

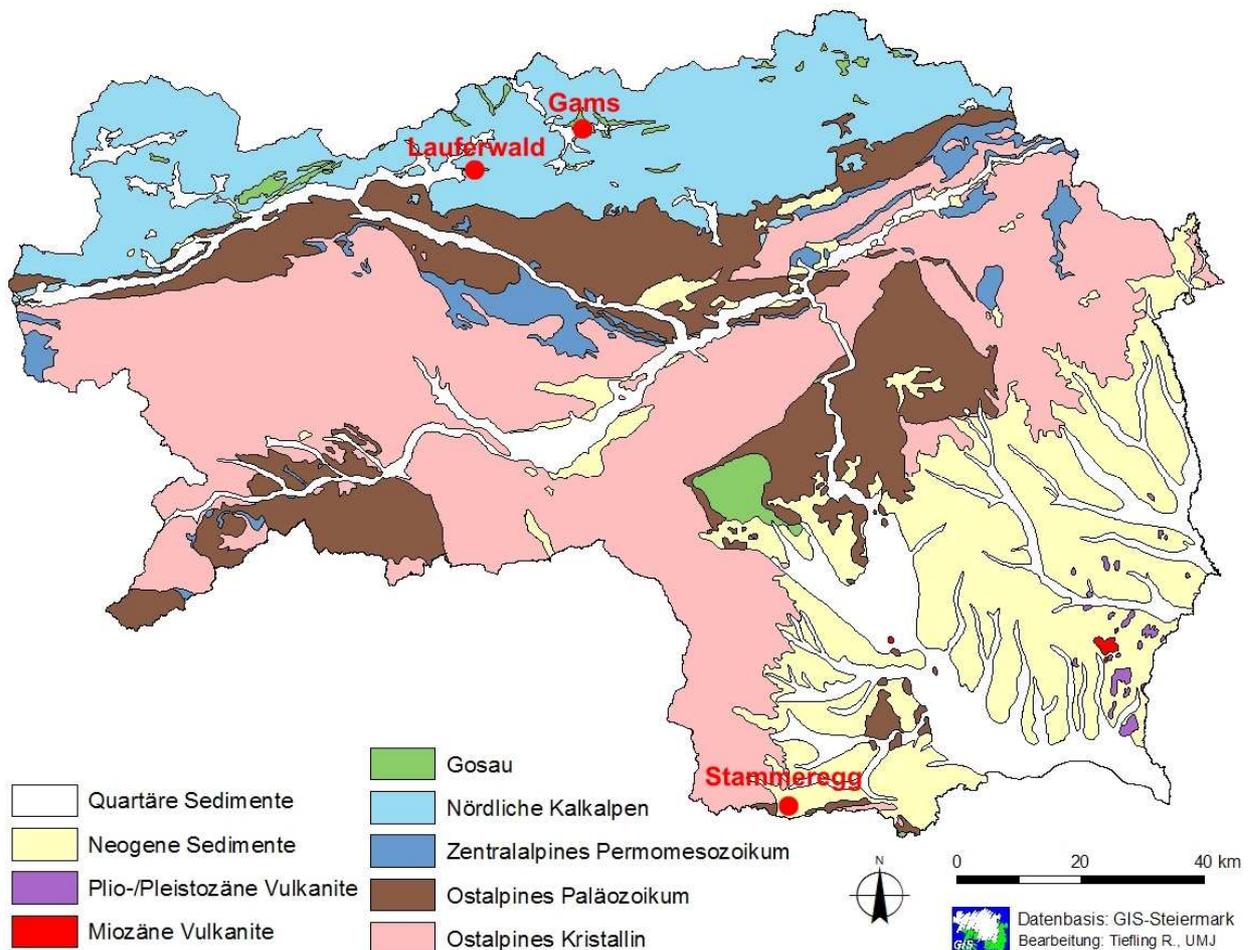
## Gagat oder nicht?

### Gams bei Hieflau, Lauferwald bei Admont und Stammeregg-Bachholz südlich Eibiswald – Drei Beispiele für inkohlte Hölzer des Glanzbraunkohlestadiums in der Steiermark

Version 2, März 2020

#### Einleitung

Im Zuge der Beschäftigung mit Kohle in der Steiermark gelangten auch die Gagat-Vorkommen in mein Blickfeld. In der Steiermark gibt es zwei Gebiete, in denen dieses schwarze, organische Schmuck- und Ziermaterial gewonnen wurde oder zumindest danach geschürft worden ist: In den Gosau-Sedimenten der Oberkreide von Gams bei Hieflau und im Lauferwald bei Admont in der Obersteiermark. Die Literaturangaben ließen es für möglich erscheinen, dass auch „am anderen Ende der Steiermark“, in den miozänen Sedimenten südlich von Eibiswald im Gebiet von Stammeregg-Bachholz, diese Kohlenart zu finden sein könnte.



Geologische Übersichtskarte der Steiermark mit den drei beschriebenen Gebieten.

#### Gagat – Was ist das?

Gagat gehört zu den **Kohlen**, das ist durch geologische Vorgänge meist unter erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck umgewandeltes, mehr oder weniger reines pflanzliches Material, das heute als Gestein vorliegt (**Kaustobiolith**). Das häufig bunte Gemenge an Pflanzenresten, aus denen die Kohlen bestehen, kann neben Algen, Moosen, Blättern, Nadeln, Sporen, Pollen u.a. (daraus entsteht der matte Kohlelithotyp **Durain**) vor allem Holz und Rinde (glänzender Kohlelithotyp **Vitrain**) als häufigsten Hauptbestandteil umfassen. Die holzigen Anteile der Kohle können dabei zwischen den anderen Bestandteilen mehr oder weniger gleichmäßig verteilt oder in Bändern angereichert sein; Kohle hat damit häufig ein streifig-flasriges Erscheinungsbild (Kohlelithotyp **Clarain** mit matten und glänzenden Bändern). Ein weiterer Bestandteil

von Kohle kann Holzkohle sein, bei stärkerer Anreicherung in einzelnen Lagen spricht man vom seidig glänzenden Kohlelithotyp **Fusain**.

