

## Aufsätze

### Die Stuttgarter Gruppe

#### 40 Jahre Metallanalysen vor- und frühgeschichtlicher Bodenfunde

MANFRED SCHRÖDER

*Siegfried Junghans  
zum 75. Geburtstag*

### Vorbemerkung

Vierzig Jahre sind vergangen, seit sich die „Stuttgarter Gruppe“ um S. JUNGHANS, E. SANGMEISTER und M. SCHRÖDER bildete, um sich mit Hilfe der Metallanalyse der Erforschung der frühesten Metallurgie zu widmen. Die Gruppe hat auf diesem Gebiet Pionierarbeit geleistet und maßgeblich dazu beigetragen, daß die Metallanalyse als eine wertvolle Methode zur Klärung metallurgischer, kultureller und chronologischer Fragen Eingang in die übernationale vor- und frühgeschichtliche Forschung fand. In den „Studien zu den Anfängen der Metallurgie“ wurden ein umfangreicher Analysenkatalog sowie die ersten Auswertungsergebnisse der statistischen Untersuchungen vorgelegt. Die Arbeit des Projektes muß als richtungsweisend angesehen werden, und trotz vielfacher Kritik bildete sie für viele Forscher die Grundlage zu eigenen Untersuchungen. Allein die Sammlung von fast 22000 Proben kupfer- und frühbronzezeitlicher Metallartefakte stellt einen einzigartigen Fundus dar, dessen wissenschaftlicher Wert nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.

Es war der Stuttgarter Gruppe damals leider nicht möglich, den gesamten Probenbestand aufzuarbeiten. Daher wurde durch die Archäologische Denkmalpflege des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg 1989 ein von der Volkswagen-Stiftung gefördertes neues „Stuttgarter Analysenprojekt“ ins Leben gerufen. Durch dieses Projekt werden in Würdigung der begonnenen Arbeit von JUNGHANS, SANGMEISTER und SCHRÖDER und den zahlreichen Mitarbeitern des frühen Projektes die Untersuchungen wieder aufgenommen und mit heutigen statistischen und archäologischen Methoden zur Klärung kulturhistorischer Zusammenhänge zum Beginn der Metallzeiten fortgeführt.

Wir freuen uns deshalb sehr, daß M. SCHRÖDER eine Chronik des Stuttgarter Analysenprojektes erarbeitet hat, nicht zuletzt vor dem Hintergrund der für die prähistorische Forschung so wichtigen Grundlagenarbeit, die mit diesem Projekt gelegt worden ist. Für alle, die an diesem Projekt tätig sind, soll diese Veröffentlichung als Anreiz für neue Forschungsarbeiten dienen.

DIETER PLANCK

## Einführung

Vier Jahrzehnte lang wurde eine Arbeitsgemeinschaft für Metallurgie des Altertums, die – bis 1988 in enger Zusammenarbeit mit dem Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz – ihre spektralanalytischen und statistischen Untersuchungen am Württembergischen Landesmuseum Stuttgart durchführte, kurzweg als „Stuttgarter Gruppe“ bezeichnet.

„Das Stuttgarter Analysenprojekt hat eine kontroverse Diskussion ausgelöst, in die auch die Analysenwerte selbst einbezogen werden. Der vorliegende Vergleich mit modernen Analysemethoden zeigt, daß die im Rahmen der OES (Optische Emissions-Spektralanalyse) gegebenen Möglichkeiten voll ausgeschöpft wurden. Die Entscheidung, auf Kosten der Empfindlichkeit zuverlässige quantitative Analysen zu erstellen, ermöglicht eine gemeinsame Auswertung von Stuttgarter Daten mit neueren Analysen, die mit anderen Methoden durchgeführt werden. Es ist auch hervorzuheben, daß die vorliegende Untersuchung nicht möglich gewesen wäre, wenn die Proben und Analysenwerte in Stuttgart nicht in so vorbildlicher Weise dokumentiert worden wären. Die Stuttgarter Analysen stellen eine wertvolle Sammlung dar, die wahrscheinlich noch viel verschlüsselte Information über prähistorische Metallurgie in Europa und wahrscheinlich über die Herkunft des Materiales enthält. Zumindest sollte sich niemand von der Entschlüsselung abhalten lassen, weil die Daten etwa nicht zuverlässig wären. . .“<sup>1</sup> Ein schönes Zeugnis, das, nachdem die Gruppe im Jahre 1988 ihre Arbeitsunterlagen der Obhut des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg in Stuttgart anvertraut hat, einen Rückblick wünschenswert erscheinen läßt. Einen Rückblick nicht auf die natur- und geisteswissenschaftlichen Diskussionen, die sich um die Arbeiten der Gruppe ranken und die anderswo nachgelesen werden können. Einen Rückblick vielmehr auf den nicht immer einfachen Aufbau einer großen Datenbank und zahlreicher exemplarischer Versuchsreihen, die mittlerweile all denen dienen, die gewillt sind, die Herkunft und Ausbreitung der Metallurgie zu erforschen und damit ihren Beitrag zur Erhellung des Phänomens der Technik zu leisten<sup>2</sup>.

Den zukünftigen Bearbeitern des Materiales der Stuttgarter Gruppe aber mag dieser Rückblick helfen, sich auch vor scheinbar unüberwindlichen Schwierigkeiten die heitere Gelassenheit zu bewahren, die das Arbeiten in der Gruppe so anziehend und erfolgreich machte.

## Zur Chronik

„Im Frühjahr des Jahres 1948 schloß Siegfried Junghans eine Untersuchung ab, die sich u.a. zum Ziel gesetzt hatte, die frühbronzezeitlichen Formenkreise Süddeutschlands schärfer zu umreißen und ihre relative Chronologie festzulegen . . . Um diese Ergebnisse zu stützen, wurden mit Hilfe der Spektralanalyse die Metallgegenstände der oben angeführten Formenkreise einer Materialprüfung unterzogen, durfte doch erwartet werden, daß technisch und wirtschaftlich bedingte Gemeinsamkeiten sich in den Analysen widerspiegeln würden. Diese Zielsetzung erübrigt es, den Unterschied zu Untersuchungen ähnlicher Art herauszustellen. Daß sie methodisch besondere Wege vorschrieb, ist ohne weiteres einleuchtend, denn nur eine auf breiter Basis durchgeführte Aufnahme des Materiales sowohl nach Kupfer und Kupfer-Zinnlegierungen wie nach den im Material enthaltenen Spurenelementen und nur die Relationen allein vom Material her

1 E. PERNICKA, Instrumentelle Elementanalyse archäologischer Kupfer- und Bronzeartefakte. Ein Methodenvergleich. Jahrb. RGZM 31, 1984, 531. – Außerdem ders., Erzlagerstätten in der Ägäis und ihre Auswertung im Altertum – Geochemische Untersuchungen zur Herkunftsbestimmung archäologischer Metallobjekte. Jahrb. RGZM 34, 1987 (1989) 624 ff.

2 S. JUNGHANS/E. SANGMEISTER/M. SCHRÖDER, Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Studien zu den Anfängen der Metallurgie 2, 1 (1968) 9 f. (JUNGHANS).

vorgenommener Gruppierungen zu den typologisch gewonnenen Ergebnissen konnten dazu berechtigen, die erforderlichen Schlüsse zu ziehen. „<sup>3</sup>

Daß dies nur der erste Schritt sein sollte zu dem sehr viel weiter gesteckten Ziel, nämlich der Erforschung der Herkunft, Ausbreitungsrichtung und Ausbreitungsgeschwindigkeit der Kupfer- und Bronzezeit, geht aus der nachfolgenden Chronik hervor<sup>4</sup>.

Es war ein glücklicher Zufall, daß JUNGHANS' Vater in seiner Metallgießerei in Schorndorf über einen Spektralapparat verfügte, der, bislang nicht benützt, offenbar seiner wahren Bestimmung harrte und daß ferner der Leiter des Labores in Schorndorf, Dr. E. SCHEUFELE, den JUNGHANS während eines gemeinsamen Einsatzes im Kriege kennengelernt hatte, sogleich gewillt war, die Analysen mit diesem Spektralapparat herzustellen. Die wichtigste Voraussetzung zur Durchführung des Vorhabens war damit gegeben.

Metalluntersuchungen von Gegenständen aus vorgeschichtlicher Zeit wurden schon vor dem Kriege mit unterschiedlichen Zielsetzungen vorgenommen. Spektralanalytische Untersuchungen in größerem Umfang hatten 1935–1939 W. WITTER und J. WINKLER in Halle a.d. Saale durchgeführt. Ihre Ergebnisse waren jedoch infolge des Krieges noch nicht zusammenfassend veröffentlicht worden. Im Jahre 1947 wandte sich deshalb JUNGHANS an WITTER in Halle mit der Bitte, ihm aufgrund seiner und seines Mitarbeiters WINKLER gemachten Erfahrungen bei der Herstellung von Spektralanalysen zu helfen. Er schrieb WITTER am 20. 4. 1947 u.a.: „Bevor ich jedoch an die Frage herantrete, ob und in welchem Umfange das prähistorische Fundmaterial mir in Süddeutschland zur Analyse zur Verfügung gestellt werden kann, möchte ich zuerst die Sicherheit haben, daß wir dieselbe einwandfrei durchzuführen in der Lage sind . . .“. Am 10. Mai 1947 antwortete WITTER: „Es freut mich sehr zu lesen, daß Sie die Absicht haben, sich selbst mit Spektralanalyse zu beschäftigen. Sie dürfen aber die Schwierigkeiten nicht übersehen, die Sie dabei zu überwinden haben, ehe Sie eingearbeitet sind . . . Außerdem sind unsere Apparate im Mineralogischen Institut während des Krieges abmontiert und bisher noch nicht wieder aufgestellt worden. Auch sind z. Zt. Bestrebungen im Gange, meine Forschungsarbeiten von meinem letzten Mitarbeiter Dr. H. OTTO fortsetzen zu lassen, der z. Zt. Spektralanalytiker im Leunawerk bei Merseburg ist. Seine Anschrift lautet . . . Er wird Ihnen gern Auskunft geben. Mit H. Dr. Winkler, der zuletzt Abteilungsleiter bei den Zeisswerken in Jena war, können Sie nicht mehr korrespondieren, er ist als Spezialist jetzt in Rußland tätig . . .“.

Auf der Grundlage der von WITTER, WINKLER und OTTO angewandten Methode entwickelte SCHEUFELE das spektralanalytische Untersuchungsverfahren, mit dem im Jahre 1949 eine Untersuchungsreihe am Material der süddeutschen Frühbronzezeit begonnen wurde. Zur Durchführung dieser Arbeit stellte die damalige „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ in Bad Godesberg für einen Zeitraum von zwei Jahren Mittel in Höhe von DM 1500,- zur Verfügung. Sie dienten in erster Linie zur Deckung entstehender Reisekosten zu süddeutschen Museen, in denen die in Frage kommenden Objekte untersucht werden sollten.

Als der Antrag für die o.a. Mittel bei der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ gestellt wurde, war dort als Gutachter der Physiker Prof. Dr. W. GERLACH tätig, der die quantitative Spektralanalyse entscheidend weiter entwickelt hat. Er ließ JUNGHANS mitteilen, daß die Notgemeinschaft die beantragten Mittel bewilligen würde, er sich jedoch wegen einer persönlichen Rücksprache noch mit ihm in Verbindung setzen werde. Man kann sich gut vorstellen, daß der allseits bekannte und berühmte Naturwissenschaftler zwar mit Interesse, vermutlich aber auch mit einiger Skepsis diesem chemisch-physikalischen Vorhaben des „Außenseiters“ JUNGHANS entgegensah. Im Januar 1951 konnte GERLACH JUNGHANS empfangen. Er war mit dem von

3 S. JUNGHANS/H. KLEIN/E. SCHEUFELE, Untersuchungen zur Kupfer- und Frühbronzezeit Süddeutschlands. Ber. RGK 34, 1951–1953 (1954) 77–114.

4 Für die Abfassung dieser Chronik wurden außer der vorhandenen Literatur vor allem die Arbeitsprotokolle der Gruppe und ihre Berichte an die Deutsche Forschungsgemeinschaft benützt.

SCHEUFELE erarbeiteten spektralanalytischen Verfahren voll einverstanden und sicherte seine weitere Unterstützung zu. Besseres konnte nicht passieren!

Seit Frühjahr 1948 am Württembergischen Landesmuseum tätig, hatte JUNGHANS dank des Entgegenkommens der südwestdeutschen und bayerischen Museumsleiter mittlerweile 482 Proben von Objekten der frühen Bronzezeit zusammengetragen. Die aus ihnen – zunächst noch in Schorndorf – entnommenen Proben schmolzen des Abends er und seine als Chemotechnikerin ausgebildete Frau mit einem selbstgebauten Gerät zu Kügelchen, die SCHEUFELE nach Betriebsschluß analysierte. Dieses Gerät tat so gute Dienste, daß es bis zur vorläufig letzten Analyse in Gebrauch blieb. Ein wahres Museumsstück!

Ließen sich mit Hilfe der quantitativen Spektralanalyse sehr rasch Ergebnisse gewinnen im Hinblick auf die Unterschiede des Materiales nach Kupfer und Bronze, so war es weitaus schwieriger, anhand der sonstigen im Material enthaltenen Elemente zu weiterführenden Gruppierungen zu gelangen, wenn dabei – aus methodischen Gründen (vgl. Anm. 3 und S. 6) – nicht von typologischen oder lagerstättenkundlichen Prämissen ausgegangen wurde. Doch da sich schon bei grober Sichtung der Analysenwerte zeigte, daß eine Differenzierung zu erwarten war, wandte sich JUNGHANS an den mit ihm und SCHEUFELE befreundeten Mathematiker Dr. H. KLEIN, der, im Schorndorfer Betrieb tätig, sich sogleich bereit fand, mit statistischen Methoden den Versuch zu machen, klarere Abgrenzungen zu erzielen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen waren verblüffend, zeigte es sich doch, daß die Anwendung eines mathematisch-statistischen Verfahrens zur Gruppierung vorgeschichtlicher Metallobjekte aufgrund ihrer Bestandteile und der Vergleich der so gewonnenen Materialgruppen mit den durch Formenvergleich und Fundkartierung erzielten Resultaten der Vorgeschichtsforschung neue Wege eröffnete<sup>5</sup>. Dies bestärkte den Entschluß, weiterzumachen und das Verfahren auf räumlich größere Gebiete auszudehnen.

