

JERZY MAIK

DAS VORKOMMEN DES SOGENANTEN RÖMISCHEN SCHAFES IN POMMERN

Die Schafwolle ist ein Grundstoff, der am häufigsten in den aus Mittel- und Nordeuropa stammenden Ausgrabungsgeweben vorhanden ist. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, daß sich Schafwolle im Boden besser als Leinen, das in den Ausgrabungen sehr selten vorkommt, erhalten hat¹. Untersuchungen von Ausgrabungswolle wurden verhältnismäßig früh vorgenommen. Die ersten Versuche wurden von W. Stokar, K. Schlabow, A. Geijer unternommen². Schon nach dem II. Weltkrieg befaßten sich bei uns mit der Ausgrabungswolle Z. Jaworski, J. Kamińska und A. Nahlik³. Dieser letzte, der einige Jahre die archäologischen Gewebe untersuchte, widmete sehr viel Zeit der Wollanalyse. Die Art und Qualität der Wolle hängen vor allem vom Faserbau ab, von ihrer Farbe, Stärke und Länge. Es ist aber nicht immer möglich, jede von diesen Eigenschaften zu erforschen. Die Gewebe, die einige hundert Jahre oder noch länger im Boden lagen und die man vorher lange und intensiv benutzte, weisen für gewöhnlich starke Gebrauchsspuren auf. Nicht selten kommt es vor, daß sich die Fäden schlecht zerfasern und die einzelnen Fasern sich in ihrer ursprünglichen Länge erhalten lassen. Die Kutikulaschicht, d. h. die Schuppenstruktur, ist gewöhnlich abgenutzt. Die Farbe der Ausgrabungswolle ist immer wegen der Einwirkung der Humussäuren verändert.

¹ Das wurde durch die Keratose, d. h. die Verhornung der Wollzellen verursacht, vergl. A. Skoczylas, *Biologia owczego runa*, Warszawa 1978, S. 16–23.

² W. Stokar, *Die mikroskopische Untersuchungen vorgeschichtlicher Webearbeiten*, „Mannus“, Bd. 26, 1934, H. 3/4, S. 309–320; derselbe, *Die bronzezeitliche Schafwollen*, „Prähistorische Zeitschrift“, Bd. 30–31, 1939–1940, H. 1/2, S. 404–411; derselbe, *Spinnen und Weben bei den Germanen*, „Mannus-Bücherei“, Bd. 59, Leipzig 1938, S. 28–30; K. Schlabow, *Germanische Tuchmacher der Bronzezeit*, Neumünster 1937, S. 11; A. Geijer, *Die Textilfunde aus den Gräbern*, „Birka“, Bd. 3, Uppsala 1938, S. 18–19.

³ Z. Jaworski, *Wólny tkanin wczesnohistorycznych z kurhanów LSRR*, „Slavia Antiqua“, Bd. 2; 1949–1950, S. 486–507; J. Kamińska, A. Nahlik, *Włókiennictwo gdańskie w X–XIII w.*, Łódź 1958, S. 65–69, 232–233.

Sie schwankt zwischen hell- und dunkelbraun. Es scheint so, als ob die aus den römischen Kaiserzeit stammende Wolle hell, vielleicht weiß war. In manchen Geweben verwendete man sowohl helle als auch dunkle Garne, um ein kariertes Muster zu erhalten. Ohne spezielle Farbanalysen, die unter unseren Bedingungen nicht möglich sind, ist nicht festzustellen, ob die Wolle ihre natürliche Farbe besitzt oder ob sie gefärbt wurde.

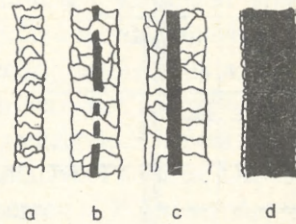


Abb. 1. Faserarten der Schafwolle

a – Faser ohne Markkanal, b – Faser mit unterbrochenem Markkanal, c – Faser mit durchgehendem Markkanal, d – tote Faser

Aus diesem Grunde beschloß A. Nahlik während der Untersuchung der Ausgrabungswolle die Faserstärke und den Gehalt der Fasern mit durchgehendem Markkanal und Fasern mit unterbrochenem Markkanal oder mit Markinsel in einem Musterstück zu bestimmen⁴. Die meisten der von ihm analysierten Gewebe stammten aus den frühmittelalterlichen Fund-

⁴ Die in unserem Land vorhandene Klassifikation der Wollfasern unterscheidet folgende Faserarten: a. Fasern ohne Markkanal von einer Stärke bis 30 µm; b. Fasern ohne Markkanal von einer Stärke über 30 µm, diese Fasern können auch einen unterbrochenen Markkanal oder Markinseln enthalten; c. Fasern mit durchgehendem Markkanal, der nicht mehr als ein Drittel des Faserdurchmessers beträgt; Fasern mit durchgehendem Markkanal, der mehr als ein Drittel des Faserdurchmessers beträgt und bei dem Übergewicht des Markkanals im Faser zur Granne, also zum toten Faser wird (Abb. 1). Fasern mit durchgehenden Markkanälen werden auf dem Wege der Sortierung eliminiert; vergl. Skoczylas, *op. cit.*, S. 53. Die Untersuchungsmethode und die Berechnungen der Ergebnisse wurden im Anhang dieses Aufsatzes dargestellt.

stellen⁵. Nur wenige Fundorte waren älter, vor allem aus der römischen Kaiserzeit⁶. Die Analysereultate waren für viele eine große Überraschung. Die Qualität der Wolle aus der römischen Kaiserzeit erwies sich als besser als die der aus dem 8.–13. Jh. Es war damals aber zu früh weitere Schlüsse daraus zu ziehen. Nachfolgende Untersuchungen der aus dem Anfang des

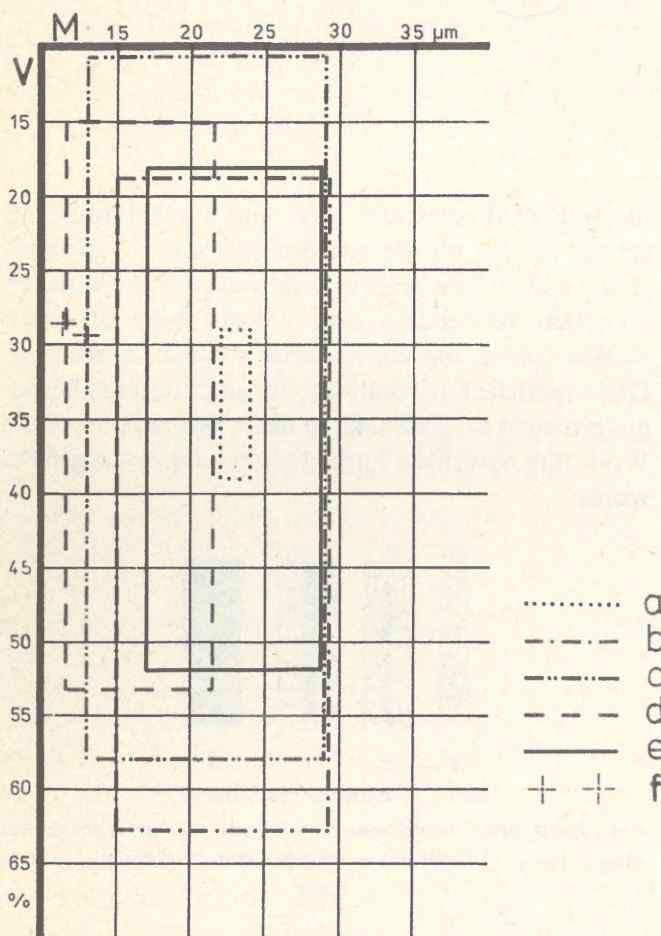


Abb. 2. Die durchschnittlichen Stärkebereiche und Differenzen der Wolle aus der römischen Kaiserzeit in Pommern

a – Kościelna Jania, b – Leśno, c – Gronowo, d – Odry, e – Węsiory, f – Dębczyno, M – durchschnittliche Stärke, V – Differenz

⁵ A. N a h l i k, *Tkaniny z XIII–XIV-wiecznego cmentarzyska w miejscowości Równina Dolna, pow. Kętrzyn*, „Rocznik Olsztyński”, Bd. 1, 1958, S. 171–191; derselbe, *Tkaniny wykopaliskowe z wczesnośredniowiecznego Wolina*, „Materiały Zachodniopomorskie”, Bd. 5, 1959, S. 257–276; derselbe, *Tkaniny wełniane importowane i miejscowe Nowogrodu Wielkiego X–XV w.*, Wrocław 1964, S. 156; derselbe, *Tkaniny wsi wschodnioeuropejskiej*, Łódź 1965, S. 103.