### Vier Kohle-Lithotypen:

- Vitrain (glänzend)  
Holz, Rinde

- Clarain (gestreift -  
glänzende und matte Bänder)

- Durain (matt)  
Algen, Sporen, Pollen,  
Blatthäute, Harze, ...

- Fusain (seidig)  
Holzkohle

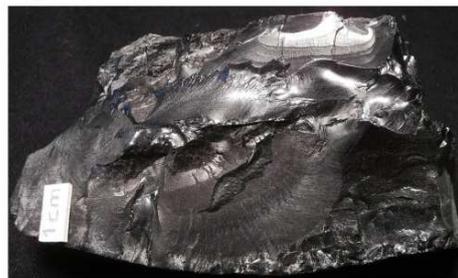
### Inkohltes Holz

zusammenhängend:  
**Pechkohle (teilw.), Gagat**

zerfallen:  
**Vitrinitische Kohle**



Lauferwald - zähe Pechkohle



Gams - Gagat



H/C (steigende Zähigkeit)



Stammeregg -  
spröde Pechkohle

Inkohlungsgrad (abnehmender Wassergehalt)

Beispiele inkohlter Hölzer aus der Steiermark und deren Einordnung in die Kohle-Terminologie. Die Proben ganz oben stammen alle aus dem Haspelgraben in Gams bei Hieflau. Die Anordnung der drei unteren Proben in Richtung der y-Achse ist rein schematisch.

Neben unterschiedlich fein zer- und verteiltem Holz, das seine Zusammenhalt und die makroskopische Struktur weitgehend verloren hat, kann es auch mehr oder weniger wohlerhaltene, in ihrer Form und teilweise auch Struktur fassbare Holzstücke innerhalb der Kohle geben, die als unterschiedlich große, mehr oder weniger homogene Flasern und Linsen erscheinen. Solche inkohlten Holzstücke können auch einzeln im Sediment eingebettet sein.

Im Stadium der Weichbraunkohle ist das Holz häufig noch als solches erkennbar, es ist faserig, zäh, von brauner Farbe und wird als **Xylit** bezeichnet. Das Muster der Jahresringe ist häufig zu sehen. Typische Vorkommen davon gibt es in der Steiermark z.B. im ehemaligen Voitsberg-Köflacher Kohlrevier. Mit steigendem Inkohlungsgrad wird die Holzstruktur immer stärker verwischt und das Material wird spröde. Aus dem Xylit entsteht der schwarze, hochglänzende **Vitrain** der Glanzbraunkohlen und Steinkohlen, der feinmuscheliger bis kantig-splittrig bricht und sehr spröde ist. Er ist z.B. ein sehr häufiger Bestandteil der Fohnsdorfer Glanzbraunkohle. In der Kohlengeologie umfasst der Begriff Vitrain alle Bereiche der Kohle, die aus Holz hervorgegangen sind, ungeachtet des Zerfallgrades des Holzes. Hier wird der Begriff Vitrain im engeren Sinne verwendet, für inkohltes Holz, das als solches makroskopisch noch fassbar ist. Die Übergänge sind natürlich fließend.

Ein weiterer Begriff aus der Kohlenliteratur ist **Pechkohle**. Darunter wird eine stark glänzende, dichte, muscheliger brechende, tiefschwarze Kohle verstanden, die keine Steinkohle ist. Sie ist eine schlecht definierte Untergruppe der Glanzbraunkohle und ist nicht direkt mit einem Kohlelithotyp in Verbindung zu bringen; hochglänzender Vitrain ist jedoch eindeutig zu den Pechkohlen zu stellen.

**Gagat** ist inkohltes Holz, das bei einem gegebenen Inkohlungsgrad (Glanzbraunkohlenstadium bis beginnendes Steinkohlenstadium) deutlich weniger spröde und splittrig, also zäher, dafür aber wesentlich grobmuscheliger brechend als der „normale“ Vitrain ist. Dadurch kann er recht einfach handwerklich verarbeitet werden. Er hat eine geringe Dichte (um  $1.3 \text{ g/cm}^3$ ), fühlt sich warm an und ist tiefschwarz; Gagat-Pulver hingegen ist in unterschiedlichen Tönen braun. Seine Bildung erfolgte nicht in Kohlensäureseen, sondern es handelt sich um Ablagerungen von Treibhölzern in marinem Milieu. Gagat wurde in vielen Gegenden über Jahrhunderte zu Zier- und Schmuckgegenständen verarbeitet. Eines der bekanntesten und auch letzten Verarbeitungszentren war Whitby in England, wo daraus in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vor allem Trauerschmuck im großen Stil hergestellt wurde. Aber auch in der Steiermark gab es Gagat-Abbaue. Doch zuerst ein näherer Blick ins Innere inkohlter Hölzer.

### Was unterscheidet Gagat und „normalen“ Vitrain „im Inneren“?

Alle organischen Bestandteile von Kohlen sind „Bio-Geo-Polymere“, natürlich entstandene, auf unterschiedliche Weise komplex miteinander vernetzte Ringe und Ketten von Kohlenwasserstoffen.

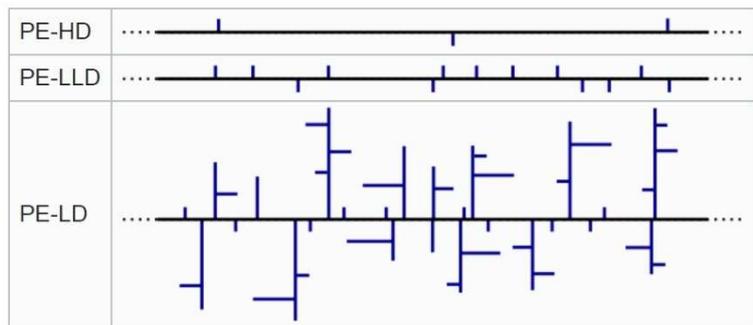
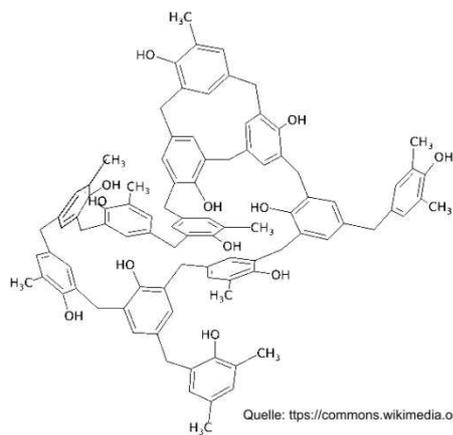
Zwei Grundbegriffe aus der organischen Chemie tauchen bei der Kohlen-Strukturchemie immer wieder auf: aromatisch und aliphatisch.