JUNGHANS besuchte deshalb seinen Studienfreund E. SANGMEISTER, damals Assistent von Prof. Dr. W. DEHN in Marburg, und die beiden beschlossen, die Metallgegenstände der frühen metallverarbeitenden Bevölkerungsgruppen Europas zu untersuchen. An das Ziel der Erforschung der Herkunft, Ausbreitungsrichtung und Ausbreitungsgeschwindigkeit der Kupfer- und Bronzetechnik arbeiteten sie sich weiter schrittweise heran. Im Februar 1952 stellten sie an die inzwischen aus dem Zusammenschluß des „Deutschen Forschungsrates“ und der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ hervorgegangene „Deutsche Forschungsgemeinschaft“ in Bad Godesberg (im folgenden DFG abgekürzt) einen Antrag auf Gewährung einer Reisebeihilfe zu einem etwa sechswöchigen Besuch von 32 Museen in Italien, Sardinien und Südfrankreich zum Zwecke der Probenentnahme. Wissenschaftlicher Referent bei der DFG war damals schon Dr. phil. Dr. h. c. W. TREUE, der auf der Tagung des West- und Süddeutschen Verbandes für Altertumsforschung in Sigmaringen mitteilte, der Antrag müsse noch zur Begutachtung den Professoren Dr. DEHN und Dr. SPROCKHOFF vorgelegt werden, einer Genehmigung stünde jedoch nichts im Wege. TREUE hat die Stuttgarter Gruppe zwei Jahrzehnte lang auf das liebenswürdigste gefördert und unterstützt. Großen Dank schulden wir auch DEHN, der durch sein persönliches Ansehen und infolge seiner vielseitigen Verbindungen vor allem zu ausländischen Kollegen uns immer wieder nachhaltig geholfen und mit regem Interesse Anteil an unseren Untersuchungen genommen hat.

Auf derselben Tagung in Sigmaringen lud Prof. Dr. E. VAN GIFFEN aus Groningen dazu ein, auch die Kupfergegenstände der Becherkulturen Hollands zu untersuchen. Es war dies ein außerordentliches Entgegenkommen, und eine etwa einwöchige Reise nach Holland mußte noch zusätzlich eingeplant werden. Dank freundlicher Briefe von Prof. Dr. G. BERSU, damals 1. Direktor der Römisch-Germanischen Kommission in Frankfurt a.M., DEHN und SPROCKHOFF erhielt JUNGHANS vom Kultusministerium des Landes den erforderlichen Studienurlaub für die

5 JUNGHANS/KLEIN/SCHUEFELE, Untersuchungen<sup>3</sup> sowie PERNICKA, Erzlagerstätten<sup>1</sup> 627.

vorgesehenen Reisen. Ein Vorgang, damals ebensowenig einfach wie die Beschaffung der benötigten Visa und Devisen in Höhe von DM 2000,-. Auch dies ging nur mit Unterstützung der DFG über die Devisenstelle des baden-württembergischen Wirtschaftsministeriums, die anfänglich Devisen nur in Höhe von DM 1000,- zur Verfügung stellen konnte, da diese noch bewirtschaftet waren.

Nur sieben Jahre nach Kriegsende durch zwei deutsche Wissenschaftler Löcher, wenn auch kleine, in vorgeschichtliche Bronzen bohren zu lassen, war für die zuständigen ausländischen Museumsdirektoren sicherlich keine Selbstverständlichkeit. Die Aufnahme im Ausland war jedoch überall äußerst freundlich. Die Reise nach Italien, Sardinien und Frankreich unternahmen JUNGHANS und SANGMEISTER aus Kostengründen im eigenen PKW und mit Zelt, obwohl die beiden Reisenden zu Ende des Krieges sich vorgenommen hatten, Zeltreisen in Zukunft tunlichst zu meiden. Mehr als 6800 Kilometer legten sie zurück und brachten rund 200 Proben mit. Ein merkwürdiges Erlebnis hatten sie dabei in Cagliari. Als beide sich in einem Gasthaus zu Tische setzten, hörten sie wie am Nebentisch einige Deutsche – wir waren zu dieser Zeit im Ausland noch seltener anzutreffen – sich unterhielten und zwar ausgerechnet über das von OTTO offenbar soeben herausgegebene Handbuch, in welchem die Analysen von ihm, WINKLER und WITTER veröffentlicht wurden<sup>6</sup>.

Die beigebrachten Proben aus Holland, Frankreich und Italien analysierte SCHEUFELE in Schorndorf, und KLEIN begann danach für die statistische Auswertung zu sortieren und zu rechnen. Allein das Material reichte bei der Größe des erfaßten geographischen Raumes nicht aus, um die Gliederung nach Materialgruppen weit genug voranzutreiben. Deshalb wurden die rund 1300 von OTTO im „Handbuch“ veröffentlichten Analysen in die statistische Untersuchung mit einbezogen, so daß diese mit unseren Analysen auf die wesentlich breitere Basis von 2000 Objekten gestellt werden konnte. Nunmehr gelang eine weitgehende Aufspaltung in Materialgruppen, und es zeigte sich zu Ende des Jahres 1953 eine Fülle von Möglichkeiten, den Problemen des Äneolithikums und der Frühbronzezeit Europas, insbesondere aber der Lösung der Frage nach Herkunft und Ausbreitung der Metalltechnik, näherzukommen. Mit OTTO indes entstand von da an, zunächst brieflich, eine sehr enge und freundschaftliche Zusammenarbeit. Aufgrund des aus der Literatur zugänglichen Materiales ließ sich errechnen, daß mindestens noch 5000 Metallgegenstände aus Europa untersucht werden müßten, um für diesen Raum stichhaltige Resultate vorlegen zu können. Diese Zahl war so groß, daß die technischen Arbeiten von JUNGHANS, KLEIN und SCHEUFELE nicht mehr hätten bewältigt werden können. Just in dieser Situation trat der Chronist in den Dienst des Württembergischen Landesmuseums Stuttgart. JUNGHANS und ich kannten uns kurz aus unserer Studentenzeit in Tübingen. Im Museum erzählte ich ihm bei einem unserer gemeinsamen damals üblichen Mittagessen aus der Thermosflasche beiläufig, daß ich während des Krieges als Sanitäter eine Zeitlang so etwas ähnliches wie medizinisch-technischer Assistent eines Lazarettes gewesen war. Da wurde JUNGHANS hellhörig. Um es abzukürzen: Ich war gerne bereit, als Dritter im Bunde bei dem Analysenunternehmen mitzuwirken, die Herstellung von Spektralanalysen zu erlernen und mich in die Methode der mathematischen Statistik, soweit erforderlich, einzuarbeiten. Diese Aufgaben hatten natürlich nicht allzuviel mit meiner früheren Tätigkeit im Lazarett zu tun, und so begab ich mich mit mehr oder weniger gemischten Gefühlen während meinesurlaubes 1954 zur „Ausbildung“ nach Schorndorf. Dank der Nachsicht und Geduld der beiden Herren KLEIN und SCHEUFELE ging dann alles wunderbar.

Zur Weiterführung der Arbeiten in größerem Umfange waren nunmehr zwei Dinge unerlässlich:

1. Die Aanalysen konnten nicht mehr in Schorndorf, sondern mußten im Landesmuseum in Stuttgart hergestellt werden. Dies bedingte die Überführung des Spektralapparates samt Zube-

---

6 H. OTTO/W. WITTER, Handbuch der ältesten vorgeschichtlichen Metallurgie in Mitteleuropa (1952).

hör von Schorndorf nach Stuttgart, wo wir ihn im Landesmuseum aufstellen und in Betrieb nehmen konnten. So weit, so gut. Als aber nach dem unerwarteten Tod von JUNGHANS' Vater das Schorndorfer Unternehmen 1955 aufgelöst wurde, und KLEIN sowie SCHEUFELE Schorndorf verließen, kamen wir uns schon recht verlassen vor. Doch irgendein guter Geist muß uns auch damals weitergeholfen haben, denn während SCHEUFELE von seinem neuen Arbeitsplatz in Duisburg aus uns weiterhin beraten konnte, geriet KLEIN in den USA, wohin er übersiedelte, in das Rechenzentrum eines großen Konzernes, von dem aus er imstande war, unsere statistischen Untersuchungen kostenlos weiter und besser zu programmieren als bisher.

2. Bis 1954 waren die gesamten Sachmittel für unsere technischen Untersuchungen durch JUNGHANS bei der Industrie beschafft worden, wobei insbesondere die Wielandwerke in Ulm uns, einschließlich der Herstellung der Testlegierungen, immer wieder geholfen haben. Dies war für den angestrebten Probenumfang nicht mehr möglich. Hier nun griff die DFG helfend ein und verwirklichte es finanziell, die vorgesehenen 5000 Proben aus Europa zu bearbeiten. Jedoch unsere Aufgaben am Museum – wir standen mitten in der Aufstellung der vor- und frühgeschichtlichen Sammlungen – erschwerten zunächst den zügigen Fortgang der Materialaufnahme. Eine Änderung trat erst ein, als SANGMEISTER nach seiner Habilitation in Marburg 1954 für zwei Jahre als Assistent an das Deutsche Archäologische Institut nach Madrid ging. Von dort aus konnte er spanische Kollegen von der Nützlichkeit unseres Forschungsunternehmens überzeugen, so daß sie sich bereit erklärten, ihr Material durch uns untersuchen zu lassen. Schwierigkeiten bereitete es indessen, in Madrid eine geeignete Bohrmaschine für die Probenentnahme aufzutreiben. Wir benötigten hierzu keineswegs ein Spezialgerät, sondern eine ganz gewöhnliche Handbohrmaschine an einem Gestell zum Aufstellen auf einen Tisch. SANGMEISTER bat uns, ihm eine solche nach Madrid zu schicken und fügte für den Zoll ein Begleitschreiben des Madrider Institutes bei. Im April ging die Sendung in Stuttgart ab. Erst im August erfuhr SANGMEISTER, das Paket sei zwar auf der Bahn in Madrid eingetroffen, es fehle jedoch eine Einfuhrgenehmigung. Diese zu erhalten war aber trotz Bemühungen der Deutschen Botschaft in Madrid und sonstiger Überredungskünste offenbar nicht möglich. Die Sendung ging wieder nach Stuttgart zurück! Über die Kurierabfertigung des Außenministeriums in Bonn konnte die Bohrmaschine schließlich erneut gen Spanien auf den Weg gebracht werden. Im Oktober hielt sie der glückliche SANGMEISTER endlich in Händen.

Mit OTTO hatten wir inzwischen den Austausch künftig hergestellter Analysen vereinbart. Anlässlich einer Tagung und eines Verwandtenbesuches gelang es ihm, 1954 zweimal nach Stuttgart zu kommen. Er war gerne bereit, frühe ostdeutsche und böhmische Kupfer- und Bronzeobjekte, an die wir damals gar nicht herangekommen wären, zu analysieren.

Wir waren darüber sehr beglückt, vor allem aber auch darüber, daß er uns als Mineraloge darin bestärkte, daß der naheliegende Versuch, die Zusammengehörigkeit von Fertigprodukt und Ausgangsmaterial, also dem Erz, festzustellen in einzelnen Fällen zwar erfolgversprechend, im europäischen Rahmen jedoch nicht durchführbar sei, müßten hierzu doch Abertausende von Lagerstätten auch noch unter Berücksichtigung ihres Teufenunterschiedes untersucht werden. Ganz abgesehen davon, daß viele der damals benützten Lagerstätten größeren oder kleineren Umfangs heute gar nicht mehr bekannt sind. Hier half auch nach OTTOS Ansicht nur die von uns angewandte statistische Methode weiter, denn sie faßt solche Metallgegenstände zu Materialgruppen zusammen, die nach einem einheitlichen technischen Prozeß einschließlich des Ausgangsmateriales hergestellt sind. Ihre geographische Abgrenzung muß somit zwangsläufig zu den Entstehungszentren hinführen, welcher Art auch immer diese sein mögen. Dabei werden die Abgrenzungen um so deutlicher sein, je größer die Menge des untersuchten Materiales ist und je signifikanter die Elemente sind, aus denen es besteht. Zwei Gesichtspunkte, die von uns immer berücksichtigt wurden und sowohl zur ständigen Überprüfung des spektralanalytischen Untersuchungsverfahrens als auch der Anwendung neuer statistischer Methoden führten.

OTTO stand schon damals mit H. CASE vom Ashmolean Museum in Oxford wegen Metalluntersuchungen in Briefwechsel. So bat ihn auch Prof. C. F. A. SCHAEFFER, St. Germain-en-Laye,

Proben aus Ras Shamra zu untersuchen. Die Frage des Transportes der Kupferstücke nach Deutschland warf damals aber Probleme auf. Das Mißtrauen war noch groß, und dementsprechend eng waren die Ein- und Ausfuhrbestimmungen. Eine glaubwürdige Deklaration für kleine Metallstückchen zu erstellen, war in diesem Falle sehr fragwürdig. Die Proben gar in die DDR zu schicken, war, auch für OTTO selbst, zu riskant. Es lag daher nahe, die Stücke bei uns zu untersuchen. Doch auch jetzt traute SCHAEFFER dem „Frieden“ offenbar nicht ganz, denn er bat darum, die Proben bei ihm persönlich abzuholen. Nach einigem Hin und Her – es hätten Reisevisa beschafft werden müssen – wurde schließlich die Niederlassung eines deutschen Industrieunternehmens in Paris eingeschaltet. Ein Mitarbeiter derselben nahm es dann auf sich, das Untersuchungsmaterial nach Stuttgart zu überbringen. Da hiervon genügend zur Verfügung stand, vereinbarten wir mit OTTO bei seinem nächsten Besuch, daß er in Leuna eine Paralleluntersuchung durchführen sollte. Er war bereit, in seinem Privatgepäck die erforderlichen Proben mitzunehmen. Wir konnten auf diese Weise unsere beiden Methoden auch in der Praxis überprüfen. Es beruhigte uns dann sehr, als sich die Vergleichbarkeit unserer Analyseergebnisse erneut bestätigte, zumal dies die ersten Analysen waren, die ich selbständig gefertigt hatte.

Neben den erfolgreichen Bemühungen von SANGMEISTER und OTTO, die Basis unserer Untersuchungen ständig zu erweitern, bat uns Prof. Dr. K. BITTEL, nach seiner Lehrtätigkeit in Tübingen mittlerweile – ab 1953 – wieder Direktor des Deutschen Archäologischen Institutes in Istanbul, um die Untersuchung von Bronzen aus Bogazkoi. Außerdem forderte uns Prof. Dr. J. WERNER, München, auf, die Perlandbecken der Merowingerzeit zu untersuchen, um die Frage ihrer Herkunft zu klären. Es war jedoch verständlich, daß wir aus methodischen und finanziellen Gründen Gegenstände aus späteren Zeitabschnitten als der beginnenden Metallzeit nur ausnahmsweise in unser Programm aufnehmen konnten, zumal der Zugang von Proben aus der uns interessierenden Epoche zunahm. Auch wuchs das Interesse an der von uns angewandten Untersuchungsmethode. So erschien unter anderen eines Tages – es war im Jahre 1955 – bei uns Prof. CH. HAWKES aus Oxford mit seinem technischen Assistenten YOUNG. Er hatte sich zum Ziel gesetzt, naturwissenschaftliche Methoden in der Vorgeschichtsforschung verstärkt anzuwenden und untersuchte prähistorische Bronzen, allerdings verschiedener Zeiten, mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse. Deren Ergebnisse waren jedoch nicht, wie HAWKES erhoffte, mit den unseren unmittelbar vergleichbar. Er wollte daher zur Spektralanalyse überwechseln. Wir gaben ihm die entsprechenden Unterlagen einschließlich der Testlegierungen mit. Diesem ersten Besuch folgten sodann in den nächsten Jahren noch weitere sehr nützliche, freundschaftliche und oft auch sehr humorvolle Begegnungen.