⁶ A. N a h l i k, *Analiza tkanin*, [w:] J. K m i e c i ń s k i, M. B l o m b e r g o w a, K. W a l e n t a, *Cmentarzysko kurhanowe ze starszego okresu rzymskiego w Węsiorych, pow. kartuski*, „Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi”, Seria Archeologiczna, nr 12, 1966, S. 114–115, Tab. 5; derselbe, *Szczątki tkanin odkryte w grobie książęcym w miejscowości Szwałcaria, pow. Suwałki*, „Wiadomości Archeologiczne”, Bd. 25: 1958, H. 1–2, S. 72–74.

christlichen Zeitalters stammenden Wolle nahm der Autor dieses Beitrags vor. Diese Untersuchungen sollen die bisherige Quellenbasis erweitern. Gleich anfangs bemerkten wir, daß es Wolle von hoher Qualität ist. Die Wollfasern waren größtenteils sehr dünn und in den Musterstücken entdeckte man nur Flaumwolle (die Fasern ohne Markkanal) oder solche, die als Beimischung Markfasern oder Fasern mit Markinsel enthielt. Die Untersuchungen der Wolle aus der römischen Kaiserzeit setzte man mit der Analyse von Geweben aus Pommern fort; die Fundorte waren Gronowo, Leśno, Odry. Man versuchte, in zwei Aufsätzen Antwort auf die Frage nach den Ursachen der so hohen Qualität der aus dem christlichen Zeitalter stammenden Wolle zu geben. Man erblickte hier Resultate der Beziehungen zum Römischen Imperium⁷.

Das Ziel dieses Aufsatzes liegt darin, das bisherige Wissen über die aus der römischen Kaiserzeit stammende Ausgrabungswolle zusammenzufassen, Schlußfolgerungen vor allem zur damals auf unserem Gebiet vorhandenen Schafzucht zu ziehen und auf die Richtung der weiteren Forschungen hinzuweisen.

Es wurden 199 wollene Musterstücke⁸ aus 6 Gräberfeldern in Pommern, die aus der römischen Kaiserzeit stammen, untersucht (Abb. 2). Zwei Gräberfelder (Kościelna Jania und Leśno) datieren aus der älteren Unterperiode der römischen Kaiserzeit (B₂), drei weitere (Gronowo, Odry, Węsiory) aus dem Ende der älteren und dem Anfang der jüngeren Unterperiode der römischen Kaiserzeit (B₂ und C₁). Ein Gräberfeld (Dębczyno) stammt aus der jüngeren Unterperiode der römischen Kaiserzeit (C₁ und C₂)⁹.

Aus Kościelna Jania¹⁰ stammen 5 von den untersuchten wollenen Musterstücken. Die durchschnitt-

⁷ J. M a i k, *Tkaniny z okresu rzymskiego z terenu Polski. „Pomorania Antiqua”*, Bd. 7, 1977, S. 82–83, 116, Katalog, S. 119–143; derselbe, *Tkaniny wykopaliskowe z cmentarzyska w Gronowie, woj. koszalińskie*, „Materiały Zachodniopomorskie”, Bd. 23, 1976 (1979), S. 111–114, Katalog, S. 118–121.

⁸ Alle Musterstücke wurden den erhaltenen Gewebefragmenten entnommen. Wir sind dessen bewußt, daß diese Untersuchungsmethode unvollkommen ist, weil das wollene Grundstoff vor dem Spinnen bearbeitet wurde. Dadurch wurde seine Qualität erhöht. Unserer Meinung nach wird aber die Wolle, deren Qualität schlecht ist, dank der Sortierung nicht gleich gut. Wir haben auch keine andere Möglichkeit, das Material zur Untersuchung zu finden. Deshalb unternahmen wir die Untersuchungen unter den Bedingungen, über die wir jetzt verfügen.

⁹ Datierung der Fundstellen folgt in Anlehnung an *Prahistoria ziem polskich*, Bd. 5, *Późny okres lateński i okres rzymski*, Wrocław 1981, S. 136–183, Abb. 31–32; vergl. auch K. W a l e n t a, *Obrządek pogrzebowy na Pomorzu w okresie późnolateńskim i rzymskim*, „Archaeologia Baltica”, vol. 5, 1980/81, S. 108, 124, 131, 134, 148, 165.

¹⁰ Analysereultate von A. N a h l i k, veröffentlicht: M a i k, *Tkaniny z okresu rzymskiego...*, S. 122–123.

tliche Stärke der Wollfasern schwankt zwischen 22 und 24 μm bei einer Differenz von 29 bis 39%. Alle Musterstücke enthalten von 3 bis 7% Fasern mit durchgehendem Markkanal und Fasern mit unterbrochenem Markkanal.

Nicht weniger als 40 Musterstücke stammen aus dem Fürstengrab in Lešno¹¹. Größer ist die durchschnittliche Stärke der Wollfasern: von 15 bis 29,5 μm bei einer Differenz von 18,75 bis 62,66%. In 10 Musterstücken stellte man ausschließlich Fasern ohne Markkanal fest. Die übrigen enthalten von 2 bis 18% Fasern mit durchgehendem Markkanal und Fasern mit unterbrochenem Markkanal.

Der größte untersuchte Musterstückbestand stammt aus Gronowo¹². Das sind zusammen 88 Musterstücke. Die durchschnittliche Stärke ihrer Wollfasern beträgt 13,2 bis 28,8 μm bei einer Differenz von 10,34 bis 66,54%. Fasern mit durchgehendem Markkanal und Fasern mit unterbrochenem Markkanal kommen in 22 Musterstücken vor, was 2 bis 18% der Gesamtzahl der Fasermenge in dem untersuchten Musterstück entspricht.

Aus dem Gräberfeld in Odry¹³ stammen 53 untersuchte wollene Musterstücke. Die durchschnittliche Faserstärke schwankt hier zwischen 11,8 bis 21,5 μm ¹⁴ bei einer Differenz von 15,6 bis 54,2%. Fasern mit durchgehendem Markkanal und Fasern mit unterbrochenem Markkanal bilden 2 bis 8% der Fasermenge. In 24 Musterstücken wurden diese Fasern nicht festgestellt, und bei 14 Musterstücken fehlen die Angaben.

In Węsiory¹⁵ wurde eine geringere Zahl der Gewebe gefunden. Darunter wurden nur 11 wollene Musterstücke untersucht, deren durchschnittliche Faserstärke

17 bis 29 μm , bei einer Differenz von 18 bis 25% beträgt. Die Fasern mit durchgehendem Markkanal und mit unterbrochenem Markkanal oder mit Markinsel haben in diesem Falle nur einen geringen Anteil oder sie kommen hier gar nicht vor¹⁶.

Aus der am spätesten datierten Fundgrube, d. h. aus dem Gräberfeld in Dębczyno¹⁷, ist es uns nur gelungen, 2 wollene Musterstücke zu untersuchen. Die durchschnittliche Stärke beträgt 11,1 und 13 μm , Differenz 28,6 und 25,6%. Es fehlen aber die Angaben über die Fasern mit durchgehendem Markkanal.

