst Leo X. der Kirchenbann verhängt. Zur weiteren Entwicklung des Hüttenbetriebs liegen keine Urkunden mehr vor. Der Betrieb wurde aber vermutlich bald wieder aufgenommen. Aufgrund der Nähe zum Kloster und der Stadt Münster wurde der Standort in die Nähe der Ruine Scharfenstein im Obermünstertal verlegt. Die Glashütte am Scharfenstein bezog 1572 gegen Zins Ton aus den *Hertgrueben* zu Kandern (GLA 66/11682 (Kandern)). 1580 erfolgte eine weitere Erwähnung der Hütte beim Scharfenstein als *officina vitriae*. Die Kontinuität des Betriebs im Umfeld des Klosters St. Trudpert ist trotz der Verlagerung zu erwarten. Die Versorgung mit Kanderner Ton, der wohl in erster Linie der Herstellung von Glashäfen diente, ist auf die Unternehmungen des als Mitgründer und Teilhaber überlieferten Sausenburger Amtmanns zurückzuführen.

Östlich der Ruine Scharfenstein finden sich im Walddistrikt Glaserhofwald in unmittelbarer Nachbarschaft zwei Glashüttenstandorte, die offenbar in kurzer Folge nacheinander betrieben wurden (Abb. 1, 126). Sie sind offenbar mit der 1572 und 1580 erwähnten Hütte identisch, über deren Beginn und Laufzeit keine Angaben vorliegen.

- Literatur: SCHLAGETER 1987, 130-132. - WEECH 1878, 393, Nr. 270.

1. Becher, RS, Inv.Nr. 996-118-1-1 (Taf. 7 C, 1); grünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Stark einziehende Halspartie. RDm. 6,0 cm; Wst. 1,0-2,0 mm.
2. Becher, RS, Inv.Nr. 996-118-1-2 (Taf. 7 C, 2); grünes Glas. Ausladender, leicht verdickter Rand. RDm. 5,5 cm; Wst. 1,2-2,1 mm.
3. Nuppenglas, WS, Inv.Nr. 996-118-1-3 (Taf. 7 C, 3); gelblichgrünes Glas. Bauchige Wandung mit breit aufgelegter Nuppe. Dm.max. 6,5 cm; Wst. 0,8 mm.
4. Nuppenglas, WS, Inv.Nr. 996-118-1-4 (Taf. 7 C, 4); dunkelgrünes Glas. Massive, spitz ausgezogene Nuppe. Wst. 1,1 mm.
5. Stangenglas, WS, Inv.Nr. 996-118-1-5 (Taf. 7 C 5); dunkelgrünes Glas. Kleine aufgesetzte Nuppe. Wst. 0,3 mm.
6. Becher, BS, Inv.Nr. 996-118-1-6 (Taf. 7 C, 8); gelbgrünes Glas. Aus 5 Fäden gewickelter Fuß. BDm. 8,0 cm; Wst. 2,0-2,5 mm.
7. Becher, BS, Inv.Nr. 996-118-1-7 (Taf. 7 C, 9); dunkelgrünes Glas. Aufgelegter und gekniffener Standfaden. BDm. 8,5 cm; Wst. 1,3-1,5 mm.
8. Scherzgefäß (?), Fuß, Inv.Nr. 996-118-1-8 (Taf. 8 A, 1); dunkelgrünes Glas. Bauchiges Gefäß mit aufgesetztem, mit der Zange gekniffenem Fuß. Wst. 1,0 mm.
9. Hohldeckel, RS, Inv.Nr. 996-118-1-9 (Taf. 8 A, 2); gelblichgrünes Glas. Flach gewölbter Deckel mit leicht verdicktem

Rand. Dm. 9,0 cm; Wst. 1,0-3,5 mm.
10. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-118-1-10 (Taf. 7 C, 6); gelbgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Auf der Wand schwach ausgebildete schräge Riefen. RDm. 7,5 cm; Wst. 1,5-1,8 mm.
11. Becher, BS, Inv.Nr. 996-118-1-11 (Taf. 7 C, 7); grünes, an der Oberfläche korrodiertes Glas. Hochgestochener Boden mit Stülpfuß. Wst. 1,0-3,0 mm.

12. Tafelglas, Frgm., Inv.Nr. 996-118-1-12 (Taf. 8 A, 3); gelbgrünes Glas. Leicht gewölbte Glasscheibe, Ecke gekrösel. Hinweis auf Verwendung von Altmaterial. Wst. 2,0 mm.
13. Ofenkachel, Frgm., Inv.Nr. 996-118-1-13 (Taf. 8 A, 4); rote Irdenware mit grüner Glasur auf weißer Engobe. Ecke einer Blattkachel mit einfacher Rahmung und Rankendekor.

Am ehemaligen Standort der Glashütte finden sich Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein sowie bis zu 2 cm dicke Bruchstücke von Glashäfen, an beiden Fundgruppen haftet grüner Glasfluss an. Ferner findet sich hell- und dunkelgrüne, schlackig-schaumige Glasgalle und hell- und dunkelgrünes sowie weißes, leicht blautichiges Rohglas. Als Rohstoff konnte Milchquarz aus Gneis nachgewiesen werden. Die Hohlglasfragmente weisen fast alle eine grüne Färbung auf, nur wenige Bruchstücke sind hellgelbgrün oder hellblaugrün. Im Fundspektrum treten hellgraugrüne Butzenscheiben mit Dm. um 10 cm und hell-, gelb-, grau- und blaugrünes Tafelglas mit Stärken von 0,5 bis 2,8 mm auf.

Die in die zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts zu datierende nördliche Fundstelle scheint aufgrund des Fundmaterials etwas älter als die benachbarte Hütte (Kat.Nr. 14) zu sein.

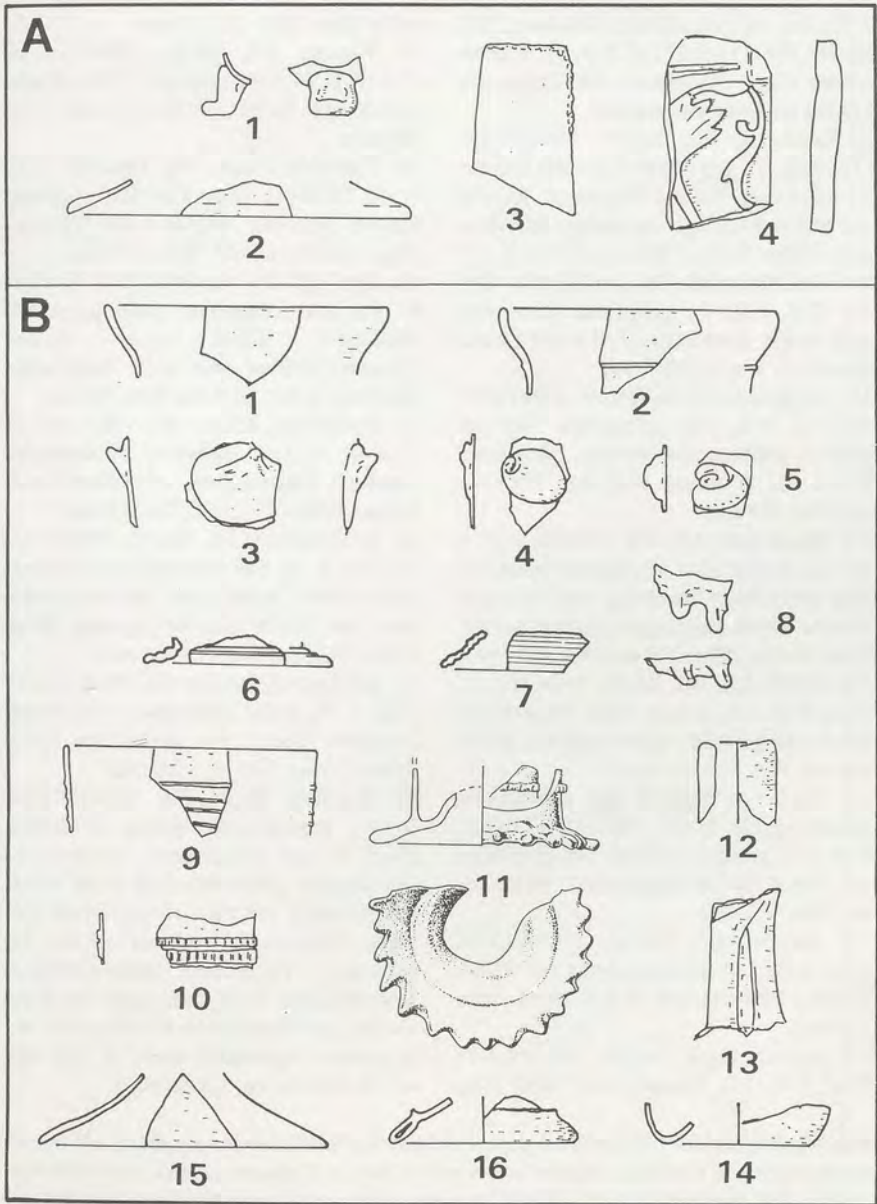
14. Münstertal (FR), Scharfenstein Süd

Östlich der Ruine Scharfenstein finden sich im Walldistrikt Glaserhofwald in unmittelbarer Nachbarschaft zwei Glashüttenstandorte, die offenbar in kurzer Folge zueinander betrieben wurden (Abb. 1, 126). Sie sind beide vor 1572 zu datieren, über Beginn und Laufzeit liegen keine Angaben vor. Die Fundstelle zeichnet sich als deutliche Halde am Rande eines kleinen Baches ab. Der Glasofenstandort löste offenbar einen nur wenig nördlich davon liegenden (Kat.Nr. 13) unmittelbar ab.

- Literatur: SCHLAGETER 1987, 130-132. - WEECH 1878, 393, Nr. 270.

1. Krautstrunk, RS, Inv.Nr. 996-119-1-1 (Taf. 8 B, 1); dunkelgrünes Glas mit horizontal langgezogenen Luftbläschen. Ausladender Rand, Hals eingezogen. RDm. 7,5 cm. Wst. 1,2-2,0 mm.
2. Krautstrunk, RS, Inv.Nr. 996-119-1-2 (Taf. 8 B, 2); dunkelgrünes Glas. Ausladender Rand, Hals eingezogen. Am Halsbruch aufgelegter, flacher Faden. RDm. 7,5 cm; Wst. 1,2-1,8 mm.
3. Krautstrunk, WS, Inv.Nr. 996-119-1-3 (Taf. 8 B, 3); blaugrünes Glas. Breite, fla-

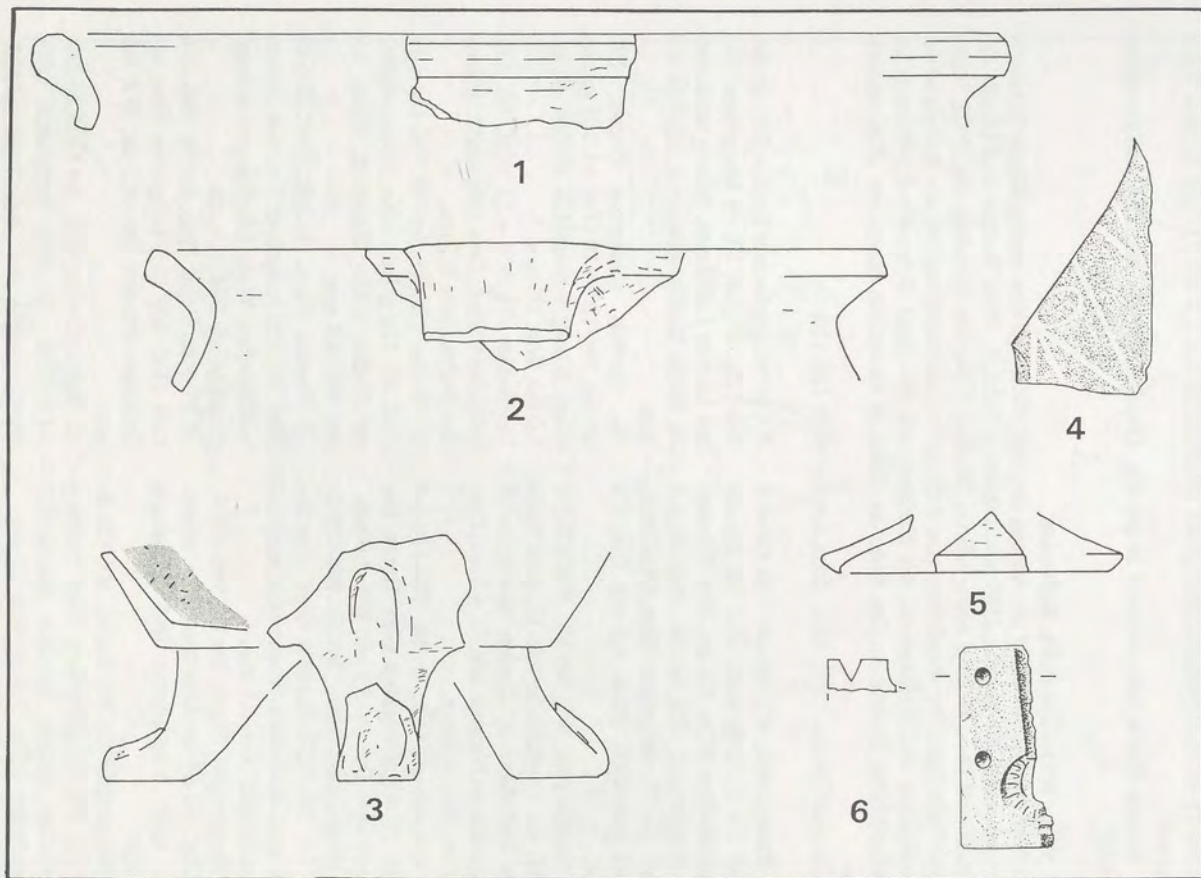
che Nuppe. Dm. max. 6,5 cm; Wst. 0,8 mm.
4. Krautstrunk, WS, Inv.Nr. 996-119-1-4 (Taf. 8 B, 4); dunkelgrünes Glas. Breit aufgelegte Nuppe. Wst. 0,9 mm.
5. Krautstrunk, WS, Inv.Nr. 996-119-1-5 (Taf. 8 B, 5); dunkelgrünes Glas. Kleine aufgelegte Nuppe. Wst. 0,8 mm.
6. Krautstrunk (?), BS, Inv.Nr. 996-119-1-6 (Taf. 8 B, 6); dunkelgrünes Glas. Aus drei Fäden gewickelter Fuß. BDm. 5,0 cm; Wst. 2,0-3,0 mm.



Taf. 8: A: Münstertal (FR), Scharfenstein Nord, Kat.Nr. 13. - B: Münstertal (FR), Scharfenstein Süd, Kat.Nr. 14

7. Becher mit gekniffenem Standring, BS, Inv.Nr. 996-119-1-8 (Taf. 8 B, 8); dunkelgrünes Glas. Standfaden mit Zange gekniffen und lang ausgezogen.
8. Kelchglas, RS, Inv.Nr. 996-119-1-9 (Taf. 8 B, 9); gelbgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Dünner Glasfaden spiralig auf Wand aufgelegt (ca. sieben Wicklungen). RDm. 7,0 cm; Wst. 1,0-1,7 mm.
9. Wickelfadenfuß, BS, Inv.Nr. 996-119-1-7 (Taf. 8 B, 7); gelbgrünes Glas. Aus acht Fäden gewickelter Fuß eines Kelchglases (?). Wst. 1,5-2,2 mm.
10. Stangenglas, WS, Inv.Nr. 996-119-1-10 (Taf. 8 B, 10); gelbgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Breiter, gekniffener Faden auf Wandung aufgelegt. Dm. 4,2 cm; Wst. 0,6 mm.
11. Stangenglas, BS, Slg. Oberfell (Taf. 8 B, 11); grünes Glas. Hochgestochener Boden, gekniffener Standring. Auf die zylindrische Wand aufgelegter, breiter, gekniffener Faden. BDm. 4,2 cm; Wst. 1,0 mm.
12. Hohldeckel, RS, Inv.Nr. 996-119-1-15 (Taf. 8 B, 15); grünes Glas. Breit ausladender Hohldeckel, Rand verdickt. RDm. 8,5 cm; Wst. 1,4-2,6 mm.
13. Becher / Flasche mit gestauchtem Standring, BS, Inv.Nr. 996-119-1-11 (Taf. 8 B, 16); gelbgrünes Glas. Hochgestochener Boden, Standring gestauch. BDm. 5,0 cm; Wst. 2,2 mm.
14. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-119-1-12 (Taf. 8 B, 12); dunkelgrünes Glas. Zylindrischer Flaschenhals. RDm. 2,0 cm; Wst. 4,5 mm.
15. Kutrolf, Frgm., Inv.Nr. 996-119-1-13 (Taf. 8 B, 13); dunkelgrünes Glas. Doppelter Hals. Wst. 1,0-1,4 mm.
16. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-119-1-14 (Taf. 8 B 14); dunkelgrünes Glas. Hochgestochener Boden. BDm. 4,0 cm; Wst. 2,0 mm.
17. Tafelglas, Frgm., Slg. Oberfell (Taf. 9, 4); farbloses Glas. Oberfläche geätzt, Kanten gekröselt. Hinweis auf Verwendung von Altmaterial. Wst. 2,0 mm
18. Topf, RS, Inv.Nr. 996-119-1-15 (Taf. 9, 1); rote Irdenware, grob gemagert. Verdickter Rand eines großen (Vorrats)Gefäßes oder evtl. technischer Keramik. RDm. 26,5 cm; Wst. 5,0 mm.
19. Henkeltopf, RS, Inv.Nr. 996-119-1-16 (Taf. 9, 2); rote Irdenware. Ausladender Rand mit angarniertem, vertikalem Bandhenkel. RDm. 20,0 cm; Wst. 5,0 mm.
20. Dreibeintopf, BS, Inv.Nr. 996-119-1-17 (Taf. 9, 3); rote Irdenware mit brauner Innenglasur. Standboden mit angarniertem, am Ende umgeschlagenem Bein. BDm. 10,5 cm; Wst. 3,5-4,0 mm.
21. Hohldeckel, RS, Inv.Nr. 996-119-1-18 (Taf. 9, 5); graue Irdenware. Ausladender konischer Deckel mit verdicktem Rand. RDm. 7,5 cm; Wst. 3,0-6,0 mm.
22. Gussform, Frgm., Slg. Oberfell (Taf. 9, 6); feinkörniger, grauer Kalkstein. Form ist der Länge nach, entlang des Gusskanals, gebrochen. Die Form wurde zum Giessen von runden, gewölbten Objekten (Dm. ca. 3,0 cm) mit radialen Erhebungen verwendet, möglicherweise Bronzeknöpfe. Zwei Bohrungen am Rand weisen darauf hin, dass die Form ein angepasstes Gegenstück hatte. L. 8,0 cm; erh. B. 4,0 cm; ca. 1,3 cm stark.

Die Abfallhalde der Glashütte birgt Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein mit anhaftendem grünem Glasfluss. Ferner treten zahlreiche, mit grünem und blauem Glasfluss überzogene Bruchstücke von Glashäfen sowie grüne, schlackig-blasige Glasgalle und grünes, hell- und blaugrünes Rohglas auf. Bei den Hohlglasfragmenten sind grüne Farben vorherrschend, lediglich ein Stück ist blaugrün und eines wässrig blau. Im Fundspektrum treten auch grüne und gelbgrüne Bruchstücke von Butzenscheiben mit Dm. von



Taf. 9: Münstertal (FR), Scharfenstein Süd, Kat.Nr. 14

8,0 bis 11 cm und gelbgrüne und grüne Bruchstücke von 1,0 bis 2,0 mm dickem Tafelglas auf.

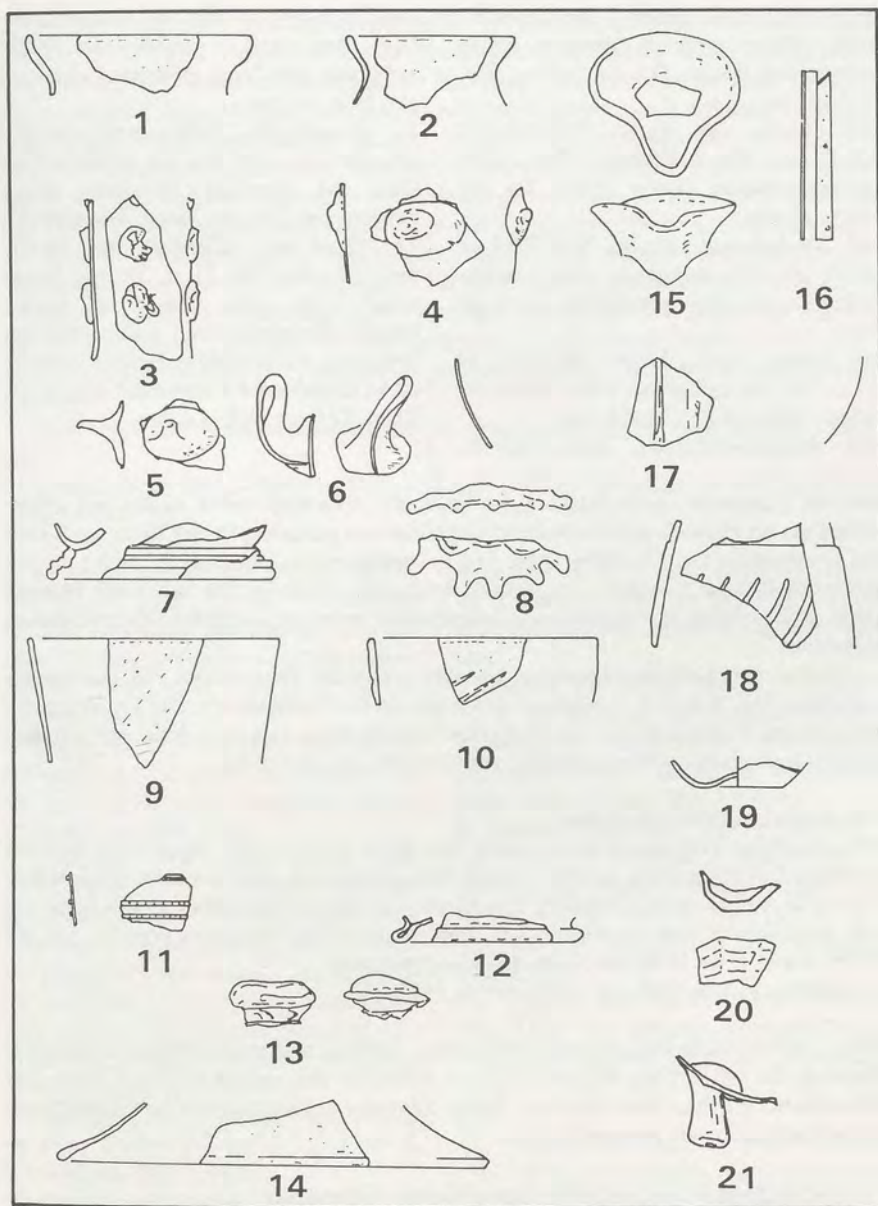
Weitere Funde befinden sich in der Slg. Oberfell, die nur zum Teil aufgenommen wurde.

15. Wies, Wambach (LÖ), Roßboden

Nördlich von Wambach ist am Abhang des Hohwildsbergs eine markgräfliche Glashütte nachgewiesen, die im Jahr 1585 erwähnt wurde (Abb. 1, 149). Pächter sind Ulrich, Sebastian und Hans Greiner sowie Martin Stöcklin. Über die Gründung der Hütte liegen keine Unterlagen vor, möglicherweise steht sie in Zusammenhang mit der Aufnahme der Glasmacher Wolff Haderbeck aus Kandern und des Hans Schmid aus Schlesien als markgräfliche Untertanen. Das Ende der Hütte ist vermutlich bereits um 1596 anzusetzen.

- Literatur: MOSER 1969, 13 f. - SCHLAGETER 1987, 128-130.

1. Krautstrunk, RS, Inv.Nr. 996-120-1-1 (Taf. 10, 1); hellgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. RDM. 6,0 cm; Wst. 1,2 mm.
2. Krautstrunk, RS, Inv.Nr. 996-120-1-2 (Taf. 10, 2); hellgrünes Glas, Oberfläche stark korrodiert. RDM. 4,5 cm; Wst. 1,0 mm.
3. Stangenglas, WS, Inv.Nr. 996-120-1-3 (Taf. 10, 3); dunkelgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Kleine, übereinander angeordnete Nuppen. erh. H. 4,5 cm; Dm. 2,7 cm; Wst. 0,8 mm.
4. Krautstrunk, WS, Inv.Nr. 996-120-1-4 (Taf. 10, 4); gelbgrünes Glas. Breite, flache Nuppe. Dm. ca. 5,0 cm; Wst. 1,0 mm.
5. Nuppenglas, Frgm., Inv.Nr. 996-120-1-5 (Taf. 10, 5); hellgrünes Glas, Oberfläche stark korrodiert. Flache spitz ausgezogene Nuppe. Wst. 0,8 mm.
6. Nuppenglas, Frgm., Inv.Nr. 996-120-1-6 (Taf. 10, 6); dunkelgrünes Glas. Massive, spitz ausgezogene und umgelegte Nuppe.
7. Nuppenglas (?), BS, Inv.Nr. 996-120-1-7 (Taf. 10, 7); gelbgrünes Glas. Hochgestochener Boden, vierfach gewickelter Standfaden. BDM. 5,0 cm; Wst. 1,2 mm.
8. Nuppenglas (?), BS, Inv.Nr. 996-120-1-8 (Taf. 10, 8); dunkelgrünes Glas. gekniffener Fußring.
9. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-120-1-9 (Taf. 10, 9); blaugrünes Glas mit kleinen Luftblasen. Schräg umlaufende, flache Riefen. RDM. 6,5 cm; Wst. 1,0 mm.
10. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-120-1-10 (Taf. 10, 10); grünes Glas. Schräg umlaufende Riefen. RDM. 6,0 cm; Wst. 1,0 mm.
11. Becher (?), WS - 11 (Taf. 10, 11); hellgrünes Glas. Drei aufgelegte, gekniffene Fäden. Wst. 0,5 mm.
12. Becher (?), BS, Inv.Nr. 996-120-1-12 (Taf. 10, 12); grünes Glas. Hochgestochener Boden, hohler Standring. BDM. 5,0 cm; Wst. 0,9 mm.
13. Flasche, Frgm., Inv.Nr. 996-120-1-13 (Taf. 10, 15); hellgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Weite Mündung zu Schneppe gekniffen. Wst. 1,3 mm.
14. Flasche, Frgm. Hals, Inv.Nr. 996-120-1-14 (Taf. 10, 16); hellgrünes Glas mit Quarzeinschlüssen. Dm. 1,2 cm; Wst. 0,8 mm.
15. Rippenflasche, WS, Inv.Nr. 996-120-1-15 (Taf. 10, 17); hellgrünes Glas. Formgeblasene und aufgelegte Rippen. Dm. ca. 11,0 cm; Wst. 0,8 mm.
16. Flasche, WS, Inv.Nr. 996-120-1-16 (Taf. 10, 18); dunkelgrünes Glas. Form-



Taf. 10: Wies, Wambach (LÖ), Roßboden, Kat.Nr. 15

geblasen, Schulterumbruch durch horizontalen Absatz markiert, darunter schräg umlaufende Riefen. Dm. ca. 5,5 cm; Wst. 2,0-3,0 mm.

17. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-120-1-17 (Taf. 10, 19); hellgrünes Glas. Flach hochgestochener Boden. BDM. 2,5 cm; Wst. 1,2 mm.

18. Deckelknopf, Inv.Nr. 996-120-1-18 (Taf. 10, 13); gelbgrünes Glas. Aufgeschmolzener, oben gekniffener Glastropfen.

19. Deckel, Frgm., Inv.Nr. 996-120-1-19 (Taf. 10, 14); gelbgrünes Glas. verdickter Rand. RDM. 11,5; Wst. 0,8 mm.

20. Ausguss-Schneppe, Frgm., Inv.Nr.

996-120-1-20 (Taf. 10, 20); dunkelgrünes Glas. Aus vierfach gewickeltem Faden aufgebaut, mit Zange rechteckig ausgezogen. Wst. 2,0 mm.

21. Scherzgefäß, Fußfragment, Inv.Nr. 996-120-1-21 (Taf. 10, 21); dunkelgrünes Glas. An bauchige Wandung aufgeschmolzener Fuß, mit Zange abgewinkelt.

22. Pfanne mit Tüllengriff, RS, Inv.Nr. 996-120-1-22 (Taf. 11 A, 1); rote Irdenware, innen grüne Glasur auf weißer Engobe. Engobe verläuft außen über den Rand und die Griffstülle. Hohle Griffstülle ist an ausladenden Kragenrand angarniert. RDM. 17,0 cm; Wst. 4,0 mm.

Bei der Fundstelle wurde feinkörniger Sandstein, Schamotte sowie weißer und grüner Glasfluss als Hinweis auf den Standort des Glasofens gefunden. Ferner finden sich kleine Bruchstücke von Glashäfen, zum Teil mit anhaftendem Glasfluss (o. Abb.). Neben schlackig-blasiger Glasgalle von grüner, hellgrüner, dunkelgrüner und roter Färbung liegt auch Rohglas in verschiedenen Grünschattierungen vor, es findet sich auch blaues Opalglas.

Neben den Hohlglasfragmenten kommen zahlreiche Bruchstücke von Butzenglas-scheiben (Dm. 9,0-12,0 cm) sowie 1,0-3,0 mm dickes Tafelglas vor. Die Datierung des vorgelegten Typenspektrums der Hohlgläser und der Begleitkeramik deckt sich mit dem archivalisch erschlossenen Zeitansatz zweite Hälfte 16. Jahrhundert.

16. Todtmoos (FR), Glashütte

Die Glashütte Todtmoos-Schwarzenbach wurde um 1590 in den Bereich des späteren Zinkens Glashütte (Abb. 1, 163) verlegt. Die ursprünglich markgräfliche Hütte wurde 1662 zur Auslösung von Schulden dem Kloster St. Blasien überlassen. In der Mitte des 18. Jahrhunderts sind die Glasmacher Heinrich und Blasi Zumkeller erwähnt. Bis um 1790 wurde in der Hütte vor allem Hohlglas produziert.

- Literatur: MOSER 1969, 10. - SCHLAGETER 1987, 133.

Von der Fundstelle liegen verschiedene grüne, farblose und amethystfarbene Hohlglasbruchstücke vor (Inv.Nr. 996-100-1-1ff., o. Abb.), die sich jedoch aufgrund der großen Zerschabung keiner Form zuordnen lassen. Hinweise auf den Betrieb der Glashütte geben Bruchstücke von grünem Rohglas.

17. Schluchsee, Blasiwald (FR), Muchenland / Hüttenplatz

Unter Abt Martin von St. Blasien wird nach MORATH 1597 die Hütte mit drei weiteren gegründet (Abb. 1, 167), das von WERNET falsch überlieferte Gründungsdatum 1579 muss daher revidiert werden. Ein auf 20 Jahre geschlossener Vertrag vom Oktober 1597

stattete die vornehmlich aus Wambach (Kat.Nr. 15) kommenden Glaser mit dem ersten Hüttenmeister Ulrich Mahler im Bereich Muchenland mit Wald für Wohnung und Hüttenwerk aus. 1614 nennt ein Bestandsbrief eine neue Hütte am alten Standort. Als Beständer werden Hans Mahler, Sohn des alten Hüttenmeisters, sowie Sebastian Greiner und Andreas Paurer genannt. Das Kloster St. Blasien behielt sich den Verkauf der Glasprodukte vor, lediglich kleine *Gutteren* (Glasflaschen) und Keramik (!) durften die Glaser ab Hütte verkaufen. Die Abrechnungen der drei Glasmeister mit dem Kloster aus den Jahren 1615 bis 1617 geben Einblick in die reichhaltige Produktpalette: es wurde zwischen durchsichtigem und gewöhnlichem (grünem) Glas unterschieden. Aus dem ersten wurden *Kelchlin*, *Röhrlin*, *Gloggenbecher* und *Zwerglin* gefertigt. Aus grünem Glas wurden Scheiben und Hornnasen sowie *messige*, *halbmessige* und *quartälige Gläser* (Gläser mit etwa 3/2, 3/4 und 3/8 Liter Inhalt) hergestellt. Ferner *Stezlin* (kleine Kelche), *Stüfflin*, *Krautstengel*, *Zwerglin*, *Ringelbecher*, *Guttern*, *Fußgütterli* und *einfache Gütterli*.

