

**Römisches Fensterglas aus dem Rheingebiet  
Archäologisch-naturwissenschaftliche Studien zu seiner Herstellung, Qualität  
und Verbreitung sowie der Zusammensetzung der verwendeten Rohgläser**

Jennifer Komp

Während römische Glasgefäße schon häufig Objekte ausführlicher archäologischer und in jüngster Zeit zunehmend auch archäometrischer Untersuchungen waren, ist römisches Fensterglas noch vergleichsweise wenig erforscht. Monographien, Sammelbände und Ausstellungskataloge zu antiken Hohlgläsern vermögen ganze Regalmeter zu füllen, zum Flachglas sind dagegen nur wenige allgemeine Abhandlungen erschienen, die sich auf kürzere Aufsätze oder Kolloquiumsbeiträge beschränken (Haevernick 1954, Havernick/Hahn-Weinheimer 1955, Baatz 1990). Darüber hinaus findet römisches Fensterglas fast nur Erwähnung im Zusammenhang mit einzelnen Fundkomplexen an denen es in mehr oder minder großer Zahl angetroffen wird. Durch eine jeweils auf die lokalen Fundumstände begrenzte Betrachtung sind jedoch keine neuen, verallgemeinernden Aussagen zu dieser Materialgattung zu gewinnen. Möglich wird ein solcher Erkenntnisgewinn erst durch die Einbeziehung eines größeren Kontextes, z.B. einer Vielzahl von Befunden innerhalb einer Region.

Das Land entlang des Rheins, der als Handels- und Verkehrsweg zwischen seiner Quelle und Mündung zahlreiche römische Siedlungen unterschiedlicher geographischer Räume miteinander verbindet, bietet sich sehr gut für eine solche Untersuchung an. Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den verschiedenen Regionen, die der Fluß in seinem Verlauf passiert, lassen sich hier ebenso betrachten wie solche zwischen den verschiedenen militärischen und zivilen Siedlungsformen, die unabhängig von geschlossenen Naturräumen und Provinzgrenzen im gesamten Gebiet in vergleichbarer Form anzutreffen sind. Dies ermöglichte eine Gegenüberstellung der Funde in Kastellen, Vici und Villae Rusticae, sowie einen Vergleich der Ausstattung von Häusern in einem Civitashauptort und einfachen Landgütern mit Fensterglas oder auch die Feststellung von Veränderungen im Umfang seines Gebrauchs im Laufe der Jahrhunderte. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, war es ratsam das Untersuchungsgebiet einerseits möglichst weit zu fassen, andererseits aber auch kleinere Räume für eine detaillierte Materialaufnahme zu fokussieren. So fanden Befunde von Ober-, Mittel- und Niederrhein Beachtung, das Hauptaugenmerk lag allerdings auf dem mittleren und unteren Rheinabschnitt, sowie dem Rhein-Main-Gebiet, wo die Erfassungsdichte exemplarisch intensiviert wurde (Abb. 1).

Ebenso war es wichtig allein das Fensterglas und nicht alle Glasfunde der Region zu untersuchen, denn Flach- und Hohlglas müssen aufgrund ihrer völlig unterschiedlichen Form unter verschiedenen Kriterien behandelt werden, so daß eine gemeinsame Bearbeitung vermutlich niemals beiden Gattungen in gleicher Weise gerecht werden kann. Die Notwendigkeit, das Forschungsinteresse einmal ausschließlich auf das bisher vernachlässigte Flachglas zu konzentrieren, erkannte unlängst auch die Association Française pour l'Archeologie du Verre und organisierte im Jahr 2005 ein Kolloquium und eine Ausstellung zu diesem Thema. Der gleichzeitig erschienene Katalog (Bavay 2005) beantwortete die dadurch aufgeworfenen Fragen nach übergeordneten Zusammenhängen gleichwohl nicht und blieb ein weiteres Kompendium verschiedener Einzelphänomene, die keine

gemeinsame Auswertung erfahren haben. Er gab somit erneut Zeugnis für die Notwendigkeit zur Durchführung einer ausgedehnten Studie, deren Schwerpunkt das römische Fensterglas ist. Die Realisierung einer solchen Untersuchung im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Graduiertenkollegs „Archäologische Analytik“ kam somit zu einem günstigen Zeitpunkt. Daneben eröffnete die Kombination archäologischer und naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden in diesem Zusammenhang umfassende Möglichkeiten die Thematik aus verschiedenen Blickwinkeln zu beleuchten. Historische Quellen zur römischen Glasherstellung sind spärlich. Insgesamt ist die Altertumforschung im Bezug auf das Wissen zum römischen Fensterglas somit fast ausschließlich auf das angewiesen, was die archäologischen Zeugnisse verraten. Doch bei einer solch wenig für sich selbst sprechenden Materialgattung wie dem Fensterglas sind die Möglichkeiten der Archäologie recht begrenzt. Wo die klassischen archäologischen Methoden keine Rückschlüsse mehr erlauben, können unter Umständen aber die Naturwissenschaften ergänzende Hinweise liefern. Deshalb erschien gerade bei der Untersuchung römischen Fensterglases die Zusammenführung beider Forschungsgebiete von besonderer Bedeutung.