Im allgemeinen liegen die durchschnittliche Stärke der 199 aus Pommern stammenden wollenen Musterstücke zwischen 11,1 und 29,3 μm und die Differenz zwischen 10,34 und 62,66%. Die Differenz der Faserstärke ist verhältnismäßig groß, obwohl die Merzhalt der Fasern zu den feinsten gehört. In den meisten Musterstücken ist die Wolle gleichartig, ohne Markkanal, in anderen ist sie gemischt. Sie enthält 2 bis 18% Fasern mit durchgehendem Markkanal und Fasern mit unterbrochenem Markkanal oder mit Markinsel.

Die durchgeführten Untersuchungen lassen uns schlußfolgern, daß die Wolle der Pommerschen Gewebe aus der römischen Kaiserzeit von Rasseschafen stammt. Diese Schafe wurden im Mittelalter auf diesem Gebiet nicht mehr gezüchtet. Es wäre interessant, die Wolle aus Pommern mit ihr zeitlich entsprechenden Wollfunden angrenzender Gebiete zu vergleichen. Das ist aber kein einfaches Problem. Die Gewebe aus der römischen Kaiserzeit in Polen wurden in den Gräbern gefunden, in denen sie sich größtenteils dank des Vorkommens der Gegenstände aus Metall erhalten haben. Metalloxide konservieren zwar die Gewebe, sie verursachen jedoch die Mineralisation der Fasern. Sie ist oft so tief, daß es nicht mehr möglich ist, die Wolle mit Hilfe der von uns angewandten Methode zu untersuchen. Überdies ist eine große Zahl der aus Schlesien stammenden Gewebe während des II. Weltkrieges verlorengegangen¹⁸. Sie können also leider

¹¹ Von J. Maik durchgeführte Wollanalysen, bisher nicht veröffentlicht, übrige Analysen der Gewebe aus Lešno: T. Grabarczyk, J. Kmiecinski, J. Maik, K. Walenta, *Période Romaine en Poméranie*, „Inventaria Archaeologica“, Pologne fasc. 43, 1979, pl. 270 (7, 8).

¹² Maik, *Tkaniny wykopaliskowe z cmentarzyska...*, Katalog, S. 118–121; derselbe, *Tkaniny z okresu rzymskiego...*, Katalog, S. 121–122.

¹³ Maik, *Tkaniny z okresu rzymskiego...*, Katalog, S. 133–136, die neueren Analysen wurden noch nicht publiziert.

¹⁴ Bei der ersten Darstellung der Gewebe aus Odry wurde angegeben, daß die durchschnittliche Faserstärke des Gewebes Nr. 483 aus dem Hügelgrab 5, Grab 1, 35,5 μm beträgt. Das war das einzige Gewebe, daß aus so dicker Wolle gemacht wurde. Man vermutete, daß während der Messungen oder Berechnungen einen Fehler begangen wurde. Um das nachzuprüfen, haben wir zwei Musterstücke untersucht. Es wurden sowohl Kett- als auch Schußfäden gemessen. Die durchschnittliche Stärke beträgt in diesem Falle 20 μm und 17,7 μm . Man kann also zugeben, daß die Berechnungen anfangs falsch waren.

¹⁵ Nahlik, *Analizy tkanin*, S. 114–115, Tab. 5.

¹⁶ Es wurde nur in den Musterstücken aus Węsiory ein so hohes Prozent der Fasern mit durchgehendem Markkanal festgestellt. Ihre Stärke unterschied sich nicht von den anderen. Deshalb haben wir auch in zwei verschiedenen Musterstücken der Wolle aus Węsiory das Vorkommen der Fasern mit durchgehendem Markkanal nachgeprüft. In einem Musterstück war eine Faser mit durchgehendem Markkanal, in dem zweiten gar keine. Der Autor der ersten Darstellung machte den Fehler vielleicht deshalb, weil die Gewebe schlecht erhalten geblieben sind. Sie sind leicht verkohlt, die Fasern sind aneinandergeliebt und man kann sie schlecht spalten. Die Farbe aller Fasern in den untersuchten Musterstücken schwankte zwischen dunkelbraun und schwarz.

¹⁷ Maik, *Tkaniny z okresu rzymskiego...*, Katalog, S. 120–121.

¹⁸ G. Sage, *Gewebereste auf vorgeschichtlichen Eisengeräten in Schlesien*, „Altschlesien“, Bd. 4, 1932, S. 69–82; derselbe, *Die*

auch nicht mehr untersucht werden. Außer Pommern, woher alle Musterstücke stammen, ist es uns gelungen die Faserstärke der Wolle nur in einem Gewebe aus Żywa Woda neben Suwałki¹⁹ (westbaltische Kultur) zu untersuchen. Die durchschnittliche Stärke ihrer Fasern beträgt 14,2 µm, die Differenz 28,4%. Es fehlen die Angaben über die Fasern mit durchgehendem Markkanal. Diese Wolle unterscheidet sich also nicht von der aus Pommern. Der Autor dieses Aufsatzes verfügt leider nicht über die Gewebe, die außer dem Gebiet des gegenwärtigen Polens vorkommen. Und in diesem Falle muß er sich ausschließlich auf die veröffentlichten Materialien stützen. Ihre Zahl aber ist sehr gering, wenigstens in der Literatur, die nach Polen gelangt.

Am wichtigsten für unsere Betrachtungen sind zwei Aufsätze: der erste von J. P. Wild mit einem Beitrag von M. L. Ryder, der zwei Fragmente der Gewebe aus Xanten²⁰ publiziert und der zweite von M. L. Ryder und J. W. Hedges, der die wollenen Musterstücke aus Mainz und aus Lønne Hede in Jütland behandelt²¹.

Das jütlandische Material stammt aus einem Grab, das aus der älteren Unterperiode der römischen Kaiserzeit datiert. Die Stärke der Wolle, deren 11 Musterstücke untersucht wurden, beträgt durchschnittlich 13,8 bis 18,3 µm und die Differenz 16,4 bis 57,4%. Die Wolle der 4 Musterstücke ist gleichartig – es handelt sich um Flaumwolle, die 5 weiteren enthalten 1% Fasern mit durchgehendem Markkanal und in einem Musterstück gibt es 3% Fasern mit durchgehendem Markkanal. Sie reicht also im Hinblick auf die Qualität an die beste Wolle aus Pommern heran.

Die wollenen Musterstücke aus Mainz, 33 Stück an der Zahl, datieren auch aus der älteren Unterperiode der römischen Kaiserzeit. Die durchschnittliche Faserstärke schwankt hier zwischen 15,6 und 27,3 µm, die Differenz zwischen 16,2 und 45,8%. Die Fasern mit durchgehendem Markkanal sind nur in 6 Musterstücken vorhanden. Sie bilden 1 bis 5% der Gesamtzahl der Fasern.

Zwei Fragmente der wollenen Gewebe aus dem römischen Lager von Vetera II in Xanten, wie Mainz am linken Ufer des Rheins gelegen, stammen etwa aus der Hälfte des 1. Jhs. n. Chr. Die Stärke der Wolle beträgt durchschnittlich 23 bis 26 µm. Die Differenz

wurde nicht berechnet. Eines der Musterstücke enthält 2% Fasern mit durchgehendem Markkanal, das zweite enthält nur die Fasern ohne Markkanal.

M. L. Ryder untersuchte auch wollenen Musterstücke aus Vindolanda in Hadrianwall in Britanien. Wie sieh aus dem während des Textilsymposiums in Neumünster dargestellten Referat ergibt, stellte er sowohl dünne Wolle als auch Wolle von durchschnittlicher Faserstärke fest²². Es fehlen aber genauen Angaben über die Stärke dieser Wollfasern. Deshalb auch kann man sie mit der Wolle aus Pommern nicht vergleichen.