1622 wurde der Betrieb eingestellt und an einen anderen Standort in Blasiwald verlegt.

- Literatur: METZ 1983. - MORATH 1972. - MOSER 1969, 6. - SCHLAGETER 1987, 133 ff. - WERNET 1941, 21-49.

1. Kelchglas, zwei Frgm. Kuppa, Inv.Nr. 996-101-1-1 (Taf. 11 B, 1); hellgrün, leichter Türkisstich mit kleinen Luftbläschen. Optisch geblasen mit schräg umlaufenden Riefen. RDm. 7,0 cm; H. ca. 7,0 cm; Wst. 0,8 mm.

2. Kelchglas, Frgm. Scheibenfuß, Inv.Nr. 996-101-1-2 (Taf. 11 B, 2); hellgrün mit kleinen Luftbläschen. Verdickter Rand. BDm. 8,0 cm; Wst. 1 mm.

3. Kelchglas, WS Kuppa, Inv.Nr. 996-101-1-3 (Taf. 11 B, 3); hellgrün mit kleinen Luftbläschen. Optisch geblasen, versetzt angeordnete Rhomben. Wst. 0,9 mm.

4. Kelchglas, WS Kuppa, Inv.Nr. 996-101-1-4 (Taf. 11 B, 4); hellgrün mit kleinen Luftbläschen. Optisch geblasen, versetzt angeordnete, flach ausgebildete Rhomben. Wst. 0,7 mm.

5. Kelchglas, Frgm. Ansatz Scheibenfuß an Stiel, Inv.Nr. 996-101-1-5 (Taf. 11 B, 5); hellgrün. Wst. 1,5 mm.

6. Optisch geblasener Becher (?), BS, Inv.Nr. 996-101-1-6 (Taf. 11 B, 6); hellgrün mit zahlreichen kleinen Luftbläschen. Hochgewölbter Boden mit aufge-

schmolzenem Standfaden (Dm. 3,5 mm), die Unterseite zeigt am Rand flach ausgebildete Nuppen. BDm. 5 cm; Wst. 1,8 mm.

7. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-101-1-7 (Taf. 11 B, 8); hellgrün mit eingeschlossenen Luftbläschen. Ausladender, mit einem aufgeschmolzenen Glasfaden verdickter Rand. RDm. 2,3 cm; Wst. 1,2 mm.

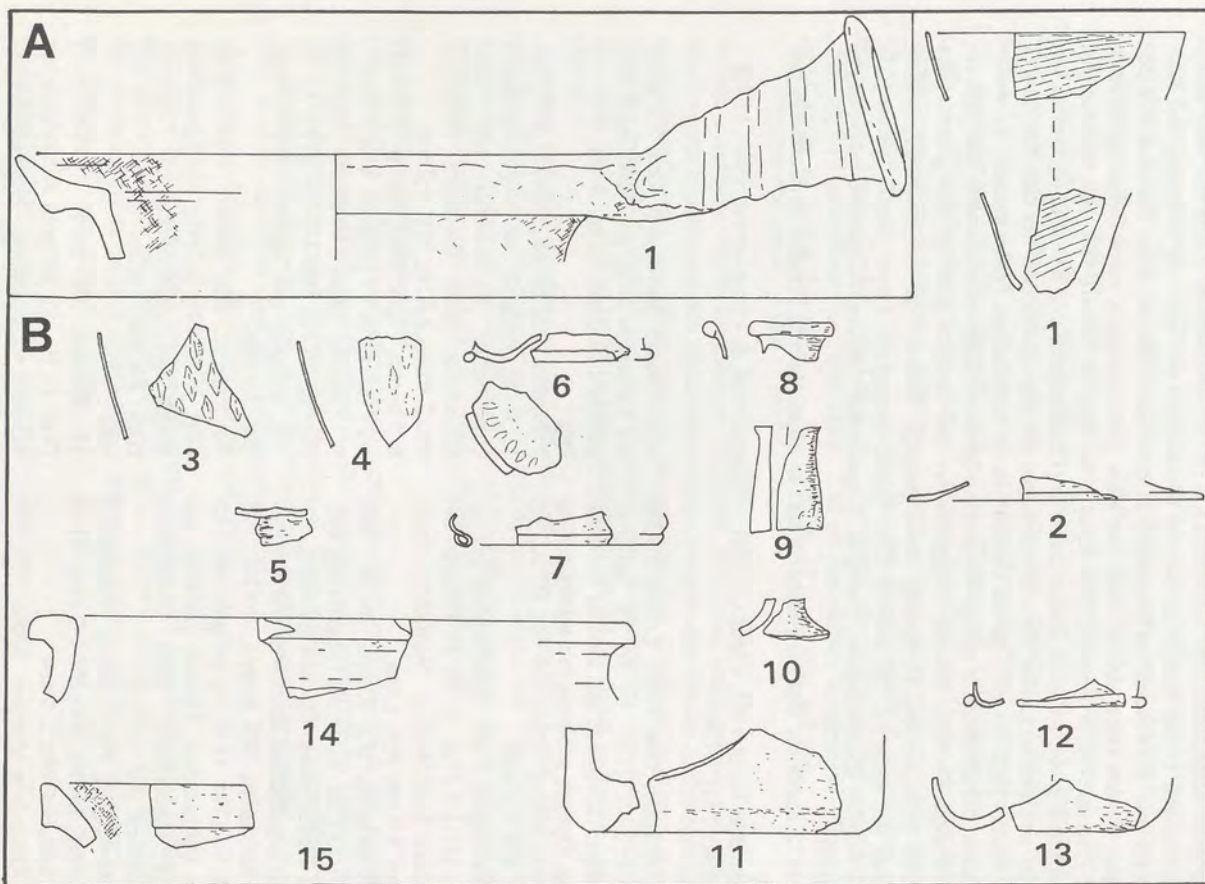
8. Flasche, Frgm. Hals, Inv.Nr. 996-101-1-8 (Taf. 11 B, 9); hellgrün. Wst. 4 mm.

9. Flasche, Frgm. Übergang Hals zu Bauch, Inv.Nr. 996-101-1-9 (Taf. 11 B, 10); hellgrün mit kleinen Luftbläschen. Wst. 2,0 mm.

10. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-101-1-10 (Taf. 11 B, 12); hellgrün. Hochgewölbter Boden mit angescholzenem Standring (Dm. 2-4 mm). BDm. 5,0 cm; Wst. 1,2 mm.

11. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-101-1-11 (Taf. 11 B, 13); hellgrün mit zahlreichen kleinen Luftbläschen. Hochgestochener Boden. BDm. 5,5 cm; Wst. 2,0 mm.

12. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-101-1-12 (Taf. 11 B, 11); dunkelgrün. Zylindrisch



Taf. 11: A: Wies, Wambach (LÖ), Roßboden, Kat.Nr. 15. - B: Schluchsee, Blasiwald (FR), Muchenland, Kat.Nr. 17

mit Standing. RDm. 7,5 cm; Wst. 5,5 mm.

13. Deckel (?), RS -13 (Taf. 11 B, 7); hellgrün. Einziehender umgelegter Rand. RDm. 5,5 cm; Wst. 0,6 mm.

14. Topf, RS, Inv.Nr. 996-101-1-14 (Taf. 11 B, 14); rote Irdenware mit Schli-

ckerüberzug. Verdickter, ausbiegender Rand, starke Drehriefen. RDm. 16,0 mm; Wst. 4,0 mm.

15. Topf, RS, Inv.Nr. 996-101-1-15 (Taf. 11 B, 15); rote, grob gemagerte Irdenware mit grüner Innenglasur auf weißer Engobe. Leistenrand. Wst. 5,0 mm.

Die Fundstelle Muchenland / Hüttenplatz erbrachte einen umfangreichen Fundkomplex und ist dadurch eindeutig als Hüttenstandort charakterisiert. Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein mit anhaftendem grünen Glasfluss sind als Teile des Glasofens anzusprechen. Kleinteilig zerbrochenen Glashafenbruchstücken (o. Abb.) mit Wst. bis 3 cm haftet hellgrüner, dunkelgrüner und farbloser Glasfluss an. Sie sind ebenso wie grünes und braunes Rohglas und Glasgalle als Produktionsabfall zu werten. Letztere ist schlackig-blasisch und besitzt eine schwarze, dunkelgraue, hellgraue oder dunkelgrüne Färbung. Auf eine umfangreiche Produktionspalette weisen die Rohglasbruchstücke. Neben den vorgestellten Fundstücken liegen noch zahlreiche Fragmente von Hohlglas vor, die jedoch den beschriebenen Typen entsprechen. Das Farbenspektrum reicht von vorwiegend hellgrün und grün zu gelbgrün und hellbläulichgrün. Es liegen auch Fragmente von Opalglas vor (o. Abb.). Der Fundkomplex weist ferner Fragmente von grünem Tafelglas auf sowie hellgrüne bis farblose Butzenscheiben mit Dm. von 10-11 cm.

Neben Gläsern wurden auch zahlreiche Keramikbruchstücke geborgen. Sie sind alle der roten auf der Drehscheibe gefertigten Irdenware zuzurechnen. Die Innenseite weist in einigen Fällen grüne, gelbe und braune Glasuren auf weißer Engobe auf.

Die Zeitstellung des Fundmaterials deckt sich mit der urkundlich erschlossenen Datierung der Fundstelle zwischen 1597 und 1622.

18. Lenzkirch (FR), Glashütte Grünwald / Glaserloch

Abt Martin I. von St. Blasien gründete am 22. August 1611 im Glaserloch bei Grünwald eine Glashütte (Abb. 1, 144). Vertragspartner waren die Meister Thomas und Hans Sigwart aus Steinbach/Württemberg und Georg Raspaler aus Hall/Tirol bei einer Laufzeit von 20 Jahren bei 50 Gulden Zins. Schon am 13. Mai 1625 werden neue Meisternamen erwähnt: Peter Sigwart, Hans Krieger und Mathis Faller. Mit ihnen wurde auf 13 Jahre ein neuer Vertrag mit 120 Gulden Jahreszins abgeschlossen. Der Vertrag wurde 1645 um weitere 30 Jahre zu einem Zins von 110 Gulden verlängert (Akten GLA Karlsruhe, Abt. 229/36515). Die Hütte wurde zu diesem Zeitpunkt vermutlich verlagert (vgl. Kat.Nr. 23).

- Literatur: MOSER 1969, 9 f.

1. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-102-1-1 (Taf. 12 A, 1); farblos, am Rand mit blauer Fadenaufgabe (Dm. 1,5 mm). RDm. 6,0 cm; Wst. 0,8 mm. Kleine, flach ausgebildete Nuppe.

2. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr.

996-102-1-2 (Taf. 12 A, 3); hellgrün mit kleinen Luftblasen. RDm. 6,0 cm; Wst. 0,8 mm. Die kleinen, flachen Nuppen sind versetzt diagonal angeordnet.

3. Becher mit Diagonalrippendekor, RS, Inv.Nr. 996-102-1-3 (Taf. 12 A, 2); hell-

grün mit kleinen Luftblasen. RDm. 8,0 cm; Wst. 1,1 mm.

4. Optisch geblasener Becher, BS, Inv.Nr. 996-102-1-4 (Taf. 12 A, 4); fast farblos mit leichtem Grünstich, kleine Luftblasen. BDm. 3,5 cm; Wst. 1,5 mm (am hochgestochenen Boden 3,5 mm). Boden ist 1,7 cm hochgestochen, Abriss erkennbar.

5. Optisch geblasener Becher, BS, Inv.Nr. 996-102-1-5 (Taf. 12 A, 6); hellgrün mit kleinen Luftblasen.

6. Rippenflasche (?), WS, Inv.Nr. 996-102-1-6 (Taf. 12 A, 8); klar mit leichtem violetterem Stich, wenige kleine Luftblasen. Wst. 0,6 mm.

7. Becher mit Fadenaufgabe, WS, Inv.Nr.

996-102-1-7 (Taf. 12 A, 5); hellgrün. Wst. 0,2 mm. Der breite aufgelegte Faden ist stark mit der Wandung verschmolzen und weist Kneifspuren einer Zange auf.

8. Kelchglas, Frgm., Inv.Nr. 996-102-1-8 (Taf. 12 A, 7); hellgrün. Wst. 1,2 mm. Am Kelch ist der Ansatz von Rippen erkennbar, der Übergang zum Boden wird durch einen gestauchten Ring gebildet.

9. Butzenglasscheibe, RS, Inv.Nr. 996-102-1-9 (Taf. 12 A, 9); hellgrün. Dm. 9,5; Wst. 0,8 mm.

10. Butzenglasscheibe, RS, Inv.Nr. 996-102-1-10 (Taf. 12 A, 10); hellgrün. Dm. 12,0 cm; Wst. 0,8 mm.

Neben den vorgestellten Funden enthält der Lesefundkomplex angeschmolzene Glasbruchstücke, Glastropfen und -fritte sowie Glashafenbruchstücke und braunes, blaues, amethystfarbenes, weißes und farbloses Rohglas.

19. Seelbach (OG), Wittelbach / Grassert

Unweit des Mittelpunkts der Herrschaft Hohengeroldseck wurde 1615 am Grassert eine Glashütte gegründet (Abb. 1, 73). Sie ersetzte möglicherweise eine bereits um 1500 bei der Burg Hohengeroldseck betriebene Hütte. Die Hütte am Grassert wurde von Meister Andreas Wenzel und Jessen Vater geleitet. BAIER überliefert die Produktion der Hütte für das Jahr 1619: 35 800 Scheiben, 22 068 St. Milchglas, 25 568 Trinkgläser, 4500 Wassergläser und 300 Flaschen. Trotz des hohen Ausstoßes geriet der Betrieb bald in Schwierigkeiten. Die Hütte ist kurz nach 1624 erloschen.

- Literatur: BAIER 1929, 268 - MOSER 1969, 17.

1. Krautstrunk (?), RS, Inv.Nr. 996-53-1-1 (Taf. 12 B, 2); grünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Ausladender Rand. RDm. 7,5 cm; Wst. 1,0 mm.

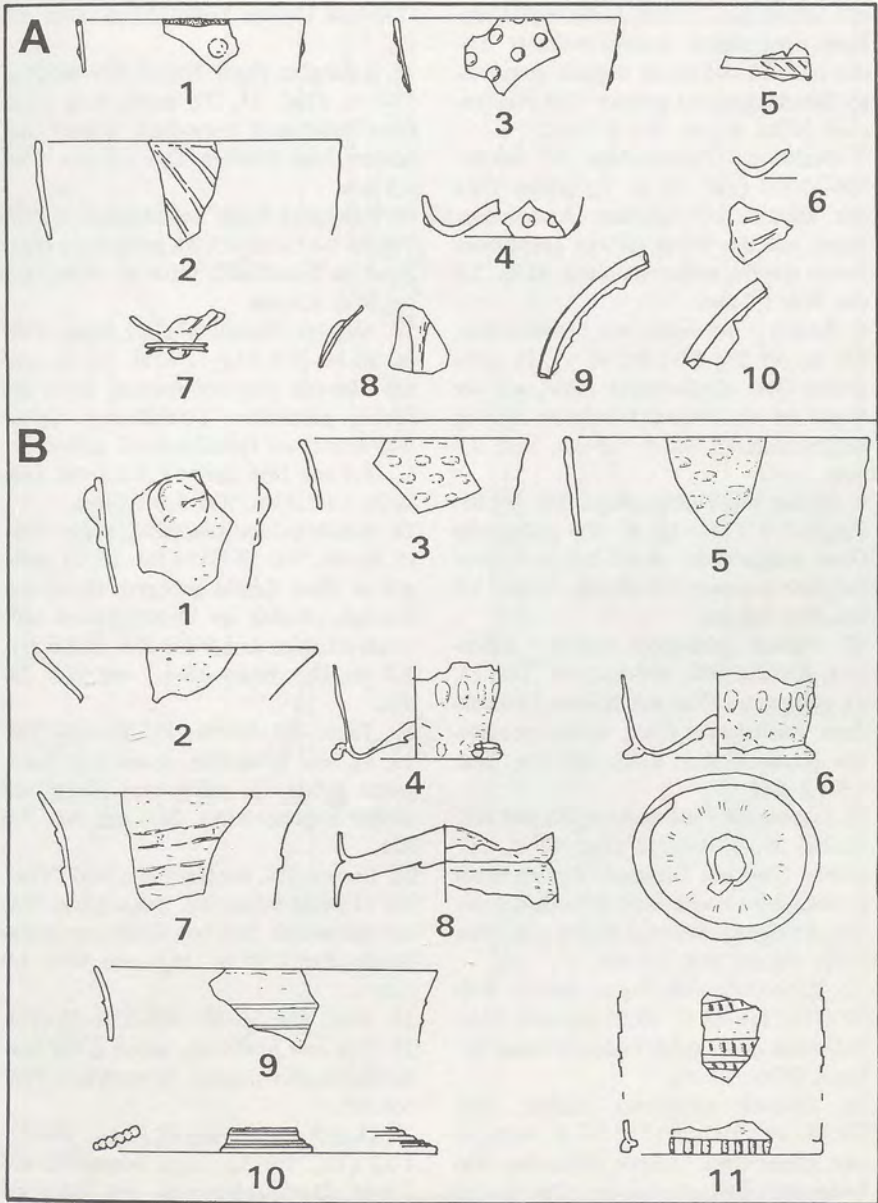
2. Krautstrunk, WS, Inv.Nr. 996-53-1-2 (Taf. 12 B, 1); grünes, klares Glas. Auf Wandung aufgeschmolzene Nuppe (Dm. 1,8 cm). Dm. ca. 4,5 cm; Wst. 1,5 mm.

3. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-53-1-3 (Taf. 12 B, 5); hellgrünes Glas mit kleinen Bläschen. Schwach ausgeprägtes Kreuzrippendekor. RDm. 8,0 cm; Wst. 2,0 mm.

4. Optisch geblasener Becher, BS, Inv.Nr. 996-53-1-4 (Taf. 12 B, 6); hellgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Kreuzrippendekor, hochgestochener Boden mit Abriss-Spuren; aufgeschmolzener Standfaden. BDm. 5,0 cm; Wst. 0,8 mm.

5. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-53-1-5 (Taf. 12 B, 3); hellgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Ausladender, leicht verdickter Rand; flach ausgebildetes Kreuzrippendekor. RDm. 6,0 cm; Wst. 0,8 mm.

6. Optisch geblasener Becher, BS, Inv.Nr. 996-53-1-6 (Taf. 12 B, 4); hellgrünes Glas



Taf. 12: A: Lenzkirch (FR), Grünwald / Glaserloch, Kat.Nr. 18. - B: Seelbach (OG), Grassert, Kat.Nr. 19

mit zahlreichen kleinen Luftschlüssen. Kreuzrippendekor; hochgestochener Boden mit Abriss-Spuren; doppelt gewickelter Standfaden zum größten Teil abgebrochen. BDM. 4,5 cm; Wst. 0,7 mm.

7. Becher mit Fadenaufgabe, RS, Inv.Nr. 996-53-1-7 (Taf. 12 B, 7); grünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Ausladender Rand; auf die Wand ist ein gekniffener Faden spiralförmig aufgeschmolzen. RDM. 7,0 cm; Wst. 1,0 mm.

8. Becher / Kelchglas mit Fadenaufgabe, RS, Inv.Nr. 996-53-1-8 (Taf. 13, 5); gelbgrünes Glas. Ausladender Rand; auf der Wand ist ein dünner Glasfaden spiralförmig aufgeschmolzen. RDM. 9,0 cm; Wst. 0,9 mm.

9. Becher mit Fadenaufgabe, RS, Inv.Nr. 996-53-1-9 (Taf. 12 B, 9); gelbgrünes Glas. Ausladender Rand mit horizontal aufgeschmolzenen Glasfäden. RDM. 9,0 cm; Wst. 1,8 mm.

10. Optisch geblasener Becher / Kelchglas, RS und WS, 996-53-1-10 (Taf. 13, 1); gelbgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Ausladender Rand, optisch geblasenes Rautenmuster. RDM. 6,5 cm; Wst. 0,9-1,8 mm.

11. Becher mit Fadenaufgabe, BS und WS, Inv.Nr. 996-53-1-11/12 (Taf. 12 B, 11); grünes Glas mit Olivstich. Zylindrischer Becher; Standfaden und spiralförmig auf der Wand aufgeschmolzener Faden gekniffen. BDM. 5,5 cm; Wst. 1,8 mm.

12. Wickelfadenfuß, Frgm., Inv.Nr. 996-53-1-13 (Taf. 12 B, 10); hellgrünes Glas. Sechsfach gewickelter Fadenfuß eines Bechers. BDM. 9,2 cm.

13. Optisch geblasener Becher, WS, Inv.Nr. 996-53-1-14 (Taf. 13, 2); blaugrünes, klares Glas. Optisch geblasenes Wabenmuster. Dm. ca. 5,5 cm; Wst. 0,8-2,0 mm.

14. Becher mit Stülpfuß, Frgm., Inv.Nr. 996-53-1-15 (Taf. 12 B, 8); hellgrünes

Glas mit kleinen Luftbläschen. Dm. 5,5 cm.

15. Kelchglas, Frgm. Kупpa, Inv.Nr. 996-53-1-16 (Taf. 13, 3); graugrünes Glas, Oberfläche stark korrodiert. Ansatz von hohlem Stiel erhalten. Dm. 4,0 cm; Wst. 0,8 mm.

16. Kelchglas, Frgm. Scheibenfuß, Inv.Nr. 996-53-1-17 (Taf. 13, 4); gelbgrünes Glas. Rand zu Standfaden verdickt. BDM. 6,5 cm; Wst. 1,5 mm.

17. Alembik (Destillierhelm), Frgm. Röhre, Inv.Nr. 996-53-1-18 (Taf. 13, 6); grünes Glas mit eingeschlossenen, durch das Ziehen gestreckten Luftbläschen. Spitze und Ansatz an Destillierhelm gebrochen. L. 18,0 cm; Dm. außen 1,4-2,0 cm; Dm. innen 1,1-1,3 cm; Wst. 1,3-3,5 mm.

18. Alembik (Destillierhelm), Frgm. Röhre, Inv.Nr. 996-53-1-19 (Taf. 13, 7); gelbgrünes Glas. Leicht gebogen; Spitze gebrochen, Ansatz an Destillierhelm teilweise erhalten. L. 8,0 cm; Dm. außen 1,1-1,7 cm; Dm. innen 0,8-1,3 cm; Wst. 1,8 mm.

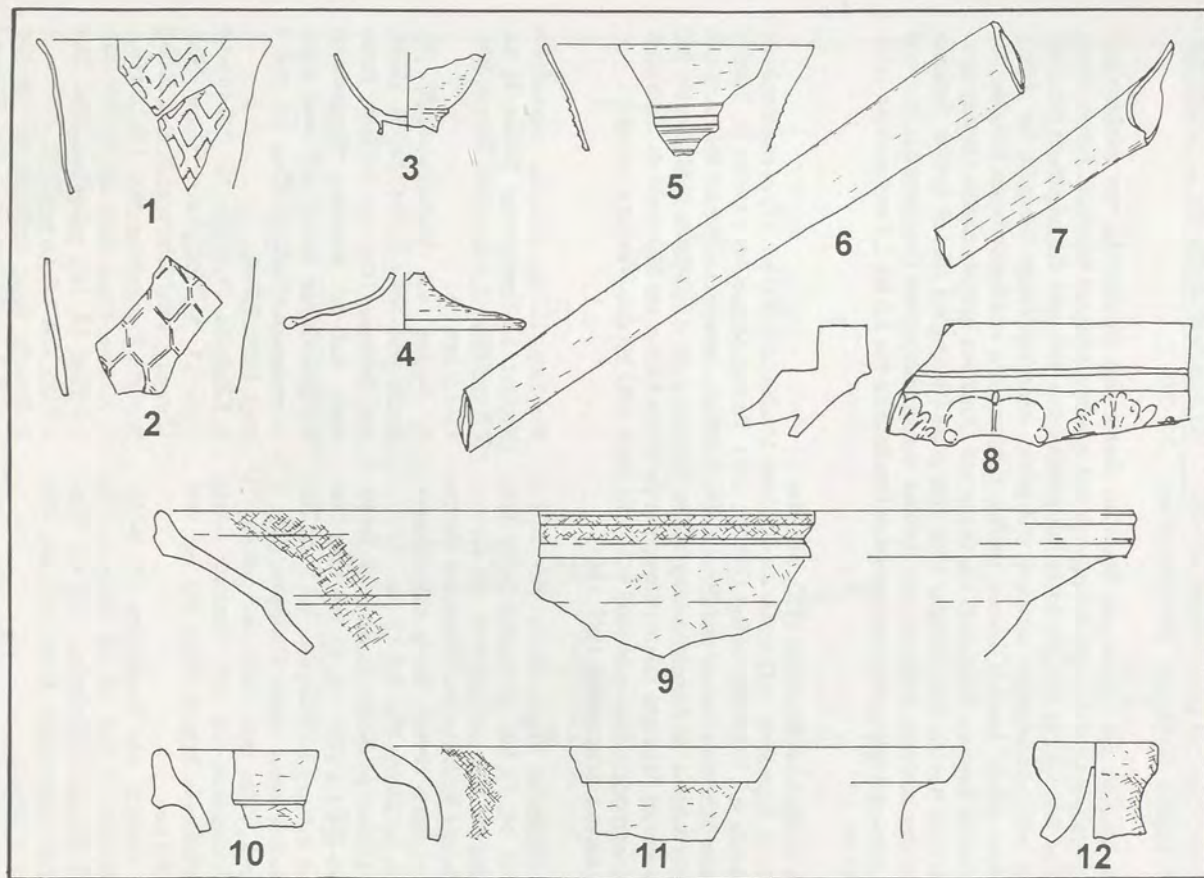
19. Teller, RS, Inv.Nr. 996-53-1-20 (Taf. 13, 9); rote Irdenware, innen und Randpartie außen mit gelbgrüner Glasur auf weißer Engobe. RDM. 26,0 cm; Wst. 4,0 mm.

20. Grapen, RS, Inv.Nr. 996-53-1-21 (Taf. 13, 11); rote Irdenware, innen grüne Glasur auf weißer Engobe. Verdickter ausladender Rand. RDM. 16,0 cm; Wst. 3,0 mm.

21. Topf, RS, Inv.Nr. 996-53-1-22 (Taf. 13, 10); rote Irdenware, innen gelbe Glasur auf weißer Engobe. Kragenrand. Wst. 4,0 mm.

22. Deckel mit Knaufgriff, Frgm., 996-53-1-23 (Taf. 13, 12); rote Irdenware, auf Knauf Abschneidspuren mit Schlinge. Dm. 3,5 cm; Wst. 6 mm.

23. Ofenkachel, Frgm., Inv.Nr. 996-53-1-24 (Taf. 13, 8); rote Irdenware, modelge-



Taf. 13: Seelbach (OG), Grassert, Kat.Nr. 19

presstes Blatt mit grüner Glasur auf weißer Engobe überzogen. Blattrankenfries mit Akanthusblättern. erh. L. 7,5 cm; Wst. 1,8 cm.

Am Standort des ehemaligen Glasofens finden sich Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein mit anhaftendem hellgrünem und amethystfarbenem Glasfluss. Ferner liegen kleine Bruchstücke von Glashäfen mit anhaftendem hell- und dunkelgrünem Glasfluss und hell-, dunkelgrüne, schwarze und grüne, schlackig-blasige Glasgalle vor. Hinzu kommt grünes, braunes, blaues, weißes, farbloses und amethystfarbenes Rohglas. Als Rohstoffe konnten Milchquarz aus Gneis und Quarz aus hydrothermalen Gängen nachgewiesen werden. Das Hohlglas weist eine grüne Färbung auf oder ist farblos. Daneben kommen hellblau-, hellgrüne und farblose Butzenscheiben mit Dm. zwischen 10,0 und 11,0 cm und hell-, gelbgrüne und grüne Bruchstücke von 1,0 bis 2,5 mm starkem Tafelglas vor.

20. Schluchsee-Blasiwald (FR), Althütte

Am 18. September 1622 wurde die Glashütte Muchenland (Kat.Nr. 17) in einen anderen Bereich von Blasiwald verlegt (Abb. 1, 169). Vertragspartner des Klosters St. Blasien waren Sebastian Greiner und die aus dem Solothurn stammenden Brüder Wolfgang und Peter Schmid. Im Zusammenhang mit der Gründung der Altglashütte 1634 (Kat.Nr. 22) wanderten Peter und Thomas Sigwart sowie Ulrich Mahler aus Blasiwald ab. Nach einer Verlagerung in Blasiwald 1646 wurde die Hütte 1685 auf den Windberg verlegt.

- Literatur: SCHLAGETER 1987, 134.

1. Glashafen, Frgm., Inv.Nr. 996-104-1-1 (Taf. 14, 1); fein gemagerter heller Ton, sekundär sehr hart gebrannt. An der Außenseite schlierig mit Glasmasse überzogen; innen ebenso, blasig aufgeschäumt. Dm. ca. 28 cm; Wst. 1,8-3,5 cm.

2. Optisch geblasener Becher, RS, Inv.Nr. 996-104-1-2 (Taf. 14, 4); farbloses Glas mit wenigen Luftbläschen, am Rand aufgeschmolzener blauer Glasfäden (Dm. 2 mm). Unter dem Rand vier gezätzte (?) Wellenlinien, auf der Wandung schräg verlaufende Rippen. RDM. 9,0 cm; Wst. 0,9-2 mm.

3. Stangen- oder Keulenglas, RS, Inv.Nr. 996-104-1-3 (Taf. 14, 5); farbloses Glas mit kleinen Luftbläschen. Auf der Wandung Rippendekor. RDM. 10,0 cm; Wst. 1,0-4,0 mm.

4. Optisch geblasener Becher, RS und BS, Inv.Nr. 996-104-1-4 (Taf. 14, 7); gelbgrünes Glas mit matter Oberfläche. Auf der

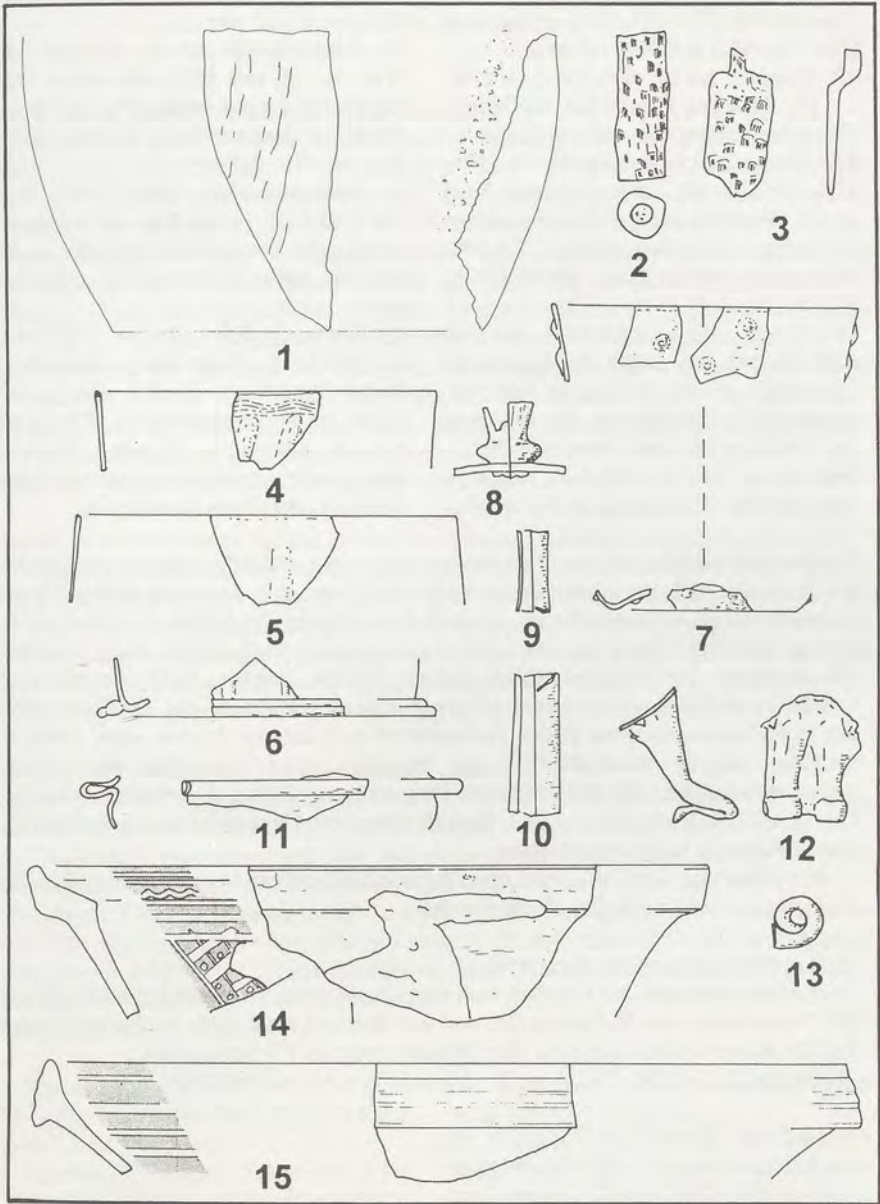
Wandung flache, versetzt angeordnete Nuppen; hochgestochener Boden. H. ca. 8,0 cm; BDM. 5,5 cm; RDM. 8,0 cm; Wst. 1,0-1,8 mm.