Ziel der vorliegenden Studie war es daher Entwicklung und Funktion des römischen Fensterglases im Hinblick auf Entstehungszeit, Herstellungstechnik, Qualitätsmerkmale und sein Vorkommen in verschiedenen Siedlungsformen soweit wie möglich zu erfassen. Darüber hinaus sollen Probleme der Rohglasherstellung, der dabei eingesetzten Rohstoffe und des Handels mit Zwischen- bzw. Fertigprodukten unter Anwendung archäologischer und naturwissenschaftlicher Methoden untersucht werden. Dazu war zunächst eine umfangreiche Materialaufnahme notwendig. Angestrebt wurde dabei jedoch keine vollständige Vorlage aller vorhandenen Objekte dieser Gattung, sondern die Auswahl eines repräsentativen Querschnitts. Bei den Recherchen waren insgesamt mehr als 4.000 Fragmente aus 95 Baukomplexen zugänglich, das entspricht ca. 70.000 cm<sup>2</sup>. Sie wurden in Form von Beschreibung, Zeichnung und Fotografie dokumentiert. Soweit vorhanden, wurden zudem die Kontexte für die Auswertung aufgenommen. Auch wenn sich darüber letztlich nicht alle ungeklärten Fragen lösen ließen, hat sich doch gezeigt, daß das bisherige Wissen zu der behandelten Materialgattung in mancher Hinsicht Ergänzung und Bestätigung erfahren haben. Darüber hinaus war es möglich, neue Erkenntnisse zu gewinnen, die an Einzelobjekten nicht ablesbar sind.

Es ließen sich im Rheingebiet zwei verschiedene Typen römischen Fensterglases feststellen: Sogenanntes gegossenes Fensterglas, das auf der einen Seite rauh, auf der anderen glatt ist und beidseitig glattes, geblasenes Fensterglas. Das Verhältnis von rauh-glatten zu beidseitig glatten Fragmenten beträgt ca. 9:1. Dabei bleibt allerdings zu berücksichtigen, daß beidseitig glattes Fensterglas schwerer von Gefäßfragmenten zu unterscheiden ist als rauh-glattes und es daher zu Verzerrungen der Relationen kommen kann. Beobachtungen an Werkzeugspuren, unebenen Rändern, Schichten in der Glasmasse, Blasen und Unterseitenstrukturen ergaben außerdem, daß ein freihändiges Ausformen der rechteckigen Fensterscheiben des rauh-glatten Typus' wie die englischen Glasmacher M. Taylor und D. Hill es vorgeschlagen haben (Allan 2002, 102 ff.), weitaus wahrscheinlicher ist als das lange propagierte Herstellungsverfahren mittels umrandeter Formen.

Bei der Betrachtung der Farbigkeit der Fenstergläser hat sich gezeigt, daß mit 64% die überwiegende Mehrheit der untersuchten Stücke im blaugrünen Farbspektrum liegt. 22% weisen verschiedene intensive Grüntöne auf, 10% sind farblos oder hellgrün und etwa 4% bestehen aus Schichten mit unterschiedlicher Färbung. Untersucht man die Verteilung der verschiedenen Farben innerhalb der Kaiserzeit stellt sich heraus, daß im 1. Jahrhundert blaugüne Stücke deutlich dominieren. Auch der Anteil der blaugrün-bläulichen ist mit 8% relativ hoch. Zusammen genommen entstammen somit 93% der Fensterglasfragmente, die sich ins 1. Jahrhundert n. Chr. datieren lassen, dem blaugrünen Farbbereich. Besonders die bläulichen Fragmente scheinen typisch für das 1. und frühe 2. Jahrhundert zu sein. Im Verlauf des 2. Jahrhunderts sinkt ihr Anteil dann von 8% auf ein halbes Prozent ab. In Befunden, die ausschließlich dem 3. oder 4. Jahrhundert angehören, fehlen bläuliche Fragmente schließlich ganz. Dafür steigt ab dem 2. Jahrhundert der Anteil der grünlichen und grünen Fragmente stetig an: Während sich im 1. Jahrhundert neben den blaugrün-grünlichen Fragmenten ausschließlich dunkelgrün gefärbte Stücke zeigen, treten ab dem Übergang zum 2. Jahrhundert zunehmend auch andere Grüntöne, wie apfelgrün, grasgrün, hellgrün oder olivgrün auf. Der Anteil der apfelgrünen Stücke steigt im 2. Jahrhundert auf 8%, im 3. auf 38% und liegt im 4. Jahrhundert dann sogar bei 90%. Im Vergleich dazu erreicht der Anteil der blaugrün-grünlichen Gläser sein Maximum im 2. Jahrhundert, wo der Anteil bei ca. 50% liegt und nimmt dann wieder ab. Grasgrün ist im 2. und 3. Jahrhundert mit jeweils 13% vertreten, läßt aber im 4. Jahrhundert nach. Olivgrün scheint dagegen erst ab dem 3. Jahrhundert verstärkt aufzutauchen. Farbloses Fensterglas hat seine größte Beliebtheit wie auch farblose Glasgefäße vor allem im 2. und 3. Jahrhundert (Abb. 2). So läßt sich anhand der Farbe zwar keine Datierung der Fenstergläser vornehmen, wohl aber eine gewisse Vorliebe zu bestimmten Farbtönen in den verschiedenen Jahrhunderten ablesen. Die Tendenz geht von blaugrün hin zu apfelgrün.