Wie es sich aus dem oben Genannten ergibt, bestätigen die leider nicht zahlreichen Untersuchungen derselben Wolle aus dem Westen unsere Meinung von der hohen Qualität der Schafwolle aus der römischen

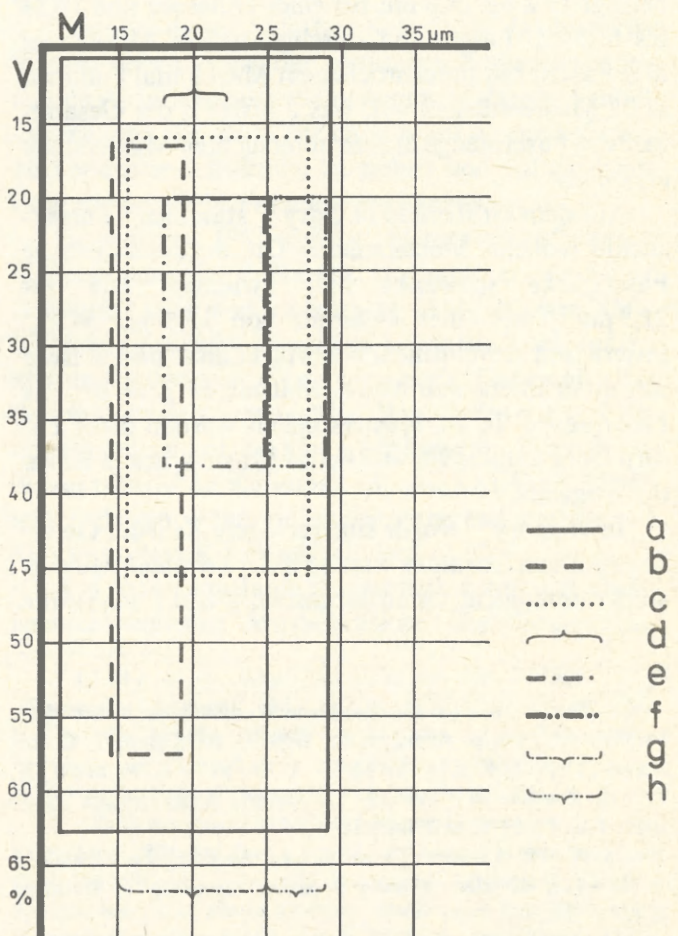


Abb. 3. Die durchschnittlichen Stärkebereiche und Differenzen der Wolle aus der römischen Kaiserzeit (a – aus Pommern, b – aus Lønne Hede, c – aus Mainz, d – aus Xanten) aus dem Mittellater (e – Merinowolle aus Novgorod Velikij, f – Wolle vom dünnwolligen englischen Schaf aus Novgorod Velikij) und die durchschnittliche Stärke der heutigen Wolle (g – vom Merinoschaf, h – vom dünnwolligen englischen Schaf)
M – durchschnittliche Stärke, V – Differenz

Gewebereste aus Fürstengräbern von Sakrau unter besonderer Berücksichtigung der Brettchenweberei, „Altschlesien“, Bd. 5, 1934, S. 272 – 284.

¹⁹ Maik, *Tkaniny z okresu rzymskiego...*, Katalog, S. 143.

²⁰ J. P. Wild, M. L. Ryder, *Zwei Textilproben aus Xanten*, „Bonner Jahrbuch“, Bd. 165, 1965, S. 275 – 277.

²¹ M. L. Ryder, J. W. Hedges, *Römerzeitliche Wollreste aus Deutschland und Dänemark*, „Archäologisches Korrespondenzblatt“, Bd. 3, 1973, H. 3, S. 359 – 362.

²² M. L. Ryder, *European Wool Types from the Iron Age to the Middle Age*, „Textilsymposium Neumünster, Archäologische Textilfunde“, Neumünster 1982, S. 226 – 227.

Kaiserzeit. Für die weiteren Betrachtungen ist es wichtig festzustellen, daß sich die Wolle aus Pommern und Jütland nicht von der Wolle aus dem Römischen Imperium unterscheidet (Abb. 3).

Über das Schaf aus der römischen Kaiserzeit können wir nur wenig aus den Untersuchungen seiner während der Ausgrabungen gefundenen Knochen erfahren. Die Ursache dafür liegt in dem Knochenbau, der bei Schaf und Ziege sehr ähnlich ist. Der Zoologe kann also nicht immer bestimmen, welchem von diesen beiden Tieren der gefundene Knochen oder sein Teil gehört. Es ist auch deshalb nicht einfach, etwas über die Schafrasse zu sagen. Aus dem Gebiet Pommerns wurden Tierknochen nur aus einigen Siedlungen, die aus der römischen Kaiserzeit datieren, untersucht²³. Über das Schaf ist es lediglich gelungen festzustellen, daß es dem Schaf aus anderen Fundstellen der römischen Kaiserzeit ähnlich war. Außerdem war ihm auch das frühmittelalterliche Schaf ähnlich²⁴.

Es gibt mehr Angaben über das Schaf aus Kujawy, das in der unmittelbaren Nähe von Pommern liegt. Man unterschied dort die Schafe, die ihrer Größe nach dem Heidschaf, Kupferschaf, Torfschaf und in einem Falle dem Merinoschaf ähnlich waren²⁵.

In der nicht weit von Xanten liegenden Stadt – Colonia Ulpia Traiana, die aus dem 2. – 4. Jh. n. Chr. stammt, wurden Knochen von Schafen, deren Größe zwischen des Merinoschafes und der Heidschnucke liegt, gefunden²⁶.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, daß die Untersuchungen der Schafknochen in naher Zukunft keine Antwort auf die Frage nach der Rasse dieser in der römischen Kaiserzeit gezüchteten Tiere geben.

²³ Das ist dadurch verursacht, daß sich die Archäologen, die sich mit der römischen Kaiserzeit in Pommern beschäftigen, für die Wirtschaftsprobleme nicht interessieren. Sie unternehmen also keine archäologischen Untersuchungen der aus dem Anfang unserer Zeitrechnung stammenden Siedlungen. Auf diese Situation wurde im Jahre 1979 in Słupsk während der Konferenz hingewiesen „Problemy kultury wielbarskiej“; vergl. *Problemy kultury wielbarskiej*, Słupsk 1981, Diskussion, S. 263 – 265.

²⁴ M. Kubasiewicz, J. Gawlikowski, *Szczątki zwierzęce z osady rzymskiej w Cedyni*, „Materiały Zachodniopomorskie”, Bd. 5, 1959, S. 153 – 154; M. Sobociński, *Zwierzęce szczątki kostne z osad otwartych okresu wpływów rzymskich na Pomorzu Wschodnim*, „Pomorania Antiqua”, Bd. 6, 1975, S. 516 – 517.

²⁵ T. Makiewicz, *Gospodarka hodowlana w kulturze przeworskiej na Kujawach*, „Archeologia Polski”, Bd. 22, 1977, H. 1, S. 129; Z. Schramm, *Szczątki kostne małych przeżuwaczy domowych w materiale z Inowrocławia*, „Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu”, Bd. 76, „Archeozoologia”, Bd. 1, 1975, S. 141 – 159.

²⁶ K. Waldmann, *Die Knochenfunde aus der Colonia Ulpia Traiana einer römischen Stadt bei Xanten am Niederrhein*, „Beihefte der Bonner Jahrbücher”, Bd. 24, Archaeo-Physika, Köln – Graz 1967, S. 57.

Anhand dieser Untersuchungen wäre zu vermuten, daß diese Rasse minderwertiger war als die Untersuchungen der Wolle aus dieser Zeit ergaben. Dieser Widerspruch könnte aus zwei verschiedenen Ursachen resultieren. Erstens: die in den Siedlungsschichten gefundenen Tierknochen sind Speiseüberreste. Man kann also nicht den Fall ausschließen, daß damals gleichzeitig zwei Rassen von Schafen gezüchtet wurden – eine für die Wolle und eine zweite für das Fleisch. Zweitens: Schafe, die wegen ihrer Größe und ihres Knochengerüsts den primitiven Rassen ähnlich waren, konnten Wolle von hoher Qualität haben²⁷.

