

# Fossile Floren der Stangnock-Formation in den Gurktaler Alpen (Turracher Höhe, Nesselbachgraben, Reißeck, Frauennock)

HERBERT KABON<sup>1</sup> & CHRISTOPH IGLSEDER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Treffner Straße 5, 9500 Villach. i.h.kabon@gmx.at

<sup>2</sup> Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien. christoph.iglseder@geologie.ac.at

## Schlüsselwörter

Stangnock-Formation, Pflanzenfossilien, *Odontopteris cantabrica*-Zone, *Dicksonites pluckenettii*-Subzone, *Crenulopteris lamuriana*-Zone, *Alethopteris zeilleri*-Zone Moskovium, Kasimovium, Gurktaler Alpen, Turracher Höhe, Nesselbachgraben, Reißeck, Frauennock.

## 1. Zusammenfassung

Die Stangnock-Formation ist Teil des Oberostalpins am Nordwestrand der Gurktaler Alpen. Sie erstreckt sich vom Stangnock, Königstuhl und Saureggnock im Westen über das Reißeck und die Turracher Höhe bis zum Rapitzgraben, östlich der Flattnitz. Sie beinhaltet zum Teil schwach metamorphe Sedimentgesteine, die im Pennsylvanium von einem verzweigten bis mäandrierenden Flusssystem in ein Becken des einstigen variszischen Gebirges abgelagert wurden. Dieses Becken wurde von einer üppigen Paläoflora belebt, deren Spuren heute als gut erhaltene Pflanzenabdrücke in den Beckensedimenten in meist temporären Aufschlüssen geborgen werden konnten.

Aufgrund der häufig und gleichzeitig vorhandenen Leit- und Indexfossilien wie *Sphenophyllum oblongifolium*, *Odontopteris minor*, *Crenulopteris* (al. *Lobopteris*) *lamuriana* und *Macroneuropteris scheuchzeri* konnten die beprobten Sedimentgesteine der **Turracher Höhe** der biostratigrafischen *Odontopteris cantabrica*-Zone zugeordnet werden. Diese reicht vom obersten Moskovium bis in das tiefste Kasimovium (ca. 308–305 Ma) in der globalen Gliederung. Das entspricht der basalen Stufe des Stephaniums – dem Kantabrium – nach den Stufen der West- und Zentraleuropäischen Becken.

Die Paläoflora aus dem **Nesselbachgraben** südwestlich des Ortes Turrach ist älter als die Floren der Turracher Höhe. Das Vorkommen der Leitfossilien *Pecopteris polymorpha*, *Crenulopteris acadica* (al. *Lobopteris vestita*) und von *Sphenophyllum cuneifolium* spricht biostratigrafisch für die *Dicksonites pluckenettii*-Subzone, die erstmalig für die Stangnock-Formation dem oberen Westphalium D (Asturium) zugeordnet wird. Diese entspricht dem oberen Moskovium der globalen Gliederung (ca. 310–308 Ma).

Weiters konnten Pflanzenfossilien des **Reißecks** und des **Frauennocks** biostratigrafisch einer Megaflora zugeordnet werden. Es sind dies die *Crenulopteris lamuriana*-Zone für die Frauenscharte und die liegenden Teile am Reißeck und die *Alethopteris zeilleri*-Zone in den hangenden Bereichen am Reißeck und am Gipfel des Frauennocks. Sie können chronostratigrafisch dem Stephanium A (Barruelium) und B (Saberium) zugeordnet werden, was dem Kasimovium der globalen Gliederung (ca. 307–305 Ma) entspricht. Diese Megaflora ist jünger als die Paläoflora vom Nesselbachgraben und der Turracher Höhe.

Die wichtigsten gefundenen Pflanzenarten werden im Folgenden beschrieben und abgebildet, darunter Erstfunde für die Stangnock-Formation wie *Calamites* (*Calamitina*) *goeperti*, *Calamostachys germanica*, *Sphenophyllum cuneifolium*, *Sigillaria mammilaris*, *Pecopteris obliquenervis*, *Crenulopteris acadica* (al. *Lobopteris vestita*) und *Sphenopteris mathetii*.

## 2. Einleitung

Die Pflanzenfossilien der Stangnock-Formation (vgl. Anthrazitformation der Stangalpe, Oberkarbon der Stangalpe, Stangalm-Karbon, Königstuhl-Turrach-Karbon, Königstuhlkarbon, Turracher Karbon; KRAINER, 1989; SCHÖNLAUB, 2014a) sind seit langem Gegenstand von geologischen und paläontologischen Untersuchungen (SCHWINNER, 1931, 1932, 1938; JONGMANS, 1938a, b; LIEGLER, 1970; SCHÖNLAUB, 1979; TENCHOV, 1978a, b, 1980; FRITZ & BOERSMA, 1983, 1984; KRAINER, 1989, 1992; FRITZ et al., 1990, FRITZ, 1991; FRITZ & KRAINER,

1997, 2006; 2007) und zählen mit ihren nach neuesten Untersuchungen ca. 1.000 m mächtigen Ablagerungen (IGLSEDER et al., 2019) zu den bedeutendsten Vorkommen des Karbons in Österreich.

Die Stangnock-Formation baut den größten Anteil der Königstuhl-Decke (IGLSEDER et al., 2018) in den nordwestlichen Gurktaler Alpen auf und beinhaltet niedriggradig metamorphe siliziklastische Sedimentgesteine (Metakonglomerat, Metasandstein, Phyllit, Tonschiefer). Es handelt sich dabei um fluviatile Ablagerungen, welche in Becken des einstigen variszischen Gebirges abgelagert wurden. Das Vorkommen von Anthrazit wird auf kreidezeitliche, eoalpidische Metamorphoseprägungen und Metamorphosebedingungen zurückgeführt (RANTITSCH et al., in Vorb.).