Ein weiteres interessantes Phänomen ist der Zusammenhang zwischen Farbe und Gleichmäßigkeit der Dicke der Fenstergläser. Da die Schwankung der Dicke bei rauh-glatten Fenstergläsern zum Rand hin meist stärker ist und daher das Bild verfälschen könnte, wurden für diesen Untersuchungsaspekt nur Mittelstücke betrachtet. Generell läßt sich sagen, daß die Dicke der Fragmente unabhängig von der Farbe zu sein scheint. Sowohl bei blaugrünen, wie bei grünen und farblosen Objekten dominieren Stücke mit wenig Schwankungen. Stücke mit großen Schwankungen werden dagegen proportional zur Größe der Schwankung seltener. Eine Ausnahme bilden die farblosen Gläser. Bei ca. zwei Dritteln der farblosen Fragmente liegt die Schwankung im normalen Bereich, das letzte Drittel zeigt jedoch Schwankungen von 3 mm und mehr. Hier stellt sich die Frage, ob es wohl zwei Qualitätsstufen von farblosem Fensterglas gab, wenn man unterstellt, daß eine Fensterscheibe mit möglichst gleichmäßiger Dicke von besserer Qualität ist als solche mit größeren Unebenheiten. Auch im Preisedikt des Diokletian wird Fensterglas in zwei Qualitätsstufen genannt „*specularis optimi*“ und „*secundi*“. Der Preisunterschied zwischen beiden betrug dort zwei Denarii pro Pfund (Giacchero 1974, 170 f.).

Die Schwankungen der Glasdicke nehmen insgesamt im Laufe der Zeit leicht ab. Jedoch ist dies vor allem auf den deutlichen Rückgang großer Schwankungen von mehr als 2,5 mm zurückzuführen, die nach dem 1. Jahrhundert so gut wie nicht mehr vorkommen. Der Anteil der Fragmente (ausschließlich Mittelstücke), die eine völlig konstante Dicke aufweisen, sinkt aber ebenfalls von 69% im 1. Jahrhundert auf 32% im 3. Jahrhundert (für das 4. Jahrhundert lagen nicht genug Daten vor), der Anteil

derer mit einer Dickenzunahme von 0,5 bzw. 1 mm steigt dagegen von 6 auf 35% bzw. 7 auf 24%. Es läßt sich also festhalten, daß große Schwankungen in der Dicke des römischen Fensterglases im Laufe der Zeit nachlassen, kleinere Schwankungen in der Größenordnung 0,5 bis 1 mm dafür jedoch zunehmen. Das Herstellungsverfahren scheint also im Laufe der Zeit stärker standardisiert worden zu sein.

Auch was die minimale Dicke der Scheiben betrifft, läßt sich eine zeitliche Entwicklung feststellen. Im 1. Jahrhundert sind noch keine Fragmente vorhanden, die an der dünnsten Stelle nur 1 oder 2 mm dick wären. Nur 11% weisen eine Minimaldicke von 3 mm auf, das Gros liegt mit 66% bei 4 mm, 16% haben eine Minimalstärke von 5 mm, 6% 6 mm oder mehr. Im 2. Jahrhundert dagegen weisen 45% der Fragmente an der dünnsten Stelle nur eine Stärke von 2 mm auf, 25% 3 mm, 19% 4 mm, 8% 5 mm. Dicken über 6 mm kommen so gut wie nicht mehr vor. Im 3. Jahrhundert nimmt der Anteil der 2 mm Fragmente mit 35% wieder etwas ab, während er bei 3 mm auf 37% ansteigt, ebenso bei den 4 mm Fragmenten, wo nun 23% zu verzeichnen sind. Dafür sind nun bereits Dicken über 5 mm sehr selten. Römisches Fensterglas wird demnach im Laufe der Zeit zunehmend dünner verarbeitet.

Die bisher getroffenen Aussagen betreffen Fensterglasfragmente aus allen Kategorien von Fundorten. Daneben ließen sich aber auch gewisse Unterschiede zwischen Militärplätzen, städtischen Siedlungen und ländlichen Einzelsiedlungen feststellen. Der Anteil der beidseitig glatten Stücke liegt in den Militärplätzen z.B. nur bei 3%, in den städtischen Siedlungen bei 6%, in den ländlichen Einzelsiedlungen dagegen bei 32%. Grund für diesen geringen Anteil innerhalb der Militärplätze könnte das späte Aufkommen der geblasen Fensterscheiben sein. Der Beginn des Einsatzes dieser Technik im Rheingebiet ist frühestens ins späte 2. Jahrhundert zu datieren, ein Großteil der untersuchten militärisch geprägten Fundorte befindet sich allerdings am obergermanischen Limes und wurde um die Mitte des 3. Jahrhunderts aufgelassen. Die zu diesem Zeitpunkt noch recht junge Technik konnte daher an diesen Orten vielleicht noch nicht genügend Verbreitung finden. Ein möglicher Grund für den größeren Anteil in den ländlichen Einzelsiedlungen im Vergleich zu den städtischen Siedlungen könnte auch darin liegen, daß Vici und Coloniae meist kontinuierlich weiter besiedelt wurden und gerade die späte römische Ausstattung deshalb im frühen und hohen Mittelalter zur Wiederverwertung genutzt wurde. Im Fall der Fenstergläser bedeutet dies wohl, sie wurden eingeschmolzen. Die ländlichen Einzelsiedlungen lagen dagegen oft abseits der dicht besiedelten Plätze und waren von Zweitverwendung ihres Baumaterials vermutlich weniger betroffen, so daß sich hier öfter auch Materialien der späteren römischen Nutzungsphasen erhalten haben.