5. Becher mit Wickelfadenfuß, BS, Inv.Nr. 996-104-1-5 (Taf. 14, 6); klares, fast farbloses Glas mit leichtem Grünstich. Auf der Wandung Rippendekor, hochgestochener Boden mit zwei angeschmolzenen Glasfäden (Dm. 2,5 und 4 mm). BDM. 9,0 cm.

6. Kelchglas, Frgm., Inv.Nr. 996-104-1-6 (Taf. 14, 8); hellgrünes, klares Glas. Übergang vom Scheibenfuß zum hohlen Stiel mit Rippendekor. Wst. 1,5-2,0 mm.

7. Flasche, Frgm. Hals, Inv.Nr. 996-104-1-7 (Taf. 14, 10); gelbgrünes Glas. Dm. 1,3 cm; Wst. 2,0-3,0 mm.

8. Flasche, Frgm. Hals, Inv.Nr. 996-104-1-8 (Taf. 14, 9); hellgrünes Glas. Hals zur Mündung und Bauch leicht ausschwindend. Dm. 0,8 cm; 1,0 mm.



Taf. 14: Schluchsee, Blasiwald (FR), Kat.Nr. 20

9. Doppelkonische Flasche, Frgm., Inv.Nr. 996-104-1-9 (Taf. 14, 11); gelbgrünes Glas. Dm. 10,0 cm; Wst. 1,0 mm.

10. Ringöse, Inv.Nr. 996-104-1-10 (Taf. 14, 13); farbloses, klares Glas. Zu Öse gezogener Glasfaden. Dm. 4,0-6,0 mm.

11. Scherzgefäß (?), Fuß, Inv.Nr. 996-104-1-11 (Taf. 14, 12); hellgrünes Glas. Zwei an die Wandung des Gefäßes angeheftete Glasfäden, am Ende umgelegt, abgewinkelt und mit einer Zange abgeflacht. L. 3,5 cm.

12. Schale, RS, Inv.Nr. 996-104-1-12 (Taf. 14, 14); rote Irdenware, innen hellbraune Glasur mit weiß-gelber Kuhhornbemalung. Der Rand sowie der Übergang zur Wandung ist durch konzentrische Linien betont. Auf der Wandung hängende Dreiecke aus Gitterlinien, in den quadra-

tischen Zwischenräumen Punkte. RDm. 18,0 cm; Wst. 5 mm.

13. Schüssel, RS, Inv.Nr. 996-104-1-13 (Taf. 14, 15); rote Irdenware, innen hellbraune Glasur mit weiß-gelber Kuhhornbemalung (konzentrische Linien). RDm. 21,0 cm; Wst. 3,0 mm.

14. Glasmacherpfeife, Frgm., Inv.Nr. 996-104-1-14 (Taf. 14, 2); Rohr aus Eisen, innen angebackenes grünes Rohglas. L. 4,0 cm; Dm. außen 15,0 mm; Dm. innen 5,0 mm.

15. Werkzeug, Frgm., Inv.Nr. 996-104-1-15 (Taf. 14, 3); Eisen. Fläche, rechteckige Platte (L. 3,0 cm; B. 1,7 cm) gestielt durch ein 45° abgewinkeltes Rundeisen (Dm. ca. 4,0 mm, L. 7,0 mm). Das Fragment gehört entweder zu einer Abschneideschere oder einem Zwackeisen.

Der Standort der Glashütte ist durch das Spektrum der Lesefunde eindeutig zu lokalisieren. Es finden sich zwar keine Bruchstücke des Ofens, doch liegen zahlreiche Glashafenbruchstücke vor. Zudem finden sich auch Rohstoffe der Produktion (o. Abb.). Zu erwähnen sind Milchquarz aus Gneis, Quarz aus einem hydrothermalen Gang, Muschelkalk-Hornstein und Knochen. Neben grünem, blauem, weißem, farblosem und amethystfarbenem Rohglas kommt auch schlackig-schaumige Glasgalle vor. Die Bruchstücke des Hohlglases weisen ein großes Farbspektrum auf, das von farblos, grün, gelbgrün, hellgrün, blaugrün, amethystfarben, grau, braungrau, braun bis zu blau reicht. Ferner liegen noch Tafelglas (D. 0,5-3 cm) und Fragmente von Butzenglasscheiben mit einem Dm. von 7 bis 11 cm vor (o. Abb.). Bemerkenswert sind insbesondere die Bruchstücke von Werkzeugen der Glasproduktion.

Die Datierung der Glas- und Keramikbruchstücke entspricht der aus Schriftquellen abgeleiteten Datierung in das 17. Jahrhundert.

21. Lauf (OG), Glashütte Laufertal

Vermutlich schon seit 1623 betrieb man eine Glashütte im Laufertal bei Lauf (Abb. 1, 23). Sie erbrachte nur 50 Gulden Zins und war demnach nicht groß. Als Pächter ist eine Familie Schönmetzler überliefert. Der Betrieb wurde um 1745 eingestellt.

- Literatur: BAIER 1929, 258, Anm. 2. - METZ 1983. - MOSER 1969, 20.

1. Topf, RS, 996-105-1-1 (Taf. 15 A, 1); rote Irdenware, innen weiße Engobe. Kragenrand RDm. 20,0 cm; Wst. 4 mm.

Hinweis auf den Glasofenstandort ist grau-schwarze Glasgalle (o. Abb.). Die Scherbe ist in das 17. Jahrhundert zu datieren und deckt sich somit mit dem urkundlich erschlossenen Zeitansatz des Hüttenbetriebs.

22. Feldberg, Altglashütten (FR), Rotwasserhütte

Altglashütten liegt 995 m hoch am Osthang des Feldbergstocks im Tal des Schwarzenbachs und der Haslach (Abb. 1, 137). Landgraf Friedrich Rudolf zu Fürstenberg schloss am 4. Juli 1634 mit den Brüdern Peter und Thomas Sigwart und Ulrich Mahler aus der Herrschaft St. Blasien für die Dauer von 30 Jahren einen Vertrag zur Errichtung der Rotwasserhütte (WOHLEB, 41-44). Am 9. Juli 1658 unterzeichneten neun Meister die Verlängerung des Pachtbriefes auf weitere 30 Jahre. Am 12. Juli 1669 kauften die Glasmacher die zuvor gepachteten Anwesen. Gegen Ende des 17. Jahrhunderts wurde die knappe Versorgung mit Holz immer prekärer. Die Glasmacher kauften daher 1706 ein Waldgebiet am Drehkopf, wohin sie den Hüttenbetrieb verlegten. Diese Neuglashütte bestand jedoch nur kurz, bereits 1723 siedelten die Glasmacher nach Herzogenweiler um (vgl. Kat.Nr. 32). WOHLEB vermutet, dass der Hüttenbetrieb wesentlich eingeschränkt noch eine Zeit lang fortgeführt wurde.

- Literatur: MOSER 1969, 10-12. - WOHLEB 1949, 38-65.

Lesefunde von schwarzer, weißer, grüner und blauer, schaumig-blasiger Glasgalle sowie grünem, blauem und weißem Rohglas geben Hinweise auf den Standort der ehemaligen Glashütte. Das geborgene gelbgrüne, grüne und farblose Hohlglas ist stark zerscherbt, so dass keine sichere typologische Zuordnung erfolgen kann. Das Fundspektrum wird durch ca. 2 mm starke Fragmente von graugrünem Tafelglas ergänzt. Die aus Urkunden gut gesicherte Zeitstellung kann durch die archäologischen Funde (Inv.Nr. 996-106-1-1ff.) nicht überprüft werden.

23. Bonndorf, Holzschlag (WT), Glashütte

Die Glashütte bei dem gleichnamigen Weiler (Abb. 1, 145) entstand aus der St. Blasianischen Gründung Grünwald (vgl. Kat.Nr. 18), die um 1645 an diese Stelle verlegt wurde. Abt Franz I. erneuerte am 8. Mai 1645 einen älteren Pachtvertrag mit den Meistern Samuel und Andres Schmid, Thomas Sigwart, Georg Mahler, Adam Haug sowie Appolonia Sigwart auf 30 Jahre zu einem Zins von 110 Gulden. Barthle Rockh wurde 1700 zum Vogt der Grünwälder Meisterschaft ernannt. Er übernahm 1705 mit den Glasmeistern Kaspar Schmid und Thomas Krieger die neue Grünwälder Hütte für 3500 Gulden. Der Betrieb wurde bis 1715 aufrecht erhalten.

- Literatur: MOSER 1969, 9 f.

1. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-103-1-1 (Taf. 15 B, 8); hellgrünes Glas. RDm. 4,0 cm; Wst. 1,8 mm.

2. Flasche, WS, Inv.Nr. 996-103-1-2 (Taf. 15 B, 11); hellgrün mit kleinen Luftblasen. Dm. (Schulter) 6,0 cm; Wst. 1,1 mm.

Am Schulterumbruch ist ein runder Faden (Dm. 0,4 mm) aufgelegt.

3. Flasche, Hals, Inv.Nr. 996-103-1-3 (Taf. 15 B, 10); hellgrün. Dm. 1,0 cm; Wst. 1,0 mm.

4. Flasche / Becher?, BS, Inv.Nr. 996-

103-1-6 (Taf. 15 B, 12); hellgrün mit kleinen Luftblasen. BDM. 4,0 cm; Wst. 1,0 mm. Der Boden ist 1,8 cm hochgestochen.

5. Fläschchen, Slg. Horst Ammann (Taf. 15 B, 7); gelbgrünes Glas mit wenigen kleinen Luftbläschen. Verdickter Rand, runder Boden mit Abriss-Spuren. H. 9,3 cm; RDM. 1,8 cm; Dm. max. 3,0 cm; Wst. 1,0-5,0 mm.

6. Kelchglas, Frgm., Inv.Nr. 996-103-1-5 (Taf. 15 B, 3); hellgrün. Wst. 1,5 mm.

7. Kelchglas, Balusterschaft, Slg. Horst Ammann (Taf. 15 B, 14); graubraunes Glas. Der Hohlbalusterschaft ist mit zwei gegenüberliegenden Löwenkopfreiefs verziert, dazwischen zwei Blumen- und Girlandenreliefs. Darüber, zur Kupa 15 kurze Rippen, darunter 10 lange Rippen. H. 5,8 cm.

8. Kelchglas, Balusterschaft, Slg. Horst Ammann (Taf. 15 B, 5); graubraunes Glas. Der Hohlbalusterschaft ist mit zwei gegenüberliegenden Löwenkopfreiefs verziert, dazwischen zwei Blumen- und Girlandenreliefs. Darüber, zur Kupa 15 kurze Rippen, darunter 10 lange Rippen. H. 6,1 cm.

9. Fußfragment., Inv.Nr. 996-103-1-6 (Taf. 15 B, 13); hellgrün. Fuß aus einem mehrfach gesponnenen Faden (Dm. 2,1 mm), zwei Windungen sind erhalten. BDM. 8,5 cm.

10. Fläschchen, BS, Inv.Nr. 996-103-1-7 (Taf. 15 B, 14); hellgrün mit wenigen kleinen Luftbläschen. Das Unterteil des formgeblasenen Fläschchens ist quadratisch geformt. Erh. H. 2,7 cm; BDM. 1,8 cm; Wst. 1,1 mm.

11. Flasche / Kanne, RS, Inv.Nr. 996-103-1-8 (Taf. 15 B, 9); klar (Materialprobe 2). Der Rand ist nach innen umgelegt und zu einer Schneppe ausgezogen. Wst. 1 mm.

12. Flasche, WS, Inv.Nr. 996-103-1-9 (Taf. 15 B, 16); braun (Materialprobe 3).

Die Wand der formgeblasenen, zylindrischen Flasche ist mit vertikalen Riefen verziert. Dm. 4 cm; Wst. 4-5 mm.

13. Becher, RS, Inv.Nr. 996-103-1-10 (Taf. 15 B, 2) klar. RDM. 7,2 cm; Wst. 3 mm.

14. Pfropf, Slg. Horst Ammann (Taf. 15 B, 6); farbloses, klares Glas mit kleinen Luftbläschen. H. 2,5 cm.

15. Fiale, WS, Inv.Nr. 996-103-1-11 (Taf. 15 B, 15); klar mit kleinen Luftbläschen. Die Gefäßwandung ist unterhalb des Schulterumbruchs mit kräftigen, diagonalen Riefen verziert. Dm. (Hals) 1,4 cm; Dm. (Bauch) 5,2 cm; Wst. 2-3 mm.

16. Flasche (?), BS, Inv.Nr. 996-103-1-12 (Taf. 15 B, 17); weiß opak. BDM. 6,5 cm; Wst. 1,1 mm.

17. Lampe, BS, Inv.Nr. 996-103-1-13 (Taf. 15 B, 18); hellgrün mit kleinen Luftbläschen. Am leicht hochgestochenen Boden sind Abriss-Spuren erkennbar. BDM. 2,5 cm; Wst. 3,5 mm.

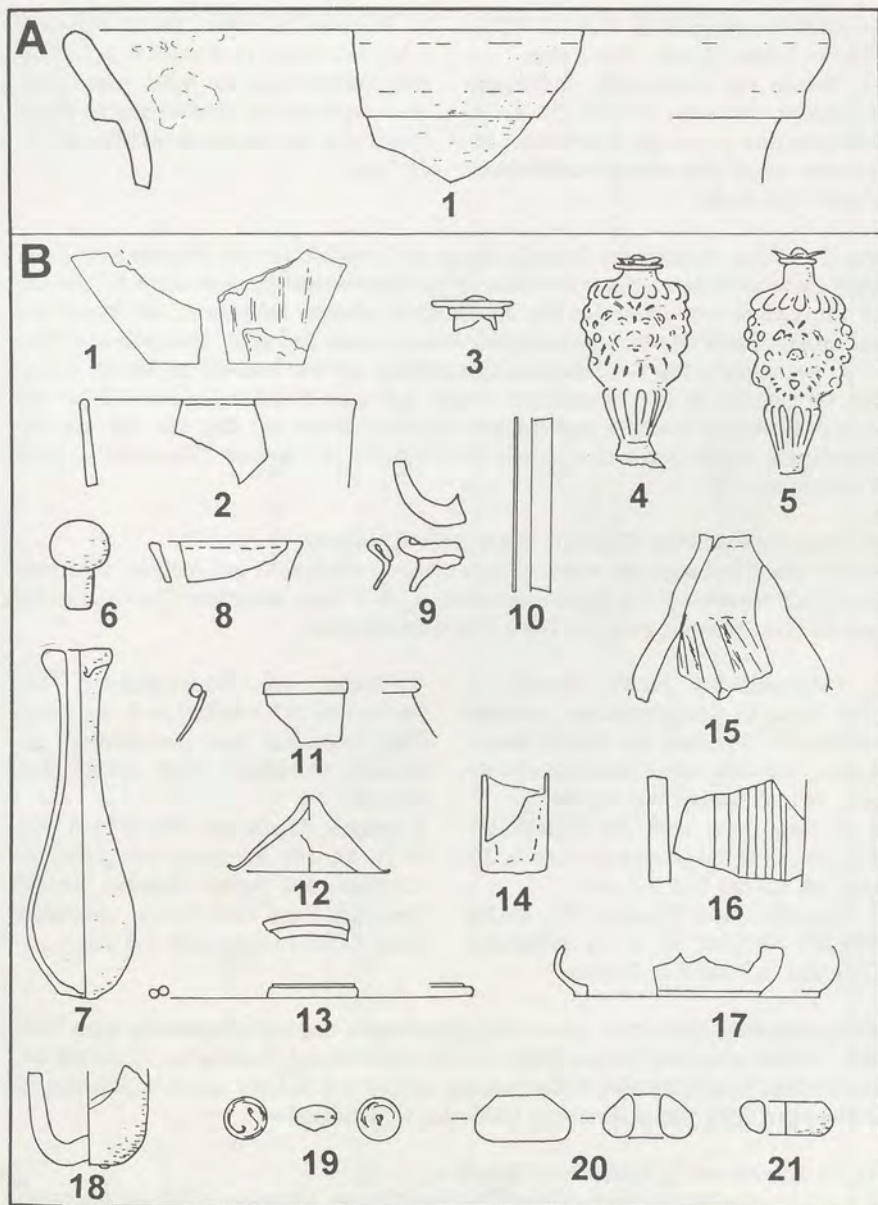
18. Spinnwirtel, Inv.Nr. 996-103-1-14 (Taf. 15 B, 20); hellgrün (Materialprobe 5). H. 1,2 cm; Dm. 2,5 cm.

19. Spinnwirtel, Frgm., Slg. Horst Amann (Taf. 15 B, 21); hellgrünes Glas mit zahlreichen kleinen Bläschen.

20. Knopf, Inv.Nr. 996-103-1-15 (Taf. 15 B, 19); rot opak mit schwarzer Marmorierung. An der Unterseite des linsenförmigen Glasknopfes ist das Befestigungsloch der abkorrodierten Drahtöse erkennbar. H. 0,7 cm; Dm. 1,2 cm.

21. Glashafen, BS, Inv.Nr. 996-103-1-4 (Taf. 15 B, 1); fein gemageter, sekundär versinterter Scherben, der im Bruch hellgrau ist. An der Außenseite Schlieren der hellgrünen Glasmasse.

22. Schale, RS und BS, Inv.Nr. 996-103-1-17 (Taf. 16 A, 3); fein gemagerte und hart gebrannte Irdenware roter Färbung. Innen gelbbraune Glasur auf weißer Engobe. Weit ausladende Schale mit ab-



Taf. 15: A: Lauf (OG), Glashütte Laufertal, Kat.Nr. 21. - B: Bonndorf, Holzschlag (WT), Glashütte, Kat.Nr. 23

gesetztem Kragenrand. H. 11,0 cm; BDm. 13,0 cm; RDm. 27,0 cm; Wst. 4 mm.

23. Schale mit horizontaler Griffleiste, RS, Inv.Nr. 996-103-1-16 (Taf. 16 A, 2); fein gemagerte, oxidierend gebrannte Irdenware. Innen und außen dunkelbraune Glasur. Wst. 4 mm.

24. Fersenpfeife, Frgm., Inv.Nr. 996-103-1-18 (Taf. 16 A, 1); Porzellan. Am Stielende befindet sich ein leicht eingeschnittenes Gewinde zur Befestigung an einem Pfeifenstiel aus organischem Material. L. ca. 7 cm.

Am ehemaligen Standort der Glasöfen finden sich Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein mit anhaftendem grünem Glasfluss. Als Produktionsabfälle sind bis zu 3,5 cm dicke Bruchstücke von Glashäfen mit anhaftendem grünem, hellblauem, farblosem und amethystfarbenem Glasfluss und schlackig-blasige, graue und grüne Glasgalle anzusprechen. Bruchstücke von Kalkstein aus Muschelkalk sind als Rohstoff zu werten. Neben den vorgestellten Hohlglasfragmenten finden sich noch Bruchstücke von 0,8-2,0 mm dickem farblosem Tafelglas und hellgrüne Butzenscheiben mit Dm. um 11,0 cm. Ein Teil der Slg. Horst Ammann ist unweit der Fundstelle im Gasthaus "Glashütte" in einer Vitrine ausgestellt.

24. Simonswald (EM), Glashütte Griesbach / Glasmatte

Im Tal des Griesbachs, der in das Simonswäldertal mündet, ist auf der Flur Glasmatte ein Glashüttenstandort zu lokalisieren (Abb. 1, 96). Trotz schlechter Quellensituation scheint eine Datierung zwischen 1650-1700 wahrscheinlich.

1. Glashafen, RS, Inv.Nr. 996-107-1-1 (Taf. 16 B, 1); fein gemagertes, sekundär versinterter Scherben mit hellen Bruchkanten, teilweise mit Glasmasse überzogen; steile Wandung. Wst. 1,3 cm.

2. Flasche, Frgm. Hals, Inv.Nr. 996-107-1-2 (Taf. 16 B, 2); gelbgrünes Glas. L. 2,5 cm; Dm. 1,3 cm; Wst. 1,5 mm.

3. Doppelkonische Flasche, WS, Inv.Nr. 996-107-1-3 (Taf. 16 B, 3); gelbgrünes Glas. Dm. 9,5 cm; Wst. 2,0 mm.

4. Becher mit Wickelfadenfuß, BS, Inv.Nr. 996-107-1-4 (Taf. 16 B, 4); grünes Glas. Doppelter, sehr unregelmäßig gewickelter Standfaden. BDm. 5,0 cm; Wst. 0,8 mm.

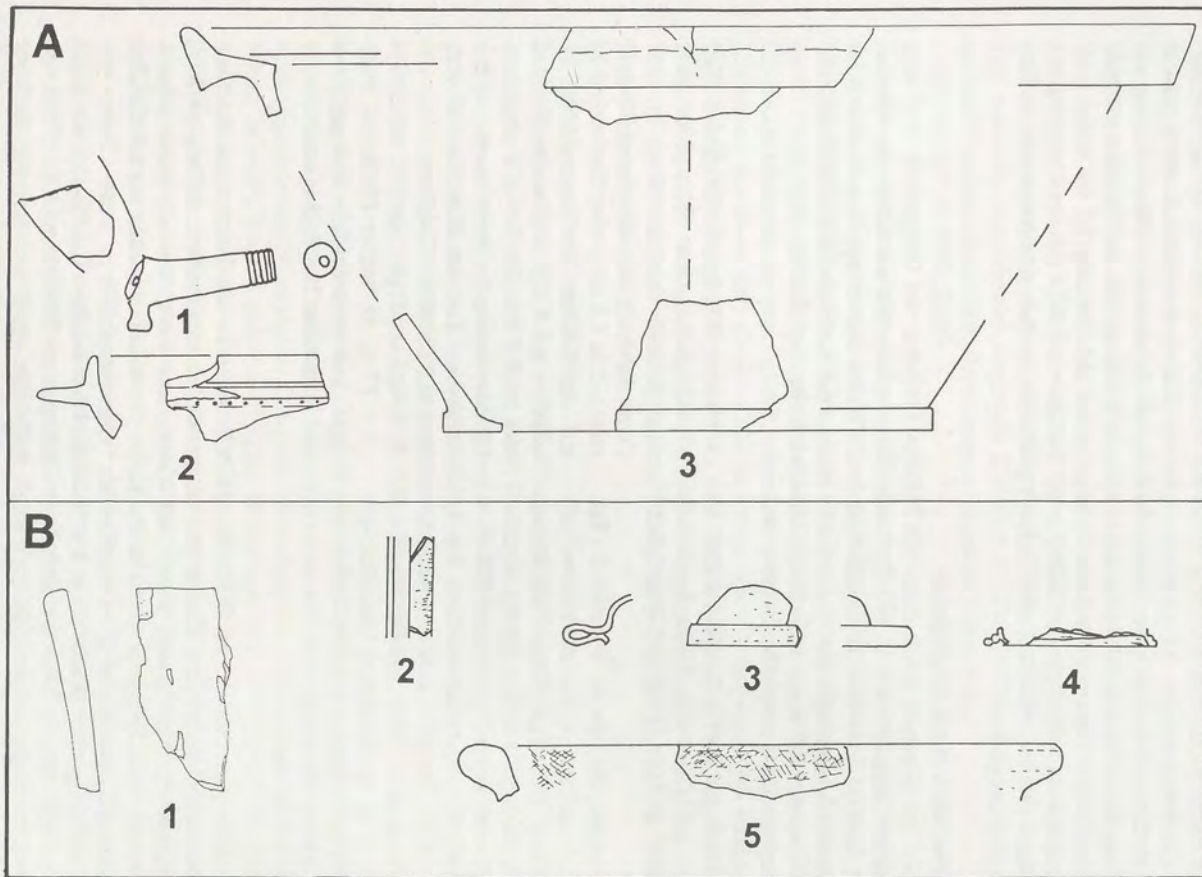
5. Grapen, RS, Inv.Nr. 996-107-1-5 (Taf. 16 B, 5); rote Irdenware mit grüner Innenglasur auf weißer Engobe, verläuft über den Rand nach außen. Verdickter Rand. RDm. 16,0 cm; Wst. 7,0 mm.

Im Lesefundkomplex treten neben kleingebrochenen Glashafenfragmenten auch Teile der Glasöfen aus rotem Buntsandstein auf. Daneben kommt dunkelgrüne Glasfritte vor. Die Hohlglasfragmente und Begleitkeramik decken sich mit der aus Schriftquellen erschlossenen Datierung in die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts.

25. St. Blasien (WT), Hüttenhof / Windberg

Die auf Blasivalder Gebiet betriebene Althütte (Kat.Nr. 20) wurde 1685 auf den Windberg verlegt (Abb. 1, 170), wo heute noch der Name Hüttenhof an sie erinnert. Von hier aus erfolgte 1716 die Gründung der Glashütte Äule bei Aha (Kat.Nr. 31).

- Literatur: MORATH 1972. - SCHLAGETER 1987, 134.



Taf. 16: A: Bonndorf, Holzschlag (WT), Glashütte, Kat.Nr. 23. - B: Simonswald (EM), Glashütte Griesbach / Glasmatte, Kat.Nr. 24

Beim Hüttenhof auf dem Windberg finden sich Schamotte als Hinweis auf den ehemaligen Glashüttenstandort. Kleine Bruchstücke von Glashäfen mit anhaftendem grünem und farblosem Glasfluss geben ebenso Hinweis auf die ehemalige Glasproduktion wie dunkelgraue, schlackige Glasgalle und hellgrünes, hellblaugrünes und farbloses Rohglas. Neben Bruchstücken von farblosen Butzenscheiben mit Dm. um 9,0 cm treten auch Fragmente von hellgelbgrünem Tafelglas mit Stärken von 0,8-2,0 mm auf. Das hellgrüne Hohlglas (Inv.Nr. 996-108-1-1ff.) ist klein gebrochen, so dass eine Ansprache der Formen nicht möglich ist.

26. Nordrach (OG), Altglashütte

Im Tal der Nordrach wurde unter Abt Placidus Thalmann von Gengenbach 1695 eine Glashütte angelegt (Abb. 1, 47). Der erste Hüttenmeister war der böhmische Glasmacher Christof Schneider, der jedoch bald durch Johann Sigwart aus dem Kanton Solothurn und Adam Berger aus Passau ersetzt wurde (GLA Karlsruhe, Abt. 229/75681). Die Hütte wurde 1708 weiter südlich nach Mitteleck verlegt (vgl. Kat.Nr. 29).

- Literatur: KIRN 1956 - MOSER 1969, 18 f.

1. Urinal, RS, Inv.Nr. 996-50-1-1 (Taf. 17 A, 1); gelbgrünes Glas. Weite, ausladende Mündung. RDm. 10,0 cm; Wst. 2,0-2,5 mm.

2. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-50-1-2 (Taf. 17A,2); gelbgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Bauchiger Körper mit kurzem Hals. RDm. 2,0 cm; Wst. 2,0-5,0 mm.

3. Flasche, Frgm. Hals, Inv.Nr. 996-50-1-4 (Taf. 17 A, 3); blaugrünes Glas. Erh. H. ca. 4,0 cm; Dm. 1,5 cm; Wst. 1,5-2,5 mm.

4. Fliegenglas, Frgm., Inv.Nr. 996-50-1-5 (Taf. 17 A, 4); blaugrünes Glas. Unterseite eines Fliegenglases mit nach oben eingezogenem Einschlupf. Erh. Dm. 11,5 cm; Wst. 1,2-4,5 mm.

5. Flasche, WS, Inv.Nr. 996-50-1-3 (Taf. 17, 5); dunkelgrünes Glas. Eine Naht zeigt deutlich die Herstellung in einer Form, durch die auch die erhabene Schrift entstand. In 1,3 cm großen Buchstaben ist auf der Schulter die fragmentierte Inschrift R I P (?) angebracht. Sie lässt sich zu R I P P O L D S A U ergänzen. Offenbar wurde der Sauerbrunnen im benachbarten Tal mit Flaschen beliefert. Dm. 10,0 cm; Wst. 3,2-4,3 mm.

6. Tonpfeife, Frgm., Inv.Nr. 996-50-1-6 (Taf. 17 A, 6); weißer Pfeifenton. Stielfrgm. mit unlaufendem Zickzack-Band und Punktreihe. Dm. 0,75-0,8 cm.

Am ehemaligen Standort des Ofens finden sich Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein mit anhaftendem grünem, blauem und amethystfarbenem Glasfluss. Schlackig-blasige Glasgalle von dunkelgrauer, blauer und dunkelgrüner Farbe sind wie grüne, braune, blaue und weiße Rohglasbruchstücke und kleine Glashafenbruchstücke mit anhaftendem blauem und amethystfarbenem Glasfluss als Produktionsabfälle zu werten. Neben grünen und gelbgrünen Bruchstücken von Butzenscheiben mit Dm. von 9,0-12,0 cm liegen auch Fragmente von blau- und gelbgrünem Tafelglas mit Stärken von 0,8-1,5 mm vor. Neben den vorgestellten Hohlgläsern liegen noch zahlreiche Bruchstücke vor, die keine Formansprache erlauben, wohl aber die Farbskala ergänzen. Die Bruchstücke sind farblos, gelbgrün, graugrün, grün und blau, einige sind weiß opak mit blauer und brauner Punkt- und Schlierenverzierung.

27. Gaggenau, Freiolsheim (RA), Mittelberg

Die älteste Glashütte der Markgrafschaft Baden-Baden lag auf dem Mittelberg bei Moosbronn (Abb. 1, 6). Sie wurde 1698 gegründet, die ersten Pächter waren Johann und Peter Schmidt aus St. Blasien. Mit dieser Familie wurden auch mehrere Pachtverlängerungen vereinbart. Ab 1732 war Andreas Sigwart Hüttenmeister. Für die Hütte sind mehrere Glasmaler nachgewiesen, seit 1741 Martin Thoma und 1753 Joseph Mauderer. 1759 wurde der Hüttenbetrieb eingestellt. Zwischen 1759 und 1772 wurde kurzzeitig eine neue Glashütte eingerichtet, die dann nach Gaggenau verlegt wurde.

- Literatur: MOSER 1969, 21-23.

Am ehemaligen Hüttenstandort fanden sich Bruchstücke von feinkörnigem, am Rand aufgeschäumtem Sandstein mit anhaftendem weißem, amethystfarbenem, grünem und braunem Glasfluss, die auf den abgegangenen Ofen hinweisen. Ferner liegen bis zu 4 cm starke Glashafenbruchstücke mit anhaftendem farblosem Glasfluss vor, ebenso schlackig-blasige Spiegel von dunkelgrauer, schwarzer und grüner Färbung. Bruchstücke von Milchquarz aus Gneis sind als Rohstoffe zu werten. Das Farbspektrum des Rohglases reicht von grün, braun, amethystfarben bis weiß. Leider sind die farblosen und grünen Hohlglasfragmente so stark fragmentiert, dass keine Typenansprache erfolgen kann. Während Butzenscheiben fehlen, liegen Bruchstücke von 0,8 bis 3 mm starken, hellgrünem und gelbgrünem Tafelglas vor.