In dieser Veröffentlichung sollen die im Laufe von 25 Jahren aus der Stangnock-Formation der Turracher Höhe, des Nesselbachgrabens, des Frauennocks und Reißecks geborgenen Paläofloren dokumentiert und einem Ablagerungsraum zugeordnet werden.

Die Stangnock-Formation wurde unter tropischen Bedingungen im distalen Bereich eines verzweigten Flusssystemes abgelagert, welches in ein mäandrierendes Flusssystem überging (KRAINER, 1989; FRITZ et al., 1990). Es entstanden dadurch unterschiedliche Lebensräume wie Uferdämme, Altarme, Überschwemmungsebenen und Senken in denen flache Seen, Sümpfe und Waldmoore vorherrschten.

Die an den unterschiedlichen Fundstellen erhaltenen Pflanzengemeinschaften unterscheiden sich in der Artenvielfalt und in der Dominanz einzelner Arten, was wahrscheinlich unterschiedliche Lebensräume anzeigt. Die Lebensraumrekonstruktion am Ende jeder Fundortbeschreibung wird aufgrund von Daten vorgenommen, die von BASHFORD et al. (2011) bzw. OPLUŠTIL et al. (2016) in intramontanen Becken von Zentral und Westböhmen (Tschechien) erarbeitet wurden. Die Sedimente dieses innerhalb des einstigen variszischen Gebirges gelegenen Beckens wurden durch ein verzweigtes Flusssystem vom Asturium bis in das Kantabrium abgelagert und lassen sich gut mit der Stangnock-Formation in den Gurktaler Alpen vergleichen.

### 3. Geologischer Überblick

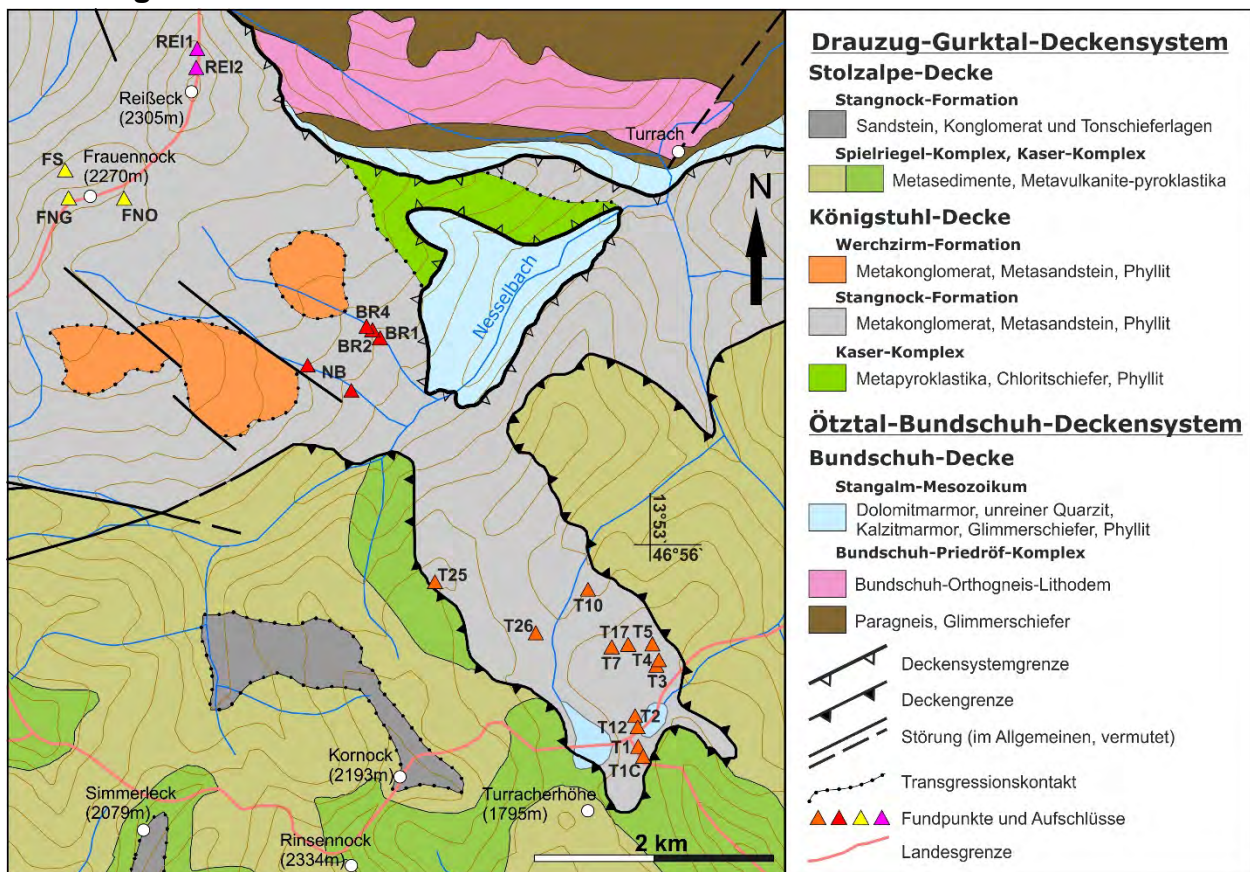


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte des Arbeitsgebietes mit den untersuchten Pflanzenfossilpunkten.

Das Arbeitsgebiet (Abb. 1) befindet sich im Bereich des tektonisch hangendsten Oberostalpins und wird von Einheiten gebildet und aufgebaut, welche im Zuge des intrakontinentalen Eoalpidischen Kollisionereignisses in einen Orogenkeil eingebaut wurden (SCHMID et al., 2004).