Des weiteren schwankt die Dicke der Fenstergläser in den ländlichen Einzelsiedlungen stärker als in Militärplätzen oder städtischen Siedlungen. Bei Fenstergläsern des rauh-glatten Typs sind hier Schwankungen über 2 mm mit 22% deutlich häufiger vertreten als in Militärplätzen und städtischen Siedlungen, wo diese 6 bzw. 5% ausmachen. Bei den Fragmenten des beidseitig glatten Typs sind die Unterschiede noch deutlicher. Bei diesem Fensterglastypus sind Schwankungen über 2 mm in den ländlichen Einzelsiedlungen bei 39% der Fenstergläser festzustellen, in Militärplätzen und städtischen Siedlungen sind derart unebene Fenstergläser dagegen nicht vertreten. Solche Unterschiede in der Dicke und der Gleichmäßigkeit der Scheiben geben einen weiteren Hinweis auf die Existenz unterschiedlicher Qualitätsstufen römischer Fenstergläser.

Abgesehen von generellen Qualitätsunterschiedenen boten sich jedoch keinerlei Anhaltspunkte die Materialgattung auf archäologischem Wege in verschiedene Gruppen einzuteilen, die unterschiedlichen Herstellungsarten oder -orten zuzuweisen wären. Zwar war es realisierbar differenzierte Profiltypen herauszuarbeiten, diese stellten sich nach eingehender Auswertung allerdings nicht als Kennzeichen unterschiedlicher Werkstätten, sondern als charakteristisch für die Position des jeweiligen Fragmentes bei der Ausformung der Scheibe heraus. Über die Bedingungen des Handels mit römischem Fensterglas war daher auf archäologischem Wege nichts zu erfahren. Die Beantwortung dieser Fragestellung war somit das Hauptanliegen an die naturwissenschaftlichen Untersuchungen, die Eingang in diese Studie fanden. Dazu war es aber zunächst notwendig, allgemeine Grundlagen für das römische Glas als solches, unabhängig von der jeweiligen Verarbeitungsform, zu schaffen. Eine allgemein anwendbare Untergliederung des römischen Glases an sich in verschiedene Herstellungsgruppen existierte nämlich ebenfalls noch nicht.

Um eine solche zu ermitteln, wurden mit Hilfe der Elektronenmikrosonde (EPMA) und der Massenspektrometrie (LA-ICP-MS) neben Haupt- und Nebenelementen auch ca. 50 Spurenelemente in den Proben diverser Fenstergläser und einiger Gefäße von verschiedenen Fundorten im Untersuchungsgebiet bestimmt. Insbesondere die Spurenelemente waren von Interesse, da hierin das größte Potential zu einer Unterscheidung des insgesamt recht einheitlichen römischen Glasmaterials zu sehen war. Das bisher schon gelegentlich in der Glasforschung eingesetzte Verfahren der hierarchischen Clusteranalyse (z.B. Aerts u.a. 1999, 887 f. oder Foy u.a. 2000, 53) wurde deshalb nicht wie sonst üblich allein mit allen gemessenen Haupt- und Nebenelementen durchgeführt, sondern mit einer Auswahl bestimmter Elemente. Die Entscheidung für die Kombination Natrium, Kalium, Magnesium, Aluminium, Blei, Chlor, Titan, Vanadium, Chrom, Zink, Arsen, Zirkonium, Zinn und Barium wurde auf der Basis der Signifikanz für eine Kontrollgruppe getroffen. Als solche fungierte die in sich von ihrer chemischen Zusammensetzung her sehr homogene Gruppe der sogenannten Kettenhenkelgefäße. Diese Gefäße, die nach der charakteristisch kettenartigen Form ihrer Henkel benannt wurden (Abb. 3), treten nahezu ausschließlich entlang des Rheins – zwischen Straßburg und Nijmegen – sowie in Nordgallien und dem südlichen Britannien auf. Als Herstellungsort wird häufig Mainz angenommen (Zobel-Klein 1999, 91 ff.), da in der Hauptstadt der Provinz Obergermanien und ihren Umland mit mindestens 45 Exemplaren die meisten Funde dieses seltenen Gefäßtyps gemacht wurden. Ein endgültiger Nachweis des Produktionsortes scheitert zwar am Fehlen vergleichbarer Rohglasproben oder Werkstattfunde mit Überresten von Kettenhenkeln, mit Hilfe der Analytik ließ sich aber feststellen, daß es sich zumindest bei den beprobten rheinischen Exemplaren um eine chemisch sehr einheitliche Gruppe handelt, die sich aufgrund eines erhöhten Natrium- und Arsengehaltes deutlich von den meisten anderen römischen Gläsern unterscheidet (Abb. 4). Daher war die Zuweisung aller Kettenhenkelproben auf einen Zweig des Dendrogramms das Kriterium für die Elementauswahl in der Clusteranalyse. Die so gewonnene Gruppierung war wiederum die Basis für die Durchführung einer Diskriminanzanalyse unter Einbeziehung aller 61 gemessenen Inhaltsstoffe.