Man kann sich denken, daß all dies soeben Geschilderte zu unserer Museumsarbeit mancherlei Abwechslung und spannungsreiche Stunden brachte. Vor allem, als uns DEHN mitteilte, daß die DFG geneigt sei, unser Analysenunternehmen in ihr Schwerpunktprogramm aufzunehmen. Es war dies sein Vorschlag gewesen, den auch Prof. Dr. W. KRÄMER nachhaltig unterstützt hat. Nachdem es sich für 1956 anzeigte, unsere Untersuchungen neben Spanien auf die Bretagne, Südengland, den Balkan und Kleinasien mit Hilfe der Herren Dr. P. R. GIOT in Rennes, Prof. I. R. MARÉCHAL in Caen, HAWKES, DEHN und BITTEL auszudehnen, war die Aussicht einer Aufnahme in das Schwerpunktprogramm der DFG für uns von großer Bedeutung. Wir hatten ohnehin schon Überlegungen angestellt, daß bei einem weiteren Anwachsen unserer Arbeiten diese ohne technische und wissenschaftliche Mitarbeiter und eine bessere technische Ausstattung mit Geräten nicht mehr in gewünschtem Umfang durchzuführen wären. Doch wir blieben technischerseits zunächst noch auf eine enge Zusammenarbeit mit dem Stuttgarter Max-Planck-Institut für Metallforschung angewiesen, das über dieselben Geräte verfügte wie wir. Dies vor allem bei Defekten an unseren Apparaturen, waren doch für diese vor dem Krieg in den Zeisswerken in Jena hergestellten Geräte in der Bundesrepublik schon sehr bald keine Ersatzteile mehr zu erhalten. Neben dem Max-Planck-Institut haben wir aber auch von anderen Einrichtungen der damaligen Technischen Hochschule Stuttgart dann stets Unterstützung erfahren, einschließlich der aushilfsweisen Benützung ihrer und der Reparatur unserer Geräte. Rat und

Hilfe stellte uns ferner das Chemische Untersuchungsamt der Stadt Stuttgart, insbesondere dessen Leiter Dr. PFEILSTICKER, zur Verfügung, der auf dem Gebiet der Spektralanalyse eine besondere Methode entwickelt hatte.

Wie eng und freundschaftlich unsere Zusammenarbeit mit den genannten Instituten war, mag schließlich auch daraus hervorgehen, daß wir uns mit den erforderlichen Spezialfotoplatten für unsere Spektralapparate gegenseitig aushalfen, als auch diese nur noch in der DDR hergestellt wurden. All dies war recht mühsam. Aber wir haben noch sechs Jahre lang mit unserem alten, 1954 nach Stuttgart überführten Schorndorfer Gerät gearbeitet.

Inzwischen wurde SANGMEISTER 1956 als Extra-Ordinarius nach Freiburg/Br. berufen. Ihm und auch JUNGHANS war es neben ihren Aufgaben an Universität und Museum nicht mehr möglich, in bisherigem Umfang auf Reisen zu gehen und Analysenproben einzuholen. Immerhin konnte aber SANGMEISTER sein Institut fortan auf die Auswertung unserer Analysen ausrichten. Studentinnen und Studenten von ihm und DEHN fuhren nunmehr durch ganz Europa. Aus der Begegnung der Studierenden mit den frühbronzezeitlichen Kulturen in den von ihnen besuchten Ländern sollten sieben Doktorarbeiten und aus der Auseinandersetzung mit dem naturwissenschaftlichen Material zwei Habilitationsschriften hervorgehen. Ermöglicht wurden die umfangreichen Reisen und die erweiterte Probenbeschaffung dadurch, daß im Jahre 1957 tatsächlich unsere Aufnahme in das Schwerpunktprogramm der DFG erfolgte und unserem neuerlichen Antrag voll stattgegeben wurde.

Für uns besonders wichtig waren neben den erwähnten Mitteln für Reisen die Beträge für Material, statistische Aufarbeitung und Publikationen sowie für die Beschäftigung eines geistes- und eines naturwissenschaftlichen Mitarbeiters. Noch im Jahr 1957 wurden 792 Proben aus Zypern, Jugoslawien und Portugal eingebracht und bearbeitet. Auch die Kontaktaufnahme oder -pflege zu ausländischen Kollegen wurde erleichtert. Im Winter 1956/57 hatte CASE in Stuttgart einen Besuch gemacht, um mit JUNGHANS Fragen der spektralanalytischen Untersuchung durchzusprechen und Ergebnisse auszutauschen. Er brachte alle von ihm bis dahin gefertigten Analysen mit und ließ uns davon Kopien machen, während wir ihm später Kleinbildfilme unserer Analysenblätter zuschickten. Bei diesem Besuch kam es zu einer für ihn unerwarteten Begegnung. CASE hatte auf Anraten von Prof. Dr. G. CHILDE schon Anfang der fünfziger Jahre mit SANGMEISTER in Marburg über Probleme der Glockenbecherkultur korrespondiert und war nun bei seinem Besuch überrascht, ihn als Mitglied des Analysenteams auch persönlich kennen zu lernen.

Als eine Einladung ihres ehemaligen Marburger Studienkollegen Dr. J. RAFTERY aus Dublin eintraf, fuhren JUNGHANS und SANGMEISTER 1957 nach Irland und England, um gleichzeitig die Besuche von HAWKES und CASE zu erwidern und die Anlagen in Oxford kennen zu lernen. Dort hielten sie auf Wunsch der Kollegen Vorträge. Bei anschließenden Diskussionen konnte zweierlei erreicht werden: 1. In dem von HAWKES und dem Physiker HALL eingerichteten Labor wurden prähistorische Metallgegenstände nunmehr nach der gleichen Methode wie in Stuttgart untersucht. 2. CASE führte planmäßige Reihenuntersuchungen aeneolithischer und frühbronzezeitlicher Metallgegenstände der irischen und britischen Museen einschließlich solcher des Vorderen Orients durch. Ein Austausch fertiger englischer Analysen mit unseren zur jeweiligen eigenen Verwendung wurde vereinbart. Für uns waren diese getroffenen Abmachungen eine große Hilfe.

Die Aufnahme unseres Vorhabens in das Schwerpunktprogramm der DFG erlaubte uns nun, der Untersuchung frühester Metallformen in einem weit größeren Umfang nachzugehen als es bisher möglich war. Wir drei gingen zwar stets alle Arbeiten gemeinsam an, doch wurde eine straffere Aufgabenteilung erforderlich und zwar dergestalt, daß JUNGHANS vorwiegend die Koordination in der Gruppe und deren verwaltungstechnische Aufgaben erledigte, während SANGMEISTER sich insbesondere der vorgeschichtlichen Belange und ich mich des technischen Bereiches annahm.

Einige Schwierigkeiten bereitete es, die uns bewilligten Assistenten- und Mitarbeiterstellen zu besetzen. SANGMEISTER mußte und konnte sich auch anfänglich mangels geeigneter Kräfte mit

abgeschlossenem Studium mit Studentinnen und Studenten behelfen. Und hier dürfte der Platz sein, auch im Vorgriff auf die Schilderung der nachfolgenden Jahre und soweit sie nicht an anderer Stelle genannt werden, von unseren wissenschaftlichen Assistentinnen und vor allem von unseren Studierenden zu berichten, die unermüdlich durch ganz Europa fuhren, um in oft abenteuerlicher Weise Untersuchungsmaterial zu sammeln. Ohne deren großartige Mitarbeit hätte unser Vorhaben nicht verwirklicht werden können. Ich beginne mit den Damen.

Als Assistentinnen in erster Linie für die ständig wachsenden Katalogarbeiten waren in Freiburg und Stuttgart in den Jahren 1962–1971 tätig: Dr. CH. BAUSCH (1966–1967), Dr. L. BRAUNS (1962–1965), Dr. I. FINGERLIN (1967–1969) und Dr. H. NESTLER-WOCHER (1965–1971). Vornehmlich für Redaktions- und Übersetzungsarbeiten eingesetzt war Dr. R. WOLF in den Jahren 1966–1967.

Erhielten die Assistentinnen von der DFG jeweils Jahresverträge, so waren die Studierenden nur einige Wochen oder Monate im Jahr eingestellt. Es wird im Nachstehenden auffallen, daß sie ihre Reisen in einzelne Länder mehrfach wiederholten. Das hatte seinen Grund darin, daß einerseits die Erlaubnis zur Probenentnahme manchmal erst bei einem zweiten oder gar dritten Besuch erteilt wurde, und andererseits, daß bisher unbekannte Funde zwar bei einem ersten Aufenthalt aufgespürt und erfaßt, von diesen jedoch noch kein Untersuchungsmaterial gewonnen werden konnte.

Im Jahre 1955 erschien B. BLANCE, eine Schülerin von Prof. ST. PIGGOTT, Edinburgh, als Stipendiatin auf einer Grabung von Prof. M. ALMAGRO in Los Millares in Spanien. Dort lernte sie SANGMEISTER kennen, und er konnte ihr Interesse an unserem Analysenvorhaben wecken. Sie besuchte ihn 1956 in Freiburg und anschließend uns in Stuttgart zur Einarbeitung in unsere Untersuchungen und um das Probenentnehmen, das „Bohren“, zu erlernen. BLANCE war eine waschechte Schottin: zäh und hartnäckig, gescheit und anspruchslos. Wir alle haben sie sehr gemocht. Unsere Beatrice „erbohrte“ stets alleine in bewundernswerter Weise und keine Strapazen scheuend eine große Zahl von Proben, allein an die Tausend auf mehreren Reisen in Spanien und Portugal. Sie besuchte außerdem in den Jahren 1958–1961 Museen in Italien, Schottland, England, Griechenland und auf Kreta. Mit einer Arbeit „Anfänge der Metallurgie auf der Iberischen Halbinsel“, erschienen 1971 als Band 4 der „Studien zu den Anfängen der Metallurgie“, hat BLANCE 1960 bei PIGGOTT den Grad eines Ph. D. erlangt. PH. KALB und J. J. TAYLOR, die hier anzureihen wären, werden später (siehe S. 23 u. 24) genannt.

C. CULLBERG kam 1958 als Humboldt-Stipendiat aus Schweden nach Freiburg, begeisterte sich für das Analysenunternehmen und war für uns in den Jahren 1959–1962 „zuständig“ für die Beibringung von Untersuchungsmaterial aus den skandinavischen Ländern. Er unternahm außerdem 1963 eine Reise nach Polen, vorab nach Warschau, um das in Frage kommende Fundmaterial kennenzulernen und mit polnischen Kollegen abzuklären, welche Möglichkeiten dort zur Herstellung von Analysen bestünden. Zu seiner Promotion 1968 über „On Artifact Analysis. A Study in the Systematics and Classification of a Scandinavian Early Bronze Age Material with Metal Analysis and Chronology as Contributing Factors“ (Acta Archaeologica Lundensis, Ser. 4/7, 1968) fuhren HARTMANN und SANGMEISTER nach Göteborg, um vor einem größeren Kreis skandinavischer Archäologen über unsere Untersuchungsmethoden zu berichten.

E. NEUFFER arbeitete im Rahmen unserer Unternehmungen seit 1957 als studentische Hilfskraft bei SANGMEISTER. Er führte in einem alten PKW umfangreiche Reisen zur Probengewinnung im südlichen Europa durch: 1958 in der Schweiz, 1959 nochmals dort sowie in Ost- und Südfrankreich, 1960 in Begleitung von H. SCHICKLER erneut in der Westschweiz sowie in Oberitalien. Im selben Jahr war NEUFFER mit J. AUFDERMAUER ein drittes Mal in Südfrankreich. Insgesamt besuchte er über 150 Museen und legte mindestens an die 30 000 km zurück. Humorvolle Schilderungen schrieb er von unterwegs, von denen einige Auszüge hier folgen sollen: „... Zunächst die Erfolgsliste: 156 Bohrproben und 7 Leicafilme mit allerlei ordentlichen Dingen. Eine ganze Reihe neuer Adressen, die man aber wahrscheinlich wohl nicht mehr aufsuchen kann, da

dieses Unternehmen wohl zu teuer würde. An Mißerfolgen: Zunächst der neue Motor, dann Reparatur der Lichtmaschine, dann ein neuer Regler, danach haben wir auf einem Nagel geparkt, die Scheibenwischer wollten nicht mehr, auch nicht nach der Reparatur, und endlich liegt irgendwo auf der Küstenstraße zwischen Agde und Sète der größte Teil des rechten Scheinwerfers. Alles gab einige Aufregung und auch wieder Spaß . . . In Valence fuhren wir dann mittags um 12 Uhr durch den starken Verkehr mit einem Auto, an dem nichts Elektrisches mehr funktionierte, weder Winker noch Hupe, oder Bremslicht und Scheibenwischer. Muß drollig gewesen sein, wie wir da winkend durch die Stadt fuhren, wenn wir irgendwo einbiegen wollten . . .". Mit einer Arbeit über „Das Aeneolithikum in Südfrankreich und seine Beziehungen zu Mitteleuropa“, promovierte NEUFFER 1962 in Freiburg.

SCHICKLER fuhr, wie schon erwähnt, 1960 mit NEUFFER nach Südfrankreich, Oberitalien und in die Schweiz. Im Jahre 1961 gelang es ihm, nach langwierigen Verhandlungen und erst nachdem er eine Einladung von dort erhalten hatte, in die DDR, vor allem nach Halle, zu fahren, um zu ergründen, inwieweit in der DDR im Anschluß an die Untersuchungen von OTTO eine planmäßige Bestandsaufnahme der frühesten Metallzeit und eine Untersuchung ihrer Objekte möglich sein würde, nachdem in Halle ein Labor für spektralanalytische Untersuchungen vorgeschichtlicher Metallfunde eingerichtet worden war. Eine engere Zusammenarbeit mit diesem schien uns sehr wünschenswert und auch denkbar. Es lag indessen nicht an uns, daß daraus nichts wurde. Im selben Jahr fuhr SCHICKLER mit R. DEHN, G. HENSLER und P. HARBISON auf eigene Kosten in die Bretagne. Sie konnten dort zeichnerisch das bretonische frühe Kupfer- und Bronzegerät aufnehmen. HARBISON hat später rund 1200 Proben aus Irland beigebracht und promovierte 1964 in Marburg mit einer Arbeit über „The Copper and Bronze Finds of the Chalcolithic and Early Bronze Age in Ireland“. SCHICKLER trat nach seiner Promotion 1963 im Jahre 1964 in den Dienst des Württembergischen Landesmuseums und unserem Analysenteam als Mitarbeiter bei (siehe S. 23).