**Aromatisch** sind Kohlenwasserstoffverbindungen, die über mindestens ein ringförmiges Kohlenwasserstoffmolekül mit vollständig konjugiertem Doppelbindungssystem verfügen. Weiters muss das Doppelbindungssystem weitgehend planar sein und der Hückel-Regel genügen. Einer der einfachsten Aromaten ist das Benzol,  $\text{C}_6\text{H}_6$ .

**Aliphatisch** sind alle nicht-aromatischen Kohlenwasserstoffe, damit sind sie sozusagen „negativ definiert“. Sie können aus rein kettenförmigen oder teilweise ringförmigen Molekülen bestehen, auch Doppelbindungen können vorhanden sein. Ein Beispiel für ein kettenförmiges Molekül mit 6 Kohlenstoffatomen wäre das Hexan  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  oder als ringförmiges Molekül das Cyclohexan  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

Die beiden Grundtypen an Kohlenwasserstoffmolekülen lassen sich auch auf die **Polymerchemie** – die Welt der Kunststoffe – übertragen. Zur Veranschaulichung lassen sich zwei bekannte Kunststoffe heranziehen: Zum einen der **Bakelit** (Phenol-Formaldehyd-Harz). Dieser besteht vereinfacht ausgedrückt aus mehrfach räumlich miteinander verbundenen Benzolringen mit Phenolgruppen, ist hart und spröde und besitzt ein H/C-Verhältnis von etwa 1.1. Zum anderen das **Polyethylen**. Dieses besteht aus unterschiedlich stark verzweigten und miteinander verknüpften, kettenförmigen Kohlenwasserstoffmolekülen, ist mehr oder weniger weich und leicht bruchlos verformbar und besitzt ein H/C-Verhältnis von ca. 2.

Prinzipiell ähnlich, wenn auch deutlich komplexer, sind die beiden strukturgebenden Hauptbestandteilen des Holzes aufgebaut: **Lignin** und **Zellulose**. Das spröde Lignin ist ein variantenreiches Makromolekül, das unter anderem aus miteinander räumlich verknüpften Benzolringen besteht. Das H/C-Verhältnis liegt zwischen 1.1 und 1.27. Es ist für die Druckfestigkeit von Holz verantwortlich; ohne Lignin wäre das Wachstum von Bäumen nicht möglich. Zellulose hingegen hat eine kettenförmige Struktur mit hoher Zugfestigkeit bei einem H/C-Verhältnis von 1.67.



Struktur von Bakelit (links) und verschiedenen Polyethylen-Sorten (rechts).

Ähnlich, wenn auch viel subtiler, sind die Unterschiede zwischen normalem Vitrain und Gagat: Bei identischem Inkohlungsgrad hat Gagat einen höheren Anteil an aliphatischen Molekülabschnitten als Vitrain. Daraus ergibt sich eine geringere Sprödigkeit des Gagats gegenüber dem Vitrain. Als Folge der unterschiedlichen Struktur ist auch das H/C-Verhältnis von Gagat höher als das von gleich inkohltem Vitrain (Petrova et al., 1985; Jiménez et al., 1998; Iglesias et al., 2000). Mit steigendem Inkohlungsgrad sinkt aber generell das H/C-Verhältnis, bis es beim Graphit am Ende der Inkohlungsreihe den Wert 0 erreicht.

Molares H/C-Verhältnis  
verschiedener organischer  
Substanzen.

Substanz	H/C
Gagat	0.82-0.94
Vitrain	0.68-0.84
Naphthalin	0.8
Benzol	1
Bakelit	ca. 1.1
Lignin	1.11-1.27
Zellulose	1.67
Harze	1.5-1.8
Erdöle	1.8-1.9
Fettsäuren	1.8-2.0
Ethen	2
Polyethylen	ca. 2
Paraffin	ca. 2.04
Ethan	3

Das Reflexionsvermögen für sichtbares Licht ist für Gagat etwa nur etwa halb so groß wie für normalen Vitrain gleichen Inkohlungsgrades. Dies ist eine direkte Folge des molekularen Aufbaus mit weniger „freien“ Elektronen durch die etwas weniger häufigen Benzolringe als in den normalen Vitrainen.

Wie kann es nun zu einem höheren Anteil an aliphatischen Molekülabschnitten bzw. zu einer Erhöhung des H/C-Verhältnisses im Gagat im Vergleich zum normalen Vitrain kommen? Dazu werden mehrere Möglichkeiten diskutiert (Kollmann & Sachsenhofer, 1998):

- Mikrobielle Aktivitäten, die durch Meerwassereinfluss gefördert werden.
- Besonders harzreiches Holz als Ausgangsmaterial. Harze haben ein H/C-Verhältnis von 1.5-1.8, es kann also sogar höher als das von Zellulose sein.
- Zufuhr von „Bitumen“ (= Erdöl) im Zuge des Inkohlungsprozesses. Erdöle bestehen zum größten Teil aus aliphatischen Molekülen und haben daher hohe H/C-Verhältnisse von 1.8 bis 1.9.

Aus der Literatur ist erkennbar, dass der Übergang zwischen normalem Vitrain und Gagat fließend ist. Das ist leicht erklärlich, denn die oben genannten Prozesse können unterschiedlich weit fortgeschritten sein, damit ergibt sich ein Kontinuum in der chemischen Zusammensetzung und damit auch in den mechanischen Eigenschaften, wie z.B. der Zähigkeit.