Diese Wolle von hoher Qualität hat ihre Entsprechung in der Wolle aus der viel späteren Periode. Sie ähnelt sehr dem Grundstoff eines Teils der mittelalterlichen Gewebe aus Novgorod Velikij²⁸. Das sind Gewebe von hoher Qualität. Ein Teil von ihnen ist gewalkt und gefärbt, ein anderes Teil nur gefärbt (ohne Walken). Die Wolle hat in diesem Falle eine durchschnittliche Stärke von 18 bis 29 μm und eine Differenz von 20 bis 38%. A. Nahlik, Autor der Monographie über die Gewebe aus Novgorod, verglich die Stärkediagramme der Wolle, die aus diesen Geweben stammte, mit den Stärkediagrammen der heutigen kurz- und dünnwolligen englischen Schafe, die zu der Shropshire- und Hampshirerasse²⁹ gehören, und mit den spanischen Merinoschafen.

Die dünnwolligen englischen Schafe haben Wolle von einer durchschnittlichen Faserstärke in der Klasse A bis 30 μm und in der Klasse B von 30 bis 52 μm ³⁰. Ihnen entspricht die Wolle, die aus einem Teil der Tuchgewebe aus Novgorod stammt und deren durchschnittliche Stärke 25 bis 29 μm beträgt (Abb. 3).

Nach der spanischen Einordnung hat die Merinowolle, abhängig von der Klasse eine durchschnittliche Stärke von 15 bis 25 μm ³¹. Ihr könnte die Wolle von der durchschnittlichen Stärke von 18 bis 25 μm , die aus dem weiteren Teil der oben genannten Tuchgewebe stammt, ähnlich sein (Abb. 3).

Die Gewebe, die aus der feinen Wolle des Typs Shropshire und Hampshire gemacht wurden, erschienen in Novgorod am Anfang des 12. Jhs. und sie kamen

²⁷ Vergl. J. P. Wild, *Textile Manufacture in the Northern Roman Provinces*, Cambridge 1970, S. 8.

²⁸ Nahlik, *Tkaniny wełniane...*, S. 46 – 53.

²⁹ Wir haben absichtlich „die englische lang- und dickfaserige Wolle“ unbeachtet gelassen. Sie wurde in Novgorod gefunden und ähnelt der Wolle des heutigen Schafes Lincoln. Die Darstellung dieser Wolle könnte die von uns behandelten Fragen verdunkeln.

³⁰ T. I. Kuznecov, *Serstvovedenje*, Moskva 1950, S. 240, 253.

³¹ H. Gryncewicz, O. Sztaniszkis, *Wełna*, Warszawa 1959, S. 84 – 85.

noch im 15. Jh. vor. Die ersten Gewebe aus Merinowolle kamen dort zwar schon seit der Hälfte des 13. Jhs. vor, aber ihre Merzahl stammt aus der zweiten Hälfte des 15. Jhs.³² A. Nahlik's Meinung nach, womit wir auch übereinstimmen, wurden die oben genannten Gewebe aus Flandern³³ nach Novgorod importiert. Flandern, dessen Tuchmacherei im 12. – 13. Jh. hochentwickelt war, führte anfangs den Grundstoff aus England ein, wo man gute Schafrassen, die den heutigen Shropshire und Hampshire ähnlich waren, züchtete. Die damalige englische Tuchmacherei war noch nicht von internationaler Bedeutung und deshalb konnte sich die englische Wolle in den großen Mengen in den flandrischen und brabantischen Werkstätten finden³⁴. Diese Situation änderte sich unter der Regierung von Edward III (1327 – 1377). In dieser Zeit entwickelte sich die englische Tuchmacherei und man begann die Ausfuhr der Wolle als ein Werkzeug des politischen Druckes in Flandern zu betrachten³⁵. Die flandrischen Tuchmacher waren also gezwungen, neue Quellen dieses Grundstoffes zu erschließen. Eine solche Quelle war damals Spanien, das in der zweiten Hälfte des 12. Jhs. die Merinoschafe aus Nordafrika einführte. In kurzer Zeit entwickelte sich die Schafzucht in großem Ausmaß. Die Schafherden, die einige hundert Stück zählten, weideten im Sommer in den Bergen von Kastilien und im Winter wurden sie nach Estramadura und Kastilien getrieben³⁶. Die Tuchmacherei in Spanien war nicht hochentwickelt, und deshalb war die Schafzucht, die viel Gewinn einbrachte, vor allem auf die Ausfuhr der Wolle, anfangs nach Italien, eingestellt³⁷. Der beschränkte Export der englischen Wolle nach Flandern ermöglichte es, die spanische Merinowolle auf diesen aufnahmefähigen Markt zu bringen. Sie wurde dort aber anfangs nicht gern angenommen, weil die Anwendung des anderen Grundstoffes eine Qualitätsverschlechterung der flandrischen Erzeugnisse verursachte. Am frühesten, schon im 13. Jh., verwendete man Merinowolle in Bruges. Man mischte sie manchmal mit der englischen Wolle. Im 14. und 15. Jh. wurde jedoch die spanische Wolle für die ganze flandrische Tuchmacherei unentbehrlich³⁸.

³² Nahlik, *Tkaniny wełniane Nowogrodu...*, S. 76 – 77.

³³ *Ibidem*, S. 72 – 77, 94 – 119.

³⁴ M. Małowist, *Studia z dziejów rzemiosła w okresie kryzysu feudalizmu w zachodniej Europie w XIV i XV w.*, Warszawa 1954, S. 215 – 216.

³⁵ *Ibidem*, S. 216.

³⁶ Gryncewicz, Sztaniszkis, *op. cit.*, S. 135 – 136; W. Herman, *Jak hodowano i wykorzystywano owcę w dawnych czasach*, „Mówią Wieki”, R. 25, 1982, nr. 3, S. 28.

³⁷ Małowist, *op. cit.*, S. 68.

³⁸ Małowist, *op. cit.*, S. 69.

Uns interessiert aber vor allem die Wolle aus der römischen Kaiserzeit und ihre Ähnlichkeit sowohl mit der Merinowolle als auch der feinen englischen Wolle. Diese Ähnlichkeit sieht man deutlich auf dem Diagramm (Abb. 3). Es zeigt neben der durchschnittlichen Stärke und Differenz der Wolle aus den ersten Jahrhunderten n. Chr. auch dieselben Parameter im Falle der mittelalterlichen Merinowolle und der Wolle des dünnwolligen englischen Schafes. Zum Vergleich trug man auf es auch die durchschnittlichen Stärkebereiche der Wolle von den heutigen spanischen Merinoschafen und englischen Schafen Shropshire und Hampshire ein. Das, was gleich in die Augen fällt, ist die gemeinsame Obergrenze der Stärke (29 μm) der englischen (mittelalterlichen und heutigen) Wolle und der Wolle aus Pommern aus der römischen Kaiserzeit. Viele Musterstücke von dieser letzten enthalten dünnere Wolle als die Merinowolle (unter 13 μm). Die Wolle aus Lønne Hede in Jütland ist auch größtenteils dünner als die mittelalterliche Merinowolle, wobei sie im Stärkebereich der heutigen Merinowolle enthalten ist. Die Stärke der Wolle aus Mainz und Xanten, d. h. aus dem Gebiet des Römischen Imperiums, ist der Stärke der Merinowolle und der Wolle des englischen Schafes ähnlich. Die Stärkedifferenz der Wolle aus der römischen Kaiserzeit ist jedoch größer. Neben den Musterstücken der Wolle, deren Stärke gleichbleibend ist, (unter 20%) haben wir Musterstücke, in denen die Stärkedifferenz der Wolle über 60% beträgt. Hier finden wir auch häufiger als in der mittelalterlichen Wolle die Fasern mit durchgehendem Markkanal. Diese beiden Merkmale, d. h. die größere Differenz der Wolle aus der römischen Kaiserzeit und die größere Zahl der Fasern mit durchgehendem Markkanal, die in ihr enthalten sind, können auf ihre geringere Qualität, als man von der durchschnittlichen Faserstärke in den Musterstücken erwarten könnte, hinweisen. Es scheint, als ob man im Mittelalter die Wolle besser sortierte und Fasern, die sich zum Spinnen nicht mehr eigneten, genauer aussonderte³⁹.