F. SCHUBERT studierte bei DEHN in Marburg und erhielt durch dessen Vermittlung 1956 eine Einladung zu einer länger dauernden Grabung in Jugoslawien. Er hatte schon im Vorjahr Materialkenntnisse der dortigen frühen Bronzezeit sich angeeignet und begonnen, die Landessprache zu erlernen. Er sagte zu, die Dauer seines Aufenthalts im Jahr 1956 in Jugoslawien auch zur Probenentnahme an frühbronzezeitlichen Metallfunden zu nutzen, soweit dies möglich sein würde. Daran anknüpfend sollten sich viele Reisen in die Balkanländer anschließen: 1957 nochmals nach Jugoslawien; 1958, nunmehr stets begleitet von seinem Bruder Eckehart, nach Österreich, erneut Jugoslawien und Bulgarien; 1959, nach zweijähriger Wartezeit auf die Einreisebewilligung, in die Tschechoslowakei und nach Ungarn. Zum erstenmal kamen die beiden 1960 auch nach Rumänien; 1962 waren sie schließlich noch einmal in Ungarn. Insgesamt fuhren sie über 53 000 km und haben in mehr als 150 Museen Proben gewinnen können (Abb. 1). Zur Durchführung dieser oft beschwerlichen Reisen hatten F. und E. SCHUBERT einen VW-Bus erworben und diesen, ausgeklügelt mit allen erdenklichen Raffinessen, zu einem „Expeditions-wagen“ ausgebaut. Das Wohnmobil in seiner heutigen Vielfalt war damals ja erst im Kommen, so daß uns das Schubertsche Gefährt sehr beeindruckte. Welche Schwierigkeiten bei Reisen in diese Länder, zumal noch mit einer bestimmten Aufgabenstellung, damals zu überwinden waren, schilderte F. SCHUBERT ausführlich. Es mag von Interesse sein, hier einige Passagen aus seinen Berichten folgen zu lassen, wobei davon abgesehen werden soll, Orts- und Personennamen zu nennen: „. . . Während sich die Arbeiten in . . . noch verhältnismäßig leicht durchführen ließen, gestaltete sich die Fortführung der Reise immer schwieriger. Einerseits lehnte die Direktion des Nationalmuseums in . . . bzw. die Akademie der Wissenschaften es ab, eine entsprechende schriftliche Anweisung an die kleineren Museen des Landes mitzugeben, so daß die Verhandlungen immer wieder dort neu geführt werden mußten. Andererseits mußten für die weiteren Stationen der Reise jeweils besondere Aufenthaltsgenehmigungen beantragt werden . . . Hinzu kam, daß die staatliche Reiseorganisation nicht auf die Mitgabe eines Führers verzichten zu können glaubte, was zu einer Verteuerung der Reise geführt hätte, sich allerdings

gerade noch abwenden ließ. Immerhin sorgte man von . . . aus für eine polizeiliche Überwachung der Reiseroute . . . Da es sich im Gespräch mit dem Direktor des Museums in . . . herausstellte, daß noch weiteres Material in . . . und . . . liegt, wurde für diese beiden Orte um Aufenthaltsgenehmigung nachgesucht. Erst nach mehreren Tagen teilte die Polizeibehörde einen ablehnenden Bescheid mit. Es mußte also ein Weg gesucht werden, auch ohne offizielle Erlaubnis diese beiden Museen zu besuchen. Dabei erwies sich der Kraftwagen, wie in vielen anderen Fällen, als sehr vorteilhaft. Ungeachtet der großen Entfernungen wurden beide Städte besucht, das Material aufgenommen und noch am selben Tag wieder in den polizeilichen Meldeort zurückgekehrt . . .“. So weit die Schilderungen. Wir waren jedesmal erleichtert, wenn beide SCHUBERTS von ihren Reisen wieder wohlbehalten bei uns eintrafen. Im Jahre 1964 promovierten sie in Marburg: Franz mit einer Arbeit über „Die kupfernen Schwergeräte Südosteuropas“ (Zu den südosteuropäischen Kupferäxten. *Germania* 43, 1965, 274–295, Zusammenfassung); Eckehart hatte als Dissertationsthema: „Die frühe Bronzezeit an der mittleren Donau im Spiegel ihrer Metallformen“ gewählt, erschienen im 54. Bericht der RGK 1973 (1974) 1–105.

Außerdem erschienen von ihnen weitere Aufsätze zur Metallurgie Südosteuropas:

E. SCHUBERT, Zur Frühbronzezeit an der mittleren Donau. *Germania* 44, 1966, 264–286.

E. und F. SCHUBERT, Spektralanalytische Untersuchungen von Hort- und Einzelfunden der Periode B III.



Abb. 1 E. SCHUBERT bei der Entnahme von Untersuchungsmaterial.

In: A. MOZOLICS, Bronzefunde des Karpatenbeckens. Depotfundhorizonte von Hajdúsámson und Koszderpadlás (1967) 185–203.

E. und F. SCHUBERT, Über die spektralanalytische Untersuchung des Bronzegefäßes von Smig. Anhang 2 zu: A. MOZOLICS, Goldfunde des Depotfundhorizontes von Hajdúsámson. Ber. RGK 46–47, 1965–1966 (1968) 74–76.

E. SCHUBERT, Einige Bemerkungen zur metallurgischen Entwicklung im östlichen Mitteleuropa am Übergang vom Spätneolithikum zur Frühbronzezeit. Acta Arch. Carpathica 15, 1975, 181–190.

E. SCHUBERT, Frühbronzezeitliche Kulturbeziehungen im Donauraum im Spiegel der Metallanalysen. In: Die Frühbronzezeit im Karpatenbecken und in den Nachbargebieten. Internat. Symposium 1977 Budapest – Velem. Mitt. Ungar. Arch. Inst. Beih. 2 (1981) 189–197.

E. SCHUBERT, Grundzüge der metallurgischen Entwicklung im nordwestlichen Karpatenbecken bis zur Mitte des 2. Jahrtausends v. u. Z. Arch. Polski 27, 1982, 315–317.

E. SCHUBERT, Zur Frage der Arsenlegierungen in der Kupfer- und Frühbronzezeit Südosteuropas. In: Studien zur Bronzezeit, Festschr. W. A. v. BRUNN (1982) 447–459.

E. SCHUBERT, Spätneolithikum und Frühbronzezeit im süddeutschen Raum. In: Atti del X Simposio Internaz. sulla fine del Neolitico e glinizi dell'Età del Bronzo in Europa (1982) 283–295.

E. und F. SCHUBERT, Die Hammeräxte vom Typus Handlová. In: Mat. z. Vor- u. Frühgesch. v. Hessen 8 (1991, im Druck).

Neben den genannten Studierenden waren für uns insgesamt noch 30 studentische Hilfskräfte in Freiburg und Stuttgart im vorgeschichtlichen oder technischen Bereich jeweils wochen- oder monatsweise von 1955–1969 tätig.

Es mag hier der Platz sein, ausführlicher darauf hinzuweisen, daß mit der wachsenden Zahl der Analysen, die wir dank der Hilfe so vieler Stellen fertigen konnten, uns die Verpflichtung erwuchs, laufend über unsere Arbeiten zu berichten. Obwohl von Anfang an vorgesehen war, die Ergebnisse gesamthaft mit vollständiger Dokumentation in einer eigenen Publikationsreihe („Studien zu den Anfängen der Metallurgie“ – SAM) vorzulegen, wurde es doch notwendig, in kleineren und kleinsten Arbeiten und Aufsätzen Rechenschaft abzulegen über unser Tun und über Fortschritte und Zwischenergebnisse zu berichten. Dazu sind nachfolgende Titel zu nennen.

#### Zur Untersuchung von Gegenständen aus Kupfer und Bronze:

S. JUNGHANS/E. SANGMEISTER, Bericht über den Fortgang spektralanalytischer Untersuchungen an kupferzeitlichen und frühbronzezeitlichen Bodenfunden Europas. Germania 35, 1957, 11 ff.

E. SANGMEISTER, Neue Ergebnisse spektralanalytischer Untersuchungen von Bodenfunden der Kupfer- und Frühbronzezeit in Europa. Ber. V. Internat. Congr. f. Vor- u. Frühgesch. Hamburg 1958 (1961) 710 ff.

S. JUNGHANS, Stuttgarter Bericht über den Fortgang spektralanalytischer Untersuchungen an Kupfer- und Goldgegenständen der frühen Metallzeit Europas. Germania 46, 1968, 1 ff.

E. SANGMEISTER, Zur Ausbreitung der Metalltechnik in Europa. Germania 46, 1968, 4 ff.

E. SANGMEISTER, Zur Ausbreitung der Metallkenntnis in Europa. Actes du VII<sup>e</sup> Congr. Internat. des Sciences Préhist. et Protohist. Prague 1966 (1970) 100 ff.

Oft waren es Beiträge oder auch nur kurze Expertisen, die wir auf Wunsch der Museumsleiter, die uns Proben zur Verfügung gestellt hatten, nach dem jeweiligen Stand unserer Erkenntnisse verfaßten und in Einzelfällen größeren monographischen Publikationen beifügten:

E. SANGMEISTER, Zu einigen frühbronzezeitlichen Funden aus Portugal – Ergebnisse spektralanalytischer Untersuchungen. Arqueologia et História 8, Comemorativo do Centenario do Nascimento do Doutor José LEITE DE VASCONCELLOS (1958) 43 ff.

- E. SANGMEISTER, Nietdolch von Schaan. *Jahrb. Hist. Ver. Fürstentum Liechtenstein* 58, 1958, 313 f.
- E. SANGMEISTER, Gutachten zur Kupferaxt von Weeze, Kr. Geldern. *Arch. Funde u. Denkmäler d. Rheinlandes*, 1: Kreis Geldern (1960) 307 f.
- E. SANGMEISTER, Contribution al estudio de los primitivos objetos de metal en el pais Vasco. *Anuario de Eusko-Folklore* 18, 1961.
- E. SANGMEISTER, The Copper of the Cemetery – Results of Spectroanalytical Investigations. In: I. BOGNÁR-KUTZIÁN, The Copper Age Cemetery of Tiszapolgár-Basatanya. *Arch. Hung. N. F.* 42 (1963) 557 ff.
- E. SANGMEISTER, Spektralanalysen von Metallfunden des Gräberfeldes Mokrin. In: Mokrin II, Nekropola Ranog Bronzanog Doba. *Diss. et Monogr.* 12 (1972) 97 ff.

Freilich haben wir auch sich bietende Gelegenheiten genützt, um neben den Fachkollegen auch einem breiteren Publikum die Möglichkeiten und Grenzen unserer Arbeit vorzutragen:

- E. SANGMEISTER, Metalurgía y comercio del cobre en la Europa prehistorica. *Zephyrus* 11, 1960, 132 ff.
- H. SCHICKLER, Aufnahme und Ablehnung der Metallurgie bei frühbronzezeitlichen Kulturen Europas. *Germania* 46, 1968, 11 ff.
- E. SANGMEISTER, Spektralanalyse in der Erforschung ur- und frühgeschichtlicher Metallurgie. *Arch. Inf.* 2, 1971.
- A. HARTMANN/E. SANGMEISTER, Zur Erforschung urchenichtlicher Metallurgie. *Angewandte Chemie* 84, 1972, 669 ff. (International Edition in English 11, 1972, 620 ff.).
- E. SANGMEISTER, Stichwort „Bronze“ in: *Reallex. Germ. Altkde. = Hoops* (2. Aufl. 1978) Bd. 3, 470 ff.
- E. SANGMEISTER, Die Anfänge der Metallurgie in Europa – Kommentar zu den Karten. In: *Ausgrabungen in Deutschland, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft 1950–1975. 3. Monogr. RGZM 1.3* (1975) 297 ff.

Schließlich konnte es auch nicht ausbleiben, daß wir auf Arbeiten antworten mußten, in denen gegen unsere Arbeit Einwände erhoben wurden:

- H. OTTO/E. SANGMEISTER, *Archaeology and Metal Analysis. Antiquity* 47, 1973, 217 ff.

Im Zuge derartiger Auseinandersetzungen mußte vor allem dem grundsätzlichen Einwand begegnet werden, der Versuch, die immer größer werdende Gesamtmenge der Analysen statistisch zu gruppieren, müsse notwendig zu Fehlzusammenhängen in Teilgebieten führen; nur geographisch, kulturell oder chronologisch begrenzte Teileinheiten könnten sinnvoll untersucht werden (H. T. WATERBOLK/J. BUTLER in *Helinium* 5, 1965, 227 ff.; eine Revision dieses Artikels hatten anläßlich einer Diskussion in Stuttgart im Spätjahr 1966 die Autoren und J. D. VAN DER WAALS zugesagt. Leider ist sie nie erschienen). Es wurden daher einzelne regionale, zeitliche oder sachliche Analysen-Stichproben herausgegriffen und zunächst noch nach den Materialgruppen aus SAM 1, später auch nach für jeden Einzelfall neu erarbeiteten Varianten der Materialgruppen aus SAM 2 bearbeitet:

- E. SANGMEISTER, Die Sonderstellung der schweizerischen Frühbronzezeitkultur: Ergebnisse spektralanalytischer Untersuchungen frühbronzezeitlicher Metallgegenstände der Schweiz. In: *Helvetia Antiqua, Festschr. E. VOGT* (1966) 65 ff.
- E. SANGMEISTER, Die Kupferperlen im Chalkolithikum Südfrankreichs: Ein Beitrag zur Geschichte der frühen Metallurgie. In: *Mélanges de Préhistoire, d'Archéocivilisation et d'Ethnologie offerts à ANDRÉ VARAGNAC* (1971) 641 ff.
- E. SANGMEISTER, Aufkommen der Arsenbronze in SO-Europa. *Actes du VIII<sup>e</sup> Congr. Internat. des Sciences Préhist. et Protohist. Beograd* (1971) 109 ff.

E. SANGMEISTER, Die Bronzen des Hortfundhorizontes von Opályi. Ergebnisse der spektralanalytischen Untersuchungen. In: A. MOZSOLICS, Bronze- und Goldfunde des Karpatenbeckens – Depotfundhorizonte von Forró und Opályi (1973) 215 ff.

E. SANGMEISTER/CH. STRAHM, Die Funde aus Kupfer in Seeberg, Burgäschisee-Süd. In: H. G. BANDI u.a., Seeberg, Burgäschisee-Süd, Teil 6: Steingeräte und Kupferfunde (1973) 189 ff.