Wichtig ist auch ein geeigneter Inkohlungsgrad. Ein zu geringer Inkohlungsgrad ergibt einen hohen Wassergehalt. Das Material kann dann zwar zäh und gut bearbeitbar sein, wird beim Trocknen an der Luft durch Wasserabgabe jedoch rissig. Ein zu hoher Inkohlungsgrad führt bei abnehmendem H/C-Verhältnis zu einer stärkeren Vernetzung des „Kohlenmoleküls“, das Material wird immer spröder. Ideal ist ein Inkohlungsgrad im hohen Glanzbraunkohlenstadium. Typischer, gut bearbeitbarer Gagat ist tiefschwarz, hat aber eine braune Strichfarbe, ist also noch keine „Steinkohle“, die definitionsgemäß ein schwarzes Pulver ergibt.

Der Witterung ausgesetzt, werden sowohl Gagat als auch normaler Vitrain matt und im Laufe der Zeit oberflächlich rissig. Das Material kann dabei abschuppen und absanden.

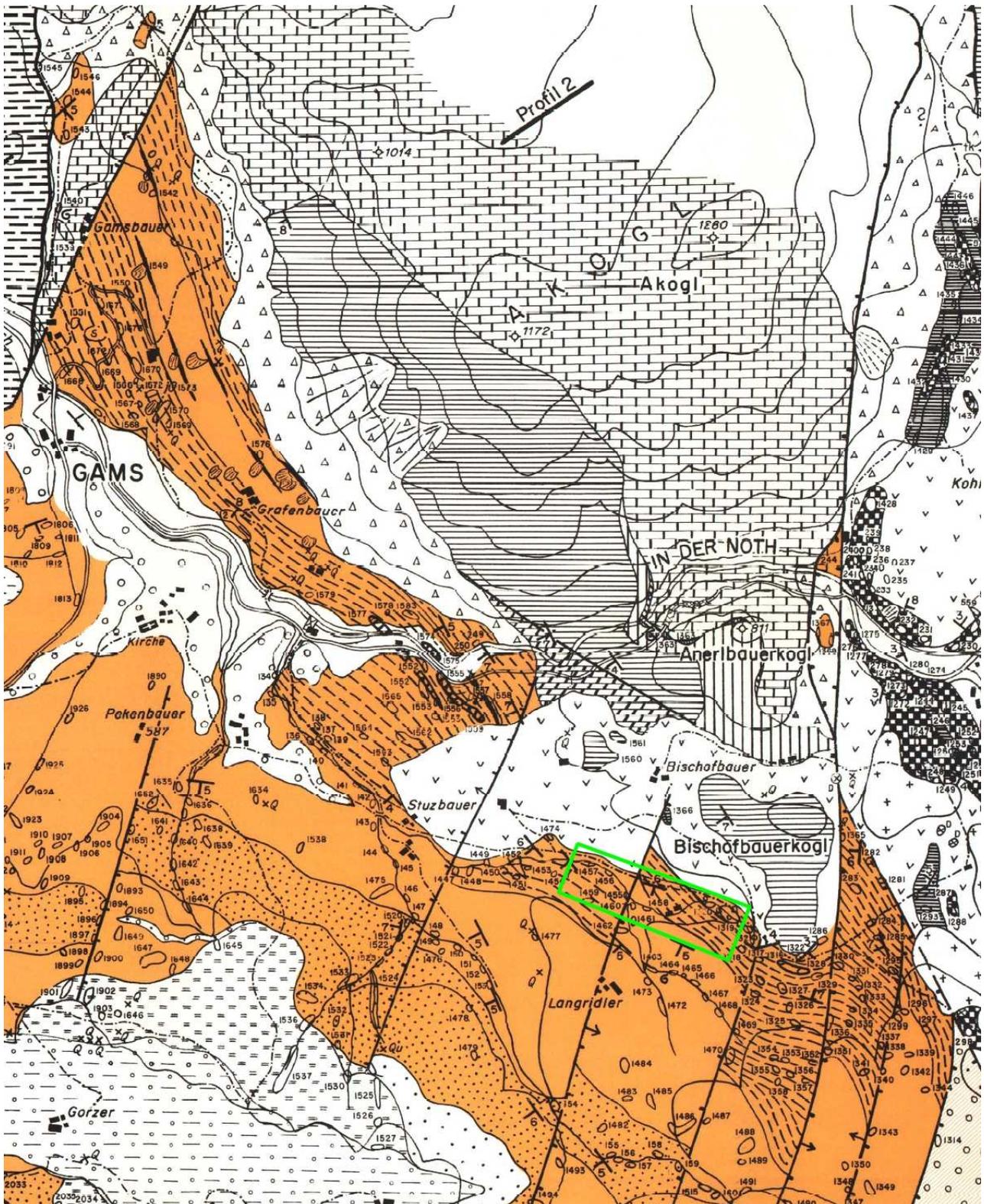
### **Gagat – Gams bei Hieflau (Gosau-Gruppe, Oberkreide)**

Bergmännisch gewonnen und handwerklich verarbeitet wurde österreichischer Gagat aus Vorkommen in Oberösterreich (Sandl bei Unterlaussa, Roßleithen bei Windischgarsten) und der Steiermark (Gams bei Hieflau). In Gams erfolgte urkundlich belegter Gagat-Abbau von 1414 bis 1559, fand aber auch schon deutlich früher statt. Er wurde hier ausschließlich von Unternehmern aus dem schwäbischen Raum durchgeführt, die bereits im Gagat-Geschäft tätig waren und sich neue Rohstoffquellen erschließen wollten. Prospektionsarbeiten auf Kohle erfolgten hier Mitte des 19. Jahrhunderts sowie kurz nach dem zweiten Weltkrieg (Freh, 1956). In den 1990er Jahren wurde für ein mögliches Tourismusprojekt nochmals auf Gagat geschürft und dabei einige 10er kg gewonnen.

Gagat findet sich in den drei genannten Vorkommen in den tieferen Teilen der Gosau-Schichten in sandig-mergeligen Sedimenten, in kohlereichen Schiefen und „verschieferter Kohle“, die während der Oberkreide in flachen Meeresbecken abgelagert wurden. In Gams handelt es sich dabei um die Schönleiten-Formation des Turoniums (Oberkreide). Die Größe der Gagatlinsen kann in Unterlaussa 20x30x100 cm erreichen. Neben Gagat kommen auch mehrere dm starke Flöze einer teilweise recht reinen, vitrinitischen Kohle vor, die vor allem in Unterlaussa mehrmals in kleinem Umfang abgebaut wurde. Die Kohlebildung ist Großteils „allochton“, das heißt, es liegt nicht, wie sonst häufig üblich, ein ehemaliger Kohlesumpf vor, sondern das organische Material wurde von weiter her eingeschwemmt (Freh & Haberfelner, 1950; Kollmann & Sachsenhofer, 1998; Sachsenhofer, 1987).