28. Bad Herrenalb (CW), Tälwiese

In der Nähe des Talwiesenhofes wurde 1703 eine Glashütte errichtet (Abb. 1, 9). Pächter war der Glashüttenmeister Johann Jakob Gräßle. Er produzierte hier Tafel- und Fensterglas sowie Spiegel. Der Pachtvertrag wurde nach Ablauf der 20 Jahre nicht verlängert, da der Holzbestand der Umgebung erschöpft war. Die Werkstätten wurden abgerissen. Gräßle verlegte die Glashütte in das untere Gaistal (vgl. Kat.Nr. 30).

- Literatur: HÖGERLE / ZOLLER o.J.: 85 und 169 f. - SEIDENSPINNER 1998.

Am abgegangenen Glashüttenstandort finden sich kleine Bruchstücke von Glashäfen mit anhaftendem hellgrünem, weißem, amethystfarbenem und farblosem Glasfluss, ebenso schlackig-schaumige, dunkelgraue Glasgalle und hellgrünes, dunkelgrünes, amethystfarbenes, farbloses, braunes und rotes Rohglas. Bruchstücke von ortsfremdem Milchquarz aus Gneis sind als Rohstoff zu werten. An Produkten liegen neben Fragmenten von 0,8 bis 2 mm dickem, hellgrünem Tafelglas einige hellgrüne und hellamethystfarbene Hohlglasfragmente vor, die aufgrund des hohen Zerscherungsgrades keine Formenansprache und Datierung erlauben.

29. Nordrach (OG), Neuglashütte / Mitteleck

Die 1695 vom Kloster Gengenbach gegründete Altglashütte Nordrach (vgl. Kat.Nr. 26) wurde 1708 nach Mitteleck verlegt (Abb.1, 46). Die Meister Johann Sigwart und Adam Berger pachteten die Hütte für 75 Gulden Zins. Nach einem anfänglichen Aufschwung, der mit großer Experimentierfreudigkeit einher ging, kam es in den 30er Jahren zu einem Niedergang. Problematisch war insbesondere die Verkehrsanbindung. Lebensmittel-

tel, Fertigprodukte und Rohstoffe, wie etwa die "weiße Erde" aus der Markgrafschaft Baden mussten "übrückts" zur Hütte getragen werden. 1737 wurde die Hütte neu errichtet, die acht Stände des Ofens wurden einzeln verpachtet. 1741 wurde ein neuer Hüttenmeister, Josef Greiner, gewählt. Im gleichen Jahr pachteten Johannes Persing aus Weißenburg/Elsass und Niclaus Schmidt, dem die zukünftige Leitung der Hütte in Aussicht gestellt war, Stände an Glasöfen. Durch den seit 1743 regierenden Abt Benedikt Rischer bekam die Nordrachener Hütte neue Impulse. Er gründete bei der Glashütte eine Kobaltfabrik. Die blauen Farben hatten zunächst einen guten Absatz und wurden auch bei der Hütte verwendet. Die Glashütte wurde 1748 zunächst auf die Höflematt und dann auf das Schäfersfeld verlegt (vgl. Kat.Nr. 37).

- Literatur: KIRN 1956. - MOSER 1969, 18 f.

1. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-51-1-1 (Taf. 17 B, 4); gelbgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Eingezogener Hals, Mündung unregelmäßig geformt. Erh. H. ca. 3,0 cm; RDm. 1,7 cm; Wst. 1,5-3,0 mm.
2. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-51-1-2 (Taf. 17 B, 4); gelbgrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Hochgestochener Boden mit Abriss-Spuren des Hefteisens, zylindrische Wandung. BDm. 3,6 cm; Wst. 1,0-1,5 mm.
3. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-51-1-3 (Taf. 17 B, 2); gelbgrünes Glas mit zahlreichen kleinen Luftbläschen, Oberfläche stark korrodiert. Stark eingezogener Hals. RDm. 1,7 cm. Wst. 1,5-2,0 mm.
4. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-51-1-4 (Taf. 17 B, 3); gelbgrünes Glas. Angeschmolzener Standfaden. BDm. 3,0 cm; Wst. 2,0 mm.
5. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-51-1-5 (Taf. 17 B, 5); hell-gelbgrünes Glas mit langgezogenen Luftbläschen. Ausbiegende Mündung, aufgeschmolzener Halsfaden. RDm. 2,7 cm; Wst. 1,2-1,8 mm.
6. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-51-1-6 (Taf. 17 B, 6); grünes Glas mit langgezogenen Luftbläschen und Quarzeinschlüssen. Verdickter Rand. RDm. 2,6 cm; Wst. 1,8-6,5 mm.
7. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-51-1-7 (Taf. 17 B, 8); gelbgrünes Glas mit großen Luftblasen. Hochgestochener Boden, an

der Unterseite Bearbeitungsspuren (Absetz- und Zangenspuren). BDm. 14,0 cm; Wst. 2,5-7,0 mm.

8. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-51-1-8 (Taf. 17 B, 7); dunkelgrünes Glas mit zahlreichen langgezogenen Luftbläschen. Sehr stark hochgestochener Boden. BDm. 6,0 cm; Wst. 1,3 mm.

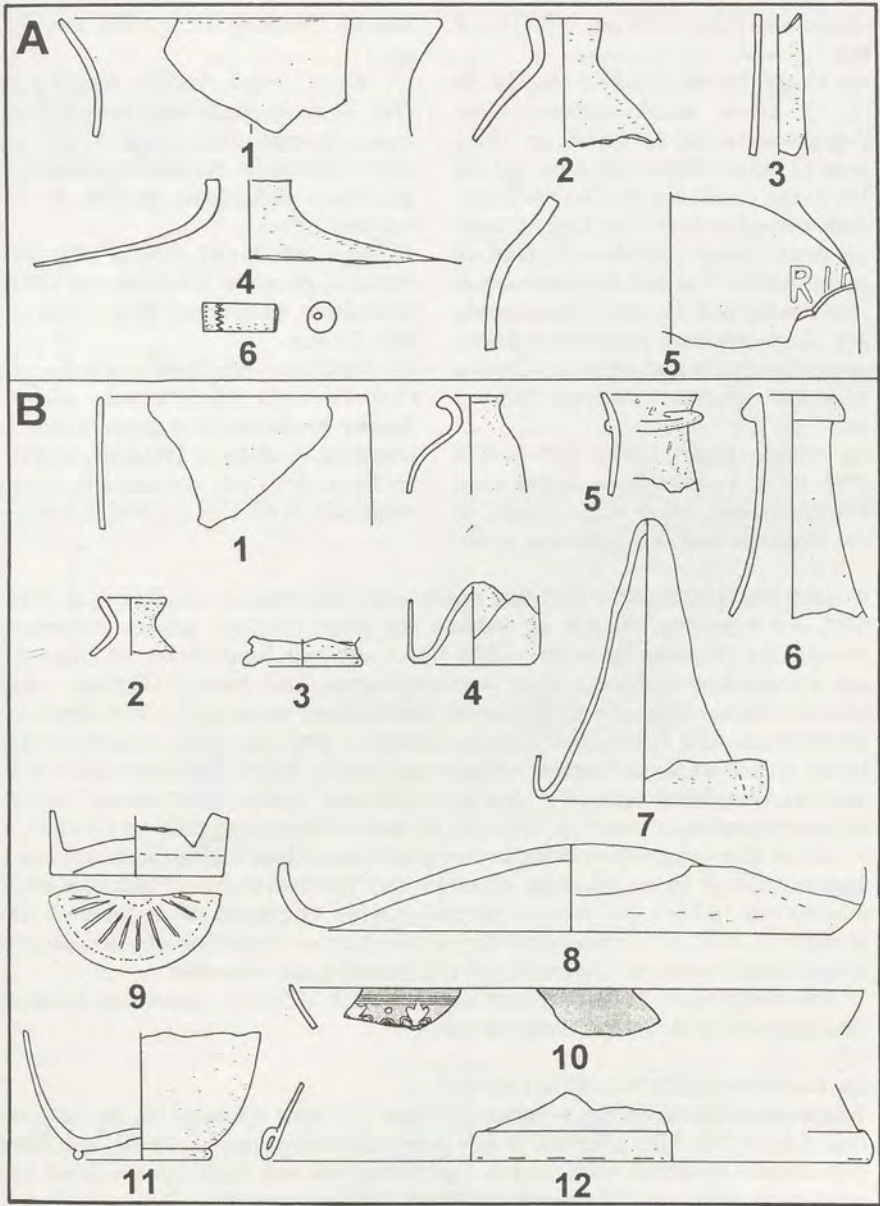
9. Deckel (?), RS, Inv.Nr. 996-51-1-9 (Taf. 17 B, 12); grünes Glas. Umgeschlagener Rand. RDm. 16,0 cm; Wst. 1,2 mm.

10. Formgeblasener Becher, BS, Inv.Nr. 996-51-1-10 (Taf. 17 B, 9); farbloses, klares Glas mit kleinen Luftbläschen. Steile Wandung, dicker, hochgestochener Boden mit strahlenförmiger Rippung. BDm. 4,5 cm; Wst. 2,0-4,2 mm.

11. Becher / Tasse (?), RS, Inv.Nr. 996-51-1-11 (Taf. 17 B, 1); weiß opakes Glas. Steile Wandung. RDm. 7,0 cm; Wst. 1,5-2,0 mm.

12. Tasse, BS, Inv.Nr. 996-51-1-12 (Taf. 17 B, 11); weiß opakes Glas. Kugelige Wandung, leicht hochgestochener Boden mit Abriss-Spuren. Aufgeschmolzener Standfaden. BDm. 3,6 cm; Wst. 1,2-3,8 mm.

13. Schale, RS, Inv.Nr. 996-51-1-13 (Taf. 17 B, 10); blau opakes Glas mit gelbweißer pastoser Innenbemalung. Ausladender Rand, der innen von zwei parallelen Linien begleitet ist, darunter Blüten-



Taf. 17: A: Nordrach (OG), Altglashütte, Kat.Nr. 26. - B: Nordrach (OG), Neuglashütte / Mitteleck, Kat.Nr. 29

rankenfries. RDm. 15,0 cm; Wst. 1,5-1,8 mm.

14. Knopf, Inv.Nr. 996-51-1-14 (Taf. 18 A, 1); klares, amethystfarbenes Glas. Formgeblasener runder Knopf, auf Oberseite 12 radiale Rippen um Kreis. An der Unterseite sind Reste der Öse aus Eisendraht erkennbar. H. 0,7 cm; Dm. 1,7 cm.

15. Knopf, Inv.Nr. 996-51-1-15 (Taf. 18 A, 2); blaues Glas mit eingeschlossenen Luftbläschen und anderen Verunreinigungen. Formgeblasener, pilzförmiger Knopf, an der Unterseite sind Reste der Öse aus Eisendraht erhalten. H. 0,5 cm; Dm. 1,5 cm.

16. Knopf, Frgm. Inv.Nr. 996-51-1-16 (Taf. 18 A, 3); rotbraunes, opakes Glas. Formgeblasener, pilzförmiger Knopf, an der Oberseite radiale Rippen um punkt-

förmige Erhebung. H. 0,7 cm; Dm. 1,5 cm.

17. Knopf, Frgm. Inv.Nr. 996-51-1-17 (Taf. 18 A, 4); dunkelblau, opakes Glas. Formgeblasener, pilzförmiger Knopf mit glatter Oberfläche. An der Unterseite ausgebrochene Befestigung für Öse. H. 0,8 cm; Dm. 1,7 cm.

18. Topf, RS, Inv.Nr. 996-51-1-18 (Taf. 18 A, 5); graugelbe Irdenware mit gelber Innenglasur. Kragenrand. RDm. 17,0 cm, Wst. 3,5 mm.

19. Schälchen, RS, Inv.Nr. 996-51-1-19 (Taf. 18 A, 6); rote Irdenware mit rotbrauner Innenglasur und gelber Kuhhornbemalung. Ausladende Wandung, verdickter Rand. Innen drei konzentrische Linien aufgemalt. RDm. 13,5 cm; Wst. 3,5 mm.

In Nordrach, Neuglashütte / Mitteleck finden sich Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein und Schamotte, die wie der farblose und grüne Glasfluss auf den ehemaligen Standort der Glashütte hinweisen. Ferner finden sich auch Bruchstücke von Glashäfen mit anhaftendem weißem, grünem amethystfarbenem und blauem Glasfluss sowie schlackig-blasige Glasgalle von schwarzer, dunkelgrauer, weißer und grüner Farbe. Ergänzt werden diese Funde durch Rohglas, das farblos, grün, blau, weiß, amethystfarben, braun, rot und als blaues Beinglas nachgewiesen werden konnte. Hinweise auf die Rohstoffversorgung bieten neben der oben angesprochenen "weißen Erde" ebenso Lesefunde, hervorzuheben ist Quarz aus Gneis und ein durch Vivianit blau gefärbter Knochen.

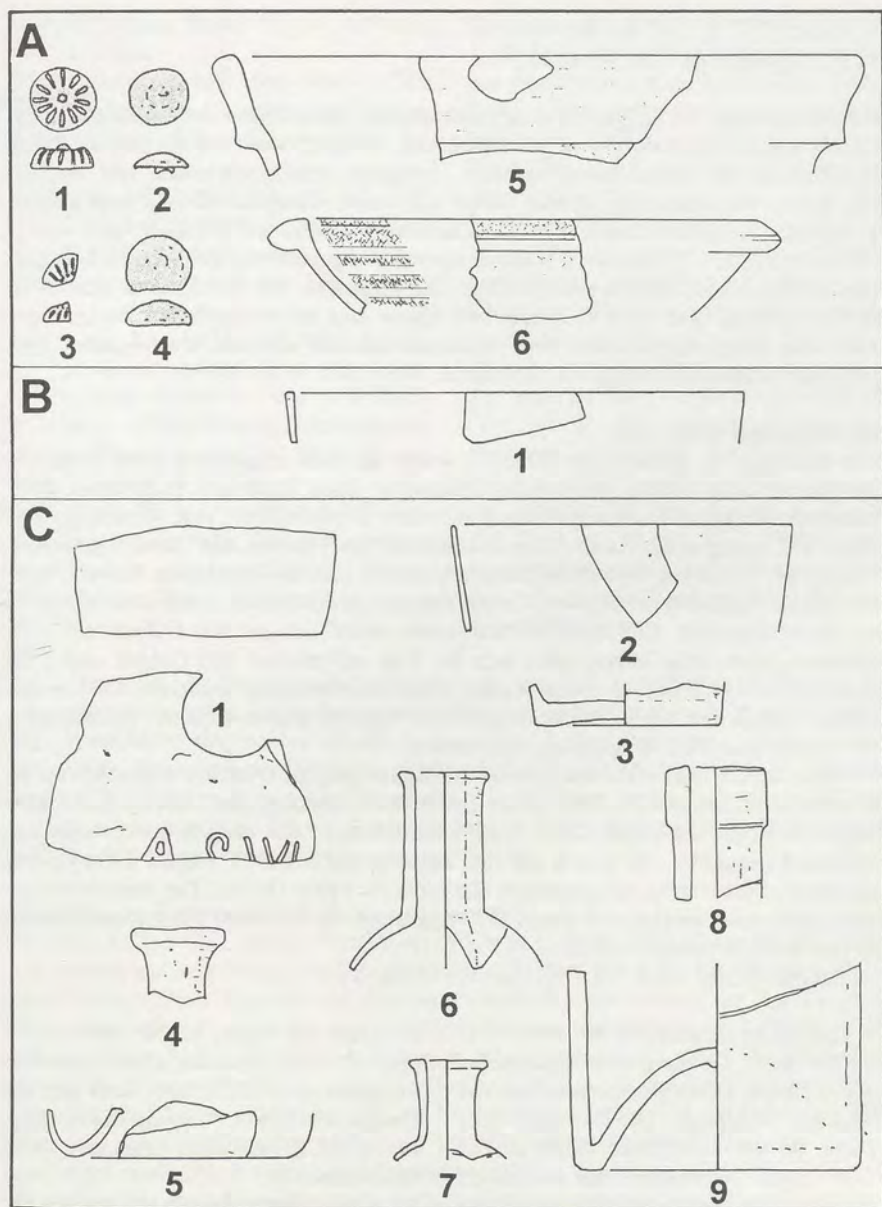
Neben dem vorgestellten Hohlglas sind große Mengen von kleingebrochenem weiß-opakem Glas mit blauer Bemalung erwähnenswert. Das Spektrum der Hohlgläser unterscheidet sich in Form und Warenart deutlich von der Vorgängerhütte in Nordrach Altglashütte (Kat.Nr. 26). Insbesondere die im benachbarten Blaufarbenwerk hergestellten Kobaltfarben wurden zur Glasproduktion und Bemalung mit verwendet.

Das Spektrum der Hohlgläser wird erweitert durch hellgrünes, grünes und farbloses Tafelglas von 0,8 bis 2,0 mm Stärke (o. Abb.).

30. Bad Herrenalb (CW), Höfle / Gaistal

Johann Jakob Gräßle betrieb zwischen 1703 und 1723 eine Glashütte bei der Tälwiese (vgl. Kat.Nr. 28). 1723 errichtete er eine neue Glashütte im unteren Gaistal auf einem gepachteten Grundstück (Abb. 1, 14). Der Vertrag war auf zwölf Jahre befristet und wurde nicht verlängert. 1736 wurde die Glasproduktion eingestellt.

- Literatur: HÖGERLE / ZOLLER o.J.: 85 und 169 f. - SEIDENSPINNER 1998.



Taf. 18: A: Nordrach (OG), Neuglashütte / Mitteleck, Kat.Nr. 29. - B: Bad Herrenalb (CW), Höfle / Gaistal, Kat.Nr. 30. - C: Schluchsee (FR), Äule, Kat.Nr. 31

1. Becher, RS, Inv.Nr. 996-109-1-1 (Taf. 18 B, 1); gelbgrünes Glas. RDM. 12,0 cm.

Am Standort des obertägig nicht mehr sichtbaren Glasofens finden sich Bruchstücke von feinkörnigem Sandstein, die aufgeschäumt und versintert sind. Ferner gibt es kleine Bruchstücke von Glashäfen mit grünem, farblosem, amethystfarbenem und weißem Glasfluss sowie schaumiger, grüner, blauer und weißer Glasgalle. Es liegt auch grünes, gelbgrünes, blaugrünes, braunes, amethystfarbenes, farbloses und weißes Rohglas vor.

Zahlreiche 1,0-2,5 mm dicke Bruchstücke von blaugrünem und gelbgrünem Tafelglas sind als Produktionsabfälle anzusprechen. Die Fragmente von Hohlgläsern sind meist gelbgrün, einige sind auch weiß-opak mit blauen und amethystfarbenen Punkten und Schlieren. Einige der Scherben sind angeschmolzen oder verformt, ein möglicher Hinweis auf Wiederverwendung von Altmaterial.

31. Schluchsee (FR), Äule

Die wichtigste St. Blasianische Glashütte wurde im Äule eingerichtet. 1685 hatte Abt Roman mit einer Gruppe Blasiwälder Glasmacher einen 50jährigen Pachtvertrag abgeschlossen. Aufgrund des Raubbaus an Wald wurde 1716 die Hütte vom Windberger Hof (Kat.Nr. 25) weg in das Gebiet "Untere Kruppen" und "Hintere Aha", dem sogenannten Äule (Abb. 1, 138) verlegt. Die Hütte wurde auf 50 Jahre an die Meister Samuel, Andres, Michel und Johannes Sigwart, Kaspar Schmidt, Blasi Kueffer, Josef Greiner und ihre Erben verpachtet. Die jährliche Pachtsumme belief sich auf 100 Gulden und 1500 Scheiben, nach zehn Jahren sollte sich der Zins auf jährlich 200 Gulden und 2000 Scheiben erhöhen. Bei der Hütte wurden zehn Glasöfenstände betrieben. 1765 wurde Simon Morath und Johann Adam Schmidt von Fürstabt Martin II. unter Verdoppelung des Zinses eine Pachtverlängerung zugestanden.

Nach der Säkularisation des Klosters St. Blasien ging die Glashütte Äule 1807 an die Domänenverwaltung des Großherzogtums Baden über. Aus dem Jahr 1808 ist eine Lageskizze des Betriebs erhalten. Am 2. April 1825 schlossen sich die Meister zu einer Gesellschaft zusammen, die jedoch nur fünf Jahre bestand. Am 21. August 1850 kauften die Meister die bislang nur gepachtete Glashütte für 14000 Gulden. Der Betrieb war jedoch nicht mehr rentabel und wurde 1879 eingestellt. Im Jahr 1892 wurden die Glashütte und Streckhütte abgebrochen.

- Literatur: MOSER 1969, 7-9. - WOHLB 1955, 108-121.

1. Glasofenbruchstück, Inv.Nr. 996-110-1-1 (Taf. 18 C, 1); orangeroter, quarzgemagerter Ziegel, Oberseite versintert und mit Glasfluss überzogen. Die ca. 3 cm dicke Platte ist vor dem Brand durch ein im Dm. 2,0 cm messendes Loch durchbohrt worden. Die Unterseite ist mit dem 4,5 cm breiten und ca. 1,4 cm hohen Stempel A S W I (?) versehen.

2. Lampe (?), Frgm., Inv.Nr. 996-110-1-2 (Taf. 19 A, 1); farbloses, klares Glas. Die formgeblasene Glasschale weist an der Unterseite einen 1,8 cm massiven Glaszapfen auf, der mit einer Eisenmanschette umschlossen ist.

3. Deckel / Destillierhelm (?), RS, Inv.Nr. 996-110-1-3 (Taf. 19 A, 2); hellgrünes, klares Glas mit wenigen Luftbläschen.

Umgeschlagener Rand. RDM. 18,0 cm; Wst. 3,0 mm.

4. Becher, RS, Inv.Nr. 996-110-1-4 (Taf. 18 C, 2); farbloses Glas ohne Einschlüsse. Formgeblasen. RDM. 9,0 cm; Wst. 2,0 mm.

5. Becher, BS, Inv.Nr. 996-110-1-5 (Taf. 18 C, 3); leicht amethystfarbenes Glas. Dicker, leicht nach innen gewölbter Standboden. BDM. 4,8 cm; Wst. 2,0-5,0 mm.

6. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-110-1-6 (Taf. 18 C, 4); gelbgrünes Glas mit eingeschlossenen Bläschen und vertikalen Schlieren. Unregelmäßig ausbiegender Rand. RDM. 2,4 cm; Dm. Hals 1,5 cm; Wst. 1,5 mm.

7. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-110-1-7 (Taf. 18 C, 5); gelbgrünes Glas mit wenigen Luftbläschen. Hochgestochener Boden. BDM. 6,0 cm; Wst. 1,0-1,8 mm.

8. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-110-1-8 (Taf. 18 C, 6); farbloses Glas. Nahtspuren belegen das Blasen in eine zweischalige Form. Zylindrischer Hals mit leicht verdickter und nach außen ausbiegender Lippe. RDM. 2,6 cm; Dm. Hals 2,1 cm; Dm. max. 5,0 cm; Wst. 3,0 mm.

9. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-110-1-9 (Taf. 18 C, 7); blaugrünes Glas mit kleinen Luftbläschen. Zylindrischer Hals mit leicht verdickter und nach außen ausbiegender Lippe. RDM. 2,1 cm; Dm. max. 3,0 cm; Wst. 2,0-3,5 mm.

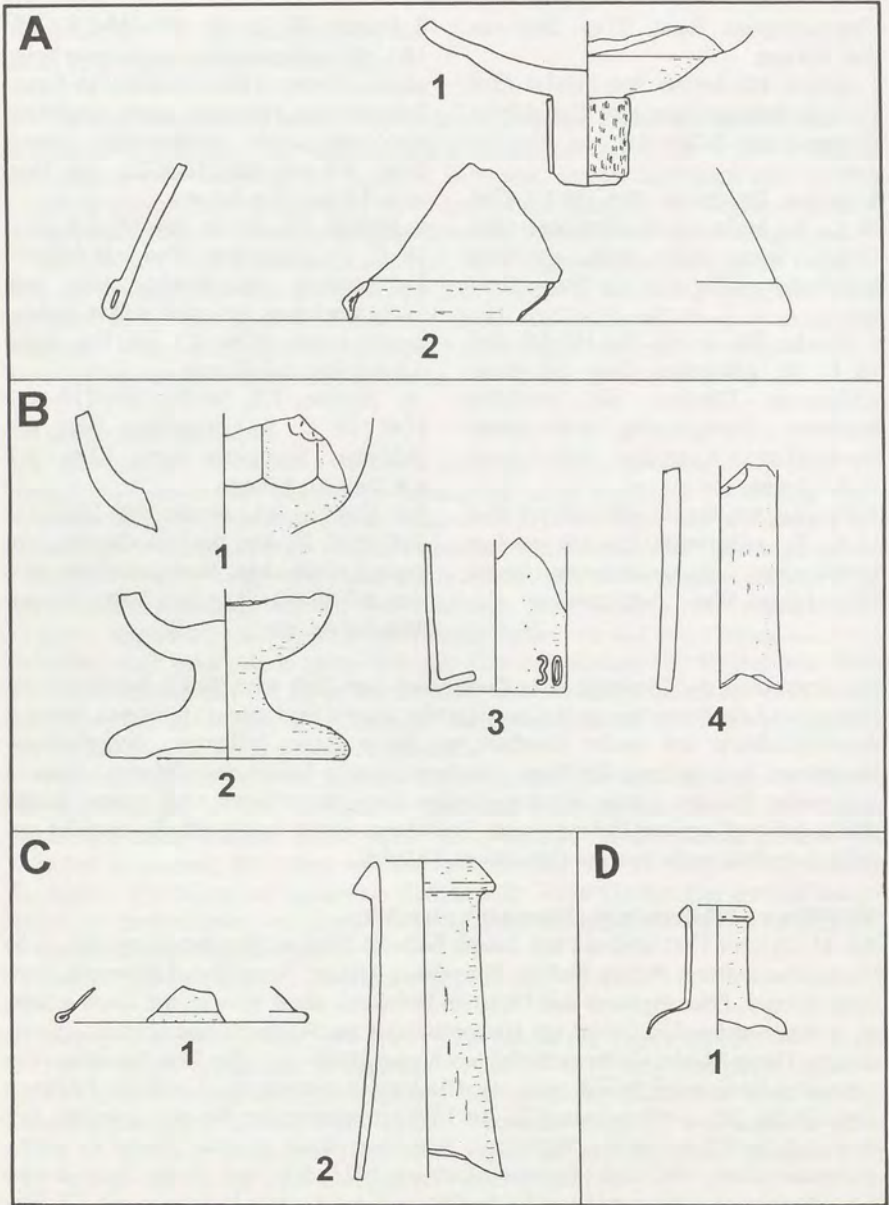
10. Flasche, RS, Inv.Nr. 996-110-1-10 (Taf. 18 C, 8); gelbgrünes Glas mit Schlieren. Verdickter Rand. RDM. 2,7 cm; Wst. 4,0-6,0 mm.

11. Flasche, BS, Inv.Nr. 996-110-1-11; Taf. 18 C, 9); dunkelgrünes Glas mit wenigen Luftbläschen. Hochgestochener Boden, zylindrische Wandung. BDM. 7,5 cm; Wst. 5,0-6,0 mm.

Auf dem Areal der Glashütte Äule finden sich zum Teil verschlackte Schamotte als Hinweis auf die früher hier stehenden Glasöfen. Ferner liegt grüner, farbloser, brauner, amethystfarbener und weißer Glasfluss vor, hinzu kommt hellgrünes, dunkelgrünes, blaugrünes, braungrünes, farbloses, amethystfarbenes, hellamethystfarbenes, braunes und weißes Rohglas. Neben den vorgestellten Hohlgläsern liegen noch braune Bruchstücke und weiß opakes Glas mit blauen Tupfen vor. Ferner finden sich Bruchstücke von hellgrünen Butzenscheiben mit Dm. von ca. 11,0 cm.

32. Villingen-Schwenningen, Herzogenweiler (VS)

Am 31. Oktober 1721 schloss Fürst Joseph Wilhelm Ernst zu Fürstenberg mit den sechs Glasmachermeistern Philipp Mahler, Hans Georg Mahler, Hans Michel Eckmann, Baltasar Krieger, Peter Sigwarth und Christian Steinhardt einen Vertrag, der ihnen erlaubte, in dem walдреichen Gebiet von Herzogenweiler am Wolfbach eine Glashütte zu errichten. Georg Mahler durfte zusätzlich noch eine Mühle und eine Säge betreiben. Die genannten Glasmacher haben zuvor die Glashütte Rotwasser bei Lenzkirch betrieben (vgl. Kat.Nr. 22), sie gründeten 1723 das Dorf Herzogenweiler. Bei der Gründung ließ sich auch der Glasschneider, Maler und Schraubenmacher Andreas Thoma in Herzogenweiler nieder. Nach einer Einwohnerliste von 1722, dem Jahr, als die Pacht in eine Erbleihe umgewandelt wurde, wuchs der Ort rasch auf zwanzig Haushalte mit 138 Einwohnern. Sie betätigten sich neben der Glasbläserei und Nebenerwerbslandwirtschaft als Glasträger. Die Meister bildeten ab 1818 eine Genossenschaft. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde in der Hütte nur noch einige Monate im Jahr Glas herge-



Taf. 19: A: Schluchsee (FR), Aüle, Kat.Nr. 31. - B: Villingen-Schwenningen, Herzogenweiler (VS), Kat.Nr. 32. - C: Eisenbach, Bubenbach (FR), Kat.Nr. 34. - D: Nordrach (OG), Fabrik, Kat.Nr. 37

stellt. Die Hütte wurde von Josef Faller als Teilhaber der Firma Josef Faller & Cie. Lenzkirch geleitet. Nach deren Auflösung 1880 wurde die Produktion eingestellt.

- Literatur: MOSER 1969, 12 f. - WOHLER 1949, 66-81.

1. Pokal, WS, Inv.Nr. 996-111-1-2 (Taf. 19 B, 1); klares Glas, nahezu farblos mit leichtem amethystfarbenem Stich. In die dicke Wandung wurden Facetten eingeschliffen. Dm. max. 8,0 cm; Wst. 3,5-7,5 mm.

2. Pokal, BS, Inv.Nr. 996-111-1-1 (Taf. 19 B, 2); klares Glas, nahezu farblos mit leichtem amethystfarbenem Stich. Breiter massiver Standfuß, kurzer Stiel. Erh. H. 4,5 cm; Wst. 5,0-10,0 mm.

3. Fläschchen, BS, Inv.Nr. 996-111-1-3 (Taf. 19 B, 3); klares Glas mit leichtem Grüntich. Eine senkrechte Naht und die erhaben aufgeprägte Zahl 30 machen deutlich, dass die Flasche in einer Form geblasen wurde. Der Boden ist hochgestochen. Dm. 3,8 cm; Wst. 1,5-3,5 mm.

4. Flasche, Frgm. Hals, Inv.Nr. 996-111-1-4 (Taf. 19 B, 4); braunes Glas. Dm. 3,3 cm; Wst. 3,0-4,0 mm.

Am Standort der Glasöfen von Herzogenweiler finden sich Schamottsteine mit grünem, amethystfarbenem, farblosem, braunem und weißem Glasfluss und hellgrünes, dunkelgrünes, braunes, farbloses, hellamethystfarbenes und blaues Rohglas. Deutlicher Beleg für die Glasproduktion sind bis zu 3 cm dicke Bruchstücke von Glashäfen mit anhaftendem grünem, farblosem und hellbraunem Glasfluss sowie verschiedenfarbige schlackige Glasgalle.

Im Katalog sind die Lesefunde im Bestand des Franziskanermuseums Villingen-Schwenningen nicht erfasst. Eine Auswahl der Funde ist in der Dauerausstellung des Museums und in der Heimatstube Herzogenweiler präsentiert.