Hierdurch ließ sich die Prognose der Gruppenzugehörigkeit schließlich noch deutlich präzisieren und so konnte die Identifizierung von zehn unterschiedlichen Gruppen erreicht werden (Abb. 5). Sieben von ihnen sind als produktionsbedingte Gruppen zu betrachten, die übrigen drei stellen eine Zusammenballung von Proben dar, die keiner der tatsächlichen Gruppen in ausreichendem Maße entsprechen; eine

dieser Gruppen besteht zudem aus nicht-römischen Material. Ebenso als nicht zur Masse des einheitlichen kaiserzeitlichen Glases gehörig hat sich eine der Produktionsgruppen herausgestellt. Es handelt sich dabei um eine Reihe spätantiker Gläser aus dem Gebiet des unteren Rheinabschnittes, an deren chemischer Konsistenz bereits eine Loslösung der lokalen zeitgenössischen (frühfränkischen?) Glasherstellung von den römischen Produktionsnormen erkennbar ist. Läßt man diese beiden nicht-römischen Gruppen aus der Analyse heraus, wird auch die Unterscheidung römischer Gläser, die aufgrund ihrer großen Ähnlichkeit untereinander in Abbildung 5 noch sehr gedrängt dargestellt sind, wesentlich deutlicher (Abb. 6).

Die herausgearbeitete Methode hat sich somit als sehr geeignet erwiesen, Gruppen zusammengehöriger Gläser zu bestimmen. Die auf diese Weise festgestellten römischen Gruppen spiegeln allerdings weder den Fundort, noch das Alter der Proben wider. Auch die Farbe des Glases spielt keine Rolle und es existiert keine Unterscheidung zwischen Hohl- und Flachglas. Die Gläser formieren sich vermutlich vielmehr nach ihrer Basiskomposition, so daß darüber neue Erkenntnisse über die Organisation des entsprechenden Wirtschaftszweiges in der römischen Kaiserzeit gewonnen und bestehende Theorien zu dieser Fragestellung daran überprüft werden konnten (Abb. 7). Die Aufgliederung der römischen Gläser in nur wenige Gruppen legt in diesem Zusammenhang nahe, daß eine Trennung zwischen Glasherstellung und Glasverarbeitung, sogenannten Primär- und Sekundärhütten, bestand. Die Frage, wo die verschiedenen Primärglashütten produzierten, muß allerdings vorerst offen bleiben, da zu ihrer Beantwortung die archäologischen Voraussetzungen fehlen. Es existieren keine entsprechenden Werkstattfunde, die geeignetes Vergleichsmaterial darstellen würden. Bei nahezu allen Rohglasfunden in Glashütten römischer Zeit, seien es nun Rückstände an Ofenwänden oder Reste in Tiegelfragmenten, handelt es sich um vollständig durchgeschmolzenes Glas. Es läßt sich daher nicht entscheiden, ob bei einem solchen Befund nun primäres oder sekundäres Rohglas vorliegt. So kann beim Versuch der Identifizierung von Herstellungsorten primärer römischer Rohgläser nur die chemische Analyse der Inhaltsstoffe herangezogen werden. Da jedoch davon auszugehen ist, daß während des Schmelzvorgangs sogenannte Glasgalle abgeschieden wurde (Rehren 2000, 1225 ff.), muß hierbei beachtet werden, daß nicht alle Inhaltsstoffe der verwendeten Rohstoffe in ihrer ursprünglichen Konzentration vorliegen. Eine Zuweisung der Rohgläser zu speziellen Rohstofflagerstätten anhand der Elementverhältnisse ist daher äußerst schwierig, wenn nicht unmöglich. Aufgrund der Überlappung des Handels mit Rohglas und des Handels mit Fertigprodukten ist über die Verteilung der Endprodukte auf die verschiedenen Fundorte ebenso nichts über die Größe des Handelsradius der einzelnen Werkstätten zu ermitteln.

Da also auch aus den naturwissenschaftlichen Ergebnissen keine abschließenden Feststellungen zu den genauen Herstellungsorten des römischen Glases gewonnen werden konnten, konnten entsprechend daraus auch keine Rückschlüsse auf spezifische Aspekte des Fensterglases gezogen werden. Nachweisen lassen sich nur die primären Glashütten, die sekundären Hütten dagegen, die für die Ausarbeitung bestimmter Produkte wie Fenstergläser oder Gefäße zuständig waren, bezogen vermutlich Rohglas von verschiedenen Anbietern. Darüber hinaus ist nicht auszuschließen, daß Erzeugnisse einer sekundären Glashütte auch in Orte verhandelt

wurden, an denen eine andere Werkstatt ansässig war, oder aber daß insbesondere in größeren Städten mehrere sekundäre Werkstätten gleichzeitig produzierten.

Auch die Produktionszeit der primären Hütten scheint sich teilweise zu überlagern. Eine der Gruppen beschränkt sich auf das 1. Jahrhundert, eine auf das 4., die übrigen aber produzierten alle zwischen dem 2. und 4. Jahrhundert, mindestens eine davon sogar seit dem 1. Jahrhundert n. Chr. Zur Datierung ist allerdings anzumerken, daß diese sehr vage ist, da es sich bei der Mehrheit der in der Studie verwendeten Gläser ja um Fensterglasfragmente handelt. Diese sind meist nicht sehr präzise zu datieren, da sie häufig aus Planierschichten, Brunnen- oder Kellerverfüllungen stammen bzw. Streufunde aus dem Abraum einer Grabung darstellen und somit nur mit der gesamten Laufzeit des Kastells, des Vicus oder der Villa Rustica, der sie angehörten, datiert werden können. Nicht selten sind dies zwei- bis dreihundert Jahre oder gar mehr. Die Datierung der Gruppen ist daher nur tendenziell zu betrachten.