Auch heute noch lässt sich in Gams Gagat finden: Auf alten Halden, verstreut im Wald, in den beiden Schürfen der 1990er Jahre und sogar anstehend konnte er bei mehreren Besuchen in den Jahren 2014 bis 2017 in den ehemaligen Abbaugeländen Schönleiten und Haspelgraben aufgesammelt werden. Meist sind es nur kleine Stücke, manchmal aber auch größere bis knapp 1 kg Gewicht.

Die Qualität ist schwankend, neben durch Verwitterung stark rissigen Stücken gibt es auch sehr kompakte Brocken. Charakteristisch ist immer der grobmuschelige Bruch. Das tiefschwarze Material ist zähe und splittert beim Schneiden nicht; Schleifkanten bleiben weitgehend glatt. Beim Trocknen entstehen nur sehr selten Haarrisse, die Polierfähigkeit ist ausgezeichnet. Es handelt sich um typischen Gagat. Teilweise sind Jahresringe noch schwach erkennbar.



Geologische Karte der Umgebung von Gams bei Hieflau, in Orange die Gosau-Sedimente (Kollmann, 1964). Die Gagat-führenden Gebiete befinden sich nordöstlich von Gams (Halden, Kohleflöze, Bergbausymbol – Bereich Schönleiten), sowie südöstlich von Gams (grün umrandetes Gebiet – Bereich Haspelgraben).



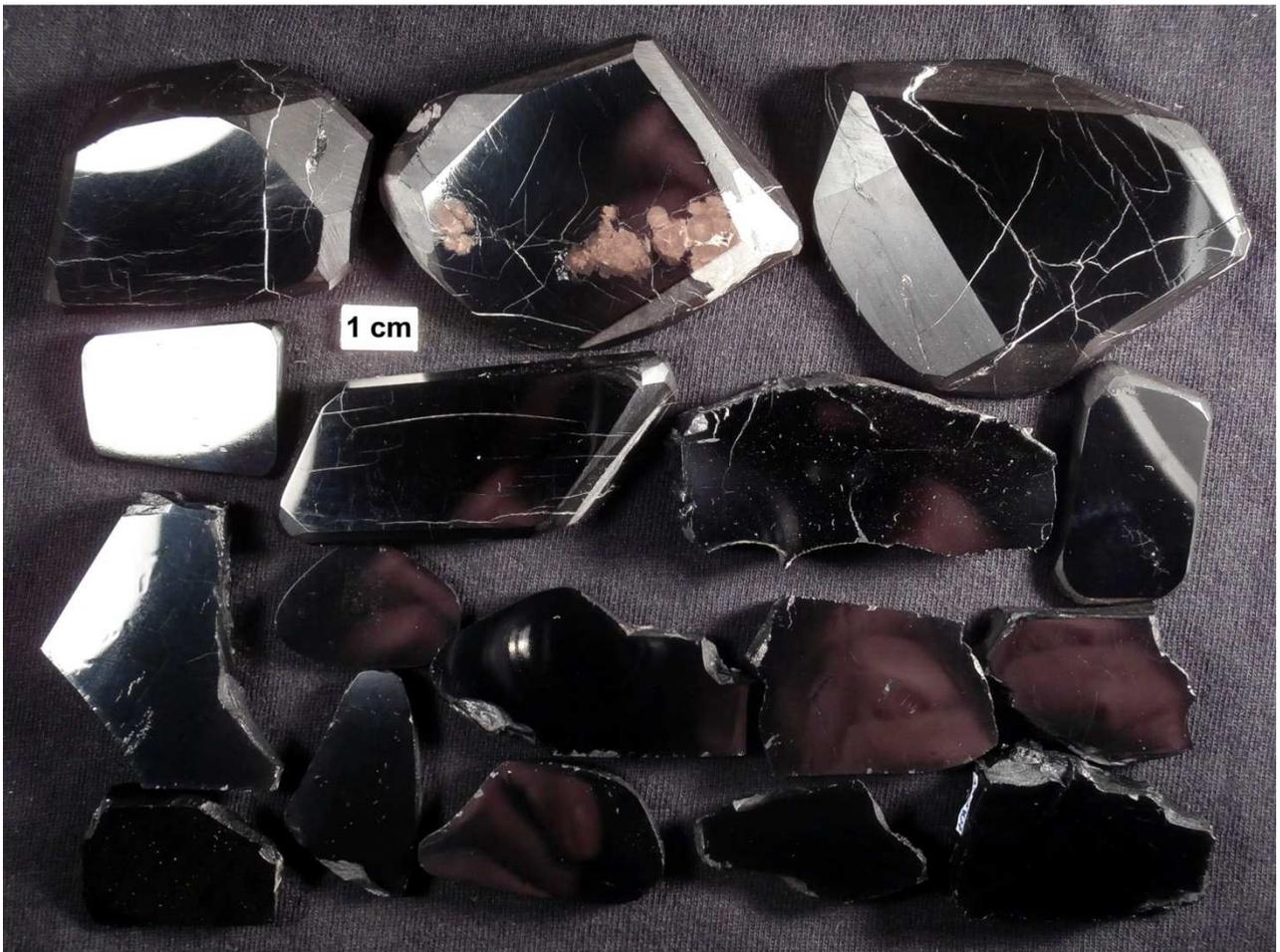
Treppenartig übereinander angeordnete Halden des ehemaligen Gagat-Bergbaus im Bereich Schönleiten nordöstlich von Gams bei Hieflau. Foto Anton Gutschi, 6.4.2014.



Bloßstelle mit zahlreichen kleinen Gagatstücken auf einem Haldentisch im Bereich Schönleiten nordöstlich von Gams bei Hieflau. Foto Anton Gutschi, 6.4.2014.



Ein etwa 20 cm breites und 840 g schweres Gagat-Stück mit einem abzweigenden Ast aus einem Bachaufschluss im Haspelgraben südöstlich von Gams bei Hieflau. Fund 4.11.2014.