Nun wollen wir versuchen, die Wolle aus der römischen Kaiserzeit nach ihrer durchschnittlichen Stärke zu klassifizieren. Berechtigt wäre hier eine Einteilung in 4 Gruppen:

1. Wolle, deren durchschnittliche Stärke weniger als 18 μm beträgt und die dünner als die mittelalterliche Merinowolle ist⁴⁰ (Abb. 4);
2. Wolle, deren durchschnittliche Stärke 18,1 bis 25 μm beträgt und die der mittelalterlichen Merinowolle entspricht⁴¹ (Abb. 5);

³⁹ Skoczylas, *op. cit.*, S. 182 – 193.

⁴⁰ 68 Musterstücke.

⁴¹ 117 Musterstücke.

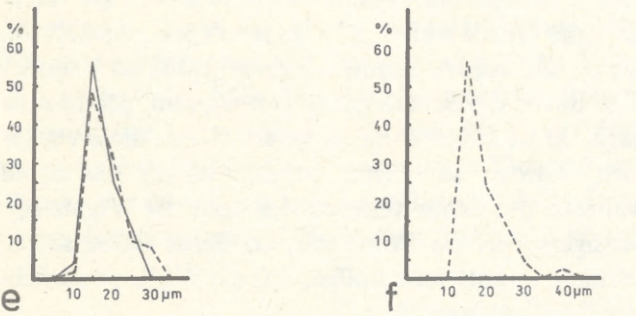
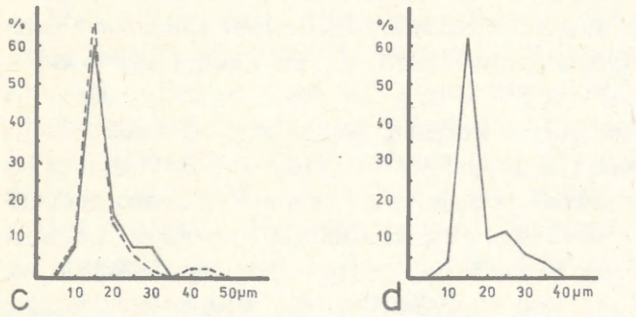
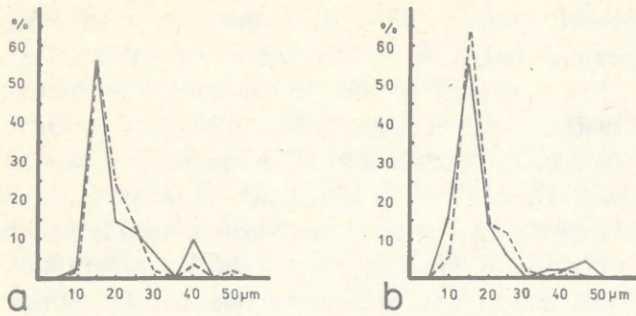


Abb. 4. Die Stärkediagramme der Wolle aus der Gruppe 1 (mit der durchschnittlichen Stärke unter 18 μm)

a – Lešno, Gewebe 7, b – Lešno, Gewebe 9, c – Gronowo, Gewebe 9, d – Gronowo, Gewebe 12, e – Odry, Gewebe 1018/73, f – Odry, Gewebe 1014/73
1 – Kette, 2 – Schuß

3. Wolle, deren durchschnittliche Stärke 25,1 bis 29 μm beträgt und die der Wolle der dünnwolligen englischen Schafe entspricht⁴² (Abb. 6);

4. Wolle, deren durchschnittliche Stärke mehr als 29 μm beträgt. Sie wurde bisher noch nicht nachgewiesen. Ihr Vorkommen kann man aber hypothetisch annehmen. Sie könnte von den Schafen, die für die Ernährung bestimmt waren, stammen.

Es wäre an der Zeit auf die Frage nach den Ursachen so hoher Qualität der Wolle aus der römischen Kaiserzeit, d. h. nach der damals gezüchteten Schafrasse zu antworten. Es soll natürlich die Vermu-

⁴² Zusammen mit einem Musterstück aus Lešno dessen durchschnittliche Stärke 29,3 μm beträgt, sind das 13 Musterstücke. Diese kleine Überschreitung der Obergrenze – 29 μm – ergibt sich sicherlich aus dem statistischen Fehler, der durch eine kleine Zahl der Messungen verursacht wurde. Die Wolle dieses Musterstückes ist jedoch gut, wovon ihre große Gleichheit – 26,16% zeugt.

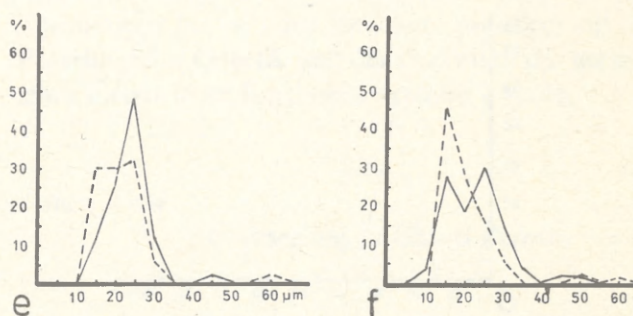
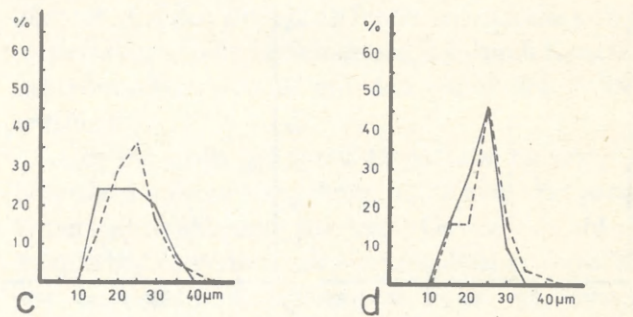
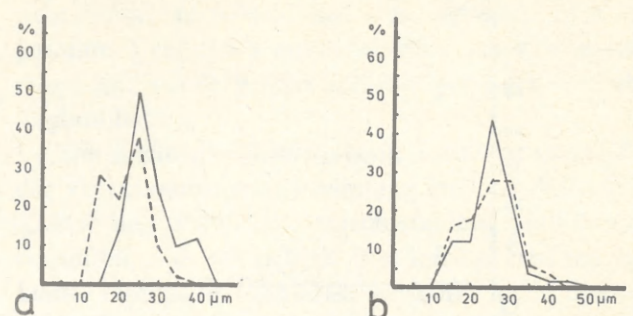


Abb. 5. Die Stärkediagramme der Wolle aus der Gruppe 2 (mit der durchschnittlichen Stärke 18,1 – 25 μm)

a – Lešno, Gewebe 54, b – Lešno, Gewebe 63, c – Gronowo, Gewebe 8, d – Gronowo, Gewebe 32, e – Odry, Gewebe 1017/73, f – Odry, Gewebe 13 aus dem Grab 423
1 – Kette, 2 – Schuß

lung abgelehnt werden, daß man am Anfang unserer Zeitrechnung das Marinoschaf oder das dünnwollige englische Schaf des Typs Shropshire oder Hampshire in Mitteleuropa züchtete. Diese Ursachen kann man eher bei der Analyse der Merkmale der Rassen, von denen diese Schafe abstammen, finden. Die dünnwolligen englischen Schafe entwickelten sich aus der Kreuzung der Ortsschafe, die dem heutigen Schaf Soay ähnlich waren, mit dem dünnwolligen Rasseschaf, daß die Römer auf die Britischen Inseln gebracht hatten⁴³. Das Merinoschaf, das von den Mauren nach Spanien gebracht wurde, stammt vom römischen Schaf ab⁴⁴.