### 3.1. Bundschuh-Decke (Ötztal-Bundschuh-Deckensystem)

Die tiefste tektonische Einheit bildet die Bundschuh-Decke (SCHUSTER, 2003), welche Teil des Ötztal-Bundschuh-Deckensystems (SCHMID et al., 2004; SCHUSTER et al., 2006) ist. Bezüglich ihres Gesteinsinventars und ihrer geologischen Entwicklungsgeschichte ist die Bundschuh-Decke sehr vielseitig. Sie gliedert sich in zwei stratigrafische Einheiten, den liegenden Bundschuh-Priedröf-Komplex (SCHUSTER et al., 2006) und die darüber liegende permo-mesozoische Bedeckung, das „Stangalm-Mesozoikum s.l.“. Der Bundschuh-Priedröf-Komplex umfasst Granatglimmerschiefer, Paragneis und Orthogneis, untergeordnet Amphibolit und selten Marmor. Diese Gesteine zeigen eine mehrphasige Entwicklungsgeschichte während der variszischen und alpidischen Gebirgsbildung (KOROKNAI et al., 1999; SCHUSTER & FRANK, 1999). Ordovizische Orthogneise mit granitischer Zusammensetzung werden dem Bundschuh-Orthogneis-Lithodem zugeordnet (IGLSEDER et al., 2019). Die permo-mesozoischen Metasedimente des „Stangalm-Mesozoikums“ (STOWASSER, 1956; TOLLMANN, 1977) werden von Dolomitmarmor, Phyllit, Glimmerschiefer, unreinem Quarzit und Kalzitmarmor aufgebaut.

Die Bundschuh-Decke wird tektonisch von Decken des Drauzug-Gurktal-Deckensystems (SCHMID et al., 2004) überlagert, welches sich im Arbeitsgebiet in die liegende Königstuhl-Decke und die hangende Stolzalpe-Decke untergliedert. Bezüglich ihres Gesteinsinventars und stratigrafischen Aufbaus sind diese ähnlich, wurden jedoch während der Eoalpidischen Gebirgsbildung unterschiedlich verformt und metamorph überprägt.

### 3.2. Königstuhl-Decke (Drauzug-Gurktal-Deckensystem)

Die liegende Königstuhl-Decke beinhaltet ein Basement von schwach metamorphen pyroklastischen Gesteinen, untergeordnet siliziklastischen Metasedimenten (Chloritschiefer, Phyllit) und Dolomitmarmor des **Kaser-Komplexes** (IGLSEDER, 2019). Überlagert wird der Kaser-Komplex von der Stangnock-Formation und der darüber liegenden Werchzirm-Formation (SCHÖNLAUB, 2014c und Referenzen darin), welche am Ende beziehungsweise nach der variszischen Gebirgsbildung abgelagert wurden.

Die **Stangnock-Formation** (SCHÖNLAUB, 2014a und Referenzen darin) baut den größten Anteil der Königstuhl-Decke (IGLSEDER et al., 2018) auf und ihr Vorkommen ist auf die Kartenblätter UTM 3106-Radenthein, sowie kleinere Vorkommen auf UTM 4112-Gurk; UTM 3230-Tamsweg und UTM 4225-Murau beschränkt. Namensgebend ist der Berg Stangnock. Vorkommen gibt es auch im Bereich der Brunnachhöhe (LIEGLER, 1970), des Paalbachgrabens und des Kreischberges (THURNER, 1958; NEUBAUER, 1978; FRIMMEL, 1987). Isolierte Vorkommen im Ostabschnitt der Gurktaler Alpen, das „Karbon“ vom Christophberg (TOLLMANN, 1977) und das „Oberkarbon von St. Paul“ (SCHÖNLAUB, 2014b) werden aufgrund ihrer kontinental-klastischen Entwicklung und dem Pflanzendetritus ebenfalls zur Stangnock-Formation gezählt, tektonisch werden sie jedoch der hangenden Stolzalpe-Decke zugeordnet. Das „Karbon von Oberhof“ (BECK-MANNAGETTA, 1959; HAIGES, 1984; VON GOSEN et al., 1985) wird nach neuesten Erkenntnissen (HOLLINETZ, 2018) zu einem hochgradig metamorphen Äquivalent der Stangnock-Formation in der Bundschuh-Decke, dem „Oberhof-Lithodem“, gezählt.

In den genannten Teilvorkommen gibt es Analogien bzw. Unterschiede bezüglich des Aufbaus, Führung von Metavulkanit-Metasediment-, respektive Gneis-Komponenten in den basalen Konglomeraten, der permischen Überlagerung, der Fossilführung und Alterseinstufung sowie der metamorphen Überprägung und Deformation. Ursprünglich wurden die Sedimentgesteine der Stangnock-Formation als post-variszische Bedeckung der Stolzalpe-Decke interpretiert (TOLLMANN, 1977; PISTOTNIK, 1996; RANTITSCH & RUSSEGGER, 2000), wobei der West-/Nordwest-Rand der Stolzalpe-Decke mit der auflagernden Stangnock-Formation im Zuge der Eoalpidischen Gebirgsbildung verfaltet wurde. Untersuchungen von LIEGLER (1970), der im „Karbon der Brunnachhöhe“ inverse Lagerungsverhältnisse beschrieb, wurden zur Unterstützung dieser Hypothese herangezogen. Neue Untersuchungen mit RAMAN-Mikrospektroskopie (RANTITSCH et al., in Vorb.) zeigen sowohl analoge Temperaturen, als auch signifikante Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Vorkommen der Stangnock-Formation in den