33. Forbach (RA), Herrenwies

Der Glashändler Georg Greiner nahm 1724 zusammen mit dem Glasermeister Johann Sigwart und Johannes Müller die Hütte auf der seit 1691 als Weide genutzten Herrenwies in Betrieb (Abb. 1, 24). 1732 wurde für 32 Jahre Franz Anton Dürr neuer Pächter. 1778 wurde der Betrieb eingestellt.

- Literatur: MOSER 1969, 23-24.

Am Standort der ehemaligen Glashütte finden sich Reste der Öfen aus feinkörnigem, aufgeschäumtem Sandstein sowie 1,0 bis 5,0 cm dicke Bruchstücke von Glashäfen. Grünes, braunes, amethystfarbenes und hellblauweißes Rohglas und schlackig-blasige Glasgalle von blauer und grüner Farbe sind als Produktionsrückstände zu werten. Die Bruchstücke von grünem, hellgrünem, gelbgrünem und amethystfarbenem Hohlglas sind wegen des hohen Zerscherbungsgrades nicht typologisch einzuordnen. Während keine Butzenscheiben auftreten, liegen 0,8 bis 2,5 mm starke Fragmente von hellgrünem und gelbgrünem Tafelglas vor.

34. Eisenbach, Bubenbach (FR)

Die Stadt Bräunlingen, auf deren Gemarkung das betreffende Gelände ursprünglich lag, schloss 1727 mit den Glasmachermeistern Melchior Greiner, Thomas Schmid und den

Brüdern Melchior und Jakob Schmid aus dem Knobelwald (Klosterhütte St. Peter, vgl. Kat.Nr. 6) einen Pachtvertrag auf 50 Jahre. Später kamen noch Bartholome Eisele und Michael Zumkeller aus der Vogtei Waldshut hinzu. Greiner war der erste Vogt der Betriebsgemeinschaft. Die Entwicklung der Hütte (Abb. 1, 112) ist aufgrund der 1792 einsetzenden chronikalischen Aufzeichnungen des späteren Vogtes Thomas Thoma, der Aufzeichnungen seines Vaters und Großvaters einbezieht, gut nachzuvollziehen. Die Bubenbacher widersetzten sich 1765 erfolgreich einem Aufhebungsbeschluss des Bräunlinger Rates. Sie wurden 1785 aus Hintersassen zu Bräunlinger Bürgern, erhielten 1796 einen eigenen Pfarrer, 1826 ein Schulhaus und wurden 1846 zu einer eigenständigen Gemeinde. Seit 1816 hatten die Bubenbacher Glasmacher ihren Betrieb nach dem Vorbild der Glasträgerkompanien zu einer Genossenschaft umgebildet. Die Hütte erlosch um 1875.

- Literatur: FLADT 1936, 279-285. - MOSER 1969, 5 f. - WOHLER 1949, 82-85.

- | | |
|---|---|
| 1. Deckel, RS, Inv.Nr 996-112-1-1 (Taf. 19 C, 1); hellgrünes Glas. Umgeschlagener Rand. RDm. 6,8 cm; Wst. 0,8 mm. | 2. Flasche, Frgm. Hals, Inv.Nr 996-112-1-2 (Taf. 19 C, 2); gelbgrünes Glas. Verdickter Rand. Dm. 3,0-4,0 cm; Wst. 2,0-7,0 mm. |
|---|---|

Am ehemaligen Standort der Glashütte finden sich kleine Bruchstücke von Glashäfen sowie schlackige, teilweise aufgeschäumte, schwarze und dunkelgraue Glasgalle. Bruchstücke von Milchquarz aus Gneis sind als Rohstoff zu werten. Neben grünem, braunem und farblosem Rohglas fanden sich Fragmente aus 0,8-2,0 mm dickem, farblosem und hellgrünem Tafelglas und Bruchstücke von hellgrünem und grünem Hohlglas.

35. Baiersbronn, Schönmünzach (FDS), Schwarzenberger Hütte

1733 wurde auf dem Pfronbronner Wasen, unmittelbar bei der Einmündung der Schönmünzach in die Murg, eine Glashütte errichtet, aus der der Ort Schönmünzach entstand (Abb. 1, 24). Die Hütte wurde von wechselnden Betreibern fast 200 Jahre lang betrieben. Zwischen 1825 bis 1842 wurde sie vom Staat betrieben, verbunden mit dem Versuch, dort eine staatliche Meisterglasschule einzurichten.

Das benötigte Holz wurde durch Flöße aus dem Schönmünz- und Zwickgabeltal herbeigeschafft. Bis zum Ende 1902 wurde den Schriftquellen zufolge vorwiegend Flachglas hergestellt.

- Literatur: GREINER 1971, 18 f. - METZ 1983.

Am Standort der ehemaligen Glashütte finden sich Bruchstücke von farblosem, braunem, amethystfarbenem, grünem, blauem und weißem Rohglas. Ferner 1,0 bis 3,0 mm starke Bruchstücke von farblosem und grünem Tafelglas. Die Bruchstücke von grünen, farblosen und mit Craquelé verzierten Hohlglasfragmenten sind so stark zerscherbt, dass eine Bestimmung der Form nicht möglich ist.

36. Baiersbronn, Buhlbach (FDS), Hüttenhalde

An der Rechtmurg wurde 1758 mit dem Bau einer Glashütte begonnen, die nach dem etwas unterhalb liegenden Buhlbach benannt wurde (Abb. 1, 33). Nach mehreren Päch-

ter- und Besitzerwechseln kam es im 19. Jahrhundert zu entscheidenden Neuerungen in der Produktion. 1858 ging die Fabrik zunächst zur Kohlefeuerung, seit den 80er Jahren zum sog. Wannensystem über. In Buhlbach wurden vorwiegend Champagnerflaschen produziert. 1908 wurde der Betrieb nach Schönberg in der Pfalz verlegt.

- Literatur: GREINER 1971, 19 f. - KNEISSLER, 37. - METZ 1983.

Am Standort der ehemaligen Glashütte finden sich kleine Bruchstücke von Glashäfen mit anhaftendem weißem Glasfluss sowie schlackige, schwarze, blaue und grüne Glasgalle. Neben farblosem, grünem, blauem und braunem Rohglas fanden sich 1,5 mm starke Bruchstücke von hellgrünem Tafelglas. Die grünen und gelbgrünen Hohlglasfragmente sind stark fragmentiert und formal nicht zu beurteilen.

37. Nordrach (OG), Fabrik

Die schon mehrfach verlagerte Nordrachener Hütte (vgl. Kat.Nr. 26 und 29) wurde 1776 talabwärts in die sogenannte Kolonie verlegt (Abb. 1, 48). Ab 1777 war Balthasar Schneider neuer Pächter, der die Hütte unter dem letzten Gengenbacher Abt B.M. Schwörer bis 1802 betrieb. Nach einer vorübergehenden Einstellung des Betriebs wurde er an die beiden Söhne Schneiders und Oberförster Ehrhard verpachtet, die Öfen wurden jedoch im folgenden Jahr wieder gelöscht. Bedingt durch die Säkularisation und den Anfall an Baden wurde 1807 die Produktion wieder aufgenommen. Im Jahr darauf wurde die Hütte durch einen Großbrand zerstört. Erst 1814 fanden sich neue Pächter, die Steingutfabrikanten Burger und Lenz aus Zell und der Handelsmann Derndinger. 1827 wurde die Glasfabrik Schrickel von Forbach nach Nordrach verlegt. Die Konzession wurde von Michel Späth und Josef Manz erworben, 1833 war Johann Georg Echtle Pächter. Auf ihn folgten die Gebrüder Schott, die als letzte, bis 1848, in Nordrach Glas herstellten.

- Literatur: KIRN 1956. - MOSER 1969, 18 f.

1. Flasche, Frgm., Inv.Nr. 996-52-1-1 mit verdicktem Rand. Dm. 3,8 cm; Wst. 1,0-2,0 mm.
(Taf. 19 D, 1); hellgrünes Glas. Zylindrischer, stark vom Bauch abgesetzter Hals

Am Standort der ehemaligen Glasfabrik in Nordrach finden sich aufgeschäumte Schamotte mit anhaftendem farblosem, bläulichweißem und grünem Glasfluss sowie schlackig-aufgeschäumte, blaue, grüne und farblose Glasgalle. Neben Glashafenbruchstücken mit anhaftendem grünem, farblosem und blauem Glasfluss finden sich auch grünes, braunes, farbloses, weißes und blaues Rohglas. Bruchstücke von Milchquarz aus Gneis sowie Quarz aus einem hydrothermalen Gang sind als Rohmaterial zu werten. Das grüne und farblose Hohlglas ist meist klein gebrochen.

12 Anhang

12.1 Glashüttenstandorte im Schwarzwald

Die Glashütten werden der Nummerierung der topographischen Karten entsprechend von Westen nach Osten und von Norden nach Süden aufgeführt. Die mit einem * markierten Glashütten sind näher untersucht. In runden Klammern ist die Laufzeit der Hütte und die entsprechende Quelle angegeben, abweichende Angaben sind berücksichtigt. Die in eckigen Klammern angeführte Nummer der Glashütte gilt sowohl für die Hütte selbst wie auch für die im Text und im Anhang aufgeführten Analysen. F bedeutet, dass der Standort einer (urkundlich nicht nachgewiesenen) Hütte durch Glasfunde belegt ist. Standorte, die aufgrund von Hinweisen aus topographischen Karten vermutet werden, sind *kursiv* geschrieben.

Blatt 7115 Rastatt

1 Gaggenau (1772-1910, HUMPERT 1927; 1772-1911, METZ 1983)

Blatt 7116 Malsch

2 Glasäcker, Glaswiese, Glasbächle NW Völkersbach (? vor 1400)

3 *Glasbrunnen SÖ Schöllbronn*

4 Albtal S der Mündung der Moosalb (um 1700, METZ 1983)

5 Gertrudenhof Ö Burbach (16./17. Jh., MOSER 1969; 1707 und 1726 erwähnt, METZ 1983)

6 * Mittelberg Ö Freiolsheim (1698-1772, METZ 1983) [27]

7 Hüttlesbrunnen SÖ Moosbronn (1626-?, 1723-1744, Greiner 1971; 1626, 1698, 1723-1744, Metz 1983)

8 *Glasberg SÖ Schielberg*

9 * Tälwiese, Herrenalb (1703-1723, METZ 1983) [28]

Blatt 7117 Birkenfeld

10 *Glasbrunnen im Größeltal SÖ Neuenbürg*

11 *Hüttwald NÖ Dobel*

Blatt 7118 Pforzheim Süd

12 Glashof W Würm (vor 1499?, MOSER 1969)

Blatt 7215 Baden-Baden

keine Angaben

Blatt 7216 Gernsbach

13 Keplershof, Herrenalb (16. Jh., METZ 1983)

14 * Gaistal, Herrenalb (1723-1736, METZ 1983) [30]

15 *Glasertwald, Glasertwiesen Ö Reichental*

Blatt 7217 Bad Wildbad

16 *Hüttrain, Hüttwald NÖ Calmbach*

17 Tannenmühle Ö Calmbach (F)

Blatt 7218 Calw

- 18 *Klasbrunnen, Glashalde, Maisenbach*
19 *Klasberg, Klasquelle, Hirsau (um 1470-1510?)*

Blatt 7314 Bühl

- 20 *Achern (1885 bis heute)*

Blatt 7315 Bühlertal

- 21 *Glasfeld N Badener Höhe (F)*
22 **Glasbrunnen S Herrenwies (1724-1778, METZ 1983) [33]*
23 **Glashütte Lauf, Laufertal (1623-1745, METZ 1983; Ende 17. Jh.-1745, MOSER 1969) [21]*

Blatt 7316 Forbach

- 24 **Schönmünzach (1733-1902, METZ 1983)[35]*

Blatt 7317 Neuweiler

- 25 *Glaszmühle, Glassägmühle, Glasberg Ö Breitenberg*
26 *Glasbach bei Aichhalden*

Blatt 7318 Wildberg

- 27 *Emberg (erwähnt 1523, METZ 1983)*
28 *Glaserberg, Oberhaugstett (NEUWEILER 1977)*

Blatt 7414 Oberkirch

keine Angaben

Blatt 7415 Seebach

- 29 *Flözerhütte, Hüttenwald Ö Schönmünz*
30 *Glasschrofen, Eutingershütte im Rotmurgtal*
31 *Geißträgershütte Ö Schliffkopf*
32 *Hüttengrund S Eselskopf (? um 1200-1250)*
33 **Hüttenhalde S Buhlbach (1758-1909, METZ 1983) [36]*
34 *Orspach bei Mitteltal (F)*

Blatt 7416 Baiersbronn

- 35 *Glashäuserwald bei Göttelfingen (vor 1082 erwähnt, GREINER 1971; um 1680?, METZ 1983, F)*
36 *Glasesel NÖ Göttelfingen*
37 *Gläserberg Ö Röt*
38 *Gläsinberg bei Igelsberg*
39 *Glaserbrunnen W Klosterreichenbach*
40 *Klausengrund (15. Jh., F)*
41 *Galleshütte, Glaswald W Obermusbach*

Blatt 7417 Altensteig

- 42 *Glashart SÖ Pfalzgrafenweiler*
43 *Glaswiese SW Herzogsweiler*

Blatt 7513 Offenburg

- 44 *Offenburg (1820-1855, 1864-1867, METZ 1983)*

Blatt 7514 Gengenbach

- 45 *Hütteneck N Oppenau*
46 **Nordrach Neuglashütte (Mitteleck) (1708-1748, MOSER 1969) [29]*

- 47 *Nordrach Altglashütte (1695-1708, MOSER 1969) [26]
48 *Nordrach Fabrik (1776-1848, MOSER 1969; 1776-1807, METZ 1983) [37]
49 Schäfersfeld, Nordrach (?-1776, MOSER 1969)
50 Höflematt, Nordrach (1748-?, MOSER 1969)
51 *Hüttersbach Ö Gengenbach*
Blatt 7515 Oppenau
52 Hütteneckhof N Oppenau (um 1500, MOSER 1969)
53 *Hutterich N Bad Rippoldsau*
54 *Glas matt bei Löcherberg*
55 Glaswald, Glaswaldsee (1681-nach 1688, MOSER 1969; 1590-1690, METZ 1983)
Blatt 7516 Freudenstadt
56 Gallenbrunnen am Hirschkopf (F)
57 Glaswald, Hüttenschlag im Gammertal (F)
58 *Glasbrunnen, Glaswiese Wittlensweiler (vor 1521-vor 1590, METZ 1977; erw. 1521 und 1607, METZ 1983) [10]
59 *Hüttenteich N Christophstal*
60 Christophstal (F)
61 Glasfabrik Freudenstadt (1884-1930, METZ 1983)
62 *Schöllkopf (1422-nach 1521, METZ 1983) [7]
63 *Huttenhart Ö Reichenbach*
64 *Hüttenbächle, Kl. Kinzig*
Blatt 7613 Lahr Ost
65 Glasmatte bei Bermersbach (F)
66 Glasbrunnen S Kuhbach (vor 1527)
67 Langenhard Ö Sulz (um 1500, METZ 1983)
Blatt 7614 Zell a. H.
keine Angaben
Blatt 7615 Wolfach
keine Angaben
Blatt 7616 Alpirsbach
68 *Hüttenbach Ö Roßberg*
69 Höfle auf dem Heilenberg SW Schömberg (F)
70 *Huttenbach, Ehlenbogen*
71 *Glaswald, Glaswiesen N Alpirsbach*
Blatt 7712 Ettenheim
72 *Glasbach S Ettenheim*
Blatt 7713 Schuttertal
73 *Grassert (1615-1625, MOSER 1969) [19]
74 *Glasbauernhof W Schweighausen*
Blatt 7714 Haslach i. K.
75 *Hüttenmatten W Mühlenbach*
Blatt 7715 Hornberg
keine Angaben

Blatt 7716 Schramberg

- 76 *Auf der Hütte N im Kienbach*
- 77 *Glasbach NÖ Schramberg*
- 78 *Hutneck S Sulgen (vor 1320)*
- 79 *Hüttensberg W Dunningen*

Blatt 7813 Emmendingen

- 80 *Hüttenacker, Hüttenmatte b. Nußbach*
- 81 *Glashausen, Glasig bei Freiamt (1218 und 1291, MOSER 1969)*
- 82 *Hüttenreute Ö Schwarzenberg*
- 83 *Hüttenhof, Mundingen (um 1400, MOSER 1969)*
- 84 *Bei der Hütte NÖ Segelbach*
- 85 *Über dem Glashof NW Gutach*
- 86 *Hüttenmatte, Hüttenacker NÖ Vögelestein*

Blatt 7814 Elzach

- 87 *Glasmattenbächle, Haslachsimeonswald*
- 88 *Glasmatte, Hintergriesbach*

Blatt 7815 Triberg

- 89 *Krummenschildach bei Langenschiltach (um 1500, MOSER 1969)*
- 90 *Glashöfe W St. Georgen (vor 1388, SCHLAGETER 1987)*

Blatt 7816 St. Georgen

- 91 *Glashalde, Glasbach W Buchenberg (um 1550, MOSER; 15.-16.Jh., SCHLAGETER 1987)*
- 92 *Glasbach Ö Buchenberg*

Blatt 7913 Freiburg NO

- 93 *Glasgrube, Wegelbach S Waldkirch (vor 1490)*
- 94 *Glasbach, Herdern*

Blatt 7914 St. Peter

- 95 *Hüttenbauernhof, Ettersbach*
- 96 **Griesbach, Simonswald (1650-1700) [24]*
- 97 *Platzbühl N Nomenbach*
- 98 *Glaserbach, Wildgutachtal*
- 99 *Glasmatte Ö St. Peter*
- 100 **Altglashütte, Glaserberg bei Hinterstraß (vor 1426, MOSER 1969) [6]*

Blatt 7915 Furtwangen

- 101 *Glasbach bei Langenbach (13. Jh., SCHLAGETER 1987; 1218 und 1326 erwähnt, MOSER 1969)*

Blatt 7916 Villingen-Schwenningen West

- 102 *Glaserbrücke N Pfaffenweiler*
- 103 **Glaserhof, Glaserforst, Glasermühle bei Herzogenweiler (1723-1880, MOSER 1969) [32]*

Blatt 8012 Freiburg SW

- 104 *Hüttenweg, Ehrenstetter Grund*

Blatt 8013 Freiburg Südost

- 105 Glasbach, Günterstal (F)
106 Falkensteig (1759-1768, METZ 1983; 1758-1768, MOSER 1969)
107 *Glaserhof, Oberried*
108 *Glaserhansenhof, Zastlertal*

Blatt 8014 Hinterzarten

- 109 *Glashöfe, Glaserberg, Glaserbach NW Waldau (14. Jh., SCHLAGETER 1987; 1683-1692, MOSER 1969; 1683-1727, METZ 1983) [4]
110 Glashöfe, Hohlegraben (1683-1692, METZ 1983)
111 *Hüttenbauernhof, Turner*

Blatt 8015 Titisee

- 112 *Bubenbach (1727-1875, MOSER 1969; 1727-1873, METZ 1983) [34]
113 *Mattenspitz, Schwärzenbach SW Eisenbach (12.-13. Jh.) [1]
114 *Glasberg W Neustadt*
115 *Glaswiesen, Bhf. Neustadt*

Blatt 8016 Donaueschingen

- 116 Wolterdingen (1848-1905, MOSER; 1846-1905, METZ 1983)
117 *Kirmberg bei Unterbränd (15. Jh., F) [5]
118 *Hüttenacker, Bittelbrunn S Waldhausen*

Blatt 8112 Staufen

- 119 *Glasbrunnhalde, Kleinhütte am Maistollen*
120 Glasergrund, Untermünstertal (16. Jh., SCHLAGETER 1987)
121 Hinterer Glasberg, Untermünstertal (um 1730, SCHLAGETER 1987)
122 Münsterhalden (1516-1518, SCHLAGETER 1987)
123 *Glasbächle, Badenweiler*

Blatt 8113 Todtnau

- 124 *Glaserschlag, St. Wilhelm*
125 Hüttenwasen, Hüttenwasenbächle bei Feldberg (F)
126 *Glashofbach, Glashofwald Ö Scharfenstein (2 Glashütten; vor 1570, SCHLAGETER 1987) [13+14]
127 *Hüttbach, Hüttbachergrund N Wieden*
128 *Althütte, Rübgarten*
129 *Hüttlebühl SW Wieden*
130 *Königshütte bei Wieden*
131 *Sauhütte bei Wieden*
132 *Florinshütte SÖ Todtnau*
133 Glashüttenbächle, Wildböllen (nach 1580-vor 1607, SCHLAGETER 1987)
134 *Glashüttenmoos, Glashüttenmoosbächle Ö Geschwend*

Blatt 8114 Feldberg

- 135 *Glaserbrunnen S Titisee*
136 Neuglashütten, Feldberg (1706-1723, MOSER 1969)
137 *Altglashütten, Feldberg (1634-1706, MOSER 1969) [22]
138 *Äule (1716-1878, MOSER 1969) [31]
139 *Hüttenbühl Ö Bernau*

Blatt 8115 Lenzkirch

- 140 Platzberg, Glaserberg, Glaserbrunn Ö Saig (13.-14. Jh., SCHLAGETER 1987)
141 Lenzkirch (vor 1500, METZ 1983)
142 *Olpenhütte, Glaserhaus, Glasbrunnen (2 Hütten, Mitte 13. Jh.-vor 1365, SCHLAGETER 1987) [3]

143 *Dresselbach*

- 144 *Glaserloch, Glaseracker bei Grünwald (1611-1645, MOSER 1969) [18]
145 *Glashütte, Glasermoos, Glaserbächle, Glaserbuck W Bonndorf (?1645-1715, MOSER 1969) [23]
146 Gündelwangen (erwähnt 1296, MOSER 1969)

Blatt 8116 Löffingen

147 *Hüttenbuck NW Münchingen*

Blatt 8212 Malsburg-Marzell

148 *Hüttelbrunn NÖ Friedrichsheim*

- 149 *Roßboden bei Wambach (um 1585, SCHLAGETER 1987) [15]
150 Am Gleichen W Wies (? , SCHLAGETER 1987)
151 Malsburg (nach 1514, SCHLAGETER 1987)
152 *Glaserberg NW Sallneck (1490-1510) [8]
153 *Glashüttenhof Ö Kandern (vor 1500-nach 1590, SCHLAGETER 1987) [9]

Blatt 8213 Zell i. W.

154 *Glashütte, Böllen*

155 *Glasbrunnen, Fröhnd-Stutz*

- 156 Todtmoos-Weg (nach 1480-vor 1516, SCHLAGETER 1987)
157 Mambach (vor 1576, SCHLAGETER 1987)
158 Althüttenweide, Althüttenbach Ö Mambach (um 1472, SCHLAGETER 1987)
159 *Glasbrunnen Ö Rohrberg am Rohrenkopf (um 1550, SCHLAGETER 1987) [12]
160 Hütten bei Riedichen (1396, MOSER 1969)
161 Glaser matt NÖ Gersbach (um 1572, SCHLAGETER 1987)
162 *Todtmoos-Schwarzenbach (1534-1590, SCHLAGETER 1987) [11]
163 *Todtmoos-Glashütte, Glaserberg (1590-1790, MOSER 1969; 1530-1730, METZ 1983) [16]

164 *Todtmoos-Berghütte*

Blatt 8214 St. Blasien

- 165 Rechberg, Bernau (1587-17.Jh, METZ 1983)
166 Glashof, Glashofsäge, Glashofbrücke NW St. Blasien (1424-?, SCHLAGETER 1987; vor 1516-nach 1567, MOSER 1969)
167 *Hüttenplatz (Muchenland), Blasiwald (1597-1622, SCHLAGETER 1987; 1579-1622, METZ 1983) [17]
168 Hüttenstauden, Habsmoos (1579-1684, MOSER 1969)
169 *Blasiwald Althütte (1622-1684, SCHLAGETER 1987) [20]
170 *Hüttenhof (Windberg) Blasiwald (1687-1716, SCHLAGETER 1987; 1684-1716, MORATH 1972) [25]
171 *Glaserkopf Ö St. Blasien*
172 *Hüttelbuck SÖ St. Blasien*

Blatt 8215 Ühlingen-Birkendorf

173 *Glashütte, Glasmattstraße, Glashalde bei der Schaffhauser Säge (13. Jh., SCHLAGETER 1987) [2]

174 Glasbühl Ö Rothaus (13. Jh., SCHLAGETER 1987)

175 Höchenschwand (vor 1500, METZ 1983)

176 *Hüttenbuck W Riedern a. W.*

Blatt 8216 Stühlingen

177 *Glaswasen, Glasäcker, Hüttenacker bei Brunnadem*

178 *Hüttenbach Ö Unterwangen*

Blatt 8311 Lörrach

179 Huttingen (vor 1300)

Blatt 8312 Schopfheim

180 Pfaffmatte, Hägelberg (vor 1504-vor 1573, SCHLAGETER 1987)

181 Glaserberg S Schlächtenhaus (1506-?, SCHLAGETER 1987)

182 Hauingen (erwähnt 1592, METZ 1983)

Blatt 8313 Wehr

183 Glaskopf N Raitbach (13.-14. Jh., SCHLAGETER 1987)

184 *Glaserberg SÖ Gersbach*

185 Glashütten, Glaserkopf N Hasel (erwähnt 1637, SCHLAGETER 1987; um 1623-um 1755, MOSER 1969)

186 Glasbach bei Kürnberg (13. und 14. Jh., SCHLAGETER 1987)

187 *Glashalde N Hasel*

188 Atdorf (vor 1500, METZ 1983)

189 Glashütten, Glasbrunnen bei Altenschwand (erwähnt 1257, SCHLAGETER 1987)

190 Hütten, Hüttener Bühl Ö Wehr (13.-14. Jh., SCHLAGETER 1987)

191 Bergalingen (erwähnt vor 1303, METZ 1983)

Blatt 8314 Görwihl

keine Angaben

Blatt Waldshut-Tiengen

192 *Hüttenbuck SW Nöggenschwiel*

12.2 Chemische Analysen der Glashäfen

Analyse-Nr.	Hütten-Nr.	Glashütte	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Al/Alk
GH1	2	Schaffhauser Säge	68,18	0,81	17,68	6,17	0,04	1,67	0,33	0,22	5,71	0,14	2,98
GH2	3	Olpenhütte	64,97	0,76	17,87	6,14	0,06	2,10	0,73	0,64	7,32	0,25	2,24
GH3	13	Scharfenstein Nord	83,83	1,05	11,36	0,66	0,00	0,35	0,44	0,57	1,67	0,13	4,69
GH4	19	Grassert	71,12	1,05	22,76	1,33	0,01	0,70	0,41	0,40	2,80	0,22	7,11
GH5	31	Äule	71,30	0,18	21,30	0,39	0,00	0,22	1,50	0,86	3,60	0,16	4,78
GH6	33	Herrenwies	65,03	0,66	27,87	0,83	0,04	0,53	0,25	0,22	5,26	0,08	5,08

12.3 Chemische Analysen der Rohstoffe

Anmerkung: Mengenangaben in den Spalten SiO₂ bis einschließlich P₂O₅ in Gew.-%; Mengen

Nr.	Bezeichnung	Herkunft	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
R01	Buntsandstein, gebleicht, Gesamtgestein	Bohrung Kraichgau 1002, 314-315 m	95,54	0,05	1,47	0,37	0,02	0,61	0,82	0,08	1,01
R02	Buntsandstein, gebleicht, >0.063 mm	Bohrung Kraichgau 1002, 314-315 m	96,28	0,03	1,26	0,30	0,01	0,38	0,54	0,01	0,72
R03	Quarzsand, Mittel a. 3 A.	Rengetsweiler östl. Meßkirch	96,54	0,05	0,89	0,22	0,01	0,04	1,64	0,03	0,46
R04	Milchquarz aus Kristallin	Dreisam östl. Frbg.	98,71	0,01	0,78	0,09	0,01	0,06	0,08	0,09	0,41
R05	Milchquarz aus Kristallin	Glashütte Nordrach Fabrik	98,72	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
R06	Feuerstein aus Muschelkalk	Glashütte Olpenhütte	99,30	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,08	0,00	0,01
R07	Kalkstein, Weißjura, Mittel a. 2 A.	Albstadt	1,77	0,04	0,58	0,58	0,03	1,34	95,56	0,00	0,11
R08	Kalkstein, Muschelkalk, Mittel a. 3 A.	Oberndorf/Neckar	3,99	0,03	1,11	0,34	0,02	1,41	92,58	0,00	0,52
R09	Dolomit, Muschelkalk	Oberndorf/Neckar	5,81	0,04	1,47	0,81	0,05	36,53	52,98	0,00	0,45
R10	Buchenholzasche (Kalkstein)	Schönberg südl. Freiburg	0,79	0,01	0,08	0,12	0,18	17,42	57,91	0,04	15,95
R11	Buchenholzasche (Löb auf Gneis)	Günterstal, Freiburg	0,87	0,02	0,15	0,18	4,42	10,30	53,33	0,07	22,72
R13	Buchenholzasche (Löb auf Gneis)	Waldsee, Freiburg	9,59	0,11	2,42	2,27	3,98	8,34	44,13	0,54	23,28
R14	Buchenholzasche (Löb auf Gneis)	Lörrach	2,83	0,01	0,17	0,26	3,05	17,15	43,40	0,00	28,72
R15	Buchenholzasche (Löb auf Gneis)	St. Ottilien, Freiburg	2,51	0,05	0,42	0,89	6,17	10,26	41,56	0,48	33,91
R16	Buchenholzasche (Löb auf Gneis)	Kandern	3,22	0,02	0,35	0,28	1,51	15,47	38,06	0,39	35,63

angaben in den Spalten F bis Zn in ppm (=Gramm pro Tonne)

P ₂ O ₅	F	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Bi	Co	Cu	Ni	Pb	Rb	Sr	Zn
0,03	0	0	0	0	298	0	0	0	0	18	28	42	7
0,03	0	0	0	0	440	0	0	0	0	5	22	40	0
0,06	0	0	0	0	144	0	0	0	0	17	15	55	70
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	22	29	0
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	18	14
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	19	0
0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	475	15
0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	10	403	0
0,19	0	0	0	0	107	0	5	0	0	12	15	43	2
7,34	0	0	0	0	5181	0	0	0	19	22	125	615	210
6,59	0	0	0	0	9986	0	13	0	139	19	177	2289	0
4,29	0	0	0	0	8777	0	20	0	233	15	203	2335	309
3,14	0	0	0	0	2598	0	0	0	48	120	528	864	848
2,99	0	0	0	0	5465	0	36	0	203	18	515	1549	600
4,03	0	0	0	0	2276	0	56	0	88	217	1484	693	297

Nr.	Bezeichnung	Herkunft	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
R17	Hainbuchen- asche (Kalk- stein)	Donau- eschingen	0,79	0,03	0,13	2,36	0,21	8,36	37,03	0,00	37,53
R18	Buchenholz- asche (Gneis)	Attental östl. Frei- burg	0,86	0,27	0,38	5,44	11,63	12,47	34,04	0,08	23,22
R19	Buchenholz- asche (Gneis)	Wittental östl. Frei- burg	8,44	0,16	2,08	0,74	4,78	9,03	32,05	0,32	35,65
R20	Buchenholz- asche (Gneis)	Schönau	2,24	0,08	0,13	0,19	2,73	13,85	29,88	0,00	46,50
R21	Buchenholz- asche (Gneis)	Kandel	2,24	0,11	0,61	1,34	4,87	9,80	29,87	0,21	42,19
R22	Buchenholz- asche (Gneis), Mittel a. 4 A.	R18 - R21	3,44	0,15	0,80	1,93	6,05	11,29	31,50	0,22	36,89
R23	Pottasche aus Buchenholz- asche (R14)	Lörrach	2,04	0,00	0,02	0,02	0,00	0,44	0,97	3,97	90,65
R24	Pottasche aus Buchenholz- asche (R16)	Kandern	1,88	0,00	0,02	0,05	0,00	0,02	0,24	5,02	78,67
R25	Pottasche aus Buchenholz- asche (R20)	Schönau	1,77	0,00	0,02	0,06	0,00	0,67	0,56	0,04	92,90
R26	Pottasche (Mittel a. 3 A.)	R23 - R25	1,90	0,00	0,02	0,04	0,00	0,37	0,59	3,01	87,41
R27	Buchenholz- asche (Basalt)	Westerwald	5,48	0,09	0,69	0,59	1,45	15,08	47,39	0,21	22,95
R28	Pottasche aus Buchenholz- asche (R27)	Westerwald	1,80	0,00	0,08	0,05	0,00	0,13	0,31	0,68	91,60
R29	Schlacke von Kobalterz	Farbwerk Wittichen	43,40	0,25	6,60	4,60	0,33	1,40	6,40	1,10	2,70
R30	Smalte (Farb- konzentrat für Kobaltglas)	Farbwerk Wittichen	60,30	0,16	5,70	1,30	0,45	1,30	3,90	1,00	14,60
R31	Schlacke von Kobalterz	Farbwerk Alpirsbach	46,40	0,13	8,80	13,90	0,44	0,76	8,90	1,60	3,20
R32	Smalte (Farb- konzentrat für Kobaltglas)	Farbwerk Alpirsbach	74,70	0,03	1,10	1,10	0,06	0,80	0,61	0,95	13,40