H. SCHICKLER, Frühe legierte Metallfunde aus Mitteleuropa. Arch. Polski 27, 1982, 37–49.

H. SCHICKLER, ‚Neolithische‘ Zinnbronzen. Studien zur Bronzezeit. Festschr. f. W. A. VON BRUNN (1982) 419–445.

Schon nach Abschluß der Förderung durch die DFG wurde noch die Untersuchung der Kupferfunde aus der Grabung des Freiburger Instituts in der kupferzeitlichen Befestigung von Zambujal 1964–1973 fortgesetzt. Für die Publikation dieser insgesamt 370 Analysen, meist von Gußresten, ist eine neue Materialgruppengliederung nur auf der Basis der portugiesischen Kupferfunde versucht worden, wobei Anregungen aus den Publikationen von WATERBOLK/BUTLER und ČERNYCH aufgenommen wurden. Die Arbeit erscheint 1992 in den Madrider Beiträgen.

Zu erwähnen bleibt noch, daß wir der Bitte um Rezensionen von Arbeiten anderer Arbeitsgruppen gelegentlich nachkommen mußten, ging es doch immer wieder darum, Vor- und Nachteile verschiedener Vorgehensweisen zu erörtern:

E. SANGMEISTER, Besprechung von R. PITTIONI, Urzeitlicher Bergbau und Spurenanalyse (1957). Germania 36, 1958, 249 ff.

E. SANGMEISTER, Besprechung von H. NEUNINGER/R. PITTIONI/E. PREUSCHEN, Das Kupfer der Nordtiroler Urnenfelderkultur. Germania 39, 1961, 516 ff.

E. SANGMEISTER, Besprechung von W. LORENZEN, Helgoland und das früheste Kupfer des Nordens (1965). Offa 23, 1966, 141 ff.

In Vorwegnahme der Schilderung unserer Untersuchung von Gegenständen aus Gold (siehe S. 19 ff.) seien hier aufgeführt:

A. HARTMANN, Spektralanalytische Untersuchungen bronzezeitlicher Goldfunde des Karpatenraumes. Germania 46, 1968, 19 ff.

A. HARTMANN, Über die spektralanalytische Untersuchung bronzezeitlicher Goldfunde des Donauraumes. Actes du VII<sup>e</sup> Congr. Internat. des Sciences Préhist. et Protohist. Prague 1966 (1970) 64 ff.

A. HARTMANN, Ergebnisse der spektralanalytischen Untersuchung äneolithischer Goldfunde aus Bulgarien. Studia Praehist. 1–2, 1978, 27 ff.

A. HARTMANN, Die Goldsorten des Äneolithikums und der Frühbronzezeit im Donauraum. Studia Praehist. 1-1, 1978, 182 ff.

A. HARTMANN, Ergebnisse spektralanalytischer Untersuchung späthallstatt- und latènezeitlicher Goldfunde vom Dürrnberg, aus Südwestdeutschland, Frankreich und der Schweiz. In: L. PAULI, Der Dürrnberg bei Hallein, Bd. 3. Münchner Beitr. z. Vor- u. Frühgesch. 18 (1978) 601 ff.

A. HARTMANN, Tetricus Typ Ha 56 – Lokale Münzprägung des 3. Jahrh. im Hambacher Forst Kr. Düren. Numismatisches Material und spektralanalytische Untersuchungen. Das Rheinische Landesmuseum Bonn 1980, Sonderh. Ausgrabungen im Rheinland 1979.

A. HARTMANN, Zur Materialzusammensetzung keltischer Goldmünzen – einige Ergebnisse und deren Deutung. Kelt. Numism. u. Arch., BAR Internat. Ser. 200 (1984).

A. HARTMANN, Irish and British Gold Types and their European Counterparts. Proceedings of the Fifth Atlantic Colloquium 1978.

A. HARTMANN/E. NAU, Über die spektralanalytische Untersuchung einiger griechischer Philipp- und Alexander-Statere sowie deren keltischer Nachprägungen. Beitr. z. süddt. Münzgesch. Festschr. z. 75jähr. Bestehen d. Württ. Ver. f. Münzkde. e.V. (1976) 7 ff.

A. HARTMANN, Ergebnisse spektralanalytischer Untersuchungen an keltischen Goldmünzen aus Hessen und Süddeutschland. Germania 54, 1976, 102 ff.

A. HARTMANN, Zur Erkennung von Fälschungen antiken Goldschmuckes. Arch. Anzeiger 2, 1975, 300 ff.

A. HARTMANN, Über Materialanalysen an Goldmünzen der keltischen Bojer. Jahrb. RGZM 32, 1985, 660 ff.

A. HARTMANN/R. WOLF, Vergleichende Spektralanalysen an einigen frühmittelalterlichen Goldfunden und Goldblattkreuzen. In: W. HÜBENER (Hrsg.), Die Goldblattkreuze des frühen Mittelalters. Veröffentl. Alemann. Inst. Freiburg 37, 1975.

A. HARTMANN, Naturwissenschaftliche Untersuchungen an Schrötlingsformen und Goldmünzen. In: H. J. KELLNER, Die Münzfunde von Manching und die keltischen Fundmünzen aus Südbayern. Die Ausgrabungen in Manching, Bd. 12 (1990) 230 ff.

Nach diesem Exkurs nun wieder zurück in das Jahr 1957. Unser Programm sah vor, bis Ende 1961 die geplanten 5000 Analysen zu fertigen und bis Ende 1962 ein druckfertiges Manuskript über alle bisher von uns untersuchten Objekte herzustellen. Die Römisch-Germanische Kommission unter ihrem nunmehrigen Direktor KRÄMER erklärte sich bereit, diese Publikation zu übernehmen. Bereits 1951 erschien in der Germania 29 ein kurzer Bericht von JUNGHANS und SCHEUFELE „Zur Frage spektralanalytischer Untersuchungen an prähistorischen Metallgegenständen“. Und in Germania 35, 1957 berichteten JUNGHANS und SANGMEISTER: „Über den Fortgang spektralanalytischer Untersuchungen an kupferzeitlichen und frühbronzezeitlichen Bodenfunden Europas“. Beide Veröffentlichungen verzichteten auf die Drucklegung der angefertigten Analysen – schon allein aus Platzgründen. In der o. a. Publikation sollten jetzt erstmals die Analysenwerte mit Katalog der untersuchten Objekte und mit den Ergebnissen der historischen Ausdeutung vorgelegt werden.

Wir veranschlagten, daß nach Abschluß dieses Arbeitsabschnittes Ende 1961 uns einschließlich der Analysen von OTTO und CASE mindestens 7000 Analysen aus Europa und 1000 aus dem Vorderen Orient zur Verfügung stehen würden. Diese 1000 Analysen sollten die Ausgangsbasis für weitere Untersuchungen in Kleinasien sein. Um dort die Arbeiten zu intensivieren, fuhr JUNGHANS 1958 nach Istanbul und Ankara. An beiden Orten war es ihm dank der Vermittlung von BITTEL möglich, Vorträge zu halten und die türkischen Kollegen für eine Mitarbeit zu gewinnen. Zur Durchführung besuchte uns daraufhin Dr. U. ESIN, damals Assistentin von BITTEL an der Universität Istanbul, heute dort Professorin, in Stuttgart, um sich in die Probenentnahme und was dazugehört einzuarbeiten. Sie sprach fließend deutsch und war überaus an unserer Arbeit interessiert. Wir nannten sie nach BITTELS Vorgang „s'Ufikle“ und haben so manche lebhaft und anregende Unterhaltung mit ihr geführt, vor allem während ihres zweiten, längeren Besuches in Stuttgart. Im Jahre 1966 habilitierte sie sich in Istanbul mit einer Arbeit über „Die Anfänge der Metallurgie in Anatolien“.

Eben zur selben Zeit wurde der Leiter des Historischen Institutes an der aserbajdschanischen Universität in Baku, J. R. SELIMCHANOW, auf unsere Untersuchungen aufmerksam, für die er großes Interesse bekundete, da er selbst auch Analysen anfertigte. JUNGHANS hat sich leider vergeblich bemüht, ihm eine Einladung zum V. Internationalen Kongreß für Vor- und Frühgeschichte in Hamburg zu vermitteln und ihn anschließend auch nach Stuttgart einzuladen. Auf diesem Kongreß berichtete SANGMEISTER ausführlich über unsere Untersuchungen. Dort wurde sodann von der Union Internationale des Sciences Pré- et Protohistorique ein „Comité des Analyses Spectrales“ gegründet mit der Aufgabe, die Verbindung zwischen den Forschungsgruppen aufrecht zu halten, die mit Hilfe der Spektralanalyse oder verwandter Methoden Materialuntersuchungen an prähistorischen Gegenständen durchführen. Das Präsidium dieses Comité's übernahmen HAWKES und KRÄMER. Mitglieder waren: CAMBI, Mailand; CASE, Oxford; COGLAN, Newbury; GIOT, Rennes; JUNGHANS, Stuttgart; MARÉCHAL, Saint Germain-en-Laye; OTTO, Leuna; PLEINER, Prag; SANGMEISTER, Freiburg, und SELIMCHANOW, Baku.

Zahlreiche Besuche aus dem In- und Ausland zeigten uns, welche Beachtung die Stuttgarter Gruppe fand. So nahm auch der Umfang unserer Arbeiten ständig zu, mit ihm leider auch das

Ausmaß der reinen Verwaltungstätigkeiten, denn jede Ausgabe, Sachmittel, Reise- und Personalkosten mit abzuführenden Steuern und Versicherungsbeiträgen, mußte exakt und fristgerecht gebucht und belegt werden. Es war damals noch so, daß dies alles vom Antragsteller selbst, also von JUNGHANS, abgewickelt werden mußte, der persönlich für die „sachliche Richtigkeit“ haftete. So manches Mal gingen wir mit gemischten Gefühlen, um nicht zu sagen „zitternd“, an die mittlerweile recht umfangreich gewordene Verwaltung unseres Unternehmens, wollten wir doch tunlich den Mitarbeitern der DFG unnötige Rückfragen oder Mahnungen im Falle von Fehlern oder Versäumnissen unsererseits ersparen. Es mußte eine andere Lösung gefunden werden. Deshalb suchten wir eine vertrauenswürdige Mitarbeiterin und bekamen sie in I. ZERWECK, die von 1957 bis Ende 1961 bei uns blieb. Früh schon griff auch B. HUMMEL, unsere Sekretärin an der Vor- und Frühgeschichtlichen Abteilung des Landesmuseums, hier helfend ein. Zunächst nebenamtlich und weiterhin nach ihrer Zurrücksetzung hat sie die reinen Verwaltungsarbeiten in all den Jahren bis zur Abschlußabrechnung vorbildlich korrekt und zuverlässig abgewickelt.

Etwa 100–150 Analysen stellten wir 1957–1958 monatlich her. Das war gerade noch zu bewältigen. Doch KLEIN hatte 1959 in den USA mittlerweile das Programm für einen neuen statistischen Durchlauf auf einer Großrechenmaschine, wie wir damals sagten, fertig. Dazu war die Übertragung unserer Analysenwerte auf Lochkarten nach KLEIN'scher Vorlage erforderlich. Die Beschäftigung mit der Statistik rückte für mich damit mehr und mehr in den Vordergrund. So war zu befürchten, daß die „Analysenproduktion“ langsamer wurde. Dies durfte schon unserer ausländischen Kollegen wegen keinesfalls eintreten, im Gegenteil: Bei den laufend eingehenden Proben mußte der Ausstoß fertiger Analysen sogar vergrößert werden. S. BÖHM, ausgebildete Chemo-Technikerin, übernahm daher ab 1. 2. 1959 die Analysenfertigung einschließlich der Auswertung, die wir häufig noch zu zweit vornahmen. Mit großer Sorgfalt und großem fachlichen Können hat BÖHM Tausende von Proben analysiert, bis sie uns 1964 verließ. Eine Mitarbeiterin zur Koordination der unterdessen umfangreicher gewordenen Katalogarbeiten gewannen wir im selben Jahr in H. PIELETZKI. Unser Katalog war in dreifacher Ausfertigung angelegt: in je einem Grund-, Analysen- und Versandkatalog. Der Grundkatalog befand sich in Freiburg, den Analysenkatalog hatten wir in Stuttgart, und die entsprechenden Teile des Versandkatalogs wurden entweder von Freiburg oder von Stuttgart aus an diejenigen Institute verschickt, die uns Proben untersuchen ließen. Stöße von Zeichnungen, bei der Probenentnahme von den Objekten angefertigt, waren durchzusehen, eventuell nachzuzeichnen und auf die Katalogblätter zu verteilen. Die Angaben der jeweiligen Fundorte mußten überprüft und gegebenenfalls korrigiert und ergänzt werden. Für diese wichtige Aufgabe war PIELETZKI, die während ihres Studiums auch Vorgeschichte gehört hatte und nach 1945, bis sie 1959 in die Bundesrepublik überwechselte, Bibliothekarin am Landesmuseum für Vorgeschichte in Halle a.d. Saale war, bestens geeignet. OTTO hatte sie in Halle, wo er öfters für seine Untersuchungen in der Museumsbibliothek arbeitete, kennengelernt und sie uns empfohlen. So konnte PIELETZKI, durch OTTO in dem Komplex spektralanalytischer Untersuchungen bereits eingeführt, bei uns sogleich voll mitarbeiten. Unentbehrlich war sie außerdem beim Korrekturlesen unserer Manuskripte. Nunmehr hatten wir in Stuttgart drei feste Mitarbeiter mit Jahresverträgen von der DFG.

Bei der ständig wachsenden Zahl unserer Untersuchungen – noch war nicht abzusehen, welchen Umfang das Material des Vorderen Orients einnehmen würde – machten wir uns allmählich Gedanken darüber, ob die DFG unsere Unternehmungen noch lange würde tragen können und wenn nein, wie es dann weitergehen könne. Mittendrin aufzuhören, war unmöglich. Die Analysen der vorliegenden und eingehenden Proben mußten zumindest fertiggestellt und den Museen jeweils zugestellt werden. JUNGHANS versuchte daher immer wieder, eine Institutionalisierung zu erreichen durch die Errichtung einer „Forschungsstelle für die Geschichte der Metallurgie“. Doch vergeblich, die jeweils Angesprochenen vertrauten auf die DFG und behielten auch weitere neun Jahre Recht. Immerhin aber entschloß sich im Jahre 1960 das Römisch-Ger-

manische Zentralmuseum Mainz, nun unter der Leitung von Prof. Dr. K. BÖHNER, zur Gründung einer „Arbeitsgemeinschaft für Metallurgie des Altertums bei dem Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz“ sowie zur Herausgabe der von der DFG finanzierten Reihe „Studien zu den Anfängen der Metallurgie“, deren erster Band 1960 erschien<sup>7</sup>. Die ursprünglich vorgesehene Übernahme der Publikation durch die RGK war damit hinfällig. Wir waren über diese Lösung sehr froh, denn das RGZM stellte uns außerdem jährlich einen gewissen Betrag für Sachmittel zur Verfügung, der es erlaubte, gegebenenfalls auch ohne Unterstützung durch die DFG wenigstens in reduzierter Form weiterzumachen. Zum anderen schien jetzt auch geklärt, wo unser Untersuchungsmaterial, das zu eventuellen Nachuntersuchungen aufbewahrt werden sollte, sowie sämtliche Unterlagen der Auswertung nach Abschluß unserer Arbeiten für in- und ausländische Kollegen zugänglich archiviert werden konnte.