verschiedenen tektonischen Einheiten. Das Vorkommen auf der Brunnachhöhe wird wegen niedriger Metamorphosebedingungen während der Eoalpidischen Gebirgsbildung zur Pfannock-Decke (SCHUSTER, 2005; IGLSEDER & HUET, 2019), bzw. der „Pfannockscholle/-schuppe/-einheit“ nach TOLLMANN (1975, 1977), PISTOTNIK (1980), KRAINER (1984), VON GOSEN (1989) und RANTITSCH & RUSSEGGER (2000) gezählt. Die Vorkommen im Bereich des Paalbachgrabens und des Kreischberges werden aufgrund von Fossilarmut, jedoch gleichen Metamorphosebedingungen, mit der Königstuhl-Decke („Paaler Schuppe“ nach NEUBAUER, 1980) korreliert. Von besonderer Bedeutung sind Orthogneis-Komponenten führende Metakonglomerate, die meist an der Basis der Stangnock-Formation vorkommen (FRIMMEL, 1984, 1987, 1988; IGLSEDER et al., 2019). Anhand geochemischer Vergleiche (FRIMMEL, 1988; IGLSEDER et al., 2018) und Zirkon-Altersdatierungen (IGLSEDER et al., 2018) könnten die Komponenten dem Bundschuh-Orthogneis-Lithodem zugeordnet werden.

Die **Werchzirm-Formation** (Christophberg-Schichten, Freudenberg-Schichten, Postvariszische Transgressionsserie, Kontinentalklastisches Perm nach SCHÖNLAUB, 2014c und Referenzen darin) wird von rot gefärbten niedriggradig metamorphen siliziklastischen Sedimentgesteinen (Metasandstein, Metasiltstein, Tonschiefer mit zwischengeschalteten polymikten Metakonglomeraten und -brekzien) aufgebaut. Diese werden als Ablagerungen in Muren oder fluviatile Ablagerungen in Rinnen und Schuttfächern interpretiert (KRAINER, 1987 und Referenzen darin). Obwohl für die Werchzirm-Formation im Bearbeitungsgebiet nur spärlicher Pflanzenfossilinhalt beschrieben ist, wird aufgrund von ähnlichen Ablagerungen im Bereich Krappfeld, Ulrichsberg, Christophberg und Griffener-St. Pauler Berge (Stolzalpe-Decke im Ostabschnitt der Gurktaler Alpen) ein analoges Sedimentationsalter des Cisuraliums (unteres Perm; ca. 298–272 Ma) angenommen (KRAINER, 1987 und Referenzen darin). Als signifikanter Unterschied zu den siliziklastischen Sedimentgesteinen der Stangnock-Formation findet man in den Konglomeraten der Werchzirm-Formation überwiegend, meist aufgearbeitete Karbonat-Komponenten, in denen anhand von Conodonten obersilurische bis unterdevonische Fossilalter nachgewiesen werden konnten (KRAINER, 1987 und Referenzen darin). Die Vorkommen am Kreischberg (NEUBAUER, 1978; FRIMMEL, 1987) werden dieser Einheit zugeordnet.

### 3.3. Stolzalpe-Decke (Drauzug-Gurktal-Deckensystem)

Die hangendste tektonische Einheit des Arbeitsgebietes bildet die Stolzalpe-Decke (Stolzalpen-Decke, Stolzalpen-Teildecke) (TOLLMANN, 1959, 1975, 1977; PISTOTNIK, 1980; VON GOSEN et al., 1985; IGLSEDER & SCHUSTER, 2013) mit einem prä-variszischen Basement (Spielriegel- und Kaser-Komplex) sowie einer post-variszischen transgressiven Bedeckung (Stangnock-Formation) (IGLSEDER et al., 2018). Der **Spielriegel-Komplex** (IGLSEDER & HUET, 2015; HUET, 2015) wird von schwach metamorphen siliziklastischen Sedimentgesteinen (Metasandstein, Metasiltstein, Quarzphyllit), aufgebaut. Oft sind in den hangenden Bereichen vulkanische und pyroklastische Gesteine sowie Eisen führende Dolomitmarmore eingelagert, welche südwestlich des Arbeitsgebietes Fossilalter des Oberordoviziums (NEUBAUER & PISTOTNIK, 1984) zeigen. Eine Besonderheit stellt (etwas südlich des Kartenausschnittes) das Vorkommen eines Metaignimbrites dar, an dem Zirkon-Bildungsalter ca. 470 Ma (IGLSEDER et al., 2018; IGLSEDER, in Vorb.) ergaben. Der Spielriegel-Komplex wird von Gesteinen des **Kaser-Komplexes** überlagert (IGLSEDER & HUET, 2015; HUET, 2015). Dieser baut sich aus schwach metamorphen pyroklastischen und vulkanischen Gesteinen (Metapyroklastika, Metatuffit, Chloritphyllit, Metabasalt) auf, anhand derer durch Untersuchungen an Zirkonen ein Bildungsalter der pyroklastischen Gesteine um ca. 450 Ma (IGLSEDER et al., 2018; IGLSEDER, in Vorb.) bestimmt werden konnte. Vergleichbar mit dem Spielriegel-Komplex sind auch dem Kaser-Komplex Eisen führende Dolomitmarmore eingelagert, welche Fossilalter von ca. 430 bis 390 Ma (oberes Silurium bis unteres Devonium; HÖLL, 1970) zeigen. Die transgressive Bedeckung mit Metasedimenten der Stangnock-Formation am Simmerleck, Kornock und der Turracher Alpe weist – im Gegensatz zu den mächtigen sedimentären Abfolgen im Bereich der Königstuhl-Decke – eine etwas andere Zusammensetzung der Sedimentgesteine (weniger Konglomerate und Tonschiefer) mit geringeren Mächtigkeiten, teilweise feineren Korngrößen und nur spärlichen Hinweisen auf Pflanzenfossilien auf. Auch konnten im Arbeitsgebiet keine jüngeren Ablagerungen (z.B. Werchzirm-Formation) beobachtet werden (IGLSEDER et al., 2019). Neue Untersuchungen mit RAMAN-Mikrospektroskopie (RANTITSCH et al., in Vorbereitung) zeigen im Vergleich zur

Königstuhl-Decke niedrigere Maximaltemperaturen.