Ein generelles Scheitern von Untergliederungen des römischen Glases aufgrund der mutmaßlichen Durchführung von Glas-Recycling während der Kaiserzeit konnte unterdessen negiert werden. Nach eingehender Prüfung der schriftlichen Quellen, der archäologischen Befunde und naturwissenschaftlicher Untersuchungen zu dieser Thematik, wurden keinerlei Belege für das Wiedereinschmelzen von Glasfragmenten gefunden, die die Werkstätten bereits einmal verlassen hatten. Im Gegenteil erweist sich das hier erneut bestätigte System der Unterteilung in Primär- und Sekundärhütten an sich als Faktor, der einem solchen Vorgang hinderlich ist bzw. Recycling nicht erforderlich macht. Das Wiedereinschmelzen von Altglas ist insbesondere bei der Herstellung von Glas aus Rohstoffen nützlich, da hierdurch ein schnelleres Aufschmelzen erreicht werden kann (Dietrichs u.a. 1954, 221 ff.). Weil in den sekundären Glashütten ein solches Aufschmelzen von Rohstoffen jedoch nicht stattfindet, ergibt sich dort keine Notwendigkeit zum Recyceln von Glas. Lediglich Produktionsabfälle könnten zur Einsparung von Materialkosten wieder verwendet werden. In den primären Hütten wiederum fällt kein Produktionsabfall aus der Fertigung von Endprodukten an, ein Transport von Altglas in großem Umfang wie er beim Einsatz in den regionalen Glasherstellungszentren notwendig wäre, ist aber archäologisch ebenfalls nicht nachweisbar. Zudem beschreibt Plinius (Nat. hist. 36, 194) einen mehrstufigen, also langwierigen Herstellungsprozeß, so daß hier eine Erleichterung des Anschmelzens mittels Altglas nicht intendiert ist, und schließlich ist auch anhand der Daten der chemischen Analysen keine Zunahme des sogenannten Glasalters feststellbar. Alles samt Indizien, die gegen das Recycling von Glas sprechen. Somit besteht ein Ergebnis dieser Studie auch darin, daß zukünftigen Forschungen zur feineren Differenzierung römischer Gläser über ihre chemische Zusammensetzung nichts im Wege steht.

Die archäologisch-naturwissenschaftlichen Studien zum römischen Fensterglas im Rheingebiet haben somit nicht nur neue Erkenntnisse zur Materialgruppe des Fensterglases im Speziellen erbracht, sondern auch wichtige Grundlagen für die weitere Erforschung des römischen Glases im Allgemeinen geschaffen.

**Verzeichnis der abgekürzt zitierten Literatur:**

- Aerts u.a. 1999 A. Aerts/ K. Jassens/ F. Adams, Trace-Level microanalysis of Roman Glass from Khirbet Qumrân, Israel. Journ. Arch. Scien. 26, 1999, 883 ff.
- Allen 2002 D. Allen, Roman Window Glass. In: Artefacts and archaeology. Aspects of the Celtic and the Roman world (Cardiff 2002) 102 ff.
- Baatz 1990 D. Baatz, Fensterglastypen, Glasfenster und Architektur. In: Bautechnik der Antike. Kolloquium Berlin 1990 (Mainz 1990) 4 ff.
- Bavay 2005 De Transparentes spéculations. Ausstellungskat. Bavay 2005 (Bavay 2005).
- Dietrichs u.a. 1954 W. Dietrichs/ H. Jebesen-Marwedel/ J. Löffler/ F. Wefer, Glasschmelzen mit Scherben. Glastechnische Berichte 27, 1954, 221 ff.
- Foy u.a. 2000 D. Foy/ M. Vichy/ M. Picon, Lingots de verre en Méditerranée occidentale (IIIe siècle av. J.-C. - VIIe siècle ap. J.-C.), Ann. 14e Congrès AIHV, Venezia-Milano 1998, Ad Lochem 2000, 51 ff.
- Giacchero 1974 M. Giacchero, Edictum Diokletiani et Collegarum de pretiis rerum venalium I. Edictum. Publ. Inst. Stor. Ant. e Scien. Ausiliarie Univ. Genova 8 (Genua 1974).
- Haevernick 1954 T.E. Haevernick, Römische Fensterscheiben. Glastechnische Berichte 27, 1954, 464 ff.
- Haevernick/  
Hahn-Weinheimer 1955 T.E. Haevernick/ P. Hahn-Weinheimer, Untersuchungen römischer Fenstergläser. Saalburg-Jahrb. 14, 1955, 65 ff.
- Rehren 2000 T. Rehren, Rationales in Old World Base Glass Compositions. Journ. Arch. Scien. (2000) 1225 ff.
- Zobel-Klein 1999 D. Zobel-Klein, Glaskannen mit Kettenhenkel – eine Mainzerspezialität. In: Römische Glaskunst und Wandmalerei (Mainz 1999) 91 ff.

**Quellen:**

- Plinius Gaius Plinius Caecilius Secundus d.Ä., Naturkunde. Übersetzt von R. König. Sammlung Tusculum (München 1992)