So war alles gut in die Wege geleitet. Wir hätten zufrieden sein können, wenn nicht der Zustand unseres alten Photometers und die Leistungsfähigkeit des Spektrographen uns mehr und mehr Sorgen bereitet hätten. Ersterer wurde immer anfälliger, und für das vor 1945 bei Zeiss in Jena hergestellte Gerät gab es in der Bundesrepublik nur noch einen einzigen Monteur, der dessen System kannte. Auch wurden die schon geschilderten Schwierigkeiten in der Beschaffung der benötigten Fotoplatten immer größer. Die Anschaffung einer neuen kompletten Ausrüstung war unausweichlich. Doch welche Geräte? Wiederum standen uns die o.a. Institute<sup>8</sup> und GERLACH hilfreich zur Seite. Auch das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie in Schwäbisch Gmünd gab uns wertvolle Ratschläge. Die DFG hat uns dann im Jahre 1960 die erforderlichen Apparate zur Verfügung gestellt (Abb. 2).

Bei rund 5000 angefertigten und auf Lochkarten übertragenen Analysen hielten wir es nun für richtig, unsere seitherigen statistischen Ergebnisse zu überprüfen. KLEIN kam deswegen in seinem Urlaub im Juni 1960 nach Stuttgart, um in der hiesigen Filiale von IBM, die uns freundlicherweise nach Betriebsschluß die erforderlichen Tabelliermaschinen zur Verfügung stellte, unsere Lochkarten zu sortieren und mich auf der betreffenden Maschine einzuarbeiten. Zwei Nächte lang standen wir, JUNGHANS, SANGMEISTER und ich, vor ratternden Apparaten, staunten und lernten, wie die Lochkarten durchsausten und in einzelne Fächer fielen, und wie KLEIN nach dem Rechten sah und die sortierten Lochkarten ausdrucken ließ. Danach gliederten wir die Analysen nach unseren bisherigen Materialgruppen auf. Diese bestätigten sich zwar, doch zeichneten sich Veränderungen ab. Auch der Versuch SANGMEISTERS, diese mit den archäologischen Resultaten zu vergleichen, erhärtete die Anzeichen von Verschiebungen. Interessant war in diesem Zusammenhang ein Schreiben KLEINS, dem wir unsere neue Aufteilung mit der Bitte um Durchsicht geschickt hatten. Er schrieb u.a. . . . „Ich habe die Gruppeneinteilung so benutzt wie von Ihnen angegeben . . . Die Auftragungen zeigen, daß Zweifel über eine größere Zahl von Analysen besteht, wenn auch der größte Teil richtig gruppiert zu sein scheint. Vom statistischen Standpunkt kann man nicht sagen, daß Ihre Gruppeneinteilungen schon gesichert sind. Man kann andererseits auch noch nicht sagen, daß sie falsch sind . . .“

Uns wurde klar: Mit einer größeren Zahl Analysen war ein neuer statistischer Durchlauf und zwar von Grund auf unumgänglich. Und vielleicht mag es für den Außenstehenden nützlich sein, nochmals darauf hinzuweisen, daß wir im Verlaufe unserer Arbeiten immer der Meinung waren „ . . . daß es bei allen Untersuchungen, die sich wie die unsere naturwissenschaftlicher Hilfsmittel bedienen, stets möglich und notwendig sein wird, diese Hilfsmittel durch neue Verfahren oder Apparaturen zu verbessern“<sup>9</sup>. Doch wie sollte dieser neue statistische Durchlauf

7 S. JUNGHANS/E. SANGMEISTER/M. SCHRÖDER, Metallanalysen kupferzeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europa. Studien zu den Anfängen der Metallurgie 1 (1960).

8 Siehe S. 7f.

9 JUNGHANS/SANGMEISTER/SCHRÖDER, Kupfer und Bronze<sup>2</sup>.

bei mehreren Tausend Analysen bewerkstelligt werden? Hier hatte KLEIN die Lösung gefunden. Er teilte uns im Januar 1962 mit: „Im Februar werde ich nun zwei Wochen Urlaub nehmen und in IBM's größtem Forschungslaboratorium Gelegenheit haben, an einer Magnetbandmaschine zu arbeiten. Ich bin kurz vor Weihnachten dort gewesen, und wir haben besprochen, daß sich sehr wahrscheinlich die Gelegenheit bieten wird, ein Sortierprogramm zu entwickeln, das unsere Analysenkartei verarbeiten kann. Auf diese Weise würde ich wenigstens ohne Kosten für uns ein solches Auswertungsprogramm entwickeln und auch herausfinden können, wieviel Zeit die völlige Auswertung auf der Maschine kosten würde ...“.

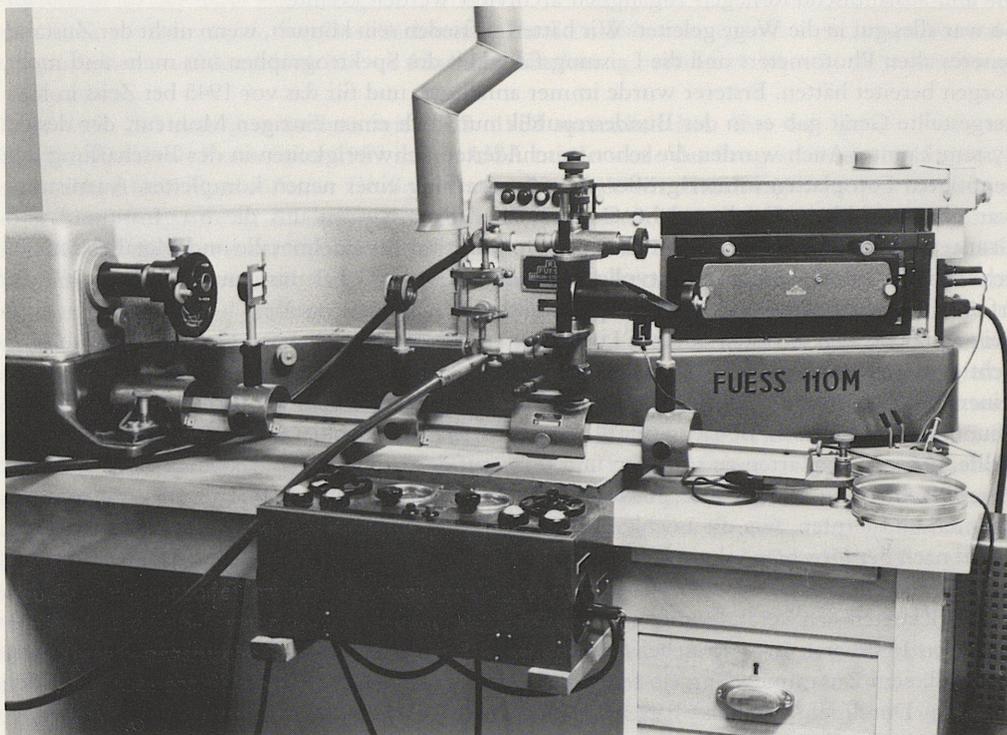


Abb. 2 Unser neuer Spektralapparat.

Zum Verständnis des weiteren Ablaufes sind einige Bemerkungen über das von uns bisher angewandte statistische Verfahren erforderlich. Bei diesem wurde zunächst jedes einzelne Element für sich aufgetragen (eindimensionales Verfahren). Eine einwandfreie Trennung von Gruppen ist statistisch dabei jedoch nicht erkennbar, wenn Überlappungen auftreten, die abhängig sind vom Gehalt anderer Elemente. Aus diesem Grunde wurde schon bei unserer ersten Untersuchung eine Trennung über jeweils zwei bestimmte Elemente vorgenommen (zweidimensionales Verfahren)<sup>10</sup>. Dadurch konnten Gruppen sichergestellt werden, die sonst nicht zu erkennen gewesen wären. Nun haben wir uns zwar in späteren Untersuchungen auf das Ergebnis dieses ersten zweidimensionalen Trennungsverfahrens gestützt, wir haben es aber von Grund

<sup>10</sup> JUNGHANS/KLEIN/SCHUEFELE, Untersuchungen<sup>3</sup> 103 (KLEIN).

auf nicht mehr wiederholt. Denn Unsicherheiten bei einigen Gruppengrenzen traten erst jetzt bei der Durchsicht von 5000 Analysen auf; und eine Wiederholung des zweidimensionalen Verfahrens wäre selbst mit Lochkarten und Tabelliermaschine allein in einem vernünftigen Zeitaufwand kaum vollziehbar gewesen. Dagegen setzte nun KLEIN ein Programm für eine der damals modernsten EDV-Anlagen von IBM, welches erlaubte, in annehmbarer Zeit jedes Element unserer Analysen in bestimmten Wertigkeitsbereichen mit jedem anderen zu koppeln. Wir gingen nun so vor, daß KLEIN als erstes sämtliche möglichen Elementkombinationen sortieren und ausdrucken ließ. Diese bildeten die Grundlage zur Festlegung von „Hauptgruppen“, aus denen Schritt um Schritt über verschiedene Kombinationen weitere Trennungen vorgenommen wurden, bis schließlich die Materialgruppen definiert werden konnten. Es würde zu weit führen, hier schließlich den Gang dieser Untersuchungen zu schildern – ich war in Intervallen praktisch das ganze Jahr 1962 und teilweise auch noch das nächste Jahr damit beschäftigt. Ein ständiges Hin und Her zwischen KLEIN und uns setzte ein, von Mitteilungen, Anweisungen und Listen, die wir in Stuttgart auf Trennungsgrenzen untersuchten, sowie von Angaben unsererseits, unter welchen Bedingungen weitere Durchläufe auf der EDV-Anlage erfolgen sollten. Verständlicherweise stand KLEIN in den USA die Maschine nicht jederzeit und für unser Programm dann nur kurz, d.h. stundenweise oder noch weniger, zur Verfügung. Ich war zum Sortieren unserer Lochkarten auf das Wohlwollen der Stuttgarter IBM-Filiale angewiesen. So hilfsbereit sich diese auch zeigte – es mußten doch jedesmal, wenn neue Ausdrücke aus den USA kamen, Termine zur Benützung einer Tabelliermaschine abgesprochen werden. Gegen Ende des Jahres 1962 waren wir mit unseren Versuchen und Voruntersuchungen endlich so weit, um an eine Fixierung der Materialgruppen herangehen zu können. Zur Verfügung standen hierfür mittlerweile 12000 Analysen<sup>11</sup>.

Die Anwendung der Lochkarten für die Statistik bewog SANGMEISTER nach einem System zu suchen, welches es erlaubte, neben den Analysenwerten auch die geographische Lage des Fundortes und – wenn möglich – die typologischen Merkmale des Gegenstandes auf Lochkarten zu übertragen, um diese Daten gleichermaßen aus dem immer umfangreicher werdenden Katalog ohne allzu großen Zeitaufwand herauszusortieren zu können. Um darüber Informationen zu erhalten, fuhren SANGMEISTER und ich 1961 nach Paris, wo Prof. Dr. H. SEYRIG, Generaldirektor der französischen Museen, ein methodologisches Zentrum zum Aufbau von Systemen von Lochkartenkarteien für archäologische und philologische Zwecke eingerichtet hatte. Es zeigte sich, daß die von uns seither benützte Lochkarte von IBM für uns am geeignetsten blieb, vor allem deswegen, weil alle die für unsere Arbeiten relevanten Daten – soweit sie sich in Zahlenwerte umsetzen ließen – auf dieser Karte untergebracht und die Sortiervorgänge mit der Tabelliermaschine in kurzer Zeit auch von Hilfskräften mühelos bewerkstelligt werden konnten.

Mitten in all diesen Arbeiten – im November 1961 – erhielten wir ein Telegramm von OTTO aus Merseburg: „Eintreffen Freitag“. Unser Freund überwand die „Mauer“, blieb von da an in der Bundesrepublik und kehrte an seine Wirkungsstätte in der DDR nicht mehr zurück.

Es war noch im Jahre 1959, als DEHN eines Tages berichtete, bei ihm in Marburg würde ein promovierter Chemiker seine Vorlesungen besuchen. Dieser hätte seine erfolgreiche Tätigkeit in der Industrie aufgegeben und suche nun ein neues Wirkungsfeld in der Kombination „Vorgeschichte – Naturwissenschaft“. Er wäre bei uns doch an der richtigen Adresse. Das war Dr. A. HARTMANN zweifellos. Wir kamen überein, daß er vorgeschichtliche Gegenstände aus Gold untersuchen solle, eine Erweiterung unserer Forschungen, die nahe lag und zu der uns auch schon einige Kollegen aufgefordert hatten. Wir besaßen bislang nur keine Möglichkeit ihrer Verwirklichung. Nach Bewilligung der erforderlichen Stelle durch die DFG trat HARTMANN 1960 in unser Team ein. Zunächst mußte geklärt werden, welche Untersuchungsmethode, die

---

11 JUNGHANS/SANGMEISTER/SCHRÖDER, Kupfer und Bronze<sup>2</sup> 13–16.

spektralanalytische oder womöglich eine andere, für die Goldobjekte am geeignetsten sein würde. GERLACH hat uns in dieser wichtigen Frage erneut weitergeholfen. Er kam nach Stuttgart, empfahl die Spektralanalyse, stellte in Aussicht, uns eventuell einen zweiten Spektralapparat aus seinem Institut zur Verfügung zu stellen und erklärte sich bereit, HARTMANN in München in die Möglichkeiten der Spektralanalyse einzuführen. Danach hat HARTMANN ein Verfahren erarbeitet, welches nur etwa 2 mg Substanz für die Untersuchung benötigte. Wie es sich herausstellte, war die Aufstellung eines zweiten Spektralapparates bei uns nicht notwendig, da unser Gerät, vorweg der Funkenerzeuger, für die neue Aufgabe durchaus geeignet und variabel war.

Im Anschluß an die technischen Vorarbeiten begann HARTMANN zunächst solches Material zu untersuchen, das leicht zugänglich war, nämlich das südwestdeutsche Hallstattgold, dessen größten Teil das Württembergische Landesmuseum besitzt. 1961 fuhr HARTMANN sodann zur Probenentnahme weiterer Objekte hallstattzeitlichen Goldes zu verschiedenen Museen in der Bundesrepublik und in der Schweiz. Daß außerdem die Erlaubnis zur Materialentnahme im Naturhistorischen Museum in Wien durch dessen Leiter, Dr. K. KROMER, erteilt wurde, war ein vielversprechender Gewinn und zeigte, wie groß das Interesse auch an den Golduntersuchungen war. Nachdem HARTMANN, der als erster überhaupt Reihenuntersuchungen vorgeschichtlicher Goldfunde durchführte, das notwendige Untersuchungsmaterial erhalten hatte, bewährte sich auch hier bei der Auswertung der Goldanalysen die Kombination von Spektralanalyse und mathematischer Statistik<sup>12</sup>. Nebenher gelang es ihm, die Merkmale festzustellen, mit deren Hilfe sich Fälschungen prähistorischer Goldfunde nachweisen lassen.