Ihre tektonische und metamorphe Hauptprägung erfuhren die Einheiten während der kreidezeitlichen, eoalpidischen Gebirgsbildung. So ist vor allem in den tieferen Decken eine intensive Deformation mit zum Teil penetrativer isoklinaler Verfaltung vorherrschend. Die tektonischen Grenzen zeigen sich vor allem durch signifikante Metamorphosesprünge zwischen Bundschuh- und Königstuhl-Decke von amphibolitfaziellen zu grünschieferfaziellen Bedingungen und zwischen Königstuhl- und Stolzalpe-Decke von grünschieferfaziellen zu unteren grünschieferfaziellen Bedingungen.

#### 4. Dokumentation neu beschriebener Fundstellen der Stangnock-Formation

Im Laufe der letzten 25 Jahren wurden vier neue Fundgebiete (Tab. 1) auf der Turracher Höhe (T), beim Bergbau Brandl (BR) im Nesselbachgraben (NB), am Reißeck (REI) und Frauennock (FR, FNG, FNO) neu untersucht und bio- und chronostratigrafisch eingestuft. An 24 Fundorten wurden über 900 bestimmbare Fossilien gefunden und beschrieben. Dabei wurden im Bereich der Turracher Höhe (Tab. 2; 13 Fundorte) 51 Taxa, beim alten Anthrazitbergbau Brandl und im Nesselbachgraben (Tab. 3; fünf Fundorte) 18 Taxa sowie am Reißeck (vier Fundorte) und am Frauennock (Tab. 4; drei Fundorte) 47 Taxa dokumentiert und bestimmt. Erstfunde (EF), Leitfossilien (LF) und Indexfossilien (IF) werden dabei extra ausgeschieden. Die Zuordnung der einzelnen Pflanzenarten, als auch deren Reichweite basiert auf WAGNER (1984), BOERSMA & BROEKMEYER (1989), FRITZ et al. (1990), CLEAL et al. (2003, 2009), WAGNER & ÁLVAREZ-VASQUEZ (2010) und OPLUSTIL et al. (2016). Zur stratigrafischen Einstufung wurden die Stufen der West- und Zentraleuropäischen Becken herangezogen und in die international gültige Nomenklatur übersetzt (DAVYDOV et al., 2012; COHEN et al., 2013; aktualisiert).

Nr	Fundpunkt	Lokalität	UTM_N	UTM_E	Kapitel
01	T-1A/T-1	Turracher Höhe	5196694	414868	4.1.1./4.1.2.
02	T-1C	Turracher Höhe	5196615	414910	4.1.13.
03	T-2	Turracher Höhe	5196952	414841	4.1.4.
04	T-3	Turracher Höhe	5197372	415021	4.1.5.
05	T-4	Turracher Höhe	5197419	415040	4.1.6.
06	T-5	Turracher Höhe	5197550	414986	4.1.7.
07	T-7	Turracher Höhe	5197523	414645	4.1.12.
08	T-10	Turracher Höhe	5198008	414446	4.1.9.
09	T-12	Turracher Höhe	5196859	414863	4.1.3.
10	T-17	Turracher Höhe	5197545	414780	4.1.8.
11	T-25	Turracher Höhe	5198069	413168	4.1.11.
12	T-26	Turracher Höhe	5197645	414010	4.1.10.
13	BR-1	Brandl-Nesselbachgraben	5200100	412714	4.2.1.
14	BR-2	Brandl-Nesselbachgraben	5200169	412649	4.2.2.
15	BR-4	Brandl-Nesselbachgraben	5200200	412599	4.2.3.
16	NB-A	Nesselbachgraben	5199874	412109	4.2.4.
17	NB-B	Nesselbachgraben	5199665	412472	4.2.4.
18	REI-1A	Reißeck Nordgrat unten	5202527	411184	4.3.1.
19	REI-1B	Reißeck Nordgrat oben	5202514	411185	4.3.1.
20	REI-1C	Reißeck Nordwesthang	5202520	411167	4.3.1.
21	REI-2	Reißeck Gipfel	5202359	411174	4.3.2.
22	FS	Frauenscharte	5201503	410078	4.3.3.
23	FNG	Frauennock Gipfel	5201269	410111	4.3.4.
24	FNO	Frauennock Ost	5201265	410577	4.3.5.

Tab. 1: Fundpunkte an vier neu untersuchten Lokalitäten in der Stangnock-Formation (Koordinaten in WGS84-UTM33N): Turracher Höhe (T), Bergbau Brandl (BR), im Nesselbachgraben (NB), Reißeck (REI), Frauennock (FR, FNG, FNO).