Auf Hochglanz polierte Gagatstücke von Gams bei Hieflau, Funde 2014 bis 2017. Die beiden unteren Reihen sind Haldenfunde von der Schönleiten, die Proben der beiden oberen Reihen stammen aus dem Haspelgraben. Die 5 großen Stücke in den beiden oberen Reihen stammen aus einem Bachaufschluss und enthalten Calcit-Adern, das mittlere Stück in der obersten Reihe dazu noch nestartige Calcit-Einschlüsse.



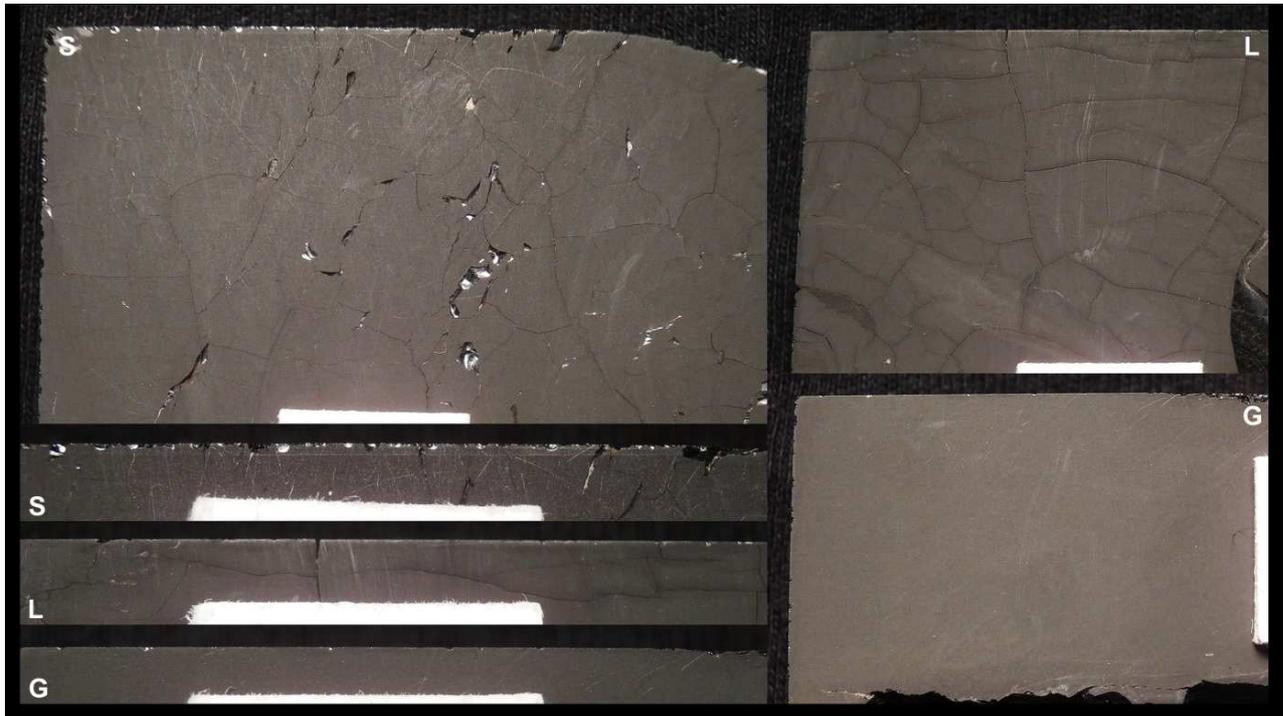
Gagat. Ob die Pechkohle weiter im Osten, im Bereich Knappenkögerl, bessere Schmuckmaterialeigenschaften aufweist, ist mir nicht bekannt.



Zähe Pechkohle vom Lauferwald. Das rechte Stück ist ein Teil eines dünnen, etwas zusammengedrückten Stammes; die sandig-körige Oberfläche ist durch Verwitterung entstanden. Fund 4.10.2013.



Ein plattiges Stück inkohltes Holz („Brett“) mit deutlicher, zusammengedrückter Holzstruktur vom Lauferwald. Fund 4.10.2013.



Fein geschliffene Teststücke von den drei beschriebenen Vorkommen zeigen deutlich die unterschiedlichen Eigenschaften der Materialien. S: Stammeregg, ausgebrochene Schleifkante, deutliche Trockenrisse. L: Lauerwald, weitgehend glatte Schleifkante, starke Trockenrisse. G: Gams, weitgehend glatte Schleifkante, keine Trockenrisse. Der weiße Balken ist 1 cm lang.

### **Spröde Pechkohle – Stammeregg-Bachholz südlich Eibiswald (Steirisches Becken, Miozän)**

Die zahlreichen Kohleausbisse im Gebiet Stammeregg-Bachholz, etwa 4 km SSW von Eibiswald, verleiteten erst am Beginn des 20. Jahrhunderts zu Schurftätigkeiten und einem geringfügigen Abbau. Es wurde sowohl ein Stollen vom Stammereggbachtal aus, als auch ein Stollen vom Auerbachtal aus vorgetrieben. Die gesamte dokumentierte Produktion im Zeitraum von 1921 bis 1936 liegt bei etwa 2000 Tonnen Kohle.

Die Kohle bildet mehrere Flöze von maximal 30 cm Mächtigkeit in den Unteren Eibiswalder Schichten des unteren Miozäns (Ottangium/Karpatium), die vor allem aus Sanden mit untergeordnet eingeschalteten Konglomeraten und Brekzien bestehen (Weber & Weiß, 1983; Stingl, 1994). Sie wurden als Delta-Sedimente in einem flachen Meeresbecken abgelagert. Zur Kohlebildung schreibt Stingl (1994, Übersetzung):

*„Das Gebiet, in dem die Kohle aufgeschlossen ist, ist stark tektonisch deformiert und nur kleine, über den Flözen gelegene Aufschlüsse sind während der Geländearbeit sichtbar gewesen. Diese Aufschlüsse zeigen die distalen Delta-Hang Ablagerungen. Falls die Kohle tatsächlich den Unteren Eibiswalder Schichten angehört, scheint eine Entstehung in einer kleinen Lagune oder einem kleinen Sumpf möglich zu sein.“*

Die Suche nach Gagat in Stammeregg-Bachholz wurde von zwei Aspekten inspiriert:

- Der Inkohlungsgrad der „pechschwarzen, harten Glanzkohle“ erreicht höheres Glanzbraunkohlenstadium. Die Vitrinitreflexion im Gebiet Stammeregg beträgt 0.40-0.58 %; in Gams 0.52-0.66 % (Ebner & Sachsenhofer, 1991; Sachsenhofer, 1987; Kollmann & Sachsenhofer, 1998).