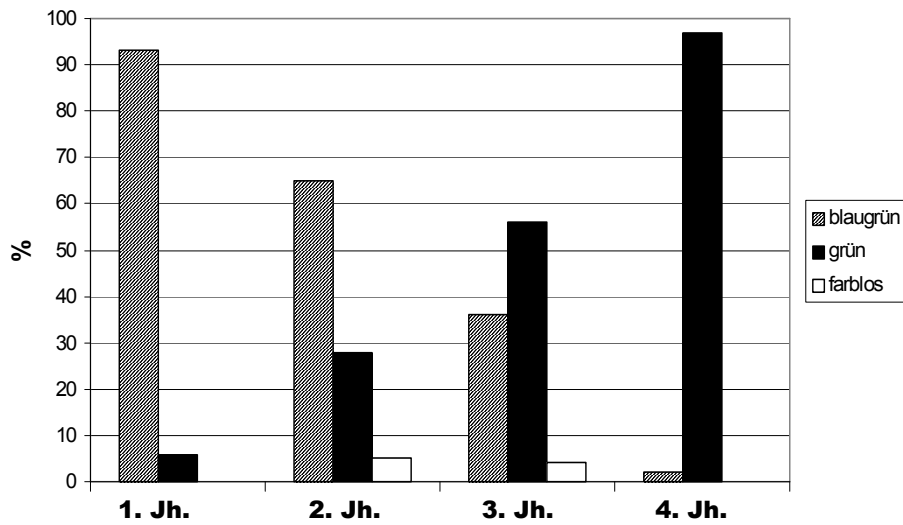


**Abbildungsnachweis:**

Die Abbildungen wurden alle von der Autorin selbst erstellt. Abbildung 7 entstand in Anlehnung an: I.C. Freestone/ M. Ponting/ M.J. Hughes, The origins of Byzantine glass from Maroni Petrera, Cyprus. Archaeometry 44, 2002, 259 Abb. 2.



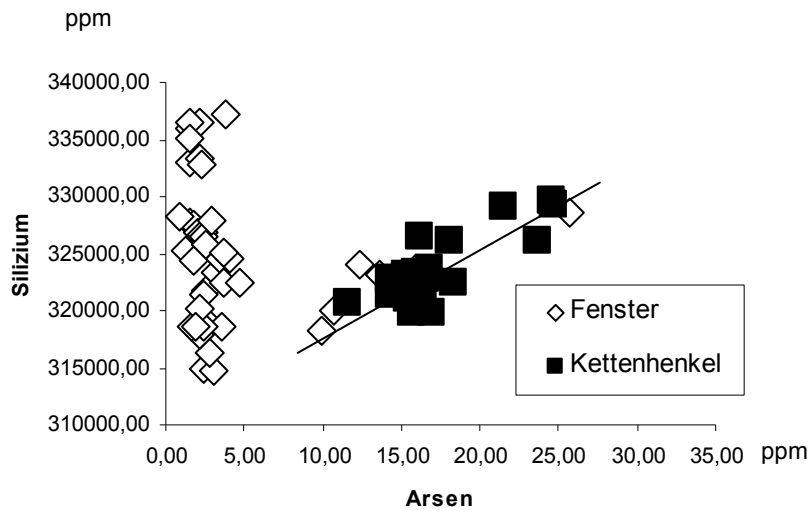
Abbildung 1 – Das Untersuchungsgebiet der Studie.



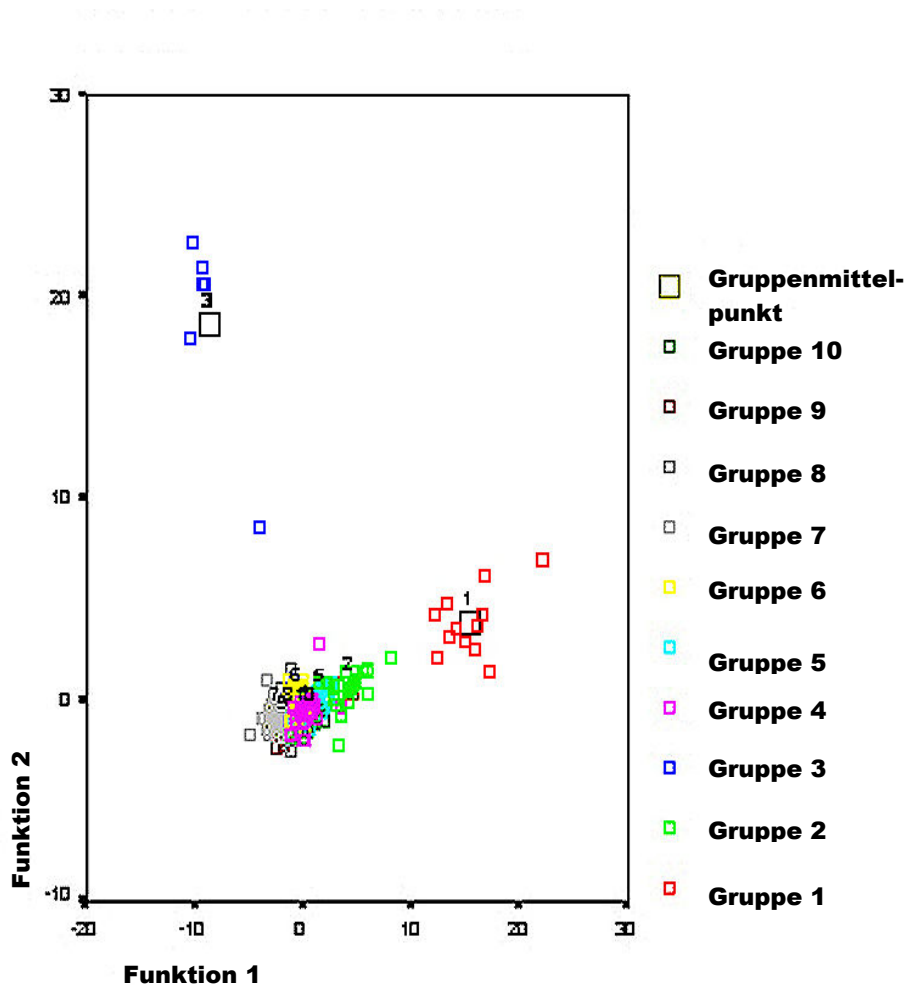
**Abbildung 2 - Entwicklung der Fensterglasfarben im Lauf der römischen Kaiserzeit.**