ART/GATTUNG	KLASSE/ ORDNUNG	ERSTFUND	LEITFOSSIL	T-1A	T-1	T-12	T-2	T-3	T-4	T-5	T-17	T-10	T-26	T-25	T-7	T-1C	ABBILD.
<i>Alethopteris lesquereuxi</i> WAGNER	Pteridospermae				x			x									Abb. 4d
<i>Alethopteris</i> sp.	Pteridospermae				x						x						
<i>Annularia radiata</i> BRONGNIART	Equisetophyta						x										
<i>Annularia sphenophylloides</i> (ZENKER) GUTBIER	Equisetophyta			x													
<i>Annularia stellata</i> (STERNBERG) WOOD	Equisetophyta				x												
<i>Aphlebia</i> sp.	Filicophyta						x										
<i>Artisia</i> sp.	Cordilatospermae						x				x						
<i>Asterophyllites equisetiformis</i> (STERNBERG) BRONGNIART	Equisetophyta				x				x			x					
<i>Bothrodendron</i> LINDLEY & HUTTON in Knorria- Erhaltung	Lepidophyta						x										Abb. 4c
<i>Calamites (Calamitina)</i> sp. WEISS	Equisetophyta						x		x			x		x			Abb. 4a, 5d
<i>Calamites (Stylocalamites) cisti</i> BRONGNIART	Equisetophyta						x		x			x					Abb. 4a
<i>Calamites (Stylocalmites) suckowi</i> BRONGNIART	Equisetophyta						x		x			x					Abb. 4e
<i>Calamites (Stylocalmites) undulatus</i> STERNBERG	Equisetophyta								x								Abb. 4f
<i>Calamostachys germanica</i> WEISS	Equisetophyta	EF							x								Abb. 5d
<i>Calamostachys</i> sp.	Equisetophyta						x										
<i>Callipteridium (Praecallipteridium) costei</i> (ZEILLER) WAGNER	Pteridospermae				x												Abb. 3b
<i>Callipteridium (Praecallipteridium) jongmansi</i> BERTRAND	Pteridospermae				x												Abb. 2e, 3a
<i>Cordaites</i> sp.	Cordilatospermae				x		x			x		x	x				
<i>Crenulopteris lamuriana</i> (HEER) WITTRY	Filicophyta		LF				x		x	x		x		x			Abb. 5a-c
<i>Cyclopteris fimbriata</i> LESQUEREUX	Pteridospermae						x						x				
<i>Cyperites bicarinatus</i> LINDLEY & HUTTON	Lepidophyta				x				x		x	x		x			Abb. 2f
<i>Dicksonites pluckenetii</i> (STERNBERG) STERZEL	Pteridospermae			x													
<i>Lepidodendron aculeatum</i> STERNBERG	Lepidophyta					x											Abb. 3d
<i>Lepidodendron obovatum</i> STERNBERG	Lepidophyta						x										Abb. 4b
<i>Lepidodendron</i> sp. (beblätterte Zweige)	Lepidophyta										x						
<i>Lepidostrobusphyllum hastatum</i> (LESQUEREUX) CHALONER	Lepidophyta																

ART/GATTUNG	KLASSE/ ORDNUNG	ERSTFUND	LEITFOSSIL	T-1A	T-1	T-12	T-2	T-3	T-4	T-5	T-17	T-10	T-26	T-25	T-7	T-1C	ABBILD.
<i>Lepidostrobyllum lanceolatum</i> (LINDLEY & HUTTON) BELL	Lepidophyta				x				x		x						Abb. 5d
<i>Lepidostrobyllum</i> sp.	Lepidophyta					x											
<i>Lepidostrobus</i> sp.	Lepidophyta												x				
<i>Linopteris neuropteroides fa.minor</i> (GUTBIER) POTONIE	Pteridospermae			x	x						x	x					Abb. 2a, 2e
<i>Macroneuropteris scheuchzeri</i> (HOFFMANN) CLEAL, SHUTE & ZODROW	Pteridospermae		LF		x	x	x			x			x			x	Abb. 2d, 2f, 4a, 6b, 6c
<i>Macrostachya</i> sp.	Equisetophyta				x												
<i>Neuropteris ovata</i> HOFFMANN	Pteridospermae						x					x	x		x		Abb. 6a
<i>Odontopteris minor</i> BRONGNIART	Pteridospermae		LF	x													Abb. 2b
<i>Pachytesta</i> sp. BRONGNIART	Pteridospermae				x						x						Abb. 2c
<i>Pecopteris arborescens</i> STERNBERG	Filicophyta										x						
<i>Pecopteris hemiteiloidea</i> BRONGNIART	Filicophyta										x						
<i>Pecopteris obliquenervis</i> CORSIN	Filicophyta	EF										x					Abb. 3f
<i>Pecopteris polymorpha</i> BRONGNIART	Filicophyta		LF						x	x	x	x					
<i>Pecopteris</i> sp.	Filicophyta			x		x						x					
<i>Pecopteris unita</i> BRONGNIART	Filicophyta						x										
<i>Pinnularia</i> sp. = <i>Radicitis</i>	Wurzelorgane				x					x			x				
<i>Sigillaria brardii</i> BRONGNIART	Lepidophyta												x				
<i>Sigillaria mammillaris</i> BRONGNIART	Lepidophyta	EF							x								Abb. 5e
<i>Sigillariostrobus</i> sp.	Lepidophyta										x						
<i>Sphenophyllum emarginatum</i> (BRONGNIART) KOENIG	Equisetophyta					x	x	x	x	x	x						Abb. 3e, 5f
<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> (GERMAR & KAULFUSS) UNGER	Equisetophyta	IF			x	x	x	x		x	x	x	x				Abb. 3c
<i>Sphenophyllum</i> sp.	Equisetophyta			x													Abb. 3f
<i>Sphenopteris</i> sp.	Pteridospermae						x										
<i>Spiropteris</i> sp.	Filicophyta																
<i>Stigmaria</i> sp. mit Appendices	Lepidophyta							x									

Tab. 2: Florenliste dieser Bearbeitung im Bereich der Turracher Höhe.

