

## Die Markasit-Patina der Pfahlbau-Nephrite.

Von Prof. Dr. Ernst Kalkowsky.

Mit einer Abbildung.

---

Es ist bekannt, daß die Nephritbeile aus den Pfahlbauten der Schweizer Seen und des Bodensees nicht selten eine dunkle Patina aufweisen; beim Zerschlagen erweist sich der Nephrit heller, als es die unverletzte Oberfläche der Stücke erwarten läßt. Da man unter Patina die oberflächlich veränderte Substanz irgend welcher Art an Kunstgegenständen versteht, so trifft die Bezeichnung Patina auch für die Nephritbeile zu. An ihnen ist die Patina durch eine Imprägnation mit Markasit entstanden. Daß es sich hier in der Tat um eine Patinisierung handelt, geht aus der Verteilung des Markasites in den Beilen hervor und dann aus dem Fehlen des Markasites in allen anderen Vorkommnissen von Nephrit, mögen es Rohnephrite oder historische oder vorhistorische bearbeitete Nephrite sein. Es haben mir zur Prüfung gegen 200 Dünnschliffe von Nephrit vorgelegen, die Originale für die Untersuchungen anderer Forscher. Außer in Pfahlbau-Nephriten fand ich den Markasit nur noch in vier kleinen Beilchen, die im Königlichen Zoologischen Museum in Dresden aufbewahrt werden und vom Ettersberg oder von Ramsia bei Weimar herkommen sollen. Es wird am Schlusse dieser Mitteilung bewiesen werden, daß hier ein Irrtum vorliegen muß und daß die Beilchen auch aus den Pfahlbauten stammen.

Augenscheinlich hat die oft sehr dunkle bis schwarze Patina die Sammler der Nephritbeile aus den Pfahlbauten bisweilen veranlaßt, die Stücke anzuschleifen, bis die grüne Farbe zum Vorschein kam, um hierdurch ein sicheres Kennzeichen für die mineralische Beschaffenheit zu gewinnen. Meist scheint das Anschleifen auf einem rotierenden Schleifsteine aus Sandstein vorgenommen worden zu sein. Diese jungen Flächen zeigen, abgesehen davon, daß unverletzte Patina, angeschliffene Patina und markasitfreier grüner Nephrit auf einer Fläche neben einander liegen, unter der Lupe eine streng parallele feine Riefung. Allerdings kann eine parallele Riefung auch sehr leicht an prähistorischen Schliffflächen auftreten, wenn der Nephrit ausgeprägt linearparallele Struktur ohne wellige Krümmung der Fasern hat. Aber meist zeigen sich die prähistorischen Flächen recht glatt ohne Riefung oder doch mit Riefen nach den verschiedensten Richtungen, so daß in weitaus den meisten Fällen eine junge Schlifffläche aus historischer Zeit als solche erkannt werden kann.

Ich fand den Markasit als das die Patina erzeugende Mineral bei der Untersuchung der Originalpräparate Arzrunis aus dem Königlichen

Zoologischen Museum in Dresden und aus der Mineralogischen und Geologischen Sammlung der Technischen Hochschule in Aachen, um deren Überlassung ich gebeten hatte, als ich den von mir in Ligurien anstehend aufgefundenen Nephrit bearbeitete. Schöne Dünnschliffe für die Untersuchung der Patinisierung erhielt ich auch aus dem Mineralogisch-Geologischen Institut der Universität Freiburg i. B. Ich spreche schon hier den Herren Direktoren der genannten Sammlungen meinen Dank aus. Zu besonderem Danke aber bin ich dem Direktor des städtischen Rosgarten-Museums in Konstanz, Herrn Apotheker Otto Leiner verpflichtet, der mir freundlichst drei kleine Beilchen von Maurach zur chemischen Untersuchung und zur Herstellung orientierter Präparate überliefs. Es kam mir besonders darauf an, von mir vorliegendem Material Dünnschliffe möglichst nahe und parallel der Oberfläche der Beilchen und dann senkrecht gegen die Oberfläche herzustellen, bei letzteren darauf achtend, daß im Schliff auch wirklich die oberflächliche Grenze unverletzt erhalten blieb. Hierdurch wurden für die Untersuchung einwandfreie Präparate gewonnen. Überdies lagen mir mehrere Beile aus den genannten Sammlungen in Dresden und Freiburg i. B. vor zur Untersuchung am Stücke ohne weitere Präparation. Noch mehr Material von anderen Sammlungen zu erbitten hielt ich für überflüssig, da das mir vorliegende schon den sicheren Beweis für das Wesen der Patina lieferte.

Eine Markasit-Patina findet sich durchaus nicht etwa an allen Pfahlbau-Nephriten; ich konnte sie nachweisen an Beilen aus dem Neuenburger und dem Bieler See, besonders aber an denen von Maurach am Überlinger See. Es will scheinen, als ob die Verhältnisse für die Imprägnation mit Markasit im Bodensee besonders günstig waren. Auch tritt die Patina in sehr verschieden starker Entwicklung auf von Haufen einzelner liegender Körnchen bis zu so dicht gelagerten, daß der Dünnschliff senkrecht gegen die Oberfläche im Bereich der Patina völlig opak ist; Schliffe parallel und aus der Nähe der Oberfläche haben oft grobe sehr dunkle Stellen. Meist ist auch die Stärke der Patina ungleichmäßig an einem Stücke von Stellen, die ganz frei davon sind, bis zu großer Ausbreitung der Markasit-Imprägnation. Der Markasit liegt nur selten völlig frei und spärlich auf der Oberfläche, er steckt vielmehr in dem Gefüge der Aktinolithnadeln des Nephrites von der Oberfläche an 0,1 bis 0,2 mm tief eingreifend, stellenweise bis 1 mm tief und mehr. Das hängt ganz ab von der oft vorhandenen primären Porosität oder von einer etwaigen Auflockerung des Nephritfilzes durch beginnende Zersetzung. Diese Auflockerung läßt sich an allen Nephriten leicht daran erkennen, daß die betreffenden Stellen im Dünnschliff bei auffallendem Lichte weißlich sind, während sie im durchfallenden Lichte zwar etwas trüber sind, aber oft gerade die Fasern des Nephrites einzeln unterscheiden lassen. Augenscheinlich geht aber die Imprägnation von der Oberfläche aus tiefer hinein da, wo sich von ihr aus Spalten in das Innere hineinziehen. Dann liegt reichlich Markasit auf den Spalten und namentlich neben ihnen. So kann es vorkommen, daß Markasit in Flecken noch tief im Inneren des Nephrites vorkommt, auch da, wo man die Anwesenheit einer Spalte gar nicht nachweisen kann, z. B. weil sie der Schifffläche parallel geht. Es widerspricht durchaus nicht dem Begriff der Patina, wenn eine Imprägnation oder Veränderung der Substanz auch im Inneren von nicht amorphen oder nicht so gleichmäßig dichten Massen vorkommt, wie es etwa die Bronze ist.

Das Vordringen des Markasites in den Nephrit ist aber nicht allein von Sprüngen abhängig, sondern auch von der besonderen Struktur und der ganzen Beschaffenheit des Stückes, von dem Zustande der Frische oder Anwitterung, in dem sich das Gestein befand, als das Beil hergestellt wurde. Ideal gleichmäßiges, fehlerfreies Material ist der Pfahlbauer wohl nur ausnahmsweise zu verarbeiten in der Lage gewesen.

Arzruni hat den „alpinen Typus“ des Nephrites aufgestellt, aber dieser Begriff bedarf doch einer Einschränkung oder einer genaueren Bestimmung. Es lassen sich an den Pfahlbau-Nephriten mindestens drei Typen leicht unterscheiden, doch will ich nicht unterlassen zu erwähnen, daß mir auch Stücke bekannt sind, die von diesen Typen im Äusseren wie der Struktur nach weit verschieden sind. Den ersten, selteneren Typus möchte ich als „faserigen Nephrit“ bezeichnen. Er zeigt wesentlich wenig gekrümmte parallele Aktinolithfasern; spaltbar ist er nach einer Richtung, nicht bloß nach einer Ebene. Zu diesem Typus gehört das 60 mm lange, oben 25, weiter unten 35 mm breite und ungefähr 17 mm dicke Beil Nr. 7539 im Zoologischen Museum in Dresden. Es ist mit Hochglanz poliert — eine seltene Erscheinung an prähistorischen Nephritbeilen — und zeigt den schillernden Seidenglanz und den wandernden Lichtschein mit Farbenwechsel von grünschwarz bis hellgrün wie manches Katzenauge aus Indien. Vielleicht bezieht sich auf dieses Beil die Bemerkung A. B. Meyers in seiner Abhandlung: Ein weiterer Beitrag zur „Nephritfrage“ in den Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, XV. Bd., 1885, S. 3: es kommen „sehr schön aus der Tiefe schillernde“ Nephrite in der Schweiz vor. Dieses Stück zeigt nun reichliche Imprägnation mit Markasit, bald in feinsten Verteilung und spärlich, bald in dichteren Flecken und Streifen; überall ist bei heller Beleuchtung mit bloßem Auge oder besser noch mit der Lupe der gelblich metallische Reflex zu sehen; es muß kein Mineraloge das Stück in der Hand gehabt haben, denn sonst müßte das Vorkommen von Markasit in den Pfahlbau-Nephriten längst bekannt sein. Ein mikroskopisches Präparat liegt von diesem hervorragend schönen Nephrit nicht vor.

Der zweite, sehr häufig vorkommende Typus der Pfahlbau-Nephrite ist der „schiefrige“, der alpine Typus Arzrunis im Großen und Ganzen. Solche Stücke spalten wie bekannt leicht nach einer bestimmten Fläche; oft tritt auf den Spaltungsflächen eine feine Fältelung hervor, die ganz ähnlich ist derjenigen Fältelung, die auf den Schieferungsflächen der meisten archaischen Phyllite vorhanden ist. Durch diese Fältelung sind die Nephritfasern gewellt, und infolge davon ist die Fältelung auch an gut angeschliffenen Flächen deutlich zu sehen. Ich möchte es aber ausdrücklich erwähnen, daß dieser Vergleich mit Phyllit sich nur auf die rein äußerliche Erscheinungsweise und in keiner Weise auf geologische Verhältnisse beziehen soll. Die Nephrite von diesem Typus enthalten besonders häufig Markasit auch tief im Inneren der Stücke, zum Teil in mehrere Quadratcentimeter großen Flecken, was bei der oft ausgeprägt schiefrigen Struktur nicht sonderlich auffällig ist. Unzweifelhaft gehört aber auch in solchen Fällen der Markasit zu der Patina; es ist seiner ganzen Erscheinungsweise nach ausgeschlossen, daß er anderer Entstehung sein sollte, als der näher an der Oberfläche der Stücke auftretende.

Zu einem dritten Typus sind diejenigen Nephrite zu rechnen, die nichts „Alpines“ an sich haben; ihre Struktur ist die gemeine kurzfasrige

mit verschiedenster Richtung der Faserbündel. Eine Unterscheidung dieses Typus von asiatischen u. a. Nephriten dürfte kaum möglich sein. Er mag als „massiger“ bezeichnet werden. In ihm tritt Markasit meist nur in oberflächlicher Patina auf und auch nur weniger auf deutlichen Klüften.

Es ist eigentlich recht auffällig, daß die Markasit-Patina ihrem Wesen nach bisher nicht erkannt worden ist, zumal da oft die Anwesenheit eines metallisch glänzenden Mineralen schon mit bloßem Auge oder doch mit einer starken Lupe, etwa einem schwächeren Mikroskopobjektiv leicht zu erkennen ist in folgenden Fällen: wenn die Oberfläche mit Hochglanz poliert ist; wenn die Patina durch Anschleifen angeschnitten und die junge Fläche wenigstens zienlich gut geglättet ist; wenn sich Spaltungsflächen dicht unter der spärlichen Markasit enthaltenden Oberfläche ganz flach in das Stück hineinerstrecken; wenn, wie das sehr selten der Fall ist, Markasit mit Metallglanz geradezu frei auf der Oberfläche liegt. In anderen Fällen wird man an einem unverletzten Beile die Anwesenheit von Markasit vielleicht nur mit Mühe nach langer Übung und mit Hilfe des Mikroskopes erkennen können. Ich habe allerdings nicht nur viele Stunden, sondern viele Tage der Bestimmung des Markasites gewidmet, die Methoden der Untersuchung nach Möglichkeit variierend.

Wenn man einmal weiß, in welchen Formen und in welcher Anordnung der Markasit im Dünnschliff erscheint, dann ist es leicht, ihn auf den ersten Blick immer wieder zu erkennen, aber zur sicheren Bestimmung ist doch immer zunächst die Untersuchung im auffallenden Lichte durchzuführen, die bisher stark vernachlässigt zu sein scheint. Ich habe die Präparate bei zerstreutem Tageslicht, in direktem Sonnenlicht, bei elektrischem Licht und bei dem Licht der Petroleumlampe geprüft mit oder ohne Verstärkung der Lichtquelle durch eine Beleuchtungslinse und mit oder ohne gleichzeitige Anwendung des durchfallenden Lichtes. Die metallische Farbe des Markasites ist so wenig kräftig in den winzigen Partikeln, daß es oft auf sehr genauen Gebrauch der Beleuchtung ankommt, wenn man unzweifelhaft die reine Farbe des Markasites sehen will ohne Störung durch künstliches gelbliches Licht oder durch zu grelle Beleuchtung. Meist wird man am besten zum Ziele gelangen, wenn man einen Dünnschliff mit sehr schwachem durchfallendem Licht und mit nahezu horizontal streifend auffallendem, durch eine Linse konzentriertem Licht einer matten Sonne beleuchtet. Das durchfallende Licht soll dazu dienen, vor einer Täuschung durch Reflexion an nicht metallischer Substanz im Inneren der Präparate zu bewahren.

Die eigentümlich graulich-gelbe Farbe des Markasites ist sein hervorragendstes Kennzeichen. Aber an manchen Körnchen, an manchen winzigen Häufchen ist es bei aller Mühe nicht möglich, diesen Farbenton zu Gesicht zu bekommen: die Überlagerung durch Nephritfilz stört. So können auch an Markasit reiche Partien bei der Betrachtung mit schwacher Lupe nur einen unbestimmt graulichen, halbmetallischen Schein aufweisen oder auch nur ganz schwarz erscheinen. Weit verschieden ist jedoch stets aller Markasit von Körnern und Kristallen von Pyrit, der auch in Pfahlbau-Nephriten, wie schon Arzruni angegeben hat, als primärer Gemengteil, als mit der Nephritmasse gleichaltrig auftritt. Es kommen ja so oft Pyrit und Markasit zusammen oder doch unter gleichen Verhältnissen vor, die Farben winzigster Körnchen beider Mineralien werden so wenig von einander verschieden sein, daß zuletzt doch ein geringes Maß von Subjek-

tivität bei der Entscheidung im einzelnen Falle nicht ausschaltbar ist. Ich bin der Meinung, daß in der Patina der Nephrite nur Markasit vorkommt, wofür überdies die formalen Verhältnisse sprechen.

Daß in diesem die Patina erzeugenden Mineral ein Sulfid des Eisens vorliegt, mußte doch noch besonders durch chemische Analyse nachgewiesen werden. Das abgeschnittene, äußerlich ganz schwarze seitliche Randstück eines kleinen Beilchens von Maurach wurde anhaltend mit Königswasser, das frei von Schwefelsäure erkannt worden war, gekocht. In der ganz schwach trüben sauren Lösung wurde durch Zusatz von festem Chlorbaryum eine starke Trübung erzielt. Der Niederschlag mit Ammoniak war schwach bräunlich und das ausgekochte Nephritstückchen war entfärbt, hellgrün geworden. Beachtenswert ist es, daß der Niederschlag mit Ammoniak recht reichlich war, was auf einige Zersetzung der Nephritsubstanz hinweist. Da andere Metalle nicht in Betracht kommen, so ist die den Nephrit schwarz färbende Substanz also gewiß Eisensulfid.

Es ist wohl nicht überflüssig darauf hinzuweisen, daß die Bildung von Markasit in dem an organischen Abfällen reichen Moorboden der Pfahlbauten leicht verständlich ist, und daß gerade in solchen an Massen organischen Ursprungs reichen Sedimenten auf Seeboden sich gern Markasit und weniger leicht Pyrit bildet, wie das durch das häufige Vorkommen von Markasitkristallen und -knollen in den Braunkohlen z. B. Böhmens und Thüringens dargetan wird.

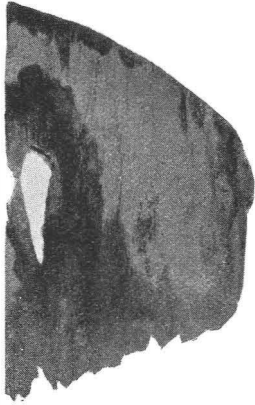
Arzruni hat an wenigstens folgenden drei Stellen seiner Abhandlungen den Markasit mit Magnetit verwechselt. In der oben zitierten Abhandlung in den Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, Bd. XV, S. 3 heißt es bei dem Nephrit aus dem Neuenburger See, Nr. 5226 und Dünnschliff Nr. 18 des Zoologischen Museums in Dresden: „sehr viel Magnet Eisen zum Teil Zonen bildend, abwechselnd frisch und in Brauneisenstein umgewandelt unter Beibehaltung der Korngestalt, dann aber auch diffundiert (Brauneisen) durch die Masse, sie braungelb färbend, wie bei Mauracher Beilen“. Das Präparat enthält in Wirklichkeit eine Unmasse Markasitstaub in Streifen und Wolken, mit oder ohne gröbere Körnchen und Körnchenaggregate.

In einem Briefe Arzrunis in der Zeitschrift für Ethnologie Bd. 16, Berlin 1884, S. 300 stehen die Worte „Reichtum an Magnetitkörnern bei Maurach und Neuchâtel“.

In vier Dünnschliffen von Nephriten von Maurach, die die Signatur: Virchow 22. 10. 82 tragen und jetzt zu der Sammlung von Präparaten aus dem Nachlaß Arzrunis in der Mineralogischen und Geologischen Sammlung der Technischen Hochschule in Aachen gehören, ist Markasit in Menge und in der verschiedensten Form enthalten. Offenbar mit Bezug auf diese Präparate schreibt Arzruni in seiner Abhandlung „Neue Beobachtungen am Nephrit und Jadeit“ in der Zeitschrift für Ethnologie Bd. 15, Berlin 1883, S. 179: „Einschlüsse von Magnet Eisen, zum Teil in Brauneisen umgewandelt, welcher dann in die umliegende Masse diffundiert ist und derselben eine bräunliche Färbung verliehen hat“.

In der umstehenden Abbildung ist in ungefähr dreifacher Vergrößerung ein aus einem Nephritbeilchen von Maurach neu angefertigtes Präparat wiedergegeben. Die beiden flachen Seiten dieses Beilchens ließen durch jungen Anschliff die Patina mit mattem Metallglanz neben dem grünen Nephrit hervortreten. Eine solche Anschlifffläche ist, besser glatt-

geschliffen, die eine Fläche des Präparates. Die hellen Stellen der Abbildung sind aufser einem länglichen Loche an der linken Seite Nephrit,



der frei ist von Markasit. Dieser steckt in großen Partien in der Fläche des Präparates, am oberen Rande und an der rechten Seite in breiteren Streifen als schrägen Durchschnitten durch die oberflächliche Patina; auf Spältchen dringt er, wie ersichtlich, vom Rande aus weiter in den Nephrit hinein. Die Abbildung soll eine Vorstellung von der Verteilung des Markasites in den Dünnschliffen, auch in denen die Arzruni untersucht hat, geben. Auf bildliche Darstellung der einfachen Erscheinungsweisen des Markasites in größerem Maßstabe kann verzichtet werden, ebenso auf die Angaben, in welchen Präparaten, in welchen Stücken und an welchen Orten sie beobachtet wurden, da auch in letzterer Beziehung wesentliche Verschiedenheiten nicht vorhanden sind.

Am seltensten tritt der Markasit in Wolken allerfeinsten Staubes auf, dessen Partikelchen unter 0,001 mm groß sind. Etwas häufiger sind schon Wolken von Markasitkörnchen von etwas größerem Durchmesser, bei denen es gelegentlich schon gelingt, Metallglanz im auffallenden Lichte mit Sicherheit zu erkennen, nur gelegentlich, denn da man in solchem Falle stärkere Vergrößerung anwenden muß, so hängt es sehr von der Lage einer solchen Wolke in der Nephritmasse ab, ob streifend einfallendes Licht noch zur Geltung kommen kann. Es ist jedoch kein Grund vorhanden, solche allerfeinsten opaken Körnchen für etwas anderes als Markasit zu halten.

Am häufigsten erscheint der Markasit in größeren Körnchen mit einem Durchmesser bis etwa 0,05 mm, die im Präparat schon angeschliffen liegen können und dann leicht die unrein gelbe metallische Farbe erkennen lassen. Bestimmte Kristallformen sind dagegen nicht zu erkennen, und das stimmt recht wohl überein mit dem gewöhnlichen Habitus des Markasites, der ja eine entschieden geringere Kristallisationstendenz besitzt als der Pyrit, der auch in dichtem Gestein in mikroskopisch kleinen Würfeln auftritt, auch wenn er in dem Gestein als sekundärer Gemengteil erscheint. Die Markasitkörnchen zeigen wohl einige geradlinige Begrenzungselemente, aber bekannte Kristallformen lassen sich nicht wiedererkennen. Namentlich an den größten Körnchen kann man oft mit Sicherheit an kleinen Hervorragungen erkennen, daß nicht einfache Individuen, sondern Kristallaggregate, Knöllchen aus winzigsten Individuen zusammengesetzt, vorliegen. Man glaubt in manchen solchen die mit Kristallspitzen versehenen Markasitknollen, wie sie z. B. bei Folkestone vorkommen, in mikroskopischem Maßstabe wiederzuerkennen.

Sehr auffällig und ganz besonders charakteristisch für die Markasit-Patina der Nephrite sind aus Körnchen zusammengesetzte Ringelchen von 0,02 bis 0,03 mm Durchmesser. Die Ringe sind ungleichmäßig breit, bald lückenlos, bald mit wenigen oder vielen Lücken versehen. Seltener liegen dann noch vereinzelt Körnchen in der Mitte der Ringe, die sicher auch aus Körnchen aufgebaut sind. Metallischer Reflex wurde an den Ringelchen oft und leicht beobachtet. Sie machen den Eindruck, als wäre zu-

nächst eine den Raum des ganzen Ringes ausfüllende Eisenverbindung vorhanden gewesen, aus der sich dann Eisensulfid von geringerem Volumen gebildet hätte, gleichsam an den Wänden des Behälters der ursprünglichen Eisenverbindung. Hin und wieder glaubt man eine den Ringelchen zu Grunde liegende sechsseitige Form zu erkennen, doch sind Ringelchen und Hexagone beim Aufbau aus Kristallkörnchen von so winzigen Dimensionen einander zu nahe stehende Formen, um hier etwas sicheres aussagen zu können. Lügen die Ringelchen isoliert im Kanadabalsam und nicht im Nephritfilz, dann würde ich mir vielleicht ein präziseres Urteil erlauben.

Ferner kommen Aggregate von Markasit vor, die man als Kristallskelette bezeichnen kann; sie scheinen oft aus sehr dünnen, tafelfartigen Elementen aufgebaut zu sein und zeigen alsdann bei der Betrachtung im durchfallenden Lichte eine geradezu hellgraue, nicht metallische Farbe. Ich bin der Ansicht, daß es sich hierbei nicht sowohl um so dünne Blättchen handelt, daß der Markasit durchscheinend wäre, was ja nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit liegt, glaube vielmehr, daß hier Reflexe von der Nephritmasse in Frage kommen.

Die mir vorliegenden Dünnschliffe zeigen im durchfallenden und auffallenden Lichte und einige Beile bei der Untersuchung unter dem Mikroskop im auffallenden Lichte recht oft starre, lange, selbst bis 2 mm lange, opake, metallglänzende Nadeln. Die Untersuchung dieser Gebilde hat mir die meiste Mühe gemacht, und ich bin schließlich zu dem Ergebnisse gekommen, daß der Markasit nicht in Form von Kristallnadeln in der Patina der Nephrite auftritt.

In den Dünnschliffen sieht man stellenweise lange opake Nadelchen und zwar meist mit Körnchen durchmischt in Menge in verschiedenster Richtung, manchmal auch halbwegs parallel gelagert. Diese opaken Strichelchen sind meist auf einzelne Stellen oder Gebiete beschränkt, während sie anderswo in demselben Präparat ganz fehlen. Bei stärkster Vergrößerung gewahrt man, daß fast stets solche opaken Gebilde aus einem langen, geraden Stäbchen zu bestehen scheinen, das an den Seiten mit Körnchen mehr oder minder reichlich besetzt ist. Kehrt man zu schwächerer Vergrößerung zurück und wendet dann starkes auffallendes Licht an, so leuchten vielfach mit goldgelber Farbe stark glänzend ganz geradlinig begrenzte Stäbchen beim Drehen des Präparates auf. Es wäre ja nicht sonderlich auffällig, wenn glatte Kristallflächen stärker und heller glänzten, als die unregelmäßig gestalteten Körnchen oder ihre Anschnittflächen. Ein solches lineares Ding wird im auffallenden Lichte besonders dann aufleuchten, wenn seine Längserstreckung senkrecht gegen das ganz schräg oder streifend auffallende Licht gestellt ist. Dreht man nun ein solches aufleuchtendes Stäbchen um  $180^\circ$ , so erhält man niemals wieder einen Reflex, wie man sich auch bemüht, den Einfallswinkel des Lichtes zu verändern. Und viele dieser Stäbchen, die man im durchfallenden Lichte als besonders scharf gestaltet ins Auge gefaßt hat, geben im auffallenden Licht niemals einen Reflex.

Sucht man sich im auffallenden Lichte eine besonders lange, stark glänzende Nadel auf, die als einfache Lichtlinie erscheint, so wird man statt ihrer im durchfallenden Licht sehr oft zwei bis drei bis sechs hintereinander liegende, aber von einander völlig getrennte opake Erzkörner vorfinden; man kommt zu der Überzeugung, daß die Lichtlinie nur durch

das Phänomen der Irradiation als ununterbrochen erscheint. Hebt man den Tubus des Mikroskopes, so wird die Lichtlinie verschwommener, es treten recht oft zugleich zwei bis drei Beugungsspektren daneben auf. Ferner sieht man zuweilen im auffallenden Lichte eine kürzere oder längere scharf endigende Lichtlinie mit starkem metallischem Glanze; geht man zu durchfallendem Licht über, so gewahrt man mit Erstaunen, daß gar kein opaker Gegenstand an der Stelle jener Lichtlinie vorhanden ist, sondern daß nur einige opake Körnchen in ihrer Nähe liegen. Endlich bekommt man niemals im auffallenden Lichte eine Lichtlinie zu Gesicht an Stellen, wo der Markasit so massenhaft vorhanden ist, daß sie völlig opak sind, wie das namentlich manchmal in der senkrecht gegen die Oberfläche durchschnittenen Patina der Fall ist.

Aus allen diesen Erscheinungen läßt sich schließen, daß nicht der Markasit die opaken und die im auffallenden Lichte aufleuchtenden Nadeln liefert, sondern der Aktinolith des Nephrites. Der Markasit lagert sich in Körnchen zwischen den Aktinolithnadeln ab, gleichsam an ihnen entlang kriechend, und es wird auffallendes Licht von den Kristallflächen der Aktinolithnadeln infolge der metallischen opaken Unterlage reflektiert. Diese Erklärung genügt für alle oben angegebenen Erscheinungen. Daß aber manche sehr kurze opake Nadelchen doch nadelförmige Markasitkriställchen sein könnten, soll deshalb nicht in Abrede gestellt werden.

Durch Zersetzung liefert der Markasit Brauneisenstein; alle ganz braunen Nephritbeile von Maurach und aus Schweizer Seen müssen einmal eine Markasit-Patina gehabt haben, die zersetzt worden ist, vielleicht weil das Beil länger frei in luftreichem Oberflächenwasser gelegen hat. Das Brauneisen erscheint immer in recht hell gefärbten Häutchen und Körnchen und in verhältnismäßig geringer Menge. Es ist aber wohl auch in Betracht zu ziehen, daß das Gewicht aller Markasitpartikelchen in der Patina eines Beiles recht gering sein wird: sie fallen eben durch ihre Opazität wie durch ihren Metallglanz besonders ins Auge und färben das Gestein schon in sehr geringer Menge recht dunkel.

Die faserige Masse der Nephrite erscheint besonders geeignet für die Aufnahme des Markasites; eine chemische Einwirkung der Nephritsubstanz braucht nicht angenommen zu werden. Mir liegt auch ein Jadeitbeil aus dem Neuenburger See vor, Nr. 7541 des Zoologischen Museums in Dresden, das einige Quadratzentimeter mit schwacher Patina von Markasit aufweist. Die metallglänzenden Körnchen liegen zwischen den Jadeit-Individuen, zum Teil auch auf der Oberfläche, und lassen sich bei der hellen Farbe des Beiles leicht unter dem Mikroskop erkennen; ein Präparat liegt von diesem Beile nicht vor. Dagegen zeigt ein Chloromelanitbeilchen aus der Schweiz, Nr. 5033 des Zoologischen Museums, mehrere ziemlich große Ablagerungen mit Metallglanz wesentlich auf der Oberfläche. Die metallglänzenden Partien sind mit bloßem Auge leicht zu sehen, und es ist nur denkbar, daß dieses Beilchen niemals von Jemandem betrachtet worden ist, der auch nur ein Silikat von einem metallglänzenden Sulfide zu unterscheiden imstande war. In einen Dünnschliff von diesem Beilchen, Nr. 42 des Zoologischen Museums, ist von der Patina nichts hineingekommen.

Das Jadeitbeilchen Nr. 7537 im Zoologischen Museum in Dresden, als Nephrit bezeichnet — ich bestimmte zum Überflufs das spezifische Gewicht zu 3,29 — zeigt auf seinen breiten Seiten zerstreute opake



Fleckchen; die schmalen Seiten sind zum Teil ganz schwarz und die unebene, niemals angeschliffen gewesene Bahn zeigt einen fast homogenen, glänzenden, tief schwarzen Überzug von Brauneisenstein. Nach dem Abschleifen einer kleinen Stelle dieser Kruste traten Pünktchen von Markasit und wahrscheinlich auch von goldgelbem Pyrit hervor: hier liegt also wie bei dem Chloromelanitbeilchen nicht mehr Patinisierung vor, sondern Überkrustung. Es zeigt sich, daß die Struktur der körnigen Jadeite wenig geeignet ist für eine Imprägnation mit Markasit.

Beile von anderem Gesteinsmaterial aus den Pfahlbauten sind mir nur in so wenigen Stücken zur Hand, daß ich nicht aussagen kann, ob Patinisierung auch noch an anderen Gesteinen in eben derselben Weise wie am Nephrit vorkommt. So leicht und sicher wie an den Nephriten wird sich eine Patinisierung durch Markasit gewiß nicht nachweisen lassen; der Unterschied zwischen Patinisierung und Überkrustung wird jedenfalls vielfach von der Struktur der Gesteine abhängig sein. Weitere Untersuchungen werden sich leicht in den reichen Sammlungen der Schweiz ausführen lassen. —

Das Königliche Zoologische Museum in Dresden bewahrt die vier Beilchen Nr. 6999 und 7000 und die später in seinen Besitz gelangten Nr. 7579 und 7580 auf, die von A. B. Meyer in seiner Abhandlung „Neue Beiträge zur Kenntnis des Nephrit und Jadeit“ in den Abhandlungen und Berichten des Königl. Zool. usw. Museums zu Dresden 1890/91, Berlin 1892, S. 21 und 22 besprochen werden. Sie sollen von Ramsla bei Weimar stammen. Da eine Fundgeschichte mangelt, so war A. B. Meyer auf Grund der „außerordentlich großen äußeren Ähnlichkeit der zwei Ramslaer Stücke mit solchen besonders vom Neuenburger See“ geneigt, auch für diese Beilchen Herkunft aus Schweizer Pfahlbauten anzunehmen. Arzruni kam aber nach seinen in der Abhandlung angeführten Worten auf Grund seiner Untersuchung der Präparate von Nr. 6999 und 7000 zu der Behauptung, sie könnten nicht aus den Schweizer Fundorten stammen, die zu den Beilen von Neuchâtel und Maurach das Material geliefert haben.

Der mir vorliegende Dünnschliff von Nr. 7000 zeigt massenhaft Markasit, der von Nr. 6999 nur wenig; von den beiden anderen Beilchen sind keine Dünnschliffe vorhanden, sie lassen aber auch die Anwesenheit von Markasit deutlich erkennen. Aus folgenden Gründen muß behauptet werden, daß auch diese Beilchen aus Pfahlbauten am Nordrande der Alpen stammen, und daß bei der Angabe Ramslas oder des Ettersberges bei Weimar ein arger Irrtum vorgekommen ist.

Die Beilchen haben eine schiefrige Struktur und einen Habitus, der sie, wie A. B. Meyer angibt, mit Pfahlbaubeilchen identisch erscheinen läßt. Die Behauptung Arzrunis, die mikroskopische Struktur weiche vom alpinen Typus ab, ist nach meiner Nachprüfung übertrieben. Die Beilchen haben eine bald stärkere bald schwächere Markasit-Patina; in der Anführung von Arzrunis Diagnose wird ein opakes Erz nicht erwähnt, der Habitus und die Verteilung des Markasites ist aber genau derselbe wie oben beschrieben. Das Beilchen Nr. 7000, das „fast einer rhombischen Säule gleicht“, hat deutlichst vier große Längsfazetten und zwei kleinere auf einer Seite der Schneide, die in historischer Zeit, nach der Aufsammlung, angeschliffen sind in der oben geschilderten Weise. Durch die eine größte Längsfazette ist die Patina zum Teil fortgeschliffen, zum Teil aber durchschnitten, sodaß auf ihr der metallglänzende Markasit mit der Lupe leicht erkennbar ist.

Hierzu kommt noch ein anderes bedeutungsvolles Kennzeichen. Die in Sammlungen liegenden Nephritbeilchen aus den Pfahlbauten werden doch wohl alle einmal ordentlich gewaschen und gereinigt worden sein. Trotzdem liegt auf ihnen in allerlei Winkeln, wie sie sich besonders an niemals glattgeschliffenen Bahnen vorfinden, eine weißliche, schimmernde, erdige, halbfeste Masse, die sich leicht mit einer Nadel losstechen läßt. Unter dem Mikroskop erweist sie sich aus sehr stark doppelbrechenden Körnchen zusammengesetzt, in Essig löst sie sich unter Gasentwicklung langsam auf. Sie besteht also wesentlich aus Kalkspat, der mit toniger Substanz und bisweilen mit sehr kleinen Quarzsandkörnchen durchmischt ist, sie ist „Seekreide“. Genau dieselbe Masse sitzt aber auch noch jetzt an allen vier angeblich von Weimar herstammenden Beilchen. Somit erscheint ein Zweifel an ihrer Herkunft aus einem Pfahlbau der alpinen Seen ausgeschlossen, zumal da solche prähistorischen Niederlassungen in Thüringen nicht vorhanden sind. Eine Markasit-Patina läßt sich also nur an Pfahlbau-Nephriten nachweisen.

---