Doch so weit war es noch nicht. Nach Abschluß der Hallstattgoldaktion war als zweiter Schritt die Analyse der Goldfunde aus den nordwestspanischen Provinzen und aus Irland vorgesehen. Für die Golduntersuchung in Irland konnte DEHN, der die Bearbeitung des Goldes von seiten der Vorgeschichte übernommen hatte, alsbald den Direktor des National Museum of Dublin, RAFTERY, gewinnen, so daß für 1962 die erforderlichen Reisemittel zur Probenentnahme beantragt werden konnten. Zudem baten KRÄMER und Prof. Dr. H. J. KELLNER, Direktor der Prähistorischen Staatssammlung in München, um die Untersuchung keltischer Goldmünzen. HARTMANN konnte über zu wenig Arbeit nicht klagen, und es „lief und lief“ nun in beiden Bereichen, bei Kupfer und bei Gold.

Wie sehr sich unsere Untersuchungen bei Kupfer ausweiteten, mag ein Schreiben von JUNGHANS vom 23. November 1962 an Prof. Dr. FELDTKELLER, Ordinarius für elektrische Nachrichtentechnik an der Universität Stuttgart, veranschaulichen. Wir lernten FELDTKELLER im Museum kennen. Da er sich für Vorgeschichte sehr interessierte, kam er schon seit längerem zu uns, um unsere Sammlungen zu besichtigen. Bei einer solchen Gelegenheit führten wir ihm auch unser Analysenunternehmen vor, für das er sich alsbald begeisterte, und erfuhren, er sei als Vertreter des Landes Baden-Württemberg Mitglied des Senates und Hauptausschusses der DFG und wäre gerne bereit, uns nötigenfalls zu unterstützen. Dieser Fall war gekommen und so schrieb ihm JUNGHANS u.a.: „Wie in den vergangenen Jahren schicken wir heute unseren neuen Antrag an die Deutsche Forschungsgemeinschaft mit allen Hoffnungen und allen Bangen nach Bad Godesberg. Wir haben gestrichen und eingespart, wo wir nur konnten und trotzdem ist der neue Antrag nicht kleiner geworden als der letzte. Woran das liegt, wissen wir natürlich: Wir ertrinken in Analysenproben und schaffen nun über 3000 Untersuchungen im Jahr. Obwohl wir uns nach wie vor streng auf der Linie unserer Forschungsaufgabe bewegen, schlägt Herrn Schröder und mir die Arbeit über dem Kopf zusammen, und auch Herr Sangmeister kommt nicht mehr voll nach. Daher unser größter Wunsch, noch einen jungen Kollegen einstellen zu können, der uns insbesondere bei den Publikationen hilft, und unser zweitgrößter Wunsch eine

12 A. HARTMANN, Prähistorische Goldfunde aus Europa. Studien zu den Anfängen der Metallurgie 3 (1970). Dort auch die Beschreibung des angewandten spektralanalytischen Untersuchungsverfahrens.

eigene Sortiermaschine, denn das Hin und Her und Einfädeln bei der IBM, so hilfsbereit diese ist, kostet viel Zeit ...“ Wir wollten somit nochmals eine Personalstelle und nochmals ein größeres Gerät, nachdem uns die DFG erst einen neuen Spektralapparat mit Zubehör und die Stelle für HARTMANN bewilligt hatte. Ganz wohl war uns bei diesen Forderungen nicht. Aber was sollten wir tun, wenn wir unsere Arbeit in der vorgegebenen Zeit erfüllen wollten? So waren wir sehr froh, in FELDTKELLER einen maßgeblichen Fürsprecher gefunden zu haben, der unsere Situation durch persönlichen Augenschein kannte.

Der Zeitplan für unsere Untersuchungen sah zu Ende 1962 folgendermaßen aus: Bei einer jährlichen Produktion von 3000 Analysen rechneten wir, die Untersuchung in Europa Ende 1965 abschließen zu können. Daran anschließend könnte 1966 in größerem Umfange an das Material aus dem Vorderen Orient herangegangen werden, wo wir außer aus Anatolien dank der Bemühungen von ESIN und der Vermittlung des Deutschen und des Englischen Archäologischen Institutes gute Aussichten hatten, auch aus dem Iran Proben zu erhalten. Wir rechneten mit insgesamt 3000 Stück. Als wir diesen Zeitplan mit FELDTKELLER einmal durchsprachen, äußerte er spontan, wir müßten nochmals zehn Jahre einkalkulieren für die für unser Ziel einer Klärung der Herkunft und Ausbreitung der Metalltechnik erforderlichen Untersuchungen von Funden aus den in Frage kommenden Ländern Asiens und Nordafrikas. Der Hauptausschuß der DFG solle sich daher überlegen – so FELDTKELLER –, ob er nicht darauf dringen müsse, daß das Land Baden-Württemberg für diese Untersuchungen Etatstellen beim Landesmuseum schaffe, um dafür zu sorgen, „daß diese Arbeit nicht allein vom guten Willen und von den Möglichkeiten des Hauptausschusses abhängt“. Es sollte je eine Planstelle für einen Prähistoriker und einen Metallchemiker geschaffen werden.

Gedacht – getan, schon im Februar 1963 wandte sich FELDTKELLER in seiner Eigenschaft als Mitglied des Senates der DFG in dieser Angelegenheit an unser Kultusministerium. Gleichzeitig erfolgte die Aufnahme unserer Forschungen in eine Denkschrift des Wissenschaftsrates. In der Folge gingen Berichte von JUNGHANS an Mitglieder des Wissenschaftsrates und solche anderer Institutionen, Verhandlungen mit unserem Ministerium folgten. Dieses bestätigte zwar schriftlich, daß wir über die erforderlichen Räume im Landesmuseum bis zum Abschluß unserer Untersuchungen verfügen könnten und daß es ferner bereit wäre, unsere Arbeiten nachdrücklich zu fördern und, bei einer entsprechenden Empfehlung des Wissenschaftsrates, die notwendigen Anträge zur Schaffung von zwei Planstellen zu stellen. Doch wie das bei solchen Dingen oft zu gehen pflegt: Nachdem FELDTKELLER turnusmäßig schon im Herbst 1963 aus Senat und Hauptausschuß der DFG ausschied, wurde die Angelegenheit trotz der Empfehlung des Wissenschaftsrates auf die lange Bank geschoben. Im November 1963 schrieb uns TREUE, er befürchte, daß wir zur Zeit wenig unternehmen könnten, um die schönen Pläne von Prof. FELDTKELLER in Gang zu halten oder zu beschleunigen.

Vorderhand bestand auch kein unmittelbarer Anlaß zu Befürchtungen, daß uns die DFG „im Stich“ lassen würde, wengleich TREUE sich veranlaßt sah, uns darauf hinzuweisen, daß ihm die finanzielle Situation innerhalb des Schwerpunktprogrammes infolge gestiegener Ansprüche allmählich Sorgen bereiten würde. Etwas beunruhigt waren wir schon über diesen „Wink“. Doch wir erhielten 1963 tatsächlich die Sortiermaschine und einen Magnetlocher vorab zur Auswertung unserer sehr umfangreich gewordenen Unterlagendokumentation. Auf personeller Seite hatten wir außer den Mitteln für studentische Hilfskräfte für die Kupfer- und Bronzeuntersuchungen Stellen für zwei wissenschaftliche Mitarbeiter für die Redaktionsarbeiten, die Führung unserer Kataloge und den Aufbau einer Bibliographie sowie Stellen für eine Chemo-Technikerin, eine technische Hilfskraft und eine Sekretärin erneut oder zum erstenmal bewilligt bekommen. Neben diesen arbeiteten Ende 1962 22 externe Wissenschaftler mit unserer Arbeitsgemeinschaft zusammen.

Eine entscheidende personelle Veränderung stand bevor, als uns unsere Laborantin Sieglinde BÖHM 1963 mitteilte, sie wolle uns infolge ihrer Verheiratung 1964 verlassen. Eine Unterbrechung in der Analysenherstellung durfte auch jetzt nicht eintreten. So bewilligte die DFG auf

unseren rechtzeitigen Antrag hin vorsorglich zum 1. 1. 1964 die Stelle für eine zweite Chemotechnikerin, damit sie eingearbeitet werden konnte. In B. OSTERTAG, ausgebildete Chemotechnikerin, fanden wir eine umsichtige und liebenswürdige Mitarbeiterin, die nach dem Weggang von der nunmehrigen Sieglinde DÜRR zum 31. 8. 1964 deren Arbeit ohne Unterbrechung übernehmen konnte und sie mit derselben Gewissenhaftigkeit fortsetzte. OSTERTAG, bei allen Kollegen sowohl unserer Teams als auch des Museums stets geschätzt, blieb bis zum Abschluß unserer Arbeiten am 31. 12. 1970 bei uns (Abb. 3).

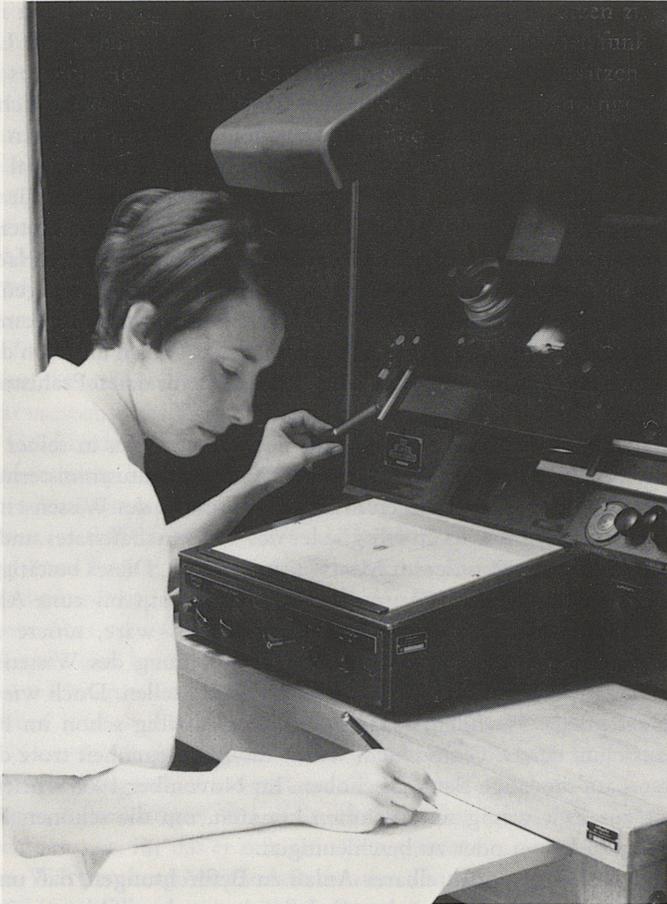


Abb. 3 B. OSTERTAG bei der Auswertung am Photometer.

Außerordentlich erfolgreich verlief im Jahre 1962 die Reise HARTMANNS nach Dublin. Er konnte allein im dortigen Museum Proben von über 500 irischen Goldfunden gewinnen. Die Bearbeitung des Dubliner Goldes war gegen Ende 1963 abgeschlossen. Hierbei interessierte insbesondere die Frage, ob bestimmte außerhalb Irlands gefundene Goldgegenstände, die ihrer Zusammensetzung nach den in Irland geborgenen gleichen, als prähistorische Importe von der Insel angesehen werden können. Zur Klärung dieser Frage wurden daher die in Betracht kommenden Gegenstände in deutschen und dänischen Museen in die Untersuchung einbezogen. Unabhängig davon gelang es HARTMANN im Jahre 1964, Proben von Goldgegenständen in elf jugoslawischen Museen zu gewinnen.

Zu Anfang des Jahres 1964 trat SCHICKLER als Konservator der vorgeschichtlichen Sammlungen in den Dienst des Württembergischen Landesmuseums. Er hatte mit einer Arbeit über „Stabdolche und Vollgriffdolche. Beiträge zur Ornamentgeschichte und Technologie der frühen Bronzezeit“ 1963 bei SANGMEISTER promoviert und war nach wie vor stark interessiert an unseren Untersuchungen, so daß wir uns freuten, ihn als ständigen Mitarbeiter unserer Gruppe zu gewinnen. Er übernahm zusammen mit PIELETZKI die „Dokumentation“ und mit SANGMEISTER die „Materialaufnahme“, bei welcher noch DEHN und ESIN mitwirkten. Die Redaktion für alle unsere noch anstehenden Publikationen wurde nun ganz in SANGMEISTERS Hände gelegt. Zur Durchführung dieser umfassenden Aufgabe setzte eine umfangreiche Korrespondenz zwischen SANGMEISTER und uns ein, auch waren gegenseitige Arbeitsbesprechungen immer wieder unerläßlich.

Besorgnis bereitete uns eine Nachricht der DFG im August 1965, die Anforderungen an die Schwerpunktmittel seien wiederum erheblich gestiegen, daß daher möglicherweise Mittel nicht im gleichen Umfang wie bisher zur Verfügung gestellt werden könnten. Um Mitteilung wurde gebeten, welche Höhe die nächsten Anträge voraussichtlich haben würden. TREUE hoffte zwar, daß auch in Zukunft von seiten der DFG alles Notwendige zur Fortführung unserer Arbeiten getan werden könne. Doch wir sahen uns jetzt in einer Art Wettlauf mit der Zeit, bis die DFG ihre Förderung würde einschränken oder gar einstellen müssen, womit im Hinblick auf die allgemeine finanzielle Situation bei Bund und Ländern trotz allen Versicherungen in nicht allzu ferner Zukunft wohl zu rechnen war. Nochmals versuchte JUNGHANS mit den Empfehlungen des Wissenschaftsrates, nach denen unsere Arbeitsgemeinschaft, was Planung ihrer Untersuchungen, Koordination der Arbeiten und Dokumentation der Ergebnisse betraf, die Aufgaben eines Forschungsinstitutes erfüllte, über einen Anschluß an das Württembergische Landesmuseum eine Konstituierung als Institut zu erreichen, das nach einigen Jahren vom Land Baden-Württemberg übernommen werden würde. Vergeblich – die damals angespannte Haushaltslage beim Land ließ keine Hoffnung aufkommen. Wir mußten danach trachten, das noch ausstehende Material bald zu erhalten, um unsere Untersuchungen soweit als möglich abzurunden. Dies betraf vorab die Goldanalysen. Nachdem aus Madrid die schriftliche Genehmigung eintraf, die Goldfunde in allen dem dortigen Kultusministerium unterstehenden Museen untersuchen zu können, fuhr HARTMANN 1966 zunächst nach Südspanien. Er wurde dort unterstützt von cand. phil. PH. KALB, die sich in Spanien auf ihre Dissertation vorbereitete, mit den dortigen Verhältnissen gut vertraut war und die spanische Sprache beherrschte.