⁴³ Wild, *op. cit.*, S. 5–6.
⁴⁴ Gryniewicz, Sztaniszkis, *op. cit.*, S. 84–85; E. Lipson, *A Short History of Wool and its Manufacture*, Melbourne-London-Toronto 1953, S. 36; Herman, *op. cit.*, S. 28. Der Name – Merinoschaf stammt wahrscheinlich von dem arabi-

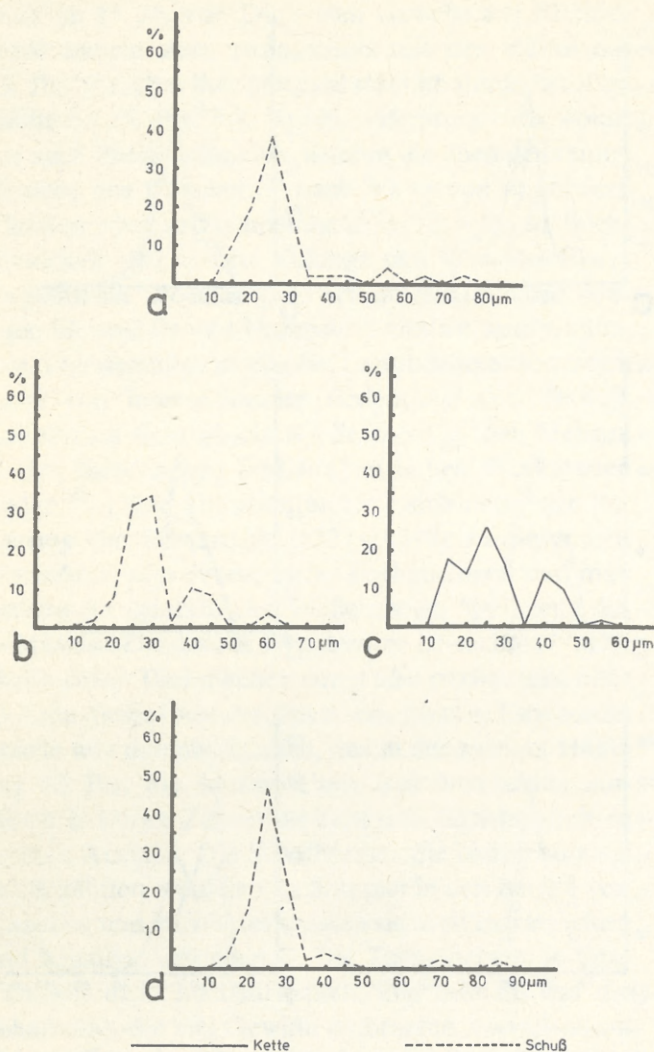


Abb. 6. Die Stärkediagramme der Wolle aus der Gruppe 3 (mit der durchschnittlichen Stärke 25,1–29 µm)

a – Gronowo, Gewebe 28, b – Gronowo, Gewebe 35, c – Lešno, Gewebe 35, d – Lešno, Gewebe 62
1 – Kette, 2 – Schuß

Wir haben von ihm aus den Werken der römischen Autoren, die sich mit der Landwirtschaft beschäftigt hatten, erfahren⁴⁵. Man unterschied in Rom zwei Rassen von Schafen: dünnwollige (*oves pellitae*) und grobwollige (*oves hirtae*)⁴⁶. Diese letzten, die ein rauhes und dunkles Vlies hatten, gehörten wahrscheinlich zu den Ortsschafen. Die für Kreuzungen geeigneten Schafe mit dem dunklen Vlies, das verschiedene Schattierungen brauner, roter, grauer und schwarzer Farbe aufwies, waren im ganzen Mittelmeerbecken anzutreffen; also: in Italien in der Nähe von Pollentia,

schen Stamm Beni Merines, dank dem sich die ersten Merinoschafe auf der Pyrenäenhalbinsel finden sollten. L i p s o n, *op. cit.*, S. 36.

⁴⁵ Die wertvollsten Quellen sind für uns die Arbeiten von Varro und Columella: M. T. V a r r o, *Rerum rusticarum libri tres, De agricultura* und L. J. M. C o l u m e l l a, *De re rustica*, weiter zitiert nach der Ausgabe an: *Les agronomes latins*, Paris 1877.

⁴⁶ V a r r o, II, 2, S. 109; C o l u m e l l a, VII, 2, S. 338–339.

neben Corduba in der Provinz Baetica auf der Pyrenäenhalbinsel, in Kleinasien und in Nordafrika⁴⁷.

Die Zucht der Schafe, die ein feines Vlies hatten, entwickelte sich dagegen zuerst in Kleinasien. Diese Schafe kamen zunächst in Griechenland vor, wo die besten Herden in Attika gezüchtet wurden. Dann gelangten sie mit griechischen Siedlern nach Italien in die Umgebung von Tarent⁴⁸. Sie wurden auch in Rom Schafe aus Tarent, griechische oder attische Schafe genannt. Sie hatten ein feines, weißes Vlies von höchster Qualität. Sie bedurften besonderer Pflege und guter Fütterung. Sie konnten nur auf einem Gebiet weiden, das von Sträuchern, die ihnen das wertvolle Vlies beschädigen könnten, gesäubert wurde. Sie wurden auch von doppelt so viel Hirten überwacht, wie es bei grobwolligen Schafen üblich war. Diese Schafe bedurften auch einer gleichbleibenden Temperatur. Sie durfte weder zu hoch noch zu tief sein. Um die Schafe vor Kälte und Beschädigung des Vlieses zu schützen, deckte man sie mit Ledern und mit Decken zu. Wenn sie in der Hürde waren, wurden sie oft gestriegelt. Nach der Schur, wurden sie mit Olivenöl und Wein eingerieben. Bevor die Schafe geschoren wurden, prüfte man nach, ob sie keine Wunden hatten. Wenn diese vorkamen, wurden sie zuerst geheilt. Wurde ein Schaf während der Schur verletzt, rieb man die Wunde mit flüssigem Teer ein. Wenn man an diesen Grundsätzen festhielt, konnte man hoffen, daß die Wolle von höchster Qualität wird⁴⁹.

Die Schafe aus Tarent kreuzte man mit den regionalen Schafen, die dunkles Vlies hatten. Man wählte sehr sorgfältig die Eltern aus, weil die Nachkommen ihre besten Eigenschaften aufweisen sollten. Es handelte sich vor allem um weißes, feines Vlies. Aus der Darstellung von Columella ergibt sich, daß die römischen Züchter in der Praxis die Regeln der Übertragung der Erbeigenschaften, die J. G. Mendel fast 2000 Jahre später beschrieb, anwandten⁵⁰.

Durch die Kreuzungen erhielt man viele regionale Schafrassen, die ein feines, weißes Vlies hatten. Man nennt sie im allgemeinen das römische Schaf. Die bedeutenden Gebiete, außer Tarent in Calabria, in denen man auch das römische Schaf züchtete, waren Parma und Mutina in Norditalien, Milet in Kleinasien und Altinum in Galia⁵¹. Die Schafe, die man in Galia

⁴⁷ C o l u m e l l a, VII, 2, S. 43.

⁴⁸ W i l d, *op. cit.*, S. 8, 10; Z. G a n s i n i e c, *Włókiennictwo*, [in:] *Kultura materialna starożytnej Grecji, Zarys*, Bd. I, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk 1975, S. 407.

⁴⁹ C o l u m e l l a, VII, 2, S. 339, VII, 5, S. 346–347; V a r r o, II, 2, S. 109, II, 1, S. 127–128; M. P. C a t o, *De re rustica* [in:] *Les agronomes latins*, Paris 1877, S. 29.

⁵⁰ C o l u m e l l a, VII, 4, S. 344–345; V a r r o, II, 2, S. 107.

⁵¹ C o l u m e l l a, VII, 2, S. 338.

Belgica züchtete, schützte man ebenso wie die Schafe aus Tarent mit Decken. Deren Wolle und Gewebe wurden sogar nach Italien exportiert⁵².

Wie schon oben erwähnt, verfügen wir nicht über Analysen der Wolle vom römischen Schaf aus dem Gebiet Italiens. Es scheint uns aber, daß die Wolle, die die Gewebe aus Mainz und Xanten enthalten, von dünnwolligen römischen Schafen stammt. Ihre Zucht entwickelte sich im 1. Jh. n. Chr. also auch in den römischen Nordprovinzen.