P ₂ O ₅	F	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Bi	Co	Cu	Ni	Pb	Rb	Sr	Zn
13,37	0	0	0	0	582	0	0	0	14	10	173	1012	372
10,95	0	0	0	0	3857	0	48	0	132	62	647	1353	998
5,80	0	0	0	0	6927	0	25	0	251	23	494	1356	527
2,72	0	0	0	0	11031	0	0	0	70	71	1238	275	141
7,86	0	0	0	0	4123	0	0	0	67	15	2580	880	563
6,83	0	0	0	0	6485	0	18	0	130	43	1251	966	660
0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1058	0	0
0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2746	0	0
0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2437	0	0
0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2080	0	0
5,34	0	0	0	0	4577	0	5	0	115	53	903	2052	498
0,04	5200	1800	35000	0	0	0	0	0	0	0	5600	0	0
0,61	0	400	1300	4100	103000	0	62000	4600	4500	135000	260	3300	0
0,14	0	0	3400	29000	43000	0	28000	310	2900	0	400	1700	0
0,70	1100	0	1200	690	102000	0	280	0	1200	21000	180	4600	0
0,02	0	390	250	43000	840	4400	13000	210	10000	0	350	0	0

12.4 Chemische Analysen der Gläser

Anmerkung: F = Farbe / Tr = Trübglas / Typ: S = Sodaglas, P = Pottascheglas, M = Mischglas, A = Mengenangaben in den Spalten SiO₂ bis einschließlich P₂O₅ in Gew.-%; Mengenangaben in den

Ascheglas / Z = Zustand: F = Flachglas, R = Rohglas, H = Hohlglas / V = Verwittert
Spalten Cl bis Sr in ppm (=Gramm pro Tonne)

Nr.	Glashütte	Laufzeit	F	Tr	Typ	Z	V	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO
01.01	Mattenspitz	12.-13. Jh.	gn	--	S	F	--	70,30	0,00	2,35	0,18	0,00	2,96
01.02	Mattenspitz	12.-13. Jh.	gn	--	P	R	--	69,72	0,00	2,44	0,73	0,40	2,09
01.03	Mattenspitz	12.-13. Jh.	am	--	P	R	--	67,32	0,09	2,85	1,02	0,39	2,65
01.04	Mattenspitz	12.-13. Jh.	br	--	P	R	--	65,49	0,00	1,64	0,56	0,58	2,53
02.01	Schaffh. Säge	13. Jh.	gn	--	A	R	--	69,22	0,12	2,22	0,52	0,65	1,97
03.01	Olpenhütte	1296, 1365	gn	--	A	H	--	61,53	0,16	3,09	0,99	1,55	2,95
03.02	Olpenhütte	1296, 1365	gn	--	A	F	+	62,35	0,18	3,50	0,73	0,15	2,11
03.03	Olpenhütte	1296, 1365	gn	--	P	R	--	73,02	0,12	3,04	0,67	0,24	1,80
03.04	Olpenhütte	1296, 1365	fl	--	P	R	--	67,57	0,19	4,68	0,82	0,27	1,87
04.01	Waldau	1426	gn	--	A	R	--	64,23	0,12	2,78	0,84	0,69	2,57
04.02	Waldau	1426	gn	--	A	F	+	57,92	0,19	3,56	1,05	0,81	3,79
04.03	Waldau	1426	gn	--	A	F	+	62,07	0,25	4,42	0,97	0,15	1,82
04.04	Waldau	1426	bl	--	A	H	--	61,82	0,08	1,43	0,53	1,11	2,82
05.01	Kimberg	15. Jh.	gn	--	S	H	--	71,90	0,08	2,60	0,33	0,04	1,30
05.02	Kimberg	15. Jh.	gn	--	M	H	--	71,10	0,09	1,80	0,23	0,66	1,20
05.03	Kimberg	15. Jh.	am	--	P	H	--	71,60	0,00	2,30	0,23	0,43	0,73
05.04	Kimberg	15. Jh.	fl	--	A	H	--	67,70	0,04	1,30	0,21	0,80	0,54
05.05	Kimberg	15. Jh.	fl	--	M	H	--	69,80	0,02	1,50	0,15	0,02	0,72
06.01	Hinterstraß	vor 1436	gn	--	A	R	--	55,43	0,26	5,00	1,88	1,02	3,78
06.02	Hinterstraß	vor 1436	gn	--	A	R	--	59,02	0,17	3,39	1,04	1,12	3,48
06.03	Hinterstraß	vor 1436	gn	--	A	H	--	56,18	0,21	4,20	1,46	0,85	3,65
06.04	Hinterstraß	vor 1436	gn	--	A	H	--	56,88	0,17	3,52	1,17	0,96	3,68
06.05	Hinterstraß	vor 1436	bl	--	P	R	--	62,39	0,19	2,17	0,58	0,71	0,80
06.06	Hinterstraß	vor 1436	br	--	A	R	--	61,79	0,24	3,18	0,83	1,00	2,48
06.07	Hinterstraß	vor 1436	am	--	P	R	--	67,91	0,06	0,84	0,35	1,76	0,20
06.08	Hinterstraß	vor 1436	am	--	P	H	--	66,00	0,05	0,82	0,23	0,80	0,58
06.09	Hinterstraß	vor 1436	we	+	P	R	--	69,19	0,50	7,22	1,79	0,30	1,86
06.10	Hinterstraß	vor 1436	fl	--	P	H	--	68,08	0,07	0,72	0,19	0,39	0,09
06.11	Hinterstraß	vor 1436	fl	--	P	H	--	64,00	0,05	0,80	0,22	0,46	0,18
06.12	Hinterstraß	vor 1436	fl	--	P	H	--	68,39	0,10	1,32	0,56	0,82	2,11
07.01	Schöllkopf	1448-1521	gn	--	A	R	--	54,50	0,18	3,13	0,89	3,04	4,54
07.02	Schöllkopf	1448-1521	gn	--	A	R	--	57,68	0,13	2,24	0,75	3,49	4,29
07.03	Schöllkopf	1448-1521	gn	--	A	H	--	58,23	0,13	2,35	0,84	1,44	4,18
07.04	Schöllkopf	1448-1521	gn	--	A	H	--	60,24	0,18	2,97	0,95	2,82	3,79
07.05	Schöllkopf	1448-1521	br	--	A	R	--	55,49	0,16	2,50	0,86	3,92	4,57
07.06	Schöllkopf	1448-1521	br	--	A	R	--	56,31	0,16	2,60	0,86	2,29	4,26
07.07	Schöllkopf	1448-1521	br	--	A	H	--	51,59	0,17	2,48	0,93	2,71	4,34
07.08	Schöllkopf	1448-1521	br	--	M	F	--	55,27	0,12	2,54	0,60	0,84	4,04
07.09	Schöllkopf	1448-1521	fl	--	S	F	--	64,85	0,09	1,84	0,55	0,56	3,94
08.01	Sallneck	1490-1510	gn	--	A	R	--	59,94	0,19	3,69	0,93	0,67	3,46
08.02	Sallneck	1490-1510	gn	--	P	R	--	75,28	0,18	3,52	0,64	0,32	1,30
08.03	Sallneck	1490-1510	gn	--	M	H	--	57,69	0,19	3,27	0,88	0,85	3,53

CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Co	Cu	Pb	Rb	Sr
8,78	14,49	0,90	0,00	0	0	0	180	0	0	0	0	180
7,83	0,31	15,67	0,54	0	0	0	600	0	0	0	1200	900
7,13	1,32	15,69	0,85	0	0	0	1400	0	0	4700	700	960
8,85	0,53	18,90	0,58	0	0	0	900	0	0	0	1600	900
10,13	0,29	14,94	0,68	0	1800	0	1628	0	0	71	826	355
19,32	0,46	7,17	1,97	0	1300	0	2397	11	0	48	329	494
21,85	1,84	3,40	1,04	1300	490	0	290	0	0	22	58	179
7,67	0,16	9,85	1,31	0	1300	0	1020	3	0	11	339	297
7,61	2,21	10,47	1,59	0	2100	0	1007	3	0	14	312	321
11,77	0,53	14,88	0,74	0	1000	0	1380	0	0	8411	45	447
22,09	2,32	4,12	2,19	130	1100	0	1771	0	0	85	57	534
22,19	1,65	4,08	0,95	1600	270	0	369	0	0	74	87	221
18,20	0,19	11,57	1,14	0	4000	2300	2530	447	0	73	428	589
8,60	13,60	0,96	0,00	1400	3000	0	260	0	0	0	0	0
9,20	9,50	5,10	0,61	1200	0	150	860	0	0	680	0	170
7,50	2,90	12,60	0,59	3300	0	0	250	450	0	0	440	0
10,10	3,90	14,00	0,65	4500	0	150	960	0	0	0	470	0
11,40	5,70	9,10	0,44	6200	1000	0	0	140	0	0	0	100
19,17	0,68	9,26	1,80	100	930	0	2391	0	0	52	317	826
18,69	0,43	9,18	1,40	0	1900	0	4031	5	0	117	253	855
19,20	0,68	9,75	1,74	120	1100	0	2869	0	0	158	306	796
19,24	0,52	10,39	1,75	0	2700	0	2571	0	0	44	353	743
7,77	0,97	13,08	0,26	0	970	0	5171	427	0	23	397	319
12,88	0,57	14,20	1,04	0	1400	0	1995	0	0	48	436	580
9,93	0,80	15,32	0,10	140	3400	0	1863	6	0	54	542	108
6,45	0,15	20,79	0,21	0	4400	0	1074	0	0	34	955	156
8,19	0,51	7,95	0,38	0	370	0	1303	6	0	15	218	431
4,73	0,22	19,45	0,26	0	4700	0	376	0	0	27	452	65
6,99	0,22	21,25	0,10	0	3000	0	383	0	0	38	515	73
10,81	0,09	13,81	0,57	0	2500	0	2456	3	0	23	508	444
17,96	0,33	11,81	2,96	0	1200	0	2874	20	0	57	253	499
17,46	0,63	10,89	2,21	0	470	140	4100	64	0	140	247	612
16,07	3,63	9,92	2,33	380	1000	0	1846	36	0	1438	188	566
17,97	0,27	8,57	2,37	0	350	0	2942	0	0	66	212	513
18,85	0,41	10,81	2,05	0	2300	0	7064	0	0	48	263	919
18,48	1,03	9,12	2,33	100	3100	110	2994	11	630	147	182	582
18,31	0,49	10,28	2,39	140	2400	0	4331	8	760	82	225	706
21,55	4,09	3,46	3,07	1800	190	0	1288	5	0	32	32	598
11,47	10,56	3,07	0,65	0	2800	100	409	3	0	19	20	578
19,42	2,14	5,68	2,06	730	240	0	2900	36	0	635	150	805
5,76	0,46	10,84	0,24	0	130	0	1369	0	0	7	366	414
20,30	3,01	5,52	2,65	700	380	0	3160	26	0	367	103	781

Nr.	Glashütte	Laufzeit	F	Tr	Typ	Z	V	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO
08.04	Sallneck	1490-1510	gn	--	M	H	--	57,21	0,20	4,18	0,87	0,72	3,80
08.05	Sallneck	1490-1510	bl	--	A	R	--	59,54	0,21	4,05	1,13	0,66	3,40
08.06	Sallneck	1490-1510	bl	--	A	H	--	56,71	0,22	4,86	1,15	0,66	3,60
08.07	Sallneck	1490-1510	bl	--	A	H	--	60,67	0,17	3,55	0,72	0,75	3,66
09.01	Kandern	1500-1590	gn	--	M	H	--	60,37	0,17	2,52	0,82	1,03	3,42
09.02	Kandern	1500-1590	gn	--	M	R	--	58,86	0,18	2,73	1,23	0,91	3,19
09.03	Kandern	1500-1590	gn	--	M	R	--	58,57	0,19	3,29	0,92	0,95	3,50
09.04	Kandern	1500-1590	gn	--	A	R	--	58,74	0,15	2,19	0,52	0,98	3,58
09.05	Kandern	1500-1590	gn	--	M	H	--	57,54	0,19	3,67	0,96	0,88	3,85
09.06	Kandern	1500-1590	bl	--	M	R	--	58,34	0,18	3,26	0,89	0,86	3,60
10.01	Wittlenswl.	1521-1590	gn	--	A	R	--	57,31	0,17	2,51	0,83	2,27	4,41
10.02	Wittlenswl.	1521-1590	gn	--	A	F	+	58,10	0,10	2,13	0,56	0,80	4,09
10.03	Wittlenswl.	1521-1590	gn	--	A	H	--	57,25	0,15	2,40	0,72	1,92	4,68
10.04	Wittlenswl.	1521-1590	r	--	A	R	--	55,93	0,18	2,62	1,01	2,44	3,91
11.01	T.-Schwzb.	1534-1590	gn	--	P	R	--	76,95	0,73	9,67	1,32	0,07	0,98
11.02	T.-Schwzb.	1534-1590	gn	--	A	H	--	56,43	0,33	7,80	1,45	0,38	3,45
11.03	T.-Schwzb.	1534-1590	bl	--	A	H	--	55,45	0,26	6,70	1,19	0,59	3,65
12.01	Rohrenkopf	um 1550	gn	--	M	R	--	57,88	0,39	8,13	1,78	0,43	3,25
12.02	Rohrenkopf	um 1550	gn	--	A	R	--	60,20	0,40	7,96	1,10	0,31	2,65
12.03	Rohrenkopf	um 1550	gn	--	M	R	--	58,19	0,21	4,62	0,96	0,63	3,45
12.04	Rohrenkopf	um 1550	gn	--	M	R	+	59,97	0,24	4,75	1,34	0,42	3,36
12.05	Rohrenkopf	um 1550	gn	--	A	H	--	58,39	0,25	4,97	1,30	0,53	3,22
12.06	Rohrenkopf	um 1550	gn	--	S	H	--	65,03	0,07	1,22	0,59	1,21	3,40
12.07	Rohrenkopf	um 1550	gn	--	M	H	--	55,34	0,24	5,18	1,27	0,68	3,85
12.08	Rohrenkopf	um 1550	bl	--	M	R	--	57,34	0,25	5,93	1,73	0,46	3,34
12.09	Rohrenkopf	um 1550	bl	+	M	R	--	58,02	0,26	5,74	1,36	0,63	3,33
12.10	Rohrenkopf	um 1550	we	+	M	R	--	54,04	0,23	7,24	1,23	0,54	3,36
12.11	Rohrenkopf	um 1550	r	--	A	F	--	60,60	0,17	3,80	0,59	0,81	3,20
12.12	Rohrenkopf	um 1550	g	--	A	H	--	62,70	0,09	3,80	0,29	0,61	2,70
13.01	Scharfst. N	vor 1570	gn	--	M	R	--	56,01	0,27	6,01	1,47	0,62	3,54
13.02	Scharfenst. N	vor 1570	gn	--	M	H	--	53,63	0,32	6,85	1,87	0,48	3,28
13.03	Scharfenst. N	vor 1570	we	+	M	R	--	62,95	0,58	9,13	2,36	0,30	1,98
14.01	Scharfenst. S	vor 1570	gn	--	A	R	--	60,10	0,18	4,10	1,30	0,68	3,10
14.02	Scharfenst. S	vor 1570	gn	--	A	R	--	55,80	0,30	5,90	2,00	0,65	3,10
14.03	Scharfenst. S	vor 1570	gn	--	A	R	--	57,00	0,28	5,10	1,50	0,74	3,30
14.04	Scharfenst. S	vor 1570	gn	--	A	R	--	57,10	0,24	6,10	1,60	0,46	3,20
14.05	Scharfenst. S	vor 1570	bl	--	A	R	+	58,10	0,36	6,90	2,10	0,39	3,10
15.01	Roßboden	um 1585	gn	--	A	R	--	58,37	0,20	3,15	1,56	0,73	2,99
15.02	Roßboden	um 1585	gn	--	A	R	--	60,88	0,19	2,74	0,64	0,51	2,90
15.03	Roßboden	um 1585	gn	--	A	H	--	62,65	0,17	2,55	0,67	0,49	2,99
15.04	Roßboden	um 1585	gn	--	M	H	--	55,19	0,33	7,20	2,04	0,57	3,23
15.05	Roßboden	um 1585	bl	--	A	H	--	53,07	0,17	7,09	1,24	0,43	3,73
16.01	T.-Glash.	1590-1790	gn	--	A	H	--	58,62	0,16	2,80	0,79	0,66	3,01
16.02	T.-Glashütte	1590-1790	gn	--	P	R	--	76,85	0,19	4,68	0,56	0,57	1,33
16.03	T.-Glashütte	1590-1790	gn	--	A	R	--	53,02	0,21	7,94	1,06	0,61	3,79
16.04	T.-Glashütte	1590-1790	am	--	P	H	--	70,32	0,06	0,73	0,15	2,16	0,21
16.05	T.-Glashütte	1590-1790	fl	--	P	H	--	66,16	0,07	0,87	0,15	0,88	0,83
16.06	T.-Glashütte	1590-1790	fl	--	A	H	--	59,46	0,17	2,36	0,55	0,95	2,41

CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Co	Cu	Pb	Rb	Sr
19,64	2,84	5,53	2,57	760	230	0	2821	48	0	305	138	990
18,30	2,30	5,91	2,14	850	140	700	2934	566	0	770	149	842
19,63	2,46	6,40	2,10	920	230	960	2696	774	0	1269	161	920
18,99	1,72	6,90	2,10	350	260	230	3266	135	0	417	239	1153
20,43	2,31	5,45	2,35	760	340	0	2766	24	0	346	74	624
19,85	3,31	5,07	1,98	1600	300	130	2456	29	0	1565	69	662
20,16	2,88	5,40	2,53	2000	380	0	3038	35	0	520	79	748
21,06	1,90	6,51	2,58	440	560	0	3238	15	0	579	120	1015
21,15	2,33	5,68	2,69	930	210	130	2118	57	0	704	67	666
19,97	2,79	5,53	2,58	1500	0	660	2556	492	0	770	91	766
19,62	0,28	10,36	2,59	0	510	0	2828	13	0	134	178	468
22,03	0,89	3,00	3,19	300	0	0	1204	0	0	8	18	711
18,94	1,04	8,46	3,67	330	300	0	2601	25	0	500	108	643
17,84	0,34	11,71	2,20	130	650	150	3642	15	5400	223	187	488
2,06	1,52	6,21	0,19	0	0	0	700	51	0	31	281	317
18,82	2,33	6,82	1,71	0	0	0	2520	289	0	80	300	1061
19,45	2,59	7,79	1,65	0	0	0	2700	433	0	88	398	1121
16,03	2,43	5,34	1,79	1100	190	100	2274	63	0	1256	279	1138
14,72	2,06	7,39	1,14	730	140	0	2035	89	0	96	304	1099
18,62	2,97	5,65	2,29	2700	530	0	2241	23	0	979	172	997
19,59	2,88	4,01	1,23	1000	0	0	1997	38	0	832	154	1097
20,22	1,91	5,29	1,52	1100	170	100	1978	103	0	985	170	1016
9,61	12,87	2,75	0,26	790	0	0	450	40	0	1820	19	581
20,55	2,90	4,87	2,36	920	320	0	2372	75	0	202	151	1127
19,25	2,30	4,88	1,38	1300	0	1300	1960	1373	0	354	191	1036
18,48	2,37	5,57	1,74	1200	0	630	2575	673	0	1166	165	877
19,58	2,80	6,22	1,92	440	210	130	2233	44	0	505	228	1081
20,00	2,10	5,60	2,10	2000	0	220	3700	0	0	0	0	730
16,30	1,40	9,90	1,60	940	950	0	2200	0	0	0	760	610
19,45	3,01	5,47	2,16	2100	190	120	2608	48	0	1285	113	742
20,88	3,43	5,14	2,24	1400	0	920	2339	107	0	398	87	688
10,35	3,12	6,55	1,05	0	180	0	1198	15	0	343	147	552
19,60	2,30	5,10	2,20	4200	0	0	3100	0	0	360	170	120
20,30	3,20	5,00	2,30	5200	0	0	3400	4	0	800	120	1000
20,20	2,60	5,70	2,30	3500	0	0	3100	0	0	260	150	1100
20,50	2,50	5,10	1,70	4900	0	0	3200	0	0	260	210	1000
19,60	2,40	4,00	1,50	3200	0	210	3500	120	0	1900	170	1200
20,06	1,53	5,96	2,12	3800	9800	240	4099	95	0	138	141	968
19,51	1,35	6,04	2,30	4000	10000	0	3320	0	0	283	192	850
18,40	2,24	5,63	1,52	180	1200	0	2890	14	0	201	197	918
18,14	3,20	5,77	2,15	170	300	320	3483	156	0	68	159	803
18,69	2,59	7,11	2,02	110	850	3600	4084	1134	180	188	302	1164
18,72	0,48	11,51	2,10	0	3800	140	2318	19	0	33	504	872
7,27	0,23	9,16	0,25	0	330	0	1540	0	0	18	424	271
18,18	2,78	6,65	1,88	0	0	0	2826	39	0	150	296	1003
6,94	0,82	17,32	0,10	270	4900	0	2097	0	0	302	657	142
5,54	0,73	20,99	0,35	0	2800	0	1704	0	0	77	826	275
18,24	0,85	11,95	1,54	130	2000	0	1374	0	0	112	367	354

Nr.	Glashütte	Laufzeit	F	Tr	Typ	Z	V	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO
17.01	Muchenland	1597-1622	gn	--	A	R	--	60,94	0,18	3,64	1,18	0,60	3,08
17.02	Muchenland	1597-1622	gn	--	A	R	--	60,08	0,13	3,58	0,73	0,85	3,01
17.03	Muchenland	1597-1622	gn	--	M	R	--	60,96	0,11	3,30	0,65	0,77	2,97
17.04	Muchenland	1597-1622	gn	--	A	H	--	59,47	0,13	3,83	0,61	1,08	2,97
17.05	Muchenland	1597-1622	gn	--	A	H	--	59,13	0,15	4,35	0,89	0,68	3,16
17.06	Muchenland	1597-1622	bl	--	A	R	--	61,15	0,13	2,96	1,04	0,73	3,10
17.07	Muchenland	1597-1622	bl	--	A	H	--	59,07	0,11	3,09	0,81	0,76	2,89
17.08	Muchenland	1597-1622	br	--	M	R	--	61,51	0,07	2,49	0,55	2,19	3,01
17.09	Muchenland	1597-1622	am	--	A	R	--	61,39	0,09	3,00	0,85	1,48	2,68
17.10	Muchenland	1597-1622	we	+	A	R	--	68,72	0,29	6,17	1,10	0,56	2,07
17.11	Muchenland	1597-1622	fl	--	M	R	--	64,64	0,07	1,49	0,32	1,45	3,18
18.01	Grünwald	1611-1645	gn	--	A	R	--	62,81	0,17	2,77	0,61	0,87	2,29
18.02	Grünwald	1611-1645	am	--	P	H	--	65,37	0,06	0,90	0,19	0,97	0,51
18.03	Grünwald	1611-1645	fl	--	M	R	--	66,26	0,04	0,48	0,14	0,24	0,60
18.04	Grünwald	1611-1645	fl	--	A	H	--	61,76	0,13	1,67	0,43	1,26	2,53
18.05	Grünwald	1611-1645	fl	--	A	H	--	60,77	0,09	1,60	0,40	1,63	3,03
18.06	Grünwald	1611-1645	fl	--	A	H	--	63,96	0,07	1,12	0,25	1,00	1,19
19.01	Grassert	1615-1625	gn	--	A	F	--	62,72	0,09	2,11	0,62	3,00	3,24
19.02	Grassert	1615-1625	gn	--	A	H	--	60,53	0,12	2,64	0,94	2,01	3,10
19.03	Grassert	1615-1625	gn	--	A	R	--	61,57	0,13	2,62	0,74	1,84	3,41
19.04	Grassert	1615-1625	gn	--	A	R	--	61,84	0,12	2,72	0,81	2,07	3,13
19.05	Grassert	1615-1625	gn	--	A	R	--	61,15	0,10	2,13	0,70	1,57	2,92
19.06	Grassert	1615-1625	bl	--	A	R	--	60,53	0,08	1,57	0,54	2,41	3,89
19.07	Grassert	1615-1625	bl	--	A	R	--	59,66	0,08	1,14	0,51	1,18	1,48
19.08	Grassert	1615-1625	bl	--	A	R	--	62,08	0,14	2,99	1,08	1,45	3,07
19.09	Grassert	1615-1625	bl	--	A	H	--	61,41	0,13	2,57	0,92	1,38	3,42
19.10	Grassert	1615-1625	br	--	A	R	--	64,08	0,05	1,07	0,33	1,55	2,74
19.11	Grassert	1615-1625	br	--	A	R	--	62,42	0,09	2,14	0,44	2,81	3,29
19.12	Grassert	1615-1625	am	--	A	H	--	64,21	0,07	1,18	0,37	1,42	2,56
19.13	Grassert	1615-1625	am	--	A	R	--	63,52	0,09	1,33	0,36	1,00	1,50
19.14	Grassert	1615-1625	we	+	A	R	--	59,87	0,21	5,36	1,36	1,22	2,58
19.15	Grassert	1615-1625	fl	--	A	R	--	63,86	0,05	0,99	0,37	1,42	2,62
20.01	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	A	R	--	59,40	0,09	1,54	0,37	1,06	3,26
20.02	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	A	R	--	60,72	0,08	1,37	0,37	0,97	2,75
20.03	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	A	R	--	59,37	0,15	2,33	0,58	0,74	3,67
20.04	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	A	H	--	60,79	0,21	2,49	0,50	1,02	2,99
20.05	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	M	H	--	60,17	0,12	3,71	0,57	0,47	3,05
20.06	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	A	H	--	59,90	0,17	2,42	0,73	0,86	3,38
20.07	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	A	H	--	63,27	0,09	1,63	0,43	0,58	2,89
20.08	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	A	R	--	64,00	0,00	3,10	0,48	0,44	4,00
20.09	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	P	R	--	67,60	0,33	6,80	0,62	0,11	1,70
20.10	Blasiw. Alth.	1622-1684	gn	--	P	R	--	73,90	0,43	6,50	0,34	0,14	1,80
20.11	Blasiw. Alth.	1622-1684	am	--	P	H	--	70,02	0,06	0,67	0,17	0,65	0,17
20.12	Blasiw. Alth.	1622-1684	am	--	A	R	--	60,31	0,08	1,32	0,32	1,05	3,14
20.13	Blasiw. Alth.	1622-1684	am	--	P	H	--	73,80	0,01	1,90	0,13	0,35	0,47
20.14	Blasiw. Alth.	1622-1684	fl	--	A	R	--	61,72	0,08	1,59	0,41	0,78	3,30
20.15	Blasiw. Alth.	1622-1684	fl	--	M	H	--	67,88	0,05	0,58	0,12	0,21	1,89
20.16	Blasiw. Alth.	1622-1684	fl	--	A	H	--	62,89	0,04	0,90	0,25	0,71	2,21

CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Co	Cu	Pb	Rb	Sr
20,54	1,96	5,34	1,61	1000	230	170	2559	30	0	203	208	703
19,30	2,23	6,20	1,92	1400	0	0	2954	12	0	32	278	664
18,63	2,85	5,82	1,71	1800	530	110	3100	11	0	53	278	600
18,31	2,31	8,00	1,25	0	150	150	3695	25	0	93	359	658
18,91	1,97	6,64	1,83	240	0	0	3123	0	0	93	341	736
18,44	1,37	7,27	1,62	620	370	4100	2228	814	0	92	382	670
19,70	1,48	6,85	1,94	870	500	4500	3430	1063	0	42	332	710
16,93	3,72	7,57	1,16	0	0	580	4762	107	0	143	457	509
15,51	1,00	13,06	0,93	0	3400	300	2727	39	0	55	633	520
11,07	1,23	7,85	0,81	0	0	0	1652	0	0	20	412	505
16,31	3,34	7,72	1,11	680	0	520	2259	59	0	87	386	496
18,15	0,45	8,67	1,67	0	2400	0	1588	4	0	27	263	420
9,62	0,71	19,31	0,06	380	4100	0	751	0	0	55	854	75
7,74	9,96	8,29	0,28	0	7900	140	16752	0	0	145	76	198
16,73	0,44	12,60	1,22	220	2400	150	1882	13	0	47	358	504
18,97	0,21	10,76	1,54	0	4300	200	2245	32	0	18	413	622
12,92	0,47	15,34	0,57	0	3600	0	1356	4	0	40	520	231
18,08	0,26	8,01	1,22	0	2300	590	5329	170	0	179	124	1190
19,07	0,65	7,55	1,32	130	1000	0	4811	34	0	265	118	1074
19,36	0,67	7,23	1,41	0	410	120	6160	24	0	300	116	1197
18,76	1,17	7,71	1,20	210	1400	0	5258	18	0	326	114	1176
17,50	0,77	10,66	1,21	0	2000	0	5767	49	0	339	172	893
19,45	0,48	7,73	1,28	150	2200	520	6759	207	0	122	101	1203
10,50	0,20	16,91	0,69	0	2000	310	3165	0	13000	5643	234	455
17,00	2,35	6,58	1,20	440	270	1100	3871	397	0	399	96	985
18,62	1,07	7,16	1,52	360	100	1300	4183	599	0	784	101	865
17,10	0,20	10,70	0,83	0	4400	0	4699	4	0	104	190	822
18,83	0,34	8,00	1,27	0	2000	0	5714	14	0	108	125	1211
15,32	0,13	12,47	0,90	0	4100	0	4489	11	0	55	176	753
12,36	0,11	16,87	0,70	0	2500	0	1080	0	0	57	167	353
18,77	0,91	6,98	1,20	0	370	110	4423	19	0	95	118	997
16,49	0,20	11,23	0,82	0	4100	150	4147	17	0	111	190	710
18,81	0,20	11,72	1,43	0	4100	110	1989	20	0	25	751	572
18,52	0,18	11,87	1,47	0	3600	130	1097	32	0	16	762	444
19,74	0,74	8,95	1,84	0	3100	0	2633	0	0	46	461	710
19,37	0,30	9,58	1,35	0	1300	0	3094	23	0	34	558	615
16,20	4,63	6,96	1,14	0	1900	0	4200	0	0	42	342	453
19,90	0,51	9,00	1,68	0	3200	0	2386	6	0	47	552	637
18,04	0,22	9,87	1,26	0	5800	0	2812	0	0	15	524	714
14,10	1,70	7,10	2,90	550	4200	140	1700	1500	0	0	610	880
5,70	2,50	10,70	2,00	200	6000	220	0	1100	0	0	980	430
4,20	1,20	8,30	1,10	0	4200	290	0	1600	0	0	650	380
7,16	0,40	18,11	0,10	150	3100	0	877	0	0	52	899	69
19,24	0,21	11,16	1,56	160	4400	0	1814	7	0	17	672	507
9,40	1,10	11,80	0,46	1500	0	0	0	440	0	0	260	0
17,15	0,78	10,66	1,32	100	2600	0	4322	7	0	26	727	732
10,93	7,20	8,20	0,38	0	2500	0	951	4	0	15	331	187
13,46	0,17	16,24	0,71	0	3400	0	837	0	0	133	542	331