Von großem Gewinn für uns waren die Referate, die HARTMANN und SCHICKLER auf dem VII. Internationalen Kongreß für Vor- und Frühgeschichte 1966 in Prag hielten. Sie und die daran anschließenden Diskussionen bewirkten, daß unsere Untersuchungen in den kommenden Jahren vor allem in den Balkanländern weiter ausgedehnt werden konnten. Zu diesem Kongreß wurden HARTMANN und SCHICKLER von J. TAYLOR begleitet. Sie war Amerikanerin, hatte in den USA das BA-Examen gemacht und beabsichtigte nun, bei CLARK in Cambridge zu promovieren. Durch Vermittlung von SANGMEISTER erhielt sie dort als Thema: „Prehistoric Gold Working of the British Isles and its Relationship to Contemporary of Western Europe“. Wir sagten zu, die erforderlichen Goldanalysen aus britischen und schottischen Museen zu fertigen. So bestand die Aussicht, noch vorhandene Lücken in der Materialaufnahme vor allem auf den britischen Inseln zu schließen. TAYLOR erhielt über uns von der DFG Reisemittel, um 1967 dort, aber auch in Spanien, Portugal, Frankreich und den Niederlanden, das Zahlenverhältnis zwischen schon untersuchten und noch zu untersuchenden Gegenständen festzustellen und, falls erforderlich, die eigentliche Materialaufnahme vorzubereiten. Es hatte sich gezeigt, daß bei der verhältnismäßig geringen Zahl von Goldfunden in den einzelnen, vor allem kleineren Museen es wirtschaftlicher war, erst einmal nachzusehen, an welchem Museum ein Besuch überhaupt lohnend erschien. Außerdem konnten dabei durch persönliche Aussprache mit dem jeweiligen Museumsbetreuer eventuelle Schwierigkeiten, Materialproben entnehmen zu dürfen, beseitigt werden. Wie TAYLOR ihre nicht immer leichte Aufgabe erfolgreich bewältigte, dafür mag der Auszug aus einem

ihrer reizenden Briefe stehen, die sie uns schrieb: „... Ich habe nie das Reisegeld für persönliche Ausgaben benutzt, wie z.B. Fotos, Bücher, Souvenirs, Museumseintritte oder sonstige Vergnügen. Ich gab aber ca. DM 200,- meines eigenen Geldes aus für wichtige Unterhaltungen, in denen ich versuchte, eine gute Stimmung zu schaffen und mit verschiedenen Leuten zugleich in gemütlicherer Umgebung mich über ihr Analysenunternehmen zu unterhalten.“

Im selben Jahr besuchte HARTMANN nach TAYLORS Vorbereitungen England und Schottland, um dort Proben zu entnehmen. Zum selben Zweck unternahm er 1968, wiederum begleitet von KALB, eine zweite Reise nach Spanien, dieses Mal in den nördlichen Teil. Daran anschließend war es möglich, auch im Nationalmuseum in Lissabon und in einigen anderen portugiesischen Museen die dort liegenden Goldfunde zu untersuchen.

Doch zurück zu den Kupfer- und Bronzeuntersuchungen. In Ergänzung zu der laufenden Materialbeschaffung im Vorderen Orient durch ESIN gelang es SCHICKLER, im Louvre in Paris von entsprechenden Fundstücken Proben zu erhalten. Von Bedeutung war außerdem, daß HARTMANN und OSTERTAG 1966 unser spektralanalytisches Untersuchungsverfahren in den niedrigen Gehalten von Arsen und Antimon verfeinern konnten, so daß ihre Nachuntersuchung und Überprüfung auch hinsichtlich der statistischen Auswertung erforderlich wurde. Eine nicht geringe Arbeit, die zwingend war und zunächst dazu führte, von fälligen Kupfer- und Bronzeobjekten nur die notwendigsten zu untersuchen. Dennoch konnte JUNGHANS am 13. 7. 1966 SANGMEISTER mitteilen: „... Ferner hat Frau Pieletzki die 20-tausendste Analyse in die Kladde eingetragen, und Frl. Ostertag geht auch zielstrebig auf diese ‚Traumgrenze‘ zu...“. Im Jahr darauf besuchte SCHICKLER in einem Diensturlaub zwanzig Museen in der Tschechoslowakei, um dort Untersuchungsmaterial zu beschaffen.

Im Sommer des Jahres 1967 übernahm JUNGHANS die Direktion des Württembergischen Landesmuseums. Dies hatte auch Auswirkungen auf unsere Gruppe. Im Zuge des Wiederaufbaus des Alten Schlosses in Stuttgart erhielten die Ateliers und Werkstätten des Museums neue, großzügige Arbeitsräume, in denen auch die uns von der DFG zur Verfügung gestellten Apparaturen für die Spektralanalyse Aufnahme fanden. Eine neue Abteilung für „Konservierung und Restaurierung“ wurde geschaffen, die der Verf. übernahm, eine Funktion, welche seine Arbeit am Analysenunternehmen einschränkte. Auch JUNGHANS Anteil reduzierte sich mehr und mehr auf die finanzielle Regelung unserer Vorhaben, so daß wir beide überlegten, ob wir es noch verantworten konnten, in der Gruppe weiter mitzuarbeiten. Doch solche Überlegungen blieben stets Theorie. JUNGHANS konnte es durchsetzen, daß HARTMANN 1969 in eine Planstelle des Museums einrückte mit der ausdrücklichen Bestätigung des Kultusministeriums, daß seine zentrale Aufgabe in der Untersuchung prähistorischer Goldgegenstände bestehe. Das war endlich ein erster Schritt auf dem Wege zu der lange angestrebten Institutionalisierung unserer Arbeitsgemeinschaft. Dabei sollte es allerdings bleiben. Weitere Planstellen für eine Chemo-Technikerin oder gar für einen Prähistoriker zu erhalten, war Illusion. Deshalb erledigten dessen Aufgaben weiterhin SANGMEISTER und SCHICKLER, was vorab für den letzteren eine außerordentliche Belastung bedeutete, hatte die Museumsarbeit doch allemal Vorrang vor unseren Arbeiten für die Gruppe, die außerhalb der Dienstzeit erledigt werden mußten. Doch wer hätte solchen Preis nicht gern bezahlt für die immer wieder faszinierende Erprobung einer neuen Methode im Bereich der Archäologie!

Im November 1968 führte die DFG innerhalb ihres Schwerpunktes „Vorgeschichte“ eine zweitägige Arbeitsbesprechung zu den Anfängen der Metallurgie im Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz durch. Dorthin wurden 32 an dem Thema interessierte Wissenschaftler eingeladen. Inmitten dieser vom Museum bestens vorbereiteten Tagung übergab TREUE JUNGHANS ein Schreiben der DFG, in dem ausgeführt wurde, wir möchten uns doch Gedanken darüber machen, wie wir unsere Arbeit in einigen Jahren auch ohne die DFG fortsetzen könnten. Zwanzig Jahre nach dem ersten Antrag an die „Deutsche Notgemeinschaft“ wurden unsere Befürchtungen Wirklichkeit! Zum Jammern war allerdings kein Anlaß. Die neue Planstelle am Landesmuseum für HARTMANN war, wie schon berichtet, für 1969 bewilligt, so

daß die Golduntersuchungen weitergehen konnten. Um eine Fortsetzung unserer Arbeiten auf dem Kupfersektor mit Hilfe der DFG doch noch zu ermöglichen, schlug TREUE vor, den Hauptausschuß der DFG erneut über unsere Untersuchungen zu informieren. Er veranlaßte zu diesem Zweck den Besuch eines Mitglieds desselben bei uns. Das erfreuliche Ergebnis war die Zusage, wir könnten tatsächlich weiterhin mit der Unterstützung durch die DFG rechnen. Wir hielten es dennoch für angebracht, unsere Kupfer- und Bronzeuntersuchungen in den folgenden Jahren einzuschränken. Schließlich waren aus den ursprünglich vorgesehenen 5000 Analysen mehr als 20000 geworden. Es galt, dieses umfangreiche Material zu veröffentlichen.

Wir schlossen deshalb die dafür notwendigen Arbeiten in den folgenden fünf Jahren ab und legten im Februar 1974 den 4. Teil des 2. Bandes der „Studien zu den Anfängen der Metallurgie“ vor. Im Vorwort zu diesem Band schreibt JUNGHANS „In den Jahren zwischen 1947 und 1970 haben wir im Württembergischen Landesmuseum Stuttgart mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft für Metallurgie des Altertums bei dem Römisch Germanischen Zentralmuseum Mainz insgesamt 22000 Objekte aus Kupfer und Bronze spektralanalytisch untersucht. Von diesen gehören rund 20000 der Kupfer- und Bronzezeit Europas, 1400 der des Vorderen Orients an. Wie wir zu unserer Freude feststellen durften, wird mittlerweile vielerorts mit den bisher veröffentlichten Analysen gearbeitet, wir halten es für notwendig, die bisher noch nicht publizierten Analysen aus Europa auch vor einer weiteren Auswertung durch uns allgemein zugänglich zu machen. Inzwischen sind die Analysen aus Anatolien zum größten Teil veröffentlicht bei Ufuk Esin, Kuantitatif spektral analiz yardimiyla anadolu'da baslangicindan asur kolonileri çagina kadar bakir ve tunç madenciligi, Istanbul Universitesi Edebiyat Fakültesi Yayinlari Nr. 1427 (1967), S. 121 ff. . . Seit 1970 werden mit freundlicher Erlaubnis und Unterstützung des Kultusministeriums Baden-Württemberg unsere naturwissenschaftlichen Untersuchungen vom Chemisch-Physikalischen Labor des Württembergischen Landesmuseums Stuttgart unter der Leitung von Axel Hartmann durchgeführt. Beim Umfang des untersuchten, bisher jedoch noch nicht voll ausgewerteten Materials an Kupfer- und Bronzeanalysen liegt es nahe, die Arbeiten dieses Labors zunächst auf die Untersuchung vor- und frühgeschichtlicher Objekte aus Gold zu konzentrieren. Wir hoffen, daß auch diese Arbeit dazu beitragen wird, die Herkunft und Ausbreitung der Metallurgie deutlicher zu machen.“

So lag denn das Schwergewicht unserer Untersuchungen in den nächsten Jahren bei den Arbeiten von HARTMANN. Mit Reisen nach Frankreich, Dänemark, Norwegen, Bulgarien, Rumänien und Griechenland, finanziert von der DFG, rundete er seine Materialaufnahme ab und bereitete die Publikation seiner Analysen vor<sup>13</sup>. Daneben wandte er sich verstärkt der Untersuchung keltischer Goldmünzen zu, so daß bis 1984 insgesamt 5259 Goldanalysen vorlagen. Außerdem untersuchte HARTMANN auch Proben von Metallgegenständen aus Kupfer und Bronze, die uns interessierte Institute weiterhin zusandten.

SCHICKLER begann, die von ihm aufgebaute Datenbank der Kupfer- und Bronzeanalysen, die auch die Ergebnisse der Nachuntersuchungen enthielt, durch die Aufnahme verwertbarer Analysen anderer Labors zu erweitern. Rund 36000 Untersuchungsergebnisse verschiedener Herkunft einschließlich unserer eigenen konnte er erfassen. Er hat hierbei die Übertragung der Kennzeichnung der von uns untersuchten Gegenstände nach Objekttypen sowie deren chronologische und geographische Stellung mit Hilfe von Codenummern auf Lochkarten weitergeführt, ergänzt und diese auf Band gespeichert sowie Datenserien mit gezielten archäologischen Fragestellungen zusammengefaßt. Erwähnt sei auch unsere Beteiligung an der vom Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz veranstalteten Ausstellung „Ausgrabungen in Deutschland“ im Jahre 1975.

13 A. HARTMANN, Prähistorische Goldfunde aus Europa 2. Studien zu den Anfängen der Metallurgie 5 (1982).

Im Sommer 1978 schied JUNGHANS aus dem Dienst des Württembergischen Landesmuseums aus und übergab mir die Koordination innerhalb der Gruppe. Unter der neuen Museumsleitung erwies sich dies schwieriger als vorauszusehen war. Als HARTMANN 1985 das Württembergische Landesmuseum verließ, kam es zur Auflösung des Chemisch-Physikalischen Labors. Geräte und Dokumentation wurden deshalb mit Ausnahme derjenigen, die SCHICKLER für seine Weiterarbeit benötigte, vom Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz übernommen. Dort wurde eine Kommission für Metallurgie des Altertums ins Leben gerufen. Sie sollte die Untersuchungen der Arbeitsgemeinschaft fortführen. Beteiligt waren an der Kommission „naturwissenschaftliche und archäologische Forschungsinstitute, die sich mit entsprechenden Arbeitsvorhaben befassen“<sup>14</sup>. Dabei erwies sich insbesondere die enge Zusammenarbeit zwischen PERNICKA vom Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg und SCHICKLER von großem Nutzen. Sie führte zur Kontrolle und weitgehenden Bestätigung des Stuttgarter Untersuchungsverfahrens (siehe Anm. 1). Auch nach meinem Ausscheiden aus dem Dienst des Württembergischen Landesmuseums im Jahre 1986 wurden die Arbeiten der Gruppe im Rahmen dieser Kommission weitergeführt. Im Jahre 1988 bot sich jedoch die Gelegenheit, Geräte und Dokumentation in die Obhut des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg, Abteilung Archäologische Denkmalpflege, zu geben und wieder nach Stuttgart zurückzuführen.

Während dieser Zeit wurden wir immer wieder gefragt, ob unsere Materialgruppen sich bei der großen Zahl von 22000 Analysen nicht ändern müßten und warum wir nicht einen erneuten statistischen Durchgang der gesamten – mit Analysen anderer Labors auf 36000 Analysen angewachsenen – Anzahl durchführten. Die Antwort darauf ist einfach: Eine intensive Auseinandersetzung mit vielen inzwischen entwickelten Gruppierungsverfahren ist hierfür Voraussetzung. Außerdem: Für Europa zwar bewiesen die laufenden Einordnungsversuche durch uns selbst, daß die Mehrzahl der Materialgruppen aus SAM 2 im Prinzip bestehen bleiben kann; einige aber sind zunächst zu überprüfen. Hierbei scheint eine Teilbearbeitung von geographischen Einheiten sinnvoll, da dabei die statistische Majorisierung kleinerer Gruppen durch Großgruppen weniger stark zur Wirkung kommt. An dieser Stelle setzt nun – wir freuen uns das zu sehen – die Arbeit einer Gruppe jüngerer Forscher an, in der auch SCHICKLERS jahrelange entsagungsvolle Vorarbeit der Erfassung und Standardisierung der 36000 Analysen angemessen verwertet werden kann.

#### *Anschrift des Verfassers*

Dr. MANFRED SCHRÖDER  
Rosenrotweg 18  
7000 Stuttgart 20