## 4.1. Beschreibung der Fundstellen der Turracher Höhe

### 4.1.1. Fundpunkt T-1A

Dieser Punkt befindet sich südwestlich des Schwarzsees im Liegenden einer 5 m mächtigen Konglomerat-Sandsteinlage am Rande der Skitrasse.

**Sediment:** Schwach metamorpher glimmerreicher grauer Feinsandstein.

**Flora:** Dominanz der Farnsamer (Pteridospermae) *Linopteris neuropteroides* fa. *minor* (Abb. 2a), *Odontopteris minor* (Abb. 2b) und als selteneres Element *Dicksonites pluckenetii*.

**Paläobotanische Bemerkungen:** Vorwiegend treten farnlaubige Samenpflanzen auf. Diese vereinigen Merkmale der Farn- und Samenpflanzen. Die meisten Farnsamer waren kleine bis mittelgroße Bäume (5–10 m) mit einem unverzweigten Stamm, der eine Krone aus meterlangen Wedeln trug, an denen aber keine Sporangien saßen, sondern große Samen der Gattung *Pachytesta* sp. (Abb. 2c). Eine Ausnahme waren *Odontopteris minor* sowie *Dicksonites pluckenetii*, die eine kletternde Wuchsform hatten und an diesem Fundpunkt mit *Linopteris neuropteroides* fa. *minor* eine Gemeinschaft bildeten. *Odontopteris minor* hatte ihr Erstauftreten im Kantabrium. *Linopteris neuropteroides* hat Blättchen mit einer charakteristischen Netzaderung. Die Blättchen werden meist einzeln gefunden, oft sind ganze Schichtflächen damit gepflastert. Periodischer Laubabwurf aufgrund von ökologischem Stress (Trockenheit, Fruktifikation) wird diskutiert (ZODROW et al., 2007). Massenvorkommen von *Linopteris*-Blättchen sind in der Stangnock-Formation auf die basalen Schichten beschränkt und sprechen biostratigrafisch für das untere Stephanium (= Kantabrium und Barruelium). In höheren Schichten werden *Linopteris*-Blättchen nur mehr vereinzelt gefunden (FRITZ & KRÄINER, 2007).

**Lebensraum:** Die Farnsamer bevorzugten ungestörte Lebensräume, wie stabile Uferdämme oder höhere Bereiche von Überflutungsebenen und bildeten oft über längere Zeit stabile Gemeinschaften geringer Diversität bis monotypische Bestände.

### 4.1.2. Fundpunkt T-1

Dieser Punkt befindet sich im Hangenden der Konglomerat-Sandsteinlage bei Fundpunkt T-1A. Diese Schicht wurde beim Pistenbau im Jahr 1994 teilweise abgetragen und am Abhang abgelagert. Das Abtragungsmaterial wurde entsprechend Tonschiefer oder Feinsandstein getrennt, um zu untersuchen, ob ein Unterschied in der Florenzusammensetzung zu erkennen ist, was sich auch bestätigte. Die Fundstelle T-1 zeigt zwei unterschiedliche von Farnsamern dominierte Pflanzengesellschaften.

#### Tonschieferlagen:

**Sediment:** Schwach metamorpher Tonschiefer.

**Flora:** Dominanz von *Macroneuropteris scheuchzeri* (Abb. 2d + 2f) und *Cyperites bicarinatus* (schmal-bandförmige Blattorgane der Lepidophyten) (Abb. 2f).

**Paläobotanische Bemerkungen:** *Macroneuropteris scheuchzeri* war ein trockenheitsempfindlicher Farnsamer, der die nassen Stellen von mineralischen Böden bevorzugte und bis in die Moore vordrang. Da *M. scheuchzeri* mit Ende des Kantabriums (unteres Stephanium) in Europa ausstarb, ist diese Art ein wichtiges Indexfossil für die Altersdatierung der Turracher Stangnock-Formation.

**Lebensraum:** Aufgrund des Vorkommens von Wurzeln der Gattung *Pinnularia* sp. mit erhaltenen feinsten Verzweigungen ist für den Tonschieferhorizont eine autochthone Flora anzunehmen. Das gemeinsame Vorkommen von *M. scheuchzeri* Blättchen mit *Cyperites bicarinatus* spricht für einen moornahen Standort.

#### Sandsteinlagen:

**Sediment:** Schwach metamorpher glimmerreicher Feinsandstein.

**Flora:** Der Feinsandstein von T-1 enthielt keine *M. scheuchzeri* Abdrücke, sondern als dominierende Farnsamer *Linopteris neuropteroides*, *Callipteridium* (*Praecallipteridium*) *jongmansii* (Abb. 2e, Abb. 3a) und etwas seltener *Callipteridium* (*Praecallipteridium*) *costei* (Abb. 3b). Auffällig ist die völlige Abwesenheit von Farnen am Fundpunkt T-1.

**Paläobotanische Bemerkungen:** Die Formgattung *Callipteridium* hat WAGNER (1965) in zwei Untergattungen (*Praecallipteridium* und *Eucallipteridium*) aufgeteilt, wobei die unterschiedliche Lage der Zwischenfiedern das Unterscheidungsmerkmal ist. Abbildung 2e zeigt die Zwischenfiedern am katadromen Ende der Fiedern letzter Ordnung in axillärer Position, typisch