Nr.	Glashütte	Laufzeit	F	Tr	Typ	Z	V	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO
20.17	Blasiw. Alth.	1622-1684	fl	--	A	H	--	61,03	0,07	1,21	0,30	0,95	2,85
20.18	Blasiw. Alth.	1622-1684	fl	--	A	H	--	59,74	0,08	1,40	0,34	0,79	3,18
20.19	Blasiw. Alth.	1622-1684	fl	--	A	H	--	67,60	0,02	2,10	0,22	0,58	2,30
20.20	Blasiw. Alth.	1622-1684	fl	--	P	H	--	77,50	0,00	0,81	0,12	0,34	0,44
21.01	Lauf	1623-1745	gn	--	M	H	--	59,94	0,14	7,09	0,96	0,85	1,93
22.01	Altglashütten	1634-1706	gn	--	A	H	--	60,49	0,16	2,55	0,57	0,77	3,25
23.01	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	R	--	61,36	0,10	1,50	0,43	1,99	2,66
23.02	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	R	--	60,14	0,13	2,38	0,80	0,76	3,20
23.03	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	R	--	61,17	0,08	1,51	0,41	1,03	2,98
23.04	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	R	--	64,80	0,15	2,13	0,48	0,69	2,25
23.05	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	F	+	62,28	0,18	3,43	0,72	0,13	1,92
23.06	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	F	--	60,35	0,23	4,23	0,77	0,63	2,53
23.07	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	H	--	59,95	0,17	2,82	0,68	1,02	2,40
23.08	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	H	--	66,60	0,02	1,70	0,35	0,24	3,00
23.09	Bonndorf	1645-1705	gn	--	A	H	--	65,30	0,06	2,90	0,50	0,56	2,70
23.10	Bonndorf	1645-1705	gn	--	S	H	--	70,40	0,03	2,40	0,41	0,97	0,38
23.11	Bonndorf	1645-1705	bl	--	S	H	--	67,30	0,08	1,10	0,18	0,35	0,32
23.12	Bonndorf	1645-1705	br	--	S	H	--	74,90	0,03	0,77	0,14	0,00	0,31
23.13	Bonndorf	1645-1705	br	--	S	H	--	66,80	0,07	0,58	0,12	0,01	0,12
23.14	Bonndorf	1645-1705	am	--	P	R	--	69,06	0,12	1,56	0,19	1,05	0,24
23.15	Bonndorf	1645-1705	am	--	P	H	--	71,00	0,01	2,10	0,25	0,59	0,58
23.16	Bonndorf	1645-1705	we	+	S	H	--	71,23	0,06	4,04	0,11	0,09	0,03
23.17	Bonndorf	1645-1705	we	+	S	H	--	74,20	0,03	3,90	0,07	0,14	0,18
23.18	Bonndorf	1645-1705	fl	--	S	H	--	75,60	0,02	0,94	0,05	0,00	0,33
23.19	Bonndorf	1645-1705	fl	--	P	R	--	68,48	0,05	0,66	0,15	0,56	0,18
23.20	Bonndorf	1645-1705	fl	--	S	H	--	72,10	0,05	0,69	0,11	0,00	0,34
24.01	Griesbach	1650-1700	gn	--	A	R	--	60,54	0,20	3,10	0,91	0,91	3,96
24.02	Griesbach	1650-1700	gn	--	A	R	--	60,44	0,18	2,69	0,73	0,96	4,20
24.03	Griesbach	1650-1700	gn	--	A	H	--	58,73	0,17	2,68	0,82	0,97	4,23
24.04	Griesbach	1650-1700	gn	--	A	H	--	59,85	0,19	2,78	0,82	1,02	4,19
25.01	Windberg	1684-1716	gn	--	A	R	--	59,35	0,15	3,23	0,68	0,85	2,94
25.02	Windberg	1684-1716	gn	--	A	F	--	58,65	0,14	2,56	0,77	0,80	3,16
25.03	Windberg	1684-1716	fl	--	P	R	--	71,30	0,06	0,80	0,20	0,68	0,28
25.04	Windberg	1684-1716	fl	--	P	H	--	72,05	0,06	0,73	0,18	0,63	0,10
26.01	Nordr. Altgl.	1695-1708	gn	--	A	R	--	64,43	0,19	5,45	0,77	0,88	2,38
26.02	Nordr. Altgl.	1695-1708	gn	--	A	R	--	55,86	0,17	2,65	0,62	0,52	1,76
26.03	Nordr. Altgl.	1695-1708	gn	--	A	R	--	60,44	0,14	3,38	0,85	1,61	2,56
26.04	Nordr. Altgl.	1695-1708	gn	--	A	R	--	65,06	0,15	4,13	0,57	1,56	2,64
26.05	Nordr. Altgl.	1695-1708	gn	--	A	H	--	60,15	0,17	3,30	0,97	1,43	2,78
26.06	Nordr. Altgl.	1695-1708	gn	--	A	F	--	59,63	0,11	2,75	0,58	0,41	1,62
26.07	Nordr. Altgl.	1695-1708	bl	--	P	R	--	71,55	0,09	2,51	0,86	0,56	0,36
26.08	Nordr. Altgl.	1695-1708	br	--	A	R	--	51,37	0,24	4,40	1,32	1,68	4,12
26.09	Nordr. Altgl.	1695-1708	am	--	P	R	--	70,11	0,04	1,69	0,29	0,67	0,74
26.10	Nordr. Altgl.	1695-1708	bl	+	A	R	--	65,93	0,09	1,88	0,57	0,42	0,22
26.11	Nordr. Altgl.	1695-1708	we	+	P	H	--	65,53	0,09	1,74	0,32	0,18	0,18
26.12	Nordr. Altgl.	1695-1708	we	+	P	H	--	65,22	0,08	1,53	0,22	0,28	0,16
26.13	Nordr. Altgl.	1695-1708	we	+	P	H	--	71,18	0,04	2,08	0,30	0,72	0,08
27.01	Mittelberg	1698-1772	gn	--	A	F	--	59,51	0,15	4,08	0,84	1,15	2,69

CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Co	Cu	Pb	Rb	Sr
15,73	0,19	14,00	0,94	0	4700	100	1869	5	0	74	669	508
18,85	0,82	10,94	1,27	130	3600	120	2838	8	0	30	686	577
10,60	3,20	10,60	1,80	3700	0	0	1300	160	0	0	790	430
5,80	1,10	13,00	0,40	730	390	0	550	150	0	0	850	0
16,71	3,77	7,29	1,13	0	990	0	1353	0	0	84	204	467
20,03	0,52	9,11	1,79	100	3000	0	2564	0	0	28	442	761
15,68	0,18	14,18	1,30	0	3200	300	1778	55	0	20	383	438
20,26	0,69	7,89	1,94	340	1300	0	2232	5	0	21	207	590
18,86	0,13	10,59	1,39	0	4800	0	3069	14	0	16	580	540
15,56	0,84	10,80	1,36	130	2300	0	1654	0	0	29	367	439
22,54	0,75	4,71	1,29	900	220	0	293	0	0	13	91	167
20,92	1,00	6,19	1,67	320	1200	220	1657	36	0	60	103	459
20,02	1,51	7,99	1,73	0	0	0	1932	11	0	225	177	435
18,40	1,50	4,70	2,80	1300	530	0	770	600	0	0	140	370
17,20	2,30	5,50	2,30	2900	0	0	1900	140	0	0	260	650
9,10	15,40	0,28	0,33	710	0	0	0	120	0	0	0	0
13,90	12,70	1,30	0,00	1200	2000	18000	370	850	210	4200	0	0
6,30	15,50	0,37	0,43	11000	250	0	0	110	0	0	0	0
6,25	19,20	0,08	0,02	320	1100	0	50	0	0	16	0	30
9,40	0,66	16,56	0,09	170	2500	0	892	0	0	35	414	89
8,20	1,20	13,00	1,70	3000	0	190	360	1200	0	0	410	12
4,86	11,08	3,01	0,22	0	1400	130	103	0	0	113	124	19
4,00	14,70	2,00	0,51	940	0	0	0	120	0	0	100	0
6,70	15,00	0,47	0,00	380	1600	220	4400	140	0	120	0	190
9,81	0,67	16,93	0,09	420	2800	0	655	0	0	243	588	73
11,00	15,30	0,05	0,03	0	2900	0	0	120	0	0	0	0
19,99	0,29	7,12	1,62	0	280	0	2447	7	0	26	435	796
21,10	0,47	7,22	1,54	0	450	0	2700	5	0	24	437	826
20,97	0,50	6,80	1,73	0	1500	0	2656	0	0	34	420	783
20,80	0,59	7,66	1,51	0	4400	180	2543	30	0	65	470	700
21,00	0,65	6,55	2,00	0	2000	0	2959	0	0	74	362	653
21,20	0,54	8,42	1,93	0	3500	0	2741	4	0	56	425	663
8,36	0,56	14,38	0,11	120	3600	0	1200	0	0	100	808	106
8,95	0,60	14,72	0,06	300	3400	0	1011	0	0	90	706	69
12,55	0,30	10,45	1,31	0	1100	300	1596	99	0	35	257	461
15,11	0,40	15,42	1,60	0	1700	0	1261	12	0	54	403	473
17,80	0,40	9,66	1,86	0	1700	0	2070	16	0	122	212	612
13,50	0,12	9,41	1,71	0	910	0	1590	40	0	15	261	493
17,72	0,45	9,13	1,91	0	2100	160	1903	20	0	58	199	595
14,67	0,41	16,33	1,65	0	3900	0	1030	0	0	74	374	356
3,43	0,21	15,55	1,07	0	2000	4600	9065	2608	150	42	498	367
21,51	0,64	10,62	2,61	0	1300	100	2235	4	0	118	324	722
5,85	0,24	19,09	0,47	0	1900	0	1375	0	0	30	602	307
7,65	0,25	14,70	4,54	0	4500	2400	2442	1463	0	27	423	161
8,12	0,48	15,66	5,10	0	6500	110	393	3	0	20	371	103
8,45	0,22	15,21	5,48	0	6800	270	842	193	0	38	468	116
2,56	1,04	18,23	0,11	0	2000	0	1054	0	0	61	428	79
19,26	0,70	8,09	1,80	450	1300	0	2244	0	0	176	179	602

Nr.	Glashütte	Laufzeit	F	Tr	Typ	Z	V	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO
27.02	Mittelberg	1698-1772	gn	--	P	R	--	67,04	0,15	2,59	0,33	2,40	1,68
27.03	Mittelberg	1698-1772	gn	--	A	R	--	60,40	0,16	4,15	0,66	1,45	2,47
27.04	Mittelberg	1698-1772	br	--	P	R	--	69,15	0,17	2,73	0,42	1,57	1,08
27.05	Mittelberg	1698-1772	am	--	P	R	--	71,28	0,18	2,54	0,48	1,13	0,31
27.06	Mittelberg	1698-1772	fl	--	S	H	--	70,36	0,07	1,08	0,36	0,09	0,20
28.01	Tälwiese	1704-1711	gn	--	A	R	--	60,86	0,19	4,54	0,63	1,61	3,04
28.02	Tälwiese	1704-1711	gn	--	A	H	--	59,65	0,16	3,85	0,63	1,56	2,96
28.03	Tälwiese	1704-1711	am	--	P	R	--	71,73	0,08	2,96	0,49	0,87	1,03
28.04	Tälwiese	1704-1711	fl	--	P	F	--	65,83	0,06	1,03	0,26	0,70	0,44
29.01	Nordr. Neugl.	1708-1748	gn	--	A	H	--	58,00	0,17	3,58	0,90	0,99	2,84
29.02	Nordr. Neugl.	1708-1748	gn	--	A	H	--	58,79	0,16	3,48	0,93	0,74	2,59
29.03	Nordr. Neugl.	1708-1748	gn	--	A	H	--	58,07	0,17	3,46	0,98	1,01	2,97
29.04	Nordr. Neugl.	1708-1748	gn	--	A	R	--	59,50	0,18	3,74	0,97	0,83	2,79
29.05	Nordr. Neugl.	1708-1748	gn	--	A	R	--	57,22	0,15	3,35	0,87	0,85	2,96
29.06	Nordr. Neugl.	1708-1748	gn	--	A	F	--	59,05	0,18	3,61	1,03	0,77	2,79
29.07	Nordr. Neugl.	1708-1748	bl	--	S	H	--	69,61	0,03	0,25	0,09	0,02	0,12
29.08	Nordr. Neugl.	1708-1748	bl	--	S	H	--	68,32	0,06	0,46	0,24	0,23	0,17
29.09	Nordr. Neugl.	1708-1748	bl	+	A	H	--	63,77	0,04	2,00	0,32	0,58	0,21
29.10	Nordr. Neugl.	1708-1748	bl	+	A	H	--	63,67	0,05	2,17	0,40	0,66	0,30
29.11	Nordr. Neugl.	1708-1748	bl	--	A	R	+	63,12	0,21	5,91	1,09	0,82	3,99
29.12	Nordr. Neugl.	1708-1748	bl	--	M	F	--	72,40	0,07	1,15	0,54	0,76	0,75
29.13	Nordr. Neugl.	1708-1748	bl	--	S	H	--	76,90	0,01	1,30	0,12	0,27	0,32
29.14	Nordr. Neugl.	1708-1748	br	--	A	R	--	61,84	0,15	3,96	0,80	1,64	3,16
29.15	Nordr. Neugl.	1708-1748	am	--	P	R	--	61,91	0,10	1,83	0,50	10,70	0,49
29.16	Nordr. Neugl.	1708-1748	am	--	P	R	--	62,00	0,09	1,20	0,33	5,00	0,21
29.17	Nordr. Neugl.	1708-1748	we	+	P	H	--	65,10	0,05	2,38	0,29	0,59	0,23
29.18	Nordr. Neugl.	1708-1748	we	+	P	H	--	66,24	0,04	2,03	0,25	0,35	0,21
29.19	Nordr. Neugl.	1708-1748	we	+	A	H	--	62,61	0,04	2,00	0,44	0,35	0,27
29.20	Nordr. Neugl.	1708-1748	we	+	P	H	--	67,80	0,01	2,10	0,22	0,50	0,39
29.21	Nordr. Neugl.	1708-1748	we	+	A	R	--	64,06	0,26	7,02	0,85	1,19	2,94
29.22	Nordr. Neugl.	1708-1748	we	+	P	H	--	69,50	0,00	2,60	0,16	0,02	0,52
29.23	Nordr. Neugl.	1708-1748	fl	--	S	H	--	74,60	0,00	0,38	0,09	0,00	2,00
29.24	Nordr. Neugl.	1708-1748	fl	--	P	H	--	78,70	0,00	1,40	1,00	0,30	0,55
29.25	Nordr. Neugl.	1708-1748	fl	--	P	H	--	71,21	0,07	0,35	0,19	0,42	0,18
29.26	Nordr. Neugl.	1708-1748	fl	--	S	R	--	67,89	0,10	0,86	0,23	0,02	0,18
30.01	Gaistal	1711-1734	gn	--	A	R	--	59,02	0,14	3,74	0,68	1,42	3,22
30.02	Gaistal	1711-1734	gn	--	A	R	--	62,20	0,17	4,36	0,72	1,53	2,82
30.03	Gaistal	1711-1734	gn	--	A	H	--	58,62	0,15	3,64	0,78	1,52	3,07
30.04	Gaistal	1711-1734	gn	--	A	F	--	60,35	0,14	2,63	0,52	0,99	2,25
30.05	Gaistal	1711-1734	gn	--	A	R	--	62,40	0,15	4,18	0,72	1,43	3,20
30.06	Gaistal	1711-1734	bl	--	S	H	--	73,82	0,07	1,32	0,26	0,37	0,16
30.07	Gaistal	1711-1734	br	--	A	R	--	62,21	0,18	4,69	0,79	1,37	2,85
30.08	Gaistal	1711-1734	am	--	P	R	--	73,32	0,12	1,53	0,38	0,98	1,04
30.09	Gaistal	1711-1734	we	+	P	R	--	63,46	0,12	0,97	0,28	0,54	0,21
30.10	Gaistal	1711-1734	we	+	P	H	--	65,92	0,11	0,76	0,20	0,36	0,25
30.11	Gaistal	1711-1734	fl	--	P	H	--	74,95	0,08	0,43	0,22	0,57	0,12
30.12	Gaistal	1711-1734	fl	--	S	H	--	73,32	0,05	0,23	0,17	0,01	0,12
31.01	Äule	1716-1878	gn	--	S	R	--	70,61	0,37	3,33	0,61	0,63	1,26

CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Co	Cu	Pb	Rb	Sr
7,67	0,52	16,61	0,48	120	810	0	1368	0	0	41	211	302
17,85	0,46	9,16	1,71	0	3900	0	2110	0	0	60	155	570
6,76	0,42	16,30	0,38	0	1300	0	937	6	0	24	233	218
3,38	0,63	18,02	0,11	0	1700	0	937	0	0	71	250	100
9,80	14,01	1,34	0,04	290	5200	180	224	0	0	1295	25	99
18,80	0,57	8,23	1,49	0	1000	0	2531	0	0	37	252	590
18,69	0,78	9,55	1,75	170	1700	0	2298	0	0	40	273	631
5,14	1,69	13,36	0,47	0	540	0	1319	0	0	18	446	194
8,04	0,41	20,84	0,22	0	4900	140	959	5	0	42	488	114
20,79	0,64	8,01	2,21	0	2200	0	2253	0	0	177	185	730
18,34	1,69	9,45	2,08	420	540	0	1951	64	0	51	217	647
20,79	0,52	8,30	2,21	0	1500	0	2085	0	0	152	189	708
20,41	0,53	7,51	2,36	0	850	0	2310	0	0	480	187	751
20,00	0,62	10,21	2,29	0	2300	0	2388	11	0	55	226	717
19,58	1,87	8,06	2,35	950	120	0	2191	0	0	55	146	719
7,11	14,86	3,19	0,02	0	1300	0	24368	691	0	192	35	235
9,15	21,04	2,61	0,04	1600	7600	9600	550	147	0	23169	58	46
8,69	1,12	14,38	3,36	0	2400	680	2903	533	1000	18447	416	150
8,75	0,55	14,33	4,70	0	2200	330	9488	386	0	263	387	373
16,75	0,22	5,62	1,17	0	260	0	1714	9	0	13	189	731
5,56	6,98	10,66	0,31	770	170	1200	2441	613	0	776	247	196
9,00	9,00	1,20	0,22	1000	0	6100	320	500	0	6100	0	120
16,95	0,39	9,68	1,57	0	1200	0	1878	6	0	73	300	607
6,49	0,72	18,38	0,48	0	1600	640	8795	43	0	275	323	295
7,40	0,76	21,70	0,27	1000	410	310	5200	0	0	210	570	300
8,26	0,35	14,75	4,89	140	5700	260	941	181	0	108	481	122
7,81	0,41	15,06	4,99	0	5300	0	823	0	0	54	404	96
8,92	0,49	15,07	5,14	100	5700	340	1286	207	0	172	409	126
8,60	0,83	14,00	5,00	0	900	0	750	160	0	0	440	140
14,00	0,31	7,57	1,22	0	890	0	1649	6	0	37	255	579
7,00	1,60	12,60	5,60	0	1100	0	430	220	0	0	340	140
9,00	12,60	0,68	0,00	850	4600	0	0	0	0	0	0	0
4,90	1,50	10,00	0,61	3100	350	760	220	200	0	210	250	100
6,70	0,99	18,47	0,10	0	2700	0	494	0	0	23	481	57
14,46	13,04	0,51	0,01	0	5000	0	112	0	0	408	10	102
20,93	0,29	9,20	1,80	0	660	0	2720	0	0	46	294	601
17,85	0,34	9,16	1,36	0	1700	0	2139	0	0	55	274	539
20,42	0,39	9,79	1,89	0	1600	0	2647	0	0	72	267	630
16,38	0,49	15,40	1,47	0	1700	0	1678	0	0	59	414	417
21,54	0,34	8,18	1,89	0	1100	0	2717	4	0	67	247	636
5,48	20,80	0,68	0,01	220	600	130	284	303	0	5761	30	52
18,19	0,31	9,46	1,58	0	910	0	2289	0	0	32	306	525
8,89	1,00	15,80	0,52	0	2100	0	1359	0	0	33	425	219
11,19	0,46	17,03	6,67	100	6100	0	515	0	0	18	404	97
10,55	0,22	16,49	6,49	120	5600	0	464	464	0	21	416	84
5,55	0,25	21,09	0,09	0	2400	0	443	4	0	27	567	42
6,06	17,98	0,21	0,00	420	9000	0	28	0	0	12	3	35
8,07	10,84	2,25	0,41	0	1100	0	1111	7	0	199	99	238

Nr.	Glashütte	Laufzeit	F	Tr	Typ	Z	V	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO
31.02	Äule	1716-1878	gn	--	S	R	--	69,91	0,16	1,97	0,47	0,46	0,45
31.03	Äule	1716-1878	gn	--	A	R	--	67,33	0,19	2,14	0,53	1,61	1,30
31.04	Äule	1716-1878	gn	--	A	R	--	65,68	0,19	2,86	0,72	1,17	1,63
31.05	Äule	1716-1878	gn	--	A	F	--	60,07	0,13	2,47	0,54	1,16	2,55
31.06	Äule	1716-1878	gn	--	M	F	--	62,11	0,12	1,24	0,42	0,07	3,11
31.07	Äule	1716-1878	gn	--	S	F	--	64,65	0,06	1,52	0,30	0,10	0,17
31.08	Äule	1716-1878	gn	--	A	H	--	63,35	0,15	3,00	0,75	1,08	2,91
31.09	Äule	1716-1878	gn	--	A	H	--	58,68	0,20	3,32	0,90	1,09	2,76
31.10	Äule	1716-1878	gn	--	S	H	--	72,70	0,15	2,30	0,32	0,17	1,50
31.11	Äule	1716-1878	br	--	S	R	--	72,87	0,39	3,59	0,55	0,58	0,76
31.12	Äule	1716-1878	br	--	S	H	--	60,66	0,29	4,40	1,12	3,48	1,21
31.13	Äule	1716-1878	br	--	S	H	--	59,49	0,34	6,18	1,68	3,09	1,23
31.14	Äule	1716-1878	am	--	S	R	--	71,55	0,06	0,66	0,13	0,42	0,10
31.15	Äule	1716-1878	am	--	S	R	--	75,12	0,05	0,51	0,13	0,42	0,15
31.16	Äule	1716-1878	we	+	P	R	--	70,97	0,73	7,27	0,83	0,75	1,35
31.17	Äule	1716-1878	we	+	S	R	--	73,07	0,07	0,64	0,15	0,27	0,27
31.18	Äule	1716-1878	we	+	S	H	--	71,05	0,08	3,36	0,21	0,04	0,09
31.19	Äule	1716-1878	fl	--	S	R	--	75,77	0,06	0,51	0,13	0,48	0,09
31.20	Äule	1716-1878	fl	--	P	H	--	71,58	0,06	0,40	0,13	0,77	0,08
31.21	Äule	1716-1878	fl	--	S	H	--	76,90	0,03	0,48	0,07	0,25	0,19
31.22	Äule	1716-1878	fl	--	S	H	--	70,40	0,10	2,00	0,33	0,19	1,10
31.23	Äule	1716-1878	fl	--	S	H	--	75,80	0,00	0,80	0,04	0,17	0,31
32.01	Herzogenwlr.	1723-1880	gn	--	S	R	--	72,12	0,17	1,86	0,35	0,48	1,13
32.02	Herzogenwlr.	1723-1880	gn	--	M	R	--	77,43	0,17	2,10	1,35	0,90	0,46
32.03	Herzogenwlr.	1723-1880	gn	--	S	H	--	69,18	0,19	2,53	1,27	1,08	1,05
32.04	Herzogenwlr.	1723-1880	gn	--	S	H	--	71,23	0,20	2,18	0,43	0,45	1,00
32.05	Herzogenwlr.	1723-1880	br	--	M	R	--	67,30	0,27	3,58	1,01	6,12	1,79
32.06	Herzogenwlr.	1723-1880	br	--	S	H	--	66,42	0,21	3,70	1,77	4,93	1,14
32.07	Herzogenwlr.	1723-1880	br	--	M	H	--	76,40	0,16	2,50	0,23	0,73	0,43
32.08	Herzogenwlr.	1723-1880	am	--	P	R	--	79,94	0,05	0,36	0,12	0,40	0,16
32.09	Herzogenwlr.	1723-1880	we	+	M	R	+	70,66	0,88	9,20	1,36	2,51	2,63
32.10	Herzogenwlr.	1723-1880	we	+	S	H	--	74,86	0,06	3,78	0,18	0,32	0,02
32.11	Herzogenwlr.	1723-1880	we	+	M	H	+	86,80	0,04	4,20	0,16	0,30	0,12
32.12	Herzogenwlr.	1723-1880	fl	--	S	R	--	78,71	0,08	0,65	0,11	0,39	0,05
32.13	Herzogenwlr.	1723-1880	fl	--	P	R	--	76,36	0,14	1,39	0,27	0,67	0,27
32.14	Herzogenwlr.	1723-1880	fl	--	M	H	--	76,20	0,06	0,32	0,10	0,27	0,05
32.15	Herzogenwlr.	1723-1880	fl	--	P	H	--	85,50	0,04	0,84	0,15	0,31	0,34
32.16	Herzogenwlr.	1723-1880	fl	--	P	H	--	84,20	0,04	0,82	0,12	0,33	0,27
32.17	Herzogenwlr.	1723-1880	fl	--	S	H	--	78,20	0,01	0,43	0,06	0,22	0,24
33.01	Herrenwies	1724-1778	gn	--	A	R	--	62,67	0,17	5,83	0,80	1,71	2,67
33.02	Herrenwies	1724-1778	gn	--	P	R	--	75,39	0,11	3,85	0,89	1,21	1,23
33.03	Herrenwies	1724-1778	gn	--	A	F	--	59,72	0,16	3,42	0,96	0,74	2,67
33.04	Herrenwies	1724-1778	gn	--	A	F	--	59,19	0,17	4,00	0,84	1,26	3,11
33.05	Herrenwies	1724-1778	gn	--	A	F	--	59,74	0,15	3,94	0,92	1,10	2,86
33.06	Herrenwies	1724-1778	gn	--	A	H	--	58,14	0,16	4,48	0,81	1,40	2,75
33.07	Herrenwies	1724-1778	br	--	S	R	--	71,58	0,07	1,82	0,12	0,02	0,16
33.08	Herrenwies	1724-1778	br	--	S	R	--	71,10	0,07	2,20	0,26	0,36	0,24
33.09	Herrenwies	1724-1778	am	--	P	R	--	70,43	0,04	2,37	0,23	0,46	0,12

CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Co	Cu	Pb	Rb	Sr
8,70	15,82	1,16	0,13	1600	6500	400	593	0	0	1702	33	87
11,05	0,88	13,13	1,02	0	2000	0	1969	0	0	615	488	240
16,60	2,52	6,92	0,95	490	790	0	1563	0	0	286	182	319
21,50	0,44	7,69	2,63	0	2400	0	2267	0	0	35	254	559
12,12	7,12	10,64	1,69	1800	0	0	267	0	0	93	65	385
20,11	8,47	0,83	0,08	2300	8300	0	220	3	0	29	17	79
18,85	0,54	8,31	1,99	110	4200	0	2451	6	0	74	378	618
20,69	1,05	7,89	2,07	0	2000	170	1883	8	0	337	182	525
7,10	14,30	0,75	0,42	710	110	170	200	150	0	290	0	140
6,36	11,59	1,73	0,28	0	880	100	690	0	0	10	760	176
13,39	11,43	3,06	0,41	1200	0	270	2522	6	0	15	825	230
11,91	13,69	1,72	0,29	970	0	180	3369	6	0	20	527	181
4,14	16,79	2,46	0,04	1600	8400	670	383	0	0	3165	58	29
5,07	14,32	2,99	0,05	290	4700	1500	475	0	0	8597	67	55
8,40	0,33	7,29	0,62	0	0	0	1055	0	0	20	382	307
9,65	13,31	0,67	0,08	2700	4000	2100	707	0	0	5919	22	88
2,60	14,84	1,30	0,04	1800	2800	8700	16	0	0	22	8	53
3,31	15,08	3,48	0,04	2300	4700	550	370	0	0	4655	69	30
3,02	3,57	16,00	0,91	130	1400	200	449	0	0	16163	663	38
6,90	10,00	2,30	0,04	1600	7500	5700	200	220	0	11000	0	0
14,50	9,40	1,30	0,06	0	1200	350	610	150	0	1300	0	280
8,00	10,10	1,50	0,02	3400	8200	4400	460	0	0	14000	0	0
11,76	11,53	1,16	0,14	730	1200	260	1138	8	0	898	19	232
6,47	8,21	5,15	0,15	0	650	0	911	6	0	673	97	90
13,82	10,17	1,22	0,20	370	1900	280	1749	60	0	1419	29	270
12,76	10,35	1,74	0,17	320	820	280	2238	3	0	1470	32	288
14,26	3,22	6,45	0,59	160	550	200	4997	14	0	2367	111	294
13,52	8,62	1,35	0,23	590	1400	250	9004	18	0	549	30	400
5,00	8,60	5,40	0,00	1400	1100	0	830	0	0	870	130	0
2,16	1,34	16,15	0,05	410	1200	0	312	0	0	179	287	25
10,02	2,83	2,21	0,56	100	670	0	1608	6	0	52	92	351
2,93	12,37	3,06	0,02	1500	4100	2200	176	4	0	130	15	38
3,10	1,30	2,30	0,01	2000	4100	2900	160	150	0	0	0	0
5,88	12,13	3,04	0,02	530	4500	160	333	4	0	953	57	21
3,75	1,03	16,74	0,09	0	1100	0	729	7	0	32	301	56
5,77	12,69	5,57	0,03	1100	4200	270	546	6	0	3893	54	31
2,30	0,56	9,20	0,00	2600	1500	0	220	150	0	0	130	0
2,10	0,81	10,80	0,00	1800	970	200	330	160	0	0	290	0
4,50	12,30	3,50	0,00	590	380	630	240	130	0	2300	0	0
15,78	0,25	7,67	1,18	0	730	0	1860	2	0	20	255	453
6,73	0,21	10,03	0,36	0	0	0	1397	0	0	14	295	210
20,91	1,68	5,84	2,02	920	280	0	1835	0	0	167	114	521
20,18	0,97	7,24	1,99	250	1200	0	2072	0	0	128	188	536
20,52	1,30	6,51	1,85	230	1400	0	1914	0	0	152	151	511
20,09	0,57	8,64	2,30	0	1500	0	1569	0	0	37	364	593
9,09	13,75	0,98	0,02	190	2900	0	284	0	0	16	27	57
10,60	14,10	1,30	0,00	240	0	0	420	0	0	0	0	0
3,33	1,71	19,97	0,08	220	3600	0	845	0	0	79	587	61