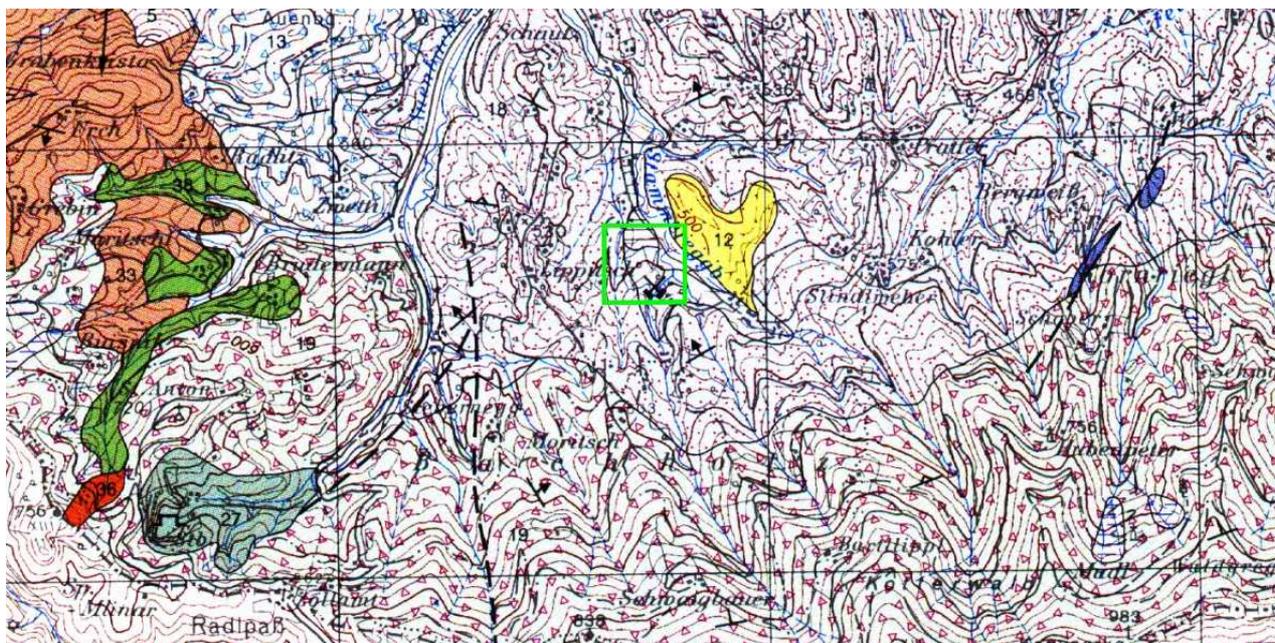
- Eine einzelne Kohlenanalyse in Weber & Weiß (1983) zeigt einen sehr geringen Aschegehalt von 4.5 %, der im Bereich einer Probe von Gagat von Gams (5.4 %) und von zwei Pechkohleprobe vom Lauerwald (2.8 und 3.4 %) liegt. Dies könnte darauf hinweisen, dass die analysierte Probe ein Stück inkohlten Holzes darstellt, also reiner Vitrain ist. Eine zweite Probe aus diesem Bereich zeigt wesentlich höhere Aschegehalte (8.7 %), weißt also eher auf normale Kohle hin.

Der Wassergehalt der Stammeregger Kohlen liegt jedoch im Bereich der Pechkohle vom Lauerwald (8-10 %).

Das Gebiet der ehemaligen Kohlenschürfe in Stammeregg wurde in den Jahren 2015 und 2016 mehrmals aufgesucht und dabei vor allem die Bäche begangen. Die Aufschlussverhältnisse in den Bächen sind teilweise ausgezeichnet und an zahlreichen Stellen sind im Stammereggbach und in einem Nebenbach – im Unterschied zu den Geländebefunden von Stingl (1994) – Kohleausbisse zu beobachten. Kohle findet sich aber auch auf den wenigen Halden, frei am Waldboden liegend oder als „Geröll“ in den Bächen.

Neben normaler, gebändert-flasriger Kohle konnten sowohl lose als auch im zumeist feinsandigen bis siltigen, anstehenden Sediment Stücke gefunden werden, die eindeutig als ehemalige Holzteile (Stämme, Äste) zu erkennen sind. Dafür spricht die rundliche bis flach linsenförmige Form, der einheitliche, feinmuschelige Bruch, die Andeutung von Jahresringen sowie stellenweise ringförmige, verkieselte Zonen. Manchmal ist eine diffuse Quarzdurchhäderung des Vitrains zu beobachten. Hin und wieder sind aber auch ganze innere Bereiche von Hölzern Großteils verkieselt und zeigen dann besonders schön die Jahresringe. Die äußeren Bereiche können in Kohle umgewandelt sein und ebenfalls noch Jahresringe zeigen. Die maximal beobachtete Größe der Stücke ist etwa 10x20x30 cm.

Die inkohlten Hölzer sind tiefschwarz, das Pulver ist dunkelbraun. Das Material ist sehr spröde und splitterig, mit stark kleinmuschelig ausbrechenden Schleifkanten, und bereits bei der Bergung stark rissig. Dennoch lässt es sich ausgezeichnet auf Hochglanz polieren, und sowohl beim Trocknen als auch nach der Politur hat man den Eindruck, es entstehen im Vergleich zum Material vom Lauferwald weniger Risse. Vor allem die Sprödigkeit verbietet aber die Bezeichnung Gagat, sondern es handelt sich um eine spröde Pechkohle.