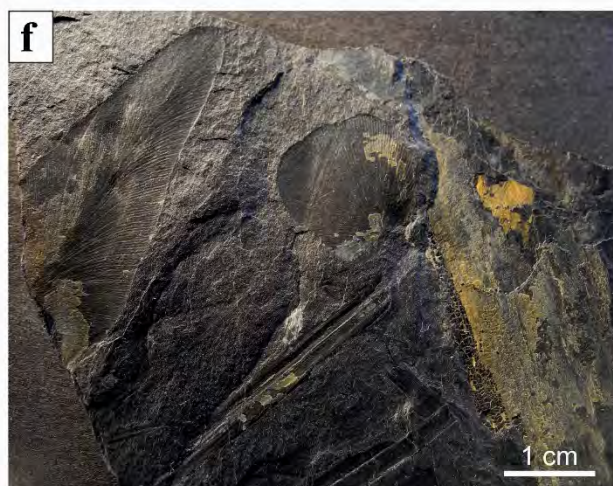
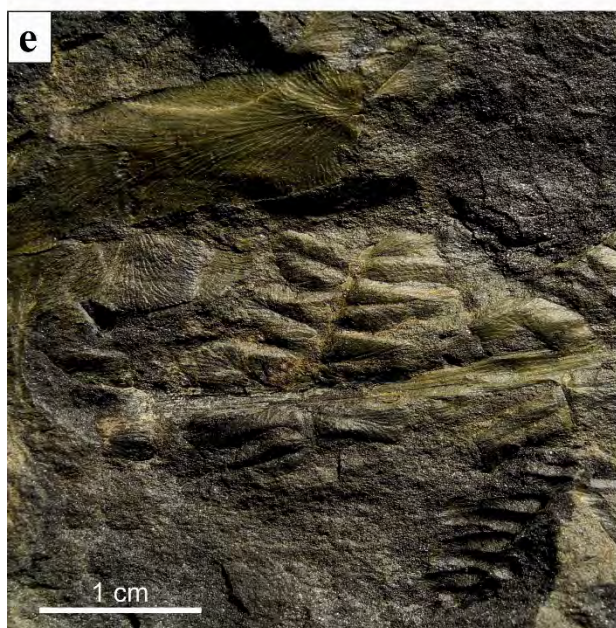
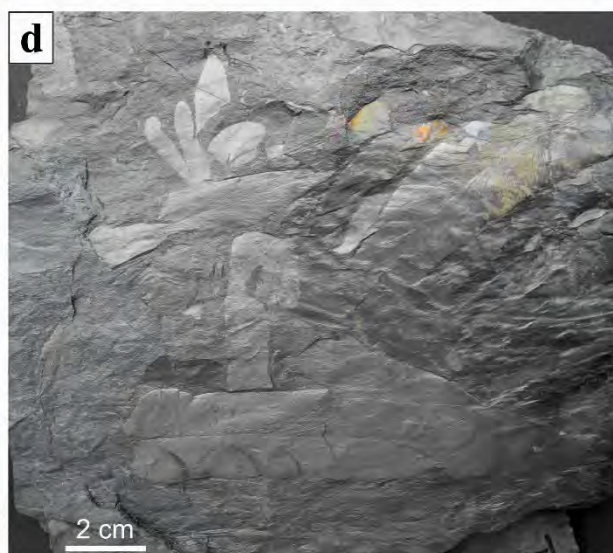
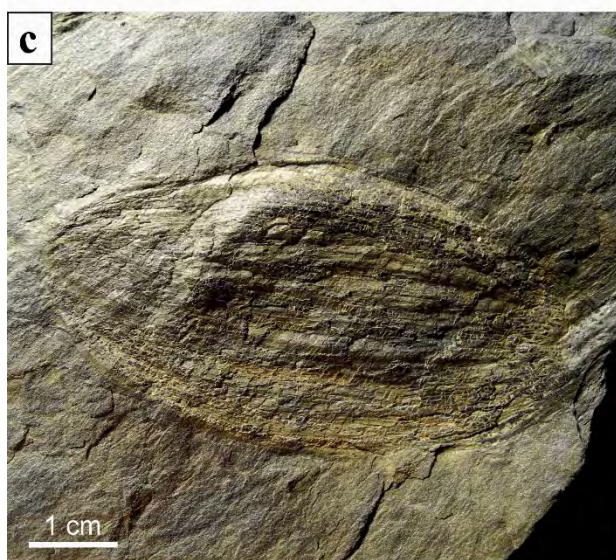
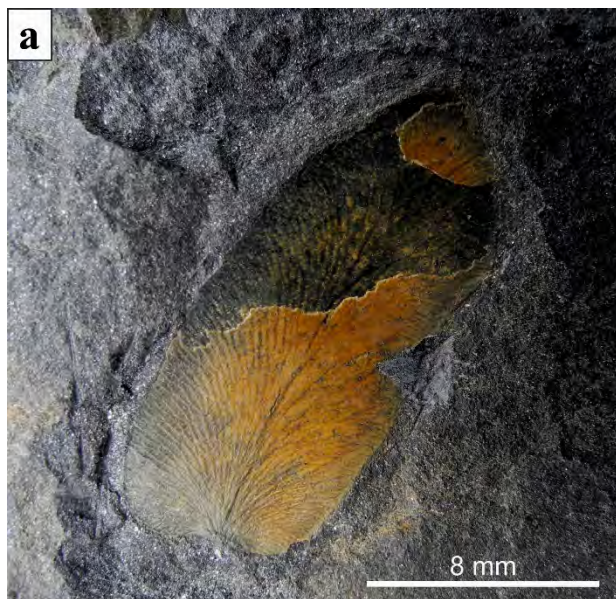


Abb. 2: a) *Linopteris neuropteroides* fa. *minor* (GUTBIER) POTONIE. Blättchen mit typischer Maschenaderung. Fundort: T-1; b) Fiedern letzter Ordnung des Farnsamers *Odontopteris minor* BRONGNIART. Fundort: T-1A; c) Samen des Farnsamers *Pachytesta* sp. BRONGNIART. Fundort: T-17; d) Eine Schichtfläche mit Blättchen des