**Abbildung 3 - Drei Kettenhenkel von der Saalburg (Inv. SG 766, SG 771 und SG 767).**



**Abbildung 4 - Korrelation von Silizium und Arsen bei den Kettenhenkelgefäßen im Vergleich zu den Fenstergläsern.**



**Abbildung 5 - Gruppierung nach der Diskriminanzanalyse (Gruppe 1 = spätantik-fränkisch; Gruppe 3 = neuzeitlich).**

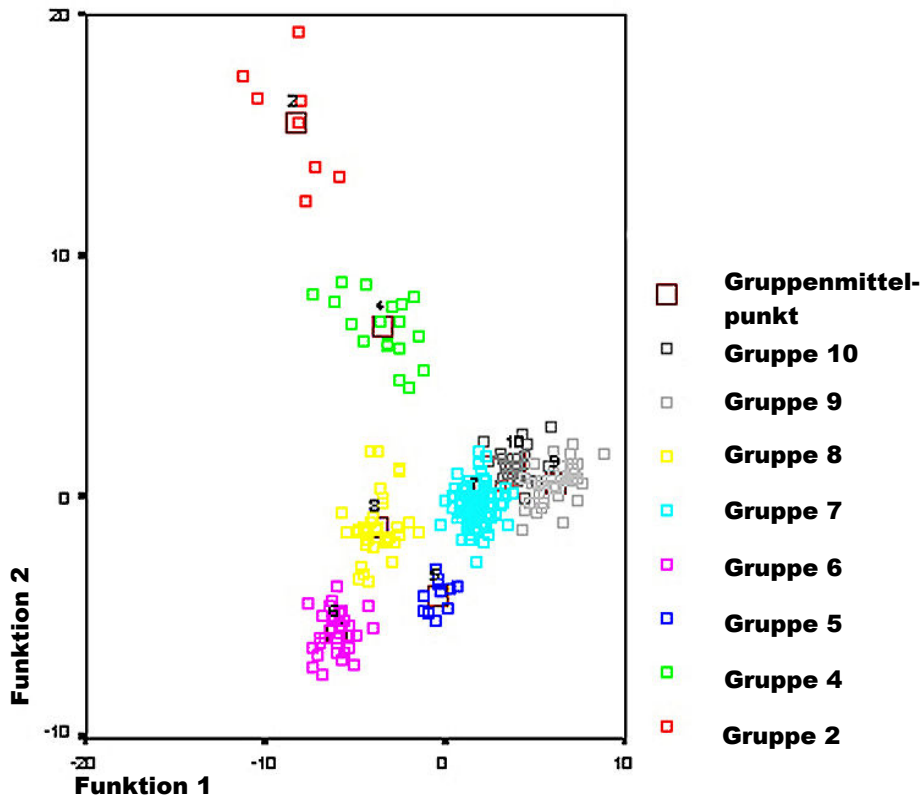


Abbildung 6 - Gruppierung der römischen Gläser nach der Diskriminanzanalyse.

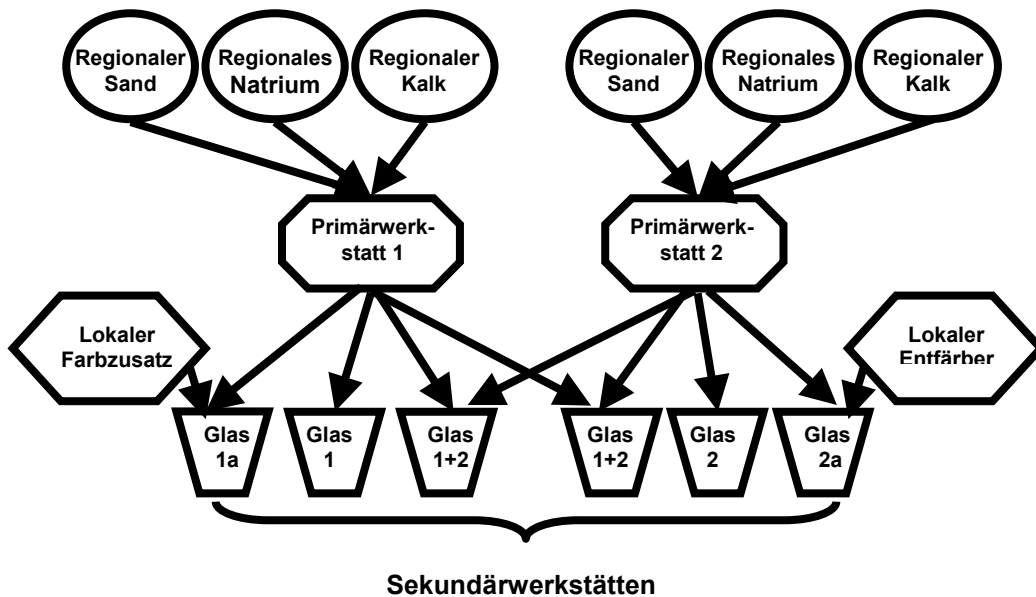


Abbildung 7 - Schematische Darstellung der Organisation der glasverarbeitenden Betriebe in der römischen Kaiserzeit