Ausschnitt aus der geologischen Karte 1:50.000, Blatt Eibiswald; Nr. 18 sind die Unteren Eibiswalder Schichten. Der Bereich mit den meisten Kohleausbissen in den Bächen befindet sich innerhalb des grünen Rechtecks.



Ein großes Vitrain-Stück – ein zusammengedrückter Baumstamm – eingebettet im feinsandig-siltigen Sediment, aufgeschlossen im Stammeregg-Bach. 27.7.2015.



Ein etwa 4 cm langes und 1 cm hohes Vitrain-Stück – ein zusammengedrückter Ast oder ein dünnes Stämmchen – eingebettet im feinsandig-siltigen Sediment, anstehend im Stammeregg-Bach. 4.9.2016.



Grob geschliffener (links) und polierter (rechts) Vitrain mit diffuser Quarzdurchfärbung von Stammeregg. Fund 17.3.2015.



Teilweise verkieseltes (innen) und teilweise inkohltes Holz (außen) sowie rechts unten ein Stück Großteils verkieseltes Holz mit kleinen inkohlten Bereichen von Stammeregg. Stücke im sägerauen Zustand, Funde 17.3.2015.

### **Rissbildung, Wassergehalt und Trocknungsverlust**

Die beiden Hauptparameter zur Unterscheidung, ob ein Vitrain nun Gagat ist oder nicht, scheinen Zähigkeit und die Stabilität bei Umgebungsbedingungen zu sein. Der erstere ist, wie beschrieben, vom H/C-Verhältnis abhängig. Hierzu lassen sich keine einheitlichen Literaturdaten zu den drei beschriebenen Vorkommen finden und damit keine direkten Vergleiche anstellen.

Günstiger ist die Situation beim Vergleich des Wassergehaltes, der mit der Neigung zur Trocknungsrisbildung korreliert. Zum Wassergehalt liegen in der Literatur zumindest einige wenige vergleichbare Daten vor, andererseits kann zumindest der Trocknungsverlust bei 110°C als Annäherung an den Wassergehalt auch in der Küche mit Hilfe eines haushaltsüblichen Backofens und einer einfachen Digitalwaage mit 0.01 g Auflösung semiquantitativ bestimmt werden.

Innerhalb eines zeitlichen Abstandes von zwei Jahren wurde je eine Charge bestehend aus je 7 Proben für drei Stunden gemeinsam getrocknet und nach 3 Stunden Abkühlung gewogen.

Die Ergebnisse der Trocknungsversuche sind reproduzierbar und stimmen erstaunlich gut mit den professionell ermittelten Wassergehalten überein. Damit wird die Vermutung untermauert, dass die Rissbildung mit dem Wassergehalt und damit dem Inkohlungsrad zusammenhängt.

Wassergehalt und der mit einem Haushaltsbackofen bei ca. 110°C ermittelte Trocknungsverlust von 14 Vitrain-Proben aus den drei beschriebenen Gebieten.

	Wassergehalt (%)	Trocknungsverlust (%)
<b>Gams</b>	<b>5.0</b> (n=1; S 1987)	<b>2-4</b> (n=5)
<b>Laufewald</b>	<b>9.9</b> (n=1; S 1987)	<b>10-13</b> (n=6)
<b>Stammeregg</b>	<b>9.9 / 8.5</b> (n=2; W&W 1983)	<b>8-9</b> (n=3)

## Schlussfolgerungen

Während das Material von Gams bei Hieflau alle Eigenschaften eines „echten“ Gagats aufweist, ist die Pechkohle aus den ehemaligen Gagat-Schürfen im Laufewald bei Admont als Schmuck- und Ziermaterial auf Grund der starken Rissbildung beim Trocknen nur sehr bedingt geeignet. Noch schlechter ist die Situation in Stammeregg südlich Eibiswald. Diese inkohlten Hölzer neigen ebenfalls zur Rissbildung, darüber hinaus sind sie aber auch sehr spröde.

## Literatur

- Ampfer, O. (1921): Beiträge zur Geologie der Ennstaleralpen. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 71, 117-134.
- Ampferer, O. (1935): Geologische Karte der Gesäuseberge. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Ampferer, O. (1935): Geologischer Führer für die Gesäuseberge. Geologische Bundesanstalt, Wien. 177 Seiten.
- Ebner, F. & Sachsenhofer, R.F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. Mitteilungen der Abteilung für Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum, 49, 1-96.
- Freh, W. (1956): Alte Gagatbergbaue in den nördlichen Ostalpen. Joanneum, Mineralogisches Mitteilungsblatt 1/1956, 1-14.
- Freh, W. & Haberkellner, E. (1950): Ein alter Gagatbergbau in Oberösterreich. Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines, 95, 337-350.
- Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 206, Eibiswald. Geologische Bundesanstalt, Wien, 2002.
- Iglesias, M.J., Jiménez, A., del Rio, J.C. & Suárez-Ruiz, I. (2000): Molecular characterization of vitrinite in relation to natural hydrogen enrichment and depositional environment. Organic Geochemistry, 31, 1285-1299.
- Jiménez, A., Iglesias, M.J., Laggoun-Défarge, F. & Suárez-Ruiz, I. (1998): Study of physical and chemical properties of vitrinites. Inferences on depositional and coalification controls. Chemical Geology, 150, 197-221.
- Kollmann, H.A. (1964): Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 107, 71-159.
- Kollmann, H.A. & Sachsenhofer, R.F. (1998): Zur Genese des Gagats von Gams bei Hieflau (Oberkreide, Steiermark). Mitteilungen des Referats für Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum, SH2, 223-238.
- Petrova, R., Mincev, D. & Nicolov, ZDR. (1985): Comparative investigations on gagate and vitrain from the Balkan coal basin. International Journal of Coal Geology, 5, 275-280.
- Sachsenhofer, R.F. (1987): Fazies und Inkohlung mesozoischer Kohlen der Alpen Ostösterreichs. Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft, 80, 1-45.
- Stingl, K. (1994): Depositional environment and sedimentary of the basinal sediments in the Eibiswalder Bucht (Radl Formation and Lower Eibiswald Beds), Miocene Western Styrian Basin, Austria. Geologische Rundschau, 83, 811-821.
- Weber, L. & Weiß, A. (1983): Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt, 4, 1-317.