Nr.	Glashütte	Laufzeit	F	Tr	Typ	Z	V	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO
33.10	Herrenwies	1724-1778	we	+	A	R	--	62,09	0,24	8,06	1,01	1,02	2,67
33.11	Herrenwies	1724-1778	we	+	P	H	--	65,57	0,04	1,28	0,30	0,35	0,24
33.12	Herrenwies	1724-1778	fl	--	P	R	--	78,66	0,09	3,31	0,44	1,10	0,89
33.13	Herrenwies	1724-1778	fl	--	P	H	--	66,10	0,00	0,40	0,05	0,00	0,22
33.14	Herrenwies	1724-1778	fl	--	P	H	+	89,20	0,04	0,75	0,11	0,63	0,27
34.01	Bubenbach	1727-1875	gn	--	A	R	--	66,83	0,21	3,49	0,71	0,85	1,51
34.02	Bubenbach	1727-1875	gn	--	M	H	--	69,69	0,17	2,18	0,59	1,03	2,66
34.03	Bubenbach	1727-1875	gn	--	A	H	--	57,20	0,17	3,12	1,08	0,89	2,71
34.04	Bubenbach	1727-1875	gn	--	A	H	--	60,06	0,15	2,70	0,73	0,65	2,40
34.05	Bubenbach	1727-1875	gn	--	A	F	--	60,20	0,17	3,15	0,89	0,67	2,60
34.06	Bubenbach	1727-1875	gn	--	M	F	--	62,01	0,12	3,20	0,64	0,47	2,04
34.07	Bubenbach	1727-1875	br	--	M	R	--	59,19	0,19	3,48	0,91	2,84	4,77
34.08	Bubenbach	1727-1875	br	--	P	H	--	73,30	0,01	3,00	0,30	0,75	1,40
34.09	Bubenbach	1727-1875	fl	--	M	H	--	73,25	0,08	0,19	0,08	0,24	0,02
34.10	Bubenbach	1727-1875	fl	--	M	R	--	66,31	0,08	0,69	0,17	0,60	0,34
34.11	Bubenbach	1727-1875	fl	--	P	H	--	75,52	0,06	0,35	0,17	0,26	0,03
34.12	Bubenbach	1727-1875	fl	--	P	H	--	75,70	0,01	0,35	0,10	0,43	0,21
35.01	Schönmünz.	1733-1902	gn	--	M	R	--	62,55	1,08	14,18	1,82	1,90	0,92
35.02	Schönmünz.	1733-1902	gn	--	S	R	--	69,37	0,63	6,43	0,86	0,03	0,31
35.03	Schönmünz.	1733-1902	gn	--	S	R	--	69,01	0,23	3,34	0,50	0,27	0,75
35.04	Schönmünz.	1733-1902	gn	--	S	H	--	62,06	0,47	7,03	2,68	0,06	3,14
35.05	Schönmünz.	1733-1902	gn	--	S	H	--	60,90	0,50	7,20	3,10	0,07	3,20
35.06	Schönmünz.	1733-1902	gn	--	S	R	--	73,70	0,07	1,10	0,18	0,00	0,43
35.07	Schönmünz.	1733-1902	br	--	M	R	--	64,24	0,40	8,11	1,23	0,78	1,20
35.08	Schönmünz.	1733-1902	fl	--	S	H	--	71,12	0,08	0,60	0,20	0,01	0,30
35.09	Schönmünz.	1733-1902	fl	--	S	F	--	71,48	0,09	0,65	0,22	0,01	0,24
35.10	Schönmünz.	1733-1902	fl	--	S	H	--	74,80	0,05	1,60	0,14	0,00	0,43
35.11	Schönmünz.	1733-1902	fl	--	S	R	--	71,70	0,02	2,20	0,04	0,00	2,60
36.01	Buhlbach	1758-1909	gn	--	M	R	--	57,66	0,18	12,10	1,25	0,71	0,62
36.02	Buhlbach	1758-1909	gn	--	M	R	--	56,51	0,12	11,27	1,10	0,79	0,58
36.03	Buhlbach	1758-1909	gn	--	M	H	--	58,42	0,12	8,63	1,01	0,90	1,26
36.04	Buhlbach	1758-1909	gn	--	A	H	--	59,40	0,15	4,05	1,03	0,94	2,56
36.05	Buhlbach	1758-1909	bl	--	P	R	--	68,07	0,03	1,32	0,30	1,63	0,22
36.06	Buhlbach	1758-1909	br	--	M	H	--	60,37	0,18	7,81	1,67	5,63	1,29
36.07	Buhlbach	1758-1909	fl	--	S	H	--	73,76	0,06	0,35	0,17	0,48	0,28
36.08	Buhlbach	1758-1909	fl	--	S	R	--	75,70	0,00	0,79	0,11	0,20	0,57
36.09	Buhlbach	1758-1909	fl	--	M	H	--	77,10	0,03	0,50	0,07	0,22	0,50
37.01	Nordr. Fabrik	1776-1848	gn	--	S	R	--	67,13	0,08	2,83	0,57	0,25	0,85
37.02	Nordr. Fabrik	1776-1848	gn	--	A	R	--	64,61	0,15	4,92	0,66	0,98	2,13
37.03	Nordr. Fabrik	1776-1848	gn	--	M	R	--	62,15	0,14	7,85	1,05	0,75	1,01
37.04	Nordr. Fabrik	1776-1848	gn	--	S	H	--	66,01	0,13	3,72	0,66	1,02	1,36
37.05	Nordr. Fabrik	1776-1848	bl	--	M	F	--	71,56	0,07	1,13	0,48	0,76	0,73
37.06	Nordr. Fabrik	1776-1848	bl	--	P	R	--	73,94	0,03	0,88	2,06	0,06	0,45
37.07	Nordr. Fabrik	1776-1848	br	--	S	R	--	63,99	0,08	5,66	0,67	1,36	0,30
37.08	Nordr. Fabrik	1776-1848	fl	--	S	R	--	65,49	0,09	2,79	0,10	0,09	0,79
37.09	Nordr. Fabrik	1776-1848	fl	--	S	H	--	69,45	0,07	0,82	0,22	0,05	0,19

CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cl	SO ₃	As ₂ O ₃	Ba	Co	Cu	Pb	Rb	Sr
14,41	0,66	7,02	1,42	0	330	0	1722	0	0	51	201	506
9,10	0,52	14,28	5,40	0	5000	0	543	0	0	36	417	80
4,07	0,30	11,15	0,23	0	240	0	879	0	0	7	340	146
0,35	1,10	7,20	0,00	1400	1300	8500	0	0	0	218000	300	0
4,70	0,27	3,10	0,00	620	3900	0	790	170	0	0	310	0
13,12	0,53	10,34	0,94	120	1200	0	785	4	0	28	282	260
6,02	9,06	6,47	0,23	0	0	0	811	0	0	209	119	94
22,29	0,73	7,90	1,89	0	3600	0	1730	0	0	146	174	484
19,81	0,91	9,77	1,62	120	1600	0	1712	0	0	239	279	502
19,59	1,27	8,11	1,61	310	1500	0	1320	0	0	211	177	432
15,74	5,35	6,39	0,99	130	1900	0	1324	0	0	232	167	298
14,72	5,81	4,52	0,40	0	1600	260	4433	5	0	641	124	186
6,50	1,20	10,80	1,70	1600	0	0	0	950	0	0	380	160
4,30	11,40	4,92	0,03	1000	1100	0	184	0	0	35	149	33
16,40	4,34	9,15	0,13	930	2600	0	368	0	0	93	118	89
1,83	0,85	15,51	0,07	170	1400	0	243	3	0	81	212	20
6,00	0,43	16,00	0,03	350	2000	0	370	170	0	0	430	0
2,56	11,75	4,58	0,12	0	600	110	391	0	0	214	230	137
7,17	10,13	2,09	0,03	0	2500	320	147	0	18	75	90	99
13,92	9,03	1,45	0,22	0	2900	1100	389	0	0	78	48	173
8,51	12,93	1,15	0,09	910	2900	0	221	5	0	15	40	81
9,90	12,80	1,30	0,00	5000	2500	0	280	0	0	0	0	120
14,10	9,40	0,34	0,00	490	4700	170	0	0	0	0	0	140
13,03	7,52	2,62	0,42	160	1000	230	590	0	0	29	103	244
13,76	11,33	0,24	0,02	250	7400	650	59	0	0	176	6	107
12,89	12,01	0,26	0,01	100	6900	1200	52	0	15	40	4	89
12,10	9,10	0,36	0,03	500	10000	1500	0	130	0	100	0	140
6,80	15,10	0,49	0,22	0	1300	1200	4000	130	0	0	0	0
15,16	7,46	3,97	0,21	0	1200	0	1053	6	0	30	144	173
16,09	7,94	4,14	0,15	0	1000	150	376	0	0	37	175	180
17,15	6,06	4,88	0,65	260	420	0	786	0	0	43	157	240
18,74	2,53	7,03	1,62	170	670	0	1625	4	0	101	152	364
5,88	0,99	20,81	0,11	0	3600	230	1725	87	0	115	296	78
14,75	5,73	2,27	0,12	0	7300	240	4738	5	0	54	86	173
9,43	12,32	1,78	0,07	0	3700	240	225	0	0	856	31	38
9,00	10,90	1,30	0,50	2700	0	440	0	590	0	740	0	0
7,80	7,10	5,50	0,02	1700	3200	1700	250	160	0	1800	100	0
11,97	11,19	2,06	0,48	1600	0	0	846	0	0	105	38	245
13,03	1,86	9,81	0,83	0	430	260	1581	20	0	48	240	402
14,78	5,85	4,82	0,25	230	550	120	834	9	0	107	126	210
10,68	11,51	2,03	0,96	3000	190	0	1600	240	0	110	0	430
5,52	7,01	10,56	0,30	250	210	970	2404	601	0	741	239	192
0,74	0,57	12,73	0,09	0	380	22000	745	4640	3000	25	349	34
13,24	10,44	2,39	0,04	460	3000	150	1683	0	0	43	76	153
7,30	12,45	3,55	0,03	0	3400	170	23044	5	0	27	58	167
12,57	13,64	0,72	0,01	260	5700	0	428	0	0	671	11	76

13 Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis enthält nicht nur die im Text zitierte Literatur, sondern darüber hinaus auch noch weitere Arbeiten, die Informationen zum Thema Waldglas enthalten.

- Agricola, G. (1557): Vom Bergwerck, XII Bücher. - Taschenbuchausgabe 1977, 610 S.; dtv, München.
- Arnold, S. (1992): Eine Glashütte in Mittelfischbach, Gemeinde Großgerlach, Rems-Murr-Kreis. - Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1991. Stuttgart. 332f.
- Bader, K.S. (1937): Kürnburg, Zindelstein und Warenburg. Stützpunkte der Zähringerherrschaft über Baar und Schwarzwald. - Schau-ins-Land 64, 93-128.
- Baier, H. (1929): Wirtschaftsgeschichte der Ortenau. - Die Ortenau 16, 217-286.
- Bangert, A. (1979): Glas - Jugendstil und Art Deco. - 160 S.; Mosaik München.
- Baumgartner, E. (1985): Glasfunde des 13. und 14. Jahrhunderts von der Frohburg (Kanton Solothurn). - Zeitschr. für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte 42, 157-172.
- Baumgartner, E. (1988): Glashütte im südlichen Schwarzwald. In: Baumgartner & Krüeger: Phönix aus Sand und Asche, München.
- Baumgartner, E. & Krüeger, I. (1988): Phönix aus Sand und Asche. Glas des Mittelalters 37 f., Abb. 37. 38; München.
- Baumgartner, S. (1977): Edles altes Glas - Die Sammlung Heinrich Heine im Gläserkabinett des Badischen Landesmuseums Karlsruhe, 156 S.; Karlsruhe.
- Bezborodov, M.A. (1975): Chemie und Technologie der antiken und mittelalterlichen Gläser. - 327 S.; Philipp von Zabern Mainz.
- Biringuccio, V. (1540): Pirotechnia; Venedig. Hrsg. O. Johannsen: Biringuccios Pirotechnia. - Braunschweig 1925.
- Bronk, H. (1998): Chemisch-analytische Untersuchungen frühneuzeitlicher Gläser Mittel- und Südeuropas unter Anwendung einer quasi-zerstörungsfreien Mikroprobenahmeteknik. - 218 S., zahlr. Abb.; Diss. Techn. Univ. Berlin; Mensch - und - Buch - Verlag Berlin.
- Bronk, H. & Schulze, G. (1995): Untersuchungen an holsteinischen Gebrauchsgläsern des 17. und 18. Jahrhunderts. - Archäometrie und Denkmalpflege - Kurzberichte 1995, 29-31.
- Brooks, J.A. (1976): Schönes altes Glas. - 80 S.; Golden Press New York.
- Cerna, E. (1993): Die Archäologische Erforschung mittelalterlicher Glashütten in Böhmen. - Annales du 12 Congrès (1991) Bulletin de l'association pour l'histoire du verre 12. Wien.
- Dienemann, W. (1926): Erläuterung zur Karte der Rohstoffe und Standorte der deutschen Glasindustrie. - Preuß. Geol. Landesanst., 40 S., 1 Kte.; Frankfurt a. M.
- Doehaerd, R. (1941): Les Relations commerciales entre Gênes, la Belgique et l'Outremont. Brüssel, Rom.

- Dolz, R. (1976): Gläser. - Antiquitäten, Heyne-Antiquitätsbücher, 154 S.; Heyne München.
- Dolz, R. (1994): Glas - Von den Anfängen bis zur Glaskunst der 50er Jahre. - 269 S.; Heyne München.
- Doppelfeld, O. (1966): Die Blütezeit der Kölner Glasmacherkunst. - 39 S.; Gesellschaft für Vor- und Frühgeschichte in Württemberg und Hohenzollern e. V. Stuttgart.
- Drahotova, O. & Urbanek, G. (1982): Europäisches Glas. - 232 S.; Artia, Prag; Dausien Hanau.
- Endlicher, G. & Tavakkoli, B. (1985): Mineralogische und chemische Untersuchungen an Gläsern historischer Glashütten in Ostbayern. - Glastech. Ber. 58, 87-96, Frankfurt.
- Feldhaus, F.M. (1970): Die Technik - Ein Lexikon der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit un der Naturvölker. - 1399 + 52 + 6 S., 873 + 55 Abb.; Moos-Verlag München.
- Fladt, W. (1936): Die Dorfchronik von Bubenbach. Mein Heimatland 23, 279-285.
- Foy, D. (1988): Le verre médiévale et son artisanat en France méditerranéenne. Paris.
- Foy, D. / Sennequier, G. (1989): À travers le Verre - Du Moyen âge à la Renaissance. Nancy.
- Frank, M. (1936): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte 1:25000, Bl. 7216 Gernsbach. - 160 S., 9 Abb.; Stuttgart.
- Frank, M. (1949): Technologische Geologie der Bodenschätze Württembergs. - 446 S., 47 Abb., 6 Taf., 5 Beil.; Schweizerbart Stuttgart.
- Fuchs, J. (Hrsg.) (1976): Schwarzwälder Glas und Glashütten. - Bestandskatalog des Franziskanermuseums Villingen, 182 S.; Villingen-Schwenningen.
- Fürstenbergisches Urkundenbuch (1885): Bd. V, hrsg. v. Baumann; Tübingen.
- Gai, S. / Scholkmann, B. (1993): Eine Glashütte des Klosters Bebenhausen im Schönbuch. Arch. Ausgr. Bad.-Württ. 1992. Stuttgart, 387-393.
- Gateau, J.-Ch. (1974): Die Glaskunst. - 127 S.; Les Editions de Bonvent S. A. Genf.
- Gebhard, R. (1996): Produktion und Import bei den Kelten. - Archäologie in Deutschland 1/1996, 32-35; Theiss Stuttgart.
- Geilmann, W. (1955): Beiträge zur Kenntnis alter Gläser. III. Die chemische Zusammensetzung einiger alter Gläser, insbesondere deutscher Gläser des 10. bis 18. Jahrhunderts. - Glastech. Ber. 28, 146-156; Frankfurt.
- Geilmann, W. (1961): Beiträge zur Kenntnis alter Gläser VII - Kobalt als Färbungsmittel. - Glastech. Ber. 35, 186-192; Frankfurt.
- Geilmann, W., Beyermann, K., Brückbauer, T. & Jenemann, H. (1955): Beiträge zur Kenntnis alter Gläser III. Die chemische Zusammensetzung einiger alter Gläser, insbesondere deutscher Gläser des 10. bis 18. Jahrhunderts. - Glastech. Ber. 28, 146-156; Frankfurt.
- Geilmann, W. & Brückbauer, Th. (1954): Beiträge zur Kenntnis alter Gläser II. Der Mangengehalt alter Gläser. - Glastech. Ber. 27, 456-459; Frankfurt.
- Geilmann, W. & Jenemann, H. (1953): Der Phosphatgehalt alter Gläser und seine Bedeutung für die Geschichte der Schmelztechnik. - Glastech. Ber. 26, 259-263; Frankfurt.
- Glatz, R. (1991): Hohlglasfunde der Region Biel. Zur Glasproduktion im Jura. Mit einem Beitrag von W.B. Stern. Schriftenreihe der Erziehungsdirektion des Kantons Bern. Bern.

- Gmür Brianza, N.R.U. (1990): Chemische Untersuchungen an römischen Gläsern aus Muralto, Vindonissa und Eretria. - 161 S.; Diss. phil.-nat. Fak. Univ. Basel.
- Gothein, E. (1892): Glasindustrie. - Wirtschaftsgeschichte des Schwarzwaldes, Bd. I, 806-817.
- Gothert-Polaschek, K. (1980): Römische Gläser im Rheinischen Landesmuseum Trier. - 68 S.; Rhein. Landesmuseum Trier.
- Greiner, K. (1971): Die Glashütten in Württemberg. - 73 S.; Steiner Wiesbaden.
- Grimm, C. (1984): Glück und Glas - Zur Kulturgeschichte des Spessartglases. - 395 S.; Kunst & Antiquitäten München.
- Hahn-Weinheimer, P. (1956): Spektrochemische und physikalische Untersuchungen an latènezeitlichen Glasfunden aus dem Oppidum von Manching. - Ingolstadt.
- Hasemann, W. (1934): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte 1:25000, Bl. 7116 Malsch. - 69 S., 1 Abb.; Freiburg.
- Hausmann, P. (1856): Verschiedene Umänderungen des Glases. - *Polyt. Centralbl.*, 928.
- Hejdova, D., Nechvatal, B. & Sedivy, C. (1975): Die Verwendung von Kobalt in der mittelalterlichen Glaserzeugung Böhmens. - *Archeologicke rozhledy* 27, 530-554; Prag.
- Heyck, E. (1891): Geschichte der Herzöge von Zähringen, Freiburg.
- Högerle, Chr. / Zoller, S. (o.J. [ca. 1990]): Bad Herrenalb. Vom Kloster zum Kurort. Die Geschichte Bad Liebenzells.
- Horat, H. (1991): Der Glasschmelzofen des Priesters Theophilus. Bern, Stuttgart.
- ✗ Humpert, Th. (1927): Die Gaggenauer Glashütte. - Die Ortenau, 10 -26; Offenburg.
- Illig, H.-J. (1991): ABC Glas. - 328 S.; Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig.
- ✗ Jenisch, B. (1996): Eine frühe Glashütte im Hochschwarzwald. - *Denkmalpflege in Baden-Württemberg* 4/1996, 258-260, 4 Abb.; Stuttgart.
- Kämpfer, F. (1966): Viertausend Jahre Glas. - 318 S.; VEB Verlag der Kunst Dresden.
- Kirchheimer, F. (1952): Die Uranerzvorkommen im Mittleren Schwarzwald. - *Mitt.-Bl. bad. geol. Landesanst.*, 1 - 74, Freiburg.
- ✗ Kim, Ch. (1956): Glashüttenbetrieb und Kobaltwerk in Nordrach. - Die Ortenau 36, 239-248; Offenburg
- Kneißler, R. (1996): Ein neues Bild von einem alten Gewerbe. Typoskript.
- Kopp, E. (1856): Ein neues Verfahren der Schwefelsäure- und Soda-fabrikation. - *Polyt. Centralbl.*, 1385.
- Krimm, S. (1982): Die mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Glashütten im Spessart. Studien zur Geschichte des Spessartglases 1. Aschaffenburg.
- Krimm, S. (1986): Beobachtungen zur Standorttypologie vorindustrieller Glashütten im Spessart. In: *Journal of Glass Studies* 28, 82-97.
- ✗ Kröll, U. (1995): Glaskunst im Schwarzwald. Von Glashütten, Alchemisten und schönen Gläsern. - 167 S.; Waldkircher Verlag Waldkirch.
- Krummer-Schroth, I. (1976): Alte Handwerkskunst und Gewerbe im Schwarzwald. - 144 S.; Schillinger Freiburg i. Br.
- Kunckel, J. (1679): *Ars vitraria experimentalis*. - 472 S., Nachdruck 1972, Georg Olms Verlag Hildesheim, New York.

- Lang, W. (1986): Spätmittelalterliche Glashütten im Nassachtal, Gemeinde Uhingen, Kreis Göppingen. Arch. Ausgr. Bad.-Württ. 1985. Stuttgart. 264-267.
- Lang, W. (1991): Zur Produktion farbloser Butzenscheiben während des Spätmittelalters im Nassachtal, Gemeinde Uhingen. - Hohenstaufen Helfenstein, Histor. Jahrb. Kreis Göppingen 1, 19-39, Göppingen.
- Lang, W. (Hrsg.) (1992): Kolloquium zur Glasherstellung im Mittelalter. Uhingen, Heidelberg.
- Leiber, J., Czygan, W. & Maus, H. (1985): Chemische Untersuchung der Gläser und Auswertung der Analyseergebnisse. - In: Nuppenbecher aus Breisach und Freiburg im Breisgau und weitere ausgewählte Glasfunde. - Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters 13, 77-108; Köln.
- Lerner, F. (1981): Geschichte des Deutschen Glaserhandwerks. - 2. Aufl., 284 S.; Hofmann, Schorndorf.
- Löber, G. et al. (1986): Spechtergläser - Ausstellung im Glasmuseum Wertheim 1986. - 119 S.; Glasmuseum Wertheim.
- Loibl, W. (1996): Asche zu Glas - Die Flußmittel Asche, Pottasche und Soda in fränkischen Glashütten vom 17. bis zum 19. Jahrhundert. - Schriften zur Glassammlung des Spessartmuseums 2, 282 S.; Spessartmuseum Lohr a. M.
- Maus, H. (1977): Römischer Bergbau bei Sulzburg (Baden). - Aufschluß 28, 165-176, 8 Abb.; Heidelberg.
- Meiwes, K.J. & Beese, F. (1988): Ergebnisse der Untersuchung des Stoffhaushaltes eines Buchenwaldökosystems auf Kalkstein. - Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme, Reihe B, 9, 1-142.
- Metz, R. (1955): Der Silber-Kobaltbergbau im Wittichener Revier und die Kinzigtäler Blaufarbenwerke. - Alem. Jb. 3, 224-262, 7 Abb.; Lahr.
- Metz, R. (1977): Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald. - 632 S.; Schauenburg Lahr.
- Metz, R. (1980): Geologische Landeskunde des Hotzenwalds. - 1117 S.; Schauenburg Lahr.
- Metz, R. (1983): Gewinnung von Bodenrohstoffen im Schwarzwald. - Historischer Atlas von Baden-Württemberg, Erläuterungen zu Karte XI, 10.
- Mielke, H.-P. (1977): Glasmuseum Wertheim. - Schriften des Glasmuseums Wertheim I, 228 S.; Förderkreis Wertheimer Glasmuseum e. V. Wertheim.
- Morath, R. (1972): Blasiwald im Hochschwarzwald. - 420 S.; Verlagsanstalt GmbH Konstanz.
- Moser, L. (1969). Badisches Glas - Seine Hütten und Werkstätten. - 51 S.; Steiner Wiesbaden.
- Neitzel, U. (1996): Zur Historie der Namen Kali und Potash. - Kali und Salz 12, 79-85.
- Neumann, B. (1925): Antike Gläser, ihre Zusammensetzung und Färbung. - Zeitschr. angew. Chemie 38, 776-780 und 857-864.
- Neumann, B. (1929): Antike Gläser IV. - Zeitschr. angew. Chemie 42, 835-838.
- Neumann, B. (1927): Antike Gläser II. - Zeitschr. angew. Chemie 40, 963-982.
- Neuweiler, F. (1977): Liebelsberg - Flurnamen. In: Neubulach - Heimatgeschichte. - 216 S., zahlr. Abb.; Hrsg.: Stadt Neubulach, Lohmayer-Verlag, Wildbad i. Schw.

- Nölke, A. (1997): Glasmalerei im Kleinformat: Ein emailbemalter Becher des Hochmittelalters aus Münstertal. *Denkmalpflege in Baden-Württemberg* 26/1. 17-22.
- Oesterreicher-Mollwo, M. (1980): *Die Glasmacher im Schwarzwald*. - 62 S.; Bildverlag Freiburg i. Br.
- Patari, F.R. (1986): *Die Geschichte vom Glas*. - 143 S.; AT-Verlag Aarau/Schweiz.
- Pause, C. (1996): Spätmittelalterliche Glasfunde aus Venedig. Ein archäologischer Beitrag zur deutsch-venezianischen Handelsgeschichte. *Universitätsforschungen zur prähist. Arch.* 28. Bonn.
- Prohaska-Gross, Chr. (1991): Die Glas- und Schmelztiegelfunde aus dem gemauerten Schacht bei St. Peter und Paul. *Forschungen und Berichte zur Archäologie des Mittelalters Baden-Württemberg* 10/1 (Stuttgart), 179-198.
- Radel, H. (1982): *Schwarzwald*. - 300 S.; Atlantis-Verlag, Zürich und Freiburg.
- Rademacher, F. (1933): *Die deutschen Gläser des Mittelalters*. - 133 S.; Berlin.
- Regelmann, K. (1934): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte 1:25000, Bl. 7415 Seebach. - 162 S., 5 Abb.; Stuttgart.
- Savage, G. (1978): *Zauber der Glaskunst von der Antike bis zur Neuzeit*. - 128 S.; Rheingauer Verlagsgesellschaft Eltville/Rh.
- Savage, G. (1984): *Schönes Glas*. - 128 S.; Battenberg München.
- Schack, C. (1979): *Die Glaskunst*. - 333 S.; dtv München.
- Schagemann, B. (1988): *Vom Glasmachen*. - In: Sellner, C. (Hrsg.): *Der Gläserne Wald*. - 160 S., 193 Abb.; Prestel München.
- Schalch, F. (1922): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte 1:25000, Bl. 8316 Griesen. - 117 S., 3 Taf.; Heidelberg.
- Schilli, H. (1953): Siedlungs- und Hausformen der Glasmacherrodung Äule. - *Alem. Jb.* 1, 314-321, 9 Abb.; Lahr.
- Schlageter, A. (1987): Auf Spurensuche. Die Glasmacher und ihre Hütten im Südschwarzwald und Markgräflerland (12. Jh. bis etwa 1680). - *Das Markgräflerland*, Jahrg. 1987, H. 1, 104-155; Schopfheim.
- Schlosser, I. (1984): *Das alte Glas*. - 452 S.; Klinkhardt & Biermann München.
- Schmaedecke, M. (1985): Nuppenbecher aus Breisach und Freiburg im Breisgau und weitere ausgewählte Glasfunde. Teil I - Archäologischer Befund und Interpretation. *Zeitschr. für Archäologie des Mittelalters* 13. 77-108.
- Schmid, U.K. (1991): Flasche, Gläser, Guttere. Schwarzwälder Glas des 18. und 19. Jh. - 41 S.; Schopfheim.
- Schmidt, M. & Rau, K. (1910): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte 1:25000, Bl. 7516 Freudenstadt. - 103 S., 3 Abb.; Stuttgart.
- Scholkmann, B. (1995): Spätmittelalterliche Glasproduktion: Ofentechnologie und Herstellungsprozesse in der Hütte im Schönbuch bei Bebenhausen, Kreis Tübingen. *Arch. Ausgr. Bad.-Württ.* 1994. Stuttgart. 349-356.
- Scholze, H. (1985): Bedeutung der ausgelaugten Schicht für die chemische Beständigkeit: Untersuchung an einem Kalknatronsilikatglas. - *Glastech. Ber.* 58, 116-124.
- Schulze, G., Horn, I. & Gronk, H. (1997): A new concept for the quasi non-destructive microsampling of historical glasses. - *Fresenius J. Anal. Chem.* 358, 694-698; Springer-Verlag Heidelberg.
- Seidenspinner, W. (1998): *Bad Herrenalb. Denkmalliste A2-MA*. Typoskript, Karlsruhe.

- Sellner, C., Oel, H. & Camara, B. (1979): Untersuchung alter Gläser (Waldglas) auf Zusammensetzung, Farbe und Schmelzatmosfera mit der Elektronenspektroskopie und der Elektronenspinresonanz (ESR). - *Glastech. Ber.* 52, 255-264.
- Sellner, C. (1988): Bleikristall. - In: Sellner, C. (Hrsg.): *Der Gläserne Wald.* - 160 S., 193 Abb.; Prestel München.
- Soffner, A. (1995): Die Hohlgläsfunde. - In: *Die Latrine des Augustinereremiten-Klosters in Freiburg im Breisgau.* - 49-127, Materialhefte zur Archäologie, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg.
- Soffner, A. (1995): Das Flachglas. - In: *Die Latrine des Augustinereremiten-Klosters in Freiburg im Breisgau.* - 321-327, Materialhefte zur Archäologie, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg.
- Stephan, H.-G. (1990): Archäologische Ausgrabungen im Bereich einer hochmittelalterlichen Waldglashütte im Bramwald, Gemeinde Niemetal, Kreis Göttingen, Teil 1. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 16/17, 1988/89, 123-154.
- Stephan, H.-G. et al. (1992): Die Gläser der hochmittelalterlichen Waldglashütte Steimke. Teil 2. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 20, 89-124.
- Stephan, H.-G. & Wedepohl, K.H. (1997): Mittelalterliches Glas aus dem Reichskloster und der Stadtwüstung Corvey. - *Germania* 75/2, 673-715.
- Strobl, S. (1990): *Glastechnik des Mittelalters.* - 233 S.; Gentner, Stuttgart.
- Tait, H. (1982): *Venezianisches Glas.* - Die bibliophilen Taschenbücher Nr. 301, 275 S.; Harenberg Dortmund.
- Thoma, H. (1924): *Die Schwarzwälder Glashütten-Industrie vom Beginn der Neuzeit bis 1820.* - Diss. Univ. Heidelberg, 85 S., 2 Abb.; Heidelberg.
- Tochtermann, E. (1979): *Spessart-Glashütte des Hans Ziroff 1627-1631.* - 142 S.; Heimat- und Wanderfreunde e. V. Bischbrunn.
- Wagenplast, P. (1998): *Die Rohstoffe der baden-württembergischen Glashütten.* - Abschluss 49, 286-292; Heidelberg.
- Wamser, L. (1984): *Glashütten im Spessart - Denkmäler früher Industriegeschichte.* C. Grimm [Hrsg.], *Glück und Glas. Zur Geschichte des Spessartglases.* München. 25-33.
- Weech, F. (1878): *Urkundenbuch des Benedictinerklosters St. Trudpert.* ZGO 30, 393, Nr. 270.
- Wedepohl, K.H. (1993): *Die Herstellung mittelalterlicher und antiker Gläser.* - Abh. Akad. Wissensch. Lit. Mainz 3, 1-38; Steiner-Verlag Stuttgart.
- Wegstein, M., Stephan, H.-G. & Urban, H. (1995): *Chemische Untersuchungen an frühneuzeitlichen Glashüttenfunden des nordhessischen und südniedersächsischen Raumes.* - *Archäometrie und Denkmalpflege, Kurzberichte* 1995, 33-35.
- Weiss, G. (1979): *Ullstein Gläserbuch.* - 348 S.; Ullstein Berlin Frankfurt/M Wien.
- Wernet, K.F. (1941): *Blasiwald. Ein Schwarzwälder Hochtal.* *Mein Heimatland* 28, 21-49.
- Whitehouse, D. (1995): *Medieval Glass.* - In: Battie, D. & Cottle, S. (Hrsg.) *Sotheby's Concise Encyclopedia of Glass.* - 208 S., zahlr. Abb.; Conran Octopus London.
- Wittmann, O. (1952): *Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte 1:25000, Bl. 8311 Lörrach und 8411 Weil am Rhein.* - 163 S., 13 Abb.; Freiburg.
- Wohleb, J.L. (1949): *Aus der Geschichte der fürstenbergischen Glashütten.* - 113 S.; Boltze Allensbach.

- Wohleb, J.L. (1950): Aus der Geschichte der fürstenbergischen Glashütten. Veröff. aus dem Fürstlich Fürstenbergischen Archiv 10.
- Wood, P., Mortimer, M. & Priestly, D. (1995): The Eighteen Century. - In: Battie, D. & Cottle, S. (Hrsg.) Sotheby's Concise Encyclopedia of Glass. - 208 S., zahlr. Abb.; Conran Octopus London.
- Württembergisches Urkundenbuch (1894): Bd. VI, hrsg. v. von Stälin; Stuttgart.