Man könnte auch behaupten, daß dieses Schaf nördlich und westlich vom Limes vorkam. Es könnte sich auch in Pommern und den angrenzenden Gebieten finden lassen. Es war sicherlich mit den regionalen Schafen gekreuzt worden, wodurch man die reine Wolle erhielt, die dann in den Ausgrabungsgeweben entdeckt wurde. Unserer Meinung nach können wir in der jetzigen Untersuchungsphase nur auf diese Weise die hohe Qualität der Wolle erklären.

Wir lehnen die Vermutung ab, daß die untersuchten Musterstücke aus Geweben stammen, die aus dem Römischen Imperium importiert worden waren. Unter den analysierten Musterstücken entdeckte man keine wesentlichen Unterschiede im Bereich der Faserstärke. Am häufigsten kommt Wolle von hoher Qualität vor. Daraus würde sich ergeben, daß es keine örtliche Zucht von Schafen mit reiner Wolle gab. Außerdem könnte

man auch behaupten, daß alle Textilien oder das gesamte Grundstoff aus dem Römischen Imperium eingeführt wurde. Solche Schlußfolgerungen sind aber ungläubhaft.

Die Zucht der dünnwolligen Schafe ist in der Zeit der Völkerwanderung zusammen mit dem Verfall der Kultur und Wirtschaft verschwunden. Man könnte vermuten, daß sie sich in Nordafrika erhalten hat. Dann wurde sie von den Arabern nach Spanien gebracht und dort begann man das Merinoschaf zu züchten. Auf den Britischen Inseln entwickelte sich die dünnwollige englische Schafrasse, die durch Kreuzung des römischen Schafes mit den regionalen Schafen entstand.

Um die oben genannte Hypothese entweder zu bestätigen oder zu abzulehnen, sollte man sehr genaue Untersuchungen der aus dem Gebiet sowohl des Römischen Imperiums als auch des Barbaricums, also aus Germanien, Skandinavien, Polen stammenden Wolle, durchführen. Es scheint uns auch, daß eine Zusammenarbeit mit den Biologen, vor allem mit den Forschern der Genetik und der Evolution der gezüchteten Rassen gute Ergebnisse erzielen könnte.

Januar 1984

Übersetzung: Elżbieta Brzowska

ANHANG

DIE MESSUNGSMETHODE DER FASERSTÄRKE VON WOLLE, DIE BERECHNUNG DER DURCHSCHNITTLICHEN STÄRKE UND DER DURCHSCHNITTLICHEN ABWEICHUNG VON DER DURCHSCHNITTLICHEN STÄRKE (DIFFERENZ) IN PROZENT⁵³

Das beste Meßgerät ist das Lanameter, d. h. das spezielle Mikroskop, das zu dieser Arbeit adaptiert wurde. Die Fasern mißt man dann in Vergrößerung von 500 ×. Wenn das Lanameter fehlt, kann man das optische Mikroskop, das das Okular mit einer Skala besitzt, benutzen. In unserem Falle vergrößerte man die Fasern bis 420 ×.

Um die Faserstärke zu messen, soll man zuerst bestimmen, wie vielen Mikrometern (1 µm = 0,001 mm) ein Teilstrich des Okulars entspricht. Wir machen das mit Hilfe eines Meßplättchens, auf dem 1 mm in 100 Teile geteilt ist. Ein Teilstrich entspricht also 10 µm. Wir legen das Plättchen auf den Tisch des Lanameters oder des

Mikroskops und bestimmen, wieviel Teilstriche des Plättchens sich mit den Teilstrichen des Okulars decken, z. B. 30 Teilstriche des Okulars decken sich mit 72 Teilstrichen des Plättchens. Das bedeutet, daß 30 Teilstriche des Okulars gleichen 0,72 mm oder 720 µm. Daraus ergibt sich, daß ein Teilstrich des Okulars beträgt: $720 : 30 = 24 \mu\text{m}$.

Um den durchschnittlichen Wert, der dem Effektivwert annähert, zu errechnen, muß man die verhältnismäßig große Zahl der Messungen machen. Jede Faser mißt man nur einmal. Je dicker die Fasern sind, desto größer soll die Zahl der Messungen sein. Die Industrienormen sehen vor, daß man bei den Fasern, deren durchschnittliche Stärke etwa 22 µm beträgt, bis 600 Messungen durchführen soll. Wenn die Stärke aber etwa 29 µm beträgt, soll man zweimal so viel Messungen durchführen. Bei den Untersuchungen der aus den Ausgrabungsgeweben stammenden Wolle kommt am meisten vor, daß die Musterstücke sehr klein sind. In diesem Falle kann man nicht so viele Fasern untersuchen. Man soll auch auf den historischen, einmaligen Charakter des Gewebes achtgeben. Im

⁵² Wild, *op. cit.*, S. 10; Strabo, *Geographica*, IV, 3, 3, c. 196, [in:] *Strabonis Geographica*, recognovit A. Meinecke, vol. 1, Lipsiae 1866, S. 268–269.

⁵³ In Anlehnung an: A. Doberczak, *Wetnoznawstwo*, Łódź 1954, S. 38–41.

Anschluß daran wurden 50 Kettfäden und 50 Schußfäden gemessen. Dann berechnete man getrennt ihre durchschnittliche Stärke und Differenz. In einigen Fällen wurden die Fasern gemessen, die nur einer Fadensystem abstammten. Man vergrößerte dann die Zahl der Messungen bis 100. Diese Zahl war nie kleiner als 50.

Die Ergebnisse der Messungen stellen wir in einer Tabelle zusammen:

| Nr | Klassengrenze | Zahl der Fasern in einer Klasse | Zahl der Fasern | | |
|----|---------------|---------------------------------|-----------------|----------|-----------|
| | | | Summe I | Summe II | Summe III |
| 1 | 6 ÷ 10 µm | | 3 | 50 | 126 |
| 2 | 11 ÷ 15 µm | | 33 | 47 | 76 |
| 3 | 16 ÷ 20 µm | | 3 | 14 | 29 |
| 4 | 21 ÷ 25 µm | | 7 | 11 | 15 |
| 5 | 26 ÷ 30 µm | | 4 | 4 | 4 |
| | | | 50 | 126 | 250 |

Summe I: wir errechnen die Zahl der Fasern in den einzelnen Klassen. Summe II: wir addieren die Zahlen auf folgende Weise: Summe I schreiben wir in die zweite Kolumne ein und die nachfolgenden Zahlen errechnen wir dadurch, daß wir die Zahlen aus der ersten Kolumne von der Zahlen aus der zweiten Kolumne abziehen: $50 - 3 = 47$, $47 - 33 = 14$, $14 - 3 = 11$ usw. Summe II schreiben wir dann in die dritte Kolumne ein und errechnen die Zahlen ähnlich: $126 - 50 = 76$, $76 - 47 = 29$ usw. Dann addieren wir die Zahlen aus der dritten Kolumne, um Summe III zu errechnen.

Die Berechnung der durchschnittlichen Stärke (M) in Mikrometern (µm):

A = der niedrigste Klassendurchschnitt weniger Klassenintervall:
 $A = (6 + 10) : 2 - 5 = 3$,

$$F_1 = \frac{\text{Summe II}}{\text{Summe I}} = \frac{126}{50} = 2,52,$$

$\lambda = \text{Klassenintervall} = 5$,

$M = 3 + 2,52 \times 5 = 15,6 \mu\text{m}$.

Die Berechnung der durchschnittlichen Abweichung von der durchschnittlichen Stärke (V) (Differenz) in Prozenten (%):

$$V \pm \frac{\delta \times 100}{M} \%,$$

δ - quadratische Durchschnittsabweichung = $\lambda \sqrt{2F_2 - F_1 - F_1^2}$,

$$F_2 = \frac{\text{Summe III}}{\text{Summe I}} = \frac{250}{50} = 5 \quad F_1 = \frac{\text{Summe II}}{\text{Summe I}} = \frac{126}{50} = 2,52.$$

$$\delta = 5 \sqrt{10 - 2,52 - 6,3504} = 5 \sqrt{1,1296} = 5 \times 1,0628264 = 5,314132,$$

$$V = \frac{5,314132 \times 100}{15,6} = 34,064948\%.$$

Januar 1984

Übersetzung: Elżbieta Brzozowska