Studie über zwei Geodenarten der Differdinger Gegend.

P. Schiltz, Differdingen.

Die untersuchten Geoden gehören:

a) dem Jurensismergel d. h. dem Liegenden der Doggerformation,

b) dem oberen Posidonienschiefer an.

Beide Arten entstammen dem Bannteil ,,Fousban'' Differdingen. Die erste Art wurde nebst vielen andern beim Fundamentauswurf eines Neubaus an der Oberkorner Avenue aufgefunden. Es lagen die Geoden dieser Art gestaffelt in Tiefen von 0.5 bis 2.0 m. Ob das Vorkommen noch tiefer reicht, liess sich nicht bestimmen da die Ausschachtungen nur bis zu dieser Tiefe vordrangen. Jedenfalls kann man ein Tiefergehen des Geodenvorkommens annehmen, da wir an dieser Stelle in einer Mulde des Posidonienschiefers stehen. Besonders interessant war, dass diese Stelle so massenhaft diese seltsam geformten Steine führte.

Die Füllung besagter Mulde setzt sich aus einem deutlich in Lagen geschichteten lehmigen Sand zusammen, der unter dem Einfluss der Durchnässung leicht fliessend wird, eine Tatsache, die sich beim Hausbau manchmal ganz unangenehm bemerkbar macht.

Dieser lehmige Sand in der hier erkannten Zusammensetzung lässt sich als Deckschicht des Posidonienschiefers über Oberkerschen hinaus verfolgen, wie dies die Ausschachtungen beim Legen des zweiten Stranges der interkommunalen Wasserleitung bewiesen haben.

Horizontal und vertikal ist die Lehmschicht mit Eisenhydroxydadern durchzogen, die nichts anders sind als Ausfüllungen der Schwundrisse der angedeuteten Schicht.

Die zweite Art kommt im obern Posidonienschiefer vor und wurde blossgelegt beim Ausschachten der Fundamente zur neuen Brücke, die beim Werk ,,Hadir'' über die Staatsstrasse führt. Es gehört also diese Art dem Horizont an, der als Liegendes der vorhergenannten Schicht anzusehen ist.

Es sei vorbemerkt, dass es sich bei ersterer Art um eine absonderlich geformte Geode handelt, die in unserm Gebiet wohl nicht allzu selten ist, aber noch nirgends beschrieben wurde. Wir wollen sie mit dem Namen ,,Polyedergeode'' bezeichnen, da dieselbe durch ihre ganze Masse aus einer

mit Kalzit verkitteten Polyederansammlung besteht. Besonders häufig treten in den aufgefundenen Exemplaren Vier- und Fünfflächner, am häufigsten aber letztere auf.

Die Aufteilung eines solchen Vierflächners sei in *Fig. 1* wiedergegeben.

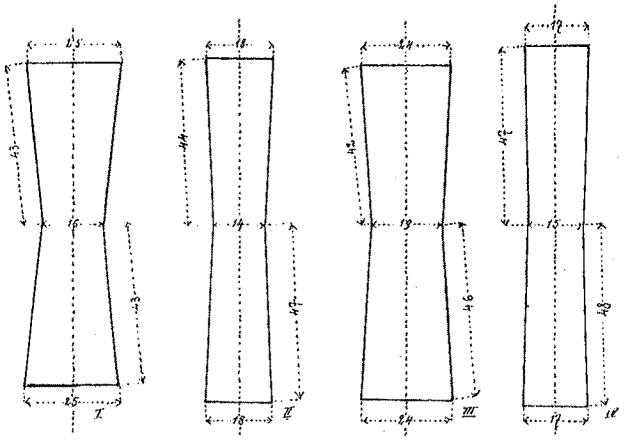


Fig. 1.

Seite I und III. Seite II und IV stehen sich gegenüber.

Die Seiten I und III liegen parallel der Achse YY_1 also senkrecht zur Achse XX_1 während die Seiten II und IV parallel zu XX_1 und senkrecht zu YY_1 liegen. *(Fig. 6)*. Nun nehmen wir für die Seiten I und III nach ihren Mitten zu Verjüngungen von 9 resp. 5 mm. und für II und IV solche von 4 resp. 2 mm.

Diese Verjüngungen sind das Resultat folgenden Vorganges. In Richtung der Achse YY, wirkt ein Druck P von oben, dem ein Druck P, von unten entgegengesetzt ist.

An der XX_1-Achse biegen beide Kraftwirkungen nach Richtung X und X_1 ab, da in dieser Richtung die Schichtenlagerung den geringsten Widerstand leistet. Es muss diese kombinierte Kraftwirkung eine Verlängerung des Geodenkörpers in Richtung XX_1 hervorrufen. Da nun aber die körperliche Masse diesselbe bleibt, so muss der innere Spannungswiderstand bis zu einem Maximum anwachsen, woraufhin die Kohäsionskräfte der Molekule überwunden werden, und ein Zugrundegehen des Körpers an seinen schwächsten Stellen eintreten.

Infolge der ursprünglichen Plastizität der Geodenmasse zeigen die Spalten auf der XX_1-Achse ihre grösste Breite, während sie am äussern Umfang des Körpers in kaum

sichtbare Risse übergehen. Hier wirken nämlich die Drucke P und P_1 verbreiternd auf die plastische Masse.

Neben diesen Druckwirkungen laufen noch parallel Schrumpfwirkungen in der Geodenmasse und Kristallisationsvorgänge in den aufgerissenen Spalten.

* * *

Wie *Fig. 1* und 5* wiedergibt, sind die Kanten des untern Polyederstückes stets länger als die obern, was die Schlussfolgerung zulässt, dass bis zur XX_1-Achse der Belastungsdruck P des Hangenden grösser sein musste als der Gegendruck P_1 von unten.

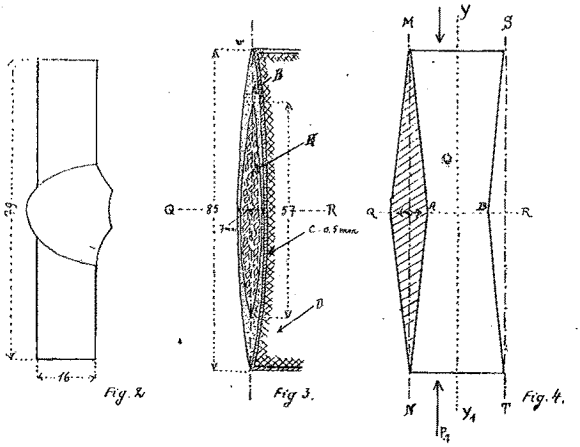
Dieser Gegendruck P_1 wurde hervorgerufen durch:

a) den Quellungsdruck der Auflagerflächen.

b) den Widerstand, den die Auflagerflächen dem Einsinken des Geodenkörpers in vertikaler Richtung entgegensetzten.

Die Auflagerflächen bestehen, wie die Untersuchung ergibt, aus einem sehr quellungsfähigen lehmigen Sand, dem das Quellungswasser höchstwahrscheinlich aus dem unterlagernden Posidonienschiefer zugeführt wird.

Neben den Verjüngungen wie sie bei der normalen Polyedergeode auftreten, findet man gemäss *Fig. 2* auch



* Das in Fig. 5 dargestellte Geodenstück stellt zwei noch zusammenhängende Fünfflächner dar, die aber durch leichten Schlag mit dem Hammer von einander getrennt werden konnten.

noch Deformationen, welche der oberflächlichen Beobachtung leicht als Fossilienabdruck erscheinen könnten. Es sind jedoch diese Deformationen nur eine Folge der Kristallisationsvorgänge im Innern der Geodenspalten, denn man könnte sich nicht erklären, wie ein Fossil nachträglich durch die Geodenmasse in den Spalt dringen könnte, zumal auch die Deformation ganz mit der 0.5 mm. dicken Masse C *(Fig. 3)*, bekleidet ist.

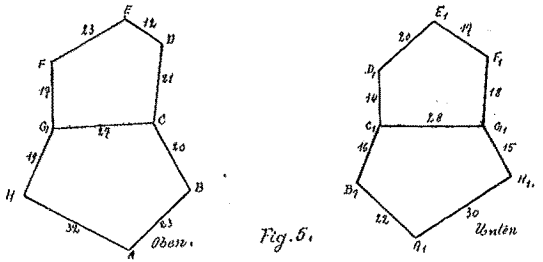


Fig. 5.

AA1	= 96	EE1	= 106
BB1	= 98	FF1	= 98
CC1	= 103	GG1	= 96
DD1	= 106	HH1	= 92

Fossilien wurden bis dato keine in den Polyedergeoden aufgefunden, was als Beweis gelten könnte, dass diese absonderlichen Gebilde sich erst später als die echten Geoden derselben Ablagerung gebildet hätten. Man findet nämlich selten eine echte Geode, die nicht das eine oder anderere Fossil, manchmal ganze Ansammlungen von Fossilien enthielt.

* * *

Die masstäbliche Skizze einer Spaltenausfüllung der Polyedergeode *(Fig. 3,)* lässt folgende Elemente erkennen:

1. Eine Ansammlung von gut ausgebildeten Kalzitkristallen A.

2. Eine feinkristallinische Masse B, welche die Grobkristalle A umschliesst.

3. Eine feinkörnige, kristallinische braune Masse C, die in 0.5 mm. Dicke die Grundmasse D der Geode äusserst festhaftend überzieht.

Die Masse B hängt nur lose mit C zusammen.

Die chemische Zusammensetzung dieser verschiedenen Elemente sei in folgender Tabelle wiedergegeben:

	Glv.	SiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO
A. Grobkristallinische Masse im Innern der Spaltfüllung . .	44.72	Spur	0.00	1.01	0.17	52.76	0.31
B. Feinkristallinische Masse, welche A. einschliesst . .	44.01	0.07	0.00	1.27	0.13	54.28	0.31
C. 0,5 mm. dicker bräunlicher Überzug über die Grundmasse	44.03	0.51	0.00	1.37	0.35	53.48	0.46
D. Grundmasse	38.70	6.28	3.70	1.68	0.06	47.90	1.69

Die Schlussfolgerungen aus dieser Tabelle ergeben sich später.

Was nun die zweite Geodenart *(Fig. 7.)* anbelangt, so wurden bis dato nur ausschliesslich ellipsoidenförmige Exemplare aufgefunden, die wohl im Innern die angeführten Spaltenausfüllungen aufzeigten nur mit dem Unterschied, dass Teil B und C fehlen. Es liegen also hier die Grobkristalle A direkt auf der Geodengrundmasse auf. Auch bei dieser Art beobachtet man die bereits bei der Polyeder geodeangeführte Verjüngung auf der ZZ_1-Achse, nur mit dem Unterschied, dass hier keine polyedrische Aufspaltung eintrat. Es verlaufen die auftretenden Spalten durch den ganzen Körper hindurch. Man wird durch diese Beobachtungen zur Annahme gebracht, dass zur Zeit der Bildung der beiden Geodenarten verschiedenartige Kraftwirkungen vorlagen.

* * *

Die Linien MN, ST, *(Fig. 4.)* sind als sog. neutrale Drucklinien d. h. als theoretische Ausgangslinien für die Druckwirkungen der Kristallisationsvorgänge in den Spaltausfüllungen in Richtung der Pfeile aufzufassen. Dass die Spalten sich in Richtung der YY_1 und ZZ_1-Achse auf Null reduzieren, hat bereits seine Erklärung in vorhergehenden Zeilen gefunden.

Die von aussen wirkenden Kräfte d. h. der Umschlingungsdruck ist es, der nach Einleitung der Kristallisation, dieser entgegenwirkt und eine Zusammenstauchung des Geodenmaterials auf dem ganzen Umfang hervorruft, während die inneren Schrumpfungsvorgänge, die Kristallausbildung begünstigen. Da die Maximalwirkung der

mechanischen Kräfte am Umfang der Geode liegt, müssen hier die Kristallisationskräfte im Minimum liegen, um im Zentrum, von wo sie theoretisch ausgehen, ihr Maximum zu haben. Stets finden wir, dass die schönste Ausbildung der Kristalle auf Linie QR *(Fig. 3, Fig. 4)* zu suchen ist.

Additiv wirken also in Richtung der XX_1-Achse auf Verlängerung der Geode hin, die Kräfte der Kristallisation und der Überschuss der mechanischen äusseren Kräfte.

* * *

Die kolloid-chemischen Wirkungen, welche die Bildung der Geoden einleiteten, suchten stets die ideale Kugelform zu erreichen, da nur diese das verlangte Energieminimum garantiert. Jedoch rufen die vorhandenen Druckbelastungen eine Vergrösserung des Querschnittes am beanspruchten

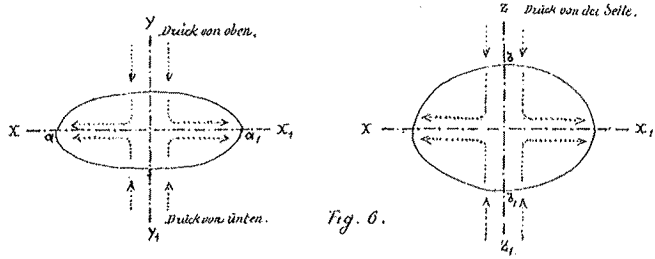


Fig. 6.

Körper hervor, Als gedrückte Fläche können wir bei den Geoden *(Fig. 6)* die Projektion des Körpers auf die horizontale Ebene annehmen, also eine Ellipse mit den Achsen aa_1 und cc_1.

$$F = \pi \frac{aa_1 \cdot cc_1}{2} \quad (1).$$

Es ist die vorliegende Form der Geoden das Endresultat eines erreichten neuen und zwar definitiven Gleichgewichtes für die unter bestimmtem Belastungsdruck stehende und in ihrem Medium eingelagerte Geode.

Der Spaltausfüllung fällt im Körper die Rolle einer Versteifung, d. h. einer Elastizitätsverminderung zu.

Das Gleichgewicht gilt aber, wie bereits gesagt, nur für die im Boden gelagerte Geode, denn legen wir eine solche, mit Kalzit gefüllten Spalten durchsetzte Geode bloss oder suchen wir dieselbe an der Atmosphäre zu lagern, so kann der kleinste Schlag genügen, um die Überspannung, unter der der Körper steht freizumachen und der Energieüberschuss entlädt sich in Form einer baldigen und voll-

ständigen Zertrümmerung. Des öftern findet man eingebettete Polyedergeoden, die der Zertrümmerung bereits anheimgefallen sind. Jedenfalls sind für diese gesprengten Geoden, die verlangten Gleichgewichtsbedingungen auf die eine oder andere Weise gestört worden.

Es erfolgt stets wie beobachtet wird, die Sprengung des Geodenkörpers an den mit Kalzit gefüllten Spalten, d. h. an den Versteifungsstellen, die sich von Natur aus wie bereits gesagt an einer schwachen Stelle des Körpers befinden. Diese überlasteten Stellen sind es nun auch, die explosionsartig nachgeben müssen, wenn die äusseren Gegenbelastungen aufgehoben werden.

Die Formel 1 gibt uns für die auftretende Druckbelastung nur den Endzustand eines Körpers wieder, der sich endgültig mit dem obwaltenden Zwang ins Gleichgewicht gestellt hat. Dieser tatsächlichen Endform muss aber eine Idealanfangsform zu Grunde liegen, welche dem Gesetz des Energieminimums folgt. Das in *Fig. 7* vorliegende

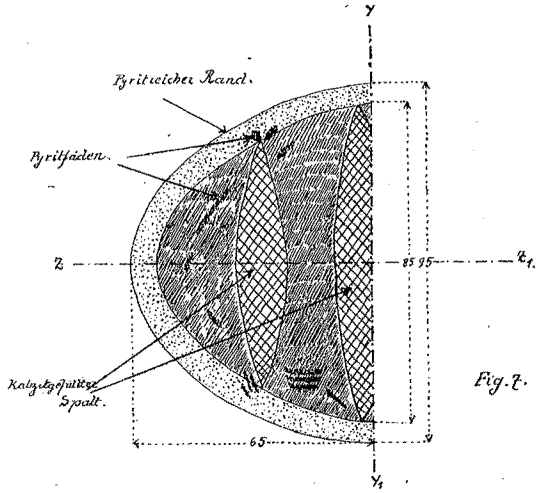


Fig. 7.

dreiachsige Ellipsoid ist ein Körper, der weder chemisch noch mechanisch im Energieminimum liegt, da in Bezug auf seine Körpermasse seine Oberfläche nicht im vom Gesetz verlangten Minimum liegt. Diese Überlegung lässt uns nun vielleicht auch auf rechnerischem Wege ein Mass für jene Druckkräfte finden, welche die vorliegende Oberflächenvergrösserung hervorriefen.

Die Ausmasse der Geode *(Fig. 7)* sind folgende:

$2a = 14$ cm; $2b = 12$ cm; $2c = 9.5$ cm.

Als Projektion ihrer Druckfläche auf die horizontale Ebene finden wir eine Ellipse mit $2a = 14$ cm. u. $2b = 12$ cm.

Das Volumen beträgt 835.240 cm^3, eine raumgleiche Kugel hätte mithin einen Radius von $r = \backsim 6$ cm.

Die Projektion der Druckfläche der Geode umfasst also 131,88 cm^2 und jene der entsprechenden Idealkugel 113,04 cm^2.

Für die Geode kommt also ein Druckflächenüberschuss von 18.84 cm^2 zum Vorschein. Und diese Druckflächenvergrösserung war nötig gewesen um beim vorliegenden Körpervolumen dem auftretenden Kräftespiel das Gleichgewicht zu halten.

Von diesem Punkte ausgehend, werden wir wohl mit Hilfe der Festigkeitslehre eine klare und gesetzmässige Erkenntnis des vorliegenden Kräftespiels erlangen. Dies sei aber einer späteren Arbeit vorbehalten.

* * *

Nehmen wir bei der Zusammensetzung der Geodengrundmasse Abstand vom CaO, FeO etc., so erhalten wir eine Masse folgender Zusammensetzung:

$Si\,O_2$	69.00.
$Al\,(OH)_3$	31.00.

Es verhält sich hier $Al\,(OH)_3 : Si\,O_2$ wie 1 : 2, also ein kaolinartiges Silikat, dem infolge seiner grossen Oberfläche auch grosse Absorptionswirkungen innewohnen. In diesem Silikat haben wir auch die Ursubstanz unserer Geode zu suchen, während die andern Stoffe nur als absorbierte Bestandteile anzusehen sind. Dieser kaolinartigen Masse liegt aber das $Si\,O_2$-Kolloid zu Grunde, das folgendermassen gebildet wurde. Nach Abscheidung der $Si\,O_2$ im Schlamm des Jurensismeeres wurde sie durch die auftretenden Faulschlammstoffe in den kolloiden Zustand übergeführt, aber gleichzeitig wurden auf gleichem Wege Tonerde und Eisen leicht beweglich gemacht.

Es trafen sich nun unter geeigneten Bedingungen die entgegengesetzt geladenen Kolloide $Si\,O_2^+$ und $Al\,(OH)_3^-$. Sie wirkten neutralisierend aufeinander ein und lieferten so ein stark absorbierendes Kaolingel obiger Zusammensetzung.

Das kolloid gelöste Eisen wurde zum kleinen Teil von dem Kaolingel absorbiert, zum grössten Teil aber in Streifen oder in Punkten in der umgebenden Masse abgelagert, so wie wir es heute noch vorfinden.

Nachdem nun die Urform der Geode durch diesen kolloid-chemischen Prozess ausgebildet war, setzten auch direkt formändernd die sog. „Oberflächen- und Zwischenflächenspannungen" ein.

Die Urgeode, eingelagert in den Jurensisschlamm, der als eine hochviskose Flüssigkeit aufzufassen ist, besitzt eine bestimmte potentielle Energie, die Funktion der Oberflächenspannung ist. Nun aber ist jedes System von bestimmter potentieller Energie bestrebt, sich so zu verändern, dass eine Reduktion seines Energieinhaltes erfolgt.

Die kann nun auf folgenden Wegen erreicht werden:

1) Das Kräftespiel im Geodenkörper arbeitet auf eine Verkleinerung der Oberfläche hin, indem sie den Idealzustand der Kugelform zu erreichen sucht. Wie aber vorhergehende Zeilen beweisen, widersetzen sich dem die auftretenden mechanischen Kräfte. Es kommt dieser Weg folglich für die Energieverminderung nur in geringem Masse in Frage.

2) Im Geodenkörper tritt nun aber infolge der Zirkulation von zwei Flüssigkeitsströmen, nämlich kolloide Lösung (Kieselsäure, Tonhydrat, Eisenhydrat) und Kalziumkristalloidlösung, zwischen beiden die sog. Zwischenflächenspannung* auf, wodurch wieder ein Energieüberschuss im Körper hervorgerufen wird. Dieser Energieüberschuss wird nun aufgebraucht um das kaolinartige kolloide Silikat in die kristallinische Form „Kaolinit" überzuführen. Gleichzeitig mit dieser Kristallisation setzt dann die Dehydratiesierung ein, wobei wieder ein Teil der vorhandenen Energie aufgezehrt wird.

Die mit diesem Prozess verbundene innere Zwischenraumvergrösserung gestattet nun die Einlagerung des fein verteilten Kalziumkarbonats, den wir als Zement für das „Kaolinit" vorfinden.

Der Übergang des primären kolloiden Zustandes in die feinkristallinische Endform wird als Korollar die Schrumpfung des Geodenkörpers nach sich gezogen haben und so den Weg für die heute vorliegenden kalzitgefüllten Spalten vorgezeichnet haben.

Parallel mit diesen kolloid-chemischen und kristallographischen Kräften liefen nun auch die erwähnten mechanischen Kräfte.

* Nach „Reynolds" ist die „Zwischenflächenspannung" zweier Lösungen aufzufassen als die Differenz der Oberflächenspannungen zwischen der ersten Lösung gesättigt durch die zweite und der zweiten gesättigt durch die erste.

Das Resultat der Zusammenarbeit aller erwähnten Kräfte ist nun die in ihrer heutigen, charakteristischen Form vorliegende „Geode".

* * *

Ein Stillstand trat nun aber nicht in diesem erzielten System ein, denn es zeigt die Analysenzusammenstellung, dass auch nach Erreichung des Zustandes „Geode" die Elemente Kalk, Eisen, Mangan äusserst unruhig sind. Es wandern diese Stoffe in die aufgerissenen Spalten hinein, um hier in prächtiger Kristallform als Versteifungssäulen aufzutreten.

Besonders auffällig ist, dass Mangan sich so sehr in dem 0.5 mm. dicken Überzug der Spalten anreichert, um dann abzufallen, während es sich wieder in der Hauptkristallmasse anreichert.

Jedenfalls bestehen die Fein- und Grobkristalle aus reinem Kalkspat, so dass es nur die Kristallzwischenräume sind, welche Eisen- und Manganführend sind.

Auch SiO_2 ist nicht inaktiv bei der Wanderung zum Hohlraum hin, nur klingt dieselbe bald ab um im Bildungsraum der Grobkristalle auf den Nullwert herabzusinken.

* * *

Im Teil C der Spaltausfüllung (*Fig. 3)* haben wir es mit einer ausgesprochenen Oberflächenspannung an festen Körpern zu tun, denn es liegt anfänglich in der Spalte eine glatte Trennung zwischen fester und flüssiger Phase vor, was zur Folge hat, dass die Oberflächenspannung der festen Phase zur maximalen Auswirkung kommt. Versuche zwingen zur Annahme, dass jede Flüssigkeit an der Kontaktfläche zwischen Flüssigkeit und festem Körper eine starke Konzentration an gelöster Substanz erleidet. Man konnte sogar feststellen, dass nach mehrmaligem Passieren der Lösung über die feste Oberfläche, die ganze gelöste Substanz ausgezogen wurde.

Ist nun auch die in Frage kommende Grenzflächenschicht mit höherer Konzentration kleiner als 10^{-5} cm., so bringt doch die Anreicherung in dieser Schicht es mit sich, dass das Gelöste scheinbar an der Oberfläche haften bleibt und hier absorbiert wird.

Die geringe Mächtigkeit von 10^{-5} cm. der Konzentrationsschicht gegen die 0.5 mm. starke feinkristallinische Mantelschicht C und gegen die 7 mm. starke grobkristal-

linische Masse A lässt uns klar die gewaltigen Zeiträume erkennen, welche der Ausbildung der Geoden in ihrer heutigen Form zu Grunde liegen.

Raupen als Fleischfresser.

Von Ing. Alph. Mullenberger, Steinfort.

In der Morgenausgabe der Luxemburger Zeitung vom 8. Oktober 1931 steht ein interessanter Artikel: Raupen als Fleischfresser. Hier ein ähnlicher Fall aus meiner Raupenzuchtpraxis.

Ich hatte eine schöne Zucht vom Buchenspinner, Stauropus fagi. Die Raupe, welche rotbraun ist, mit zwei kurzen Schwanzspitzen und langen Klauenfüßen, lebt an Buchen, Linden und Eichen. 21 Stück bekam ich groß gezogen. Die Bande war derart gefräßig, daß sie zweimal pro Tag frisches Futter erhalten mußte. Da ich nun einmal einen ganzen Tag abwesend war, gab ich ihnen morgens doppelte Ration ein. Als ich am andern Morgen mit frischem Futter kam, war alles kahl gefressen und ich fand nur 18 Raupen mehr vor. Nichts Schlimmes ahnend, da ich dachte, die Verschwundenen wären mir beim Futtererneuern fortgelaufen, oder ich hätte sie vielleicht mit dem alten Futter weggeworfen, setzte ich sie beiseite. Am andern Morgen fehlten wiederum 3 Stück. Ich untersuchte den Kasten; dieser war ganz dicht, sodaß sie unmöglich durchgebrannt sein konnten. Ich stand vor einem großen Rätsel. Den Verlust empfand ich sehr unangenehm, da der Buchenspinner ziemlich selten und sehr teuer ist. Zwei Tage nachher hatte ich nur noch 11 Stück. Auf dem Bodensand des Kastens sah ich etliche lange Brustfüße liegen. In der Annahme, es wäre ein Feind im Kasten, der sich wahrscheinlich im Sande versteckt hielte und nur nachts auf Beute ausginge, setzte ich die Raupen in einen andern Kasten um. Den Sand nahm ich heraus und untersuchte ihn gründlich, fand aber nicht das geringste. Wie groß aber war mein Schrecken, als ich ein paar Tage später nur noch sieben Stück vorfand und eine Raupe beobachtete, die eben dabei war, eine andere, die sie schon halb verzehrt hatte, aufzufressen. Nun war das Rätsel gelöst. Also sie fressen sich gegenseitig auf, trotzdem sie ja stets ausreichend frisches Futter hatten. Seit dem Tage, wo das Futter ihnen einmal ausging, haben sie sich gegenseitig angegriffen, und das Fleisch schmeckte ihnen so gut, daß sie sich zu ausgesprochenen Mördern entwickelten. Von der ganzen Zucht behielt ich nur drei Stück, welche sich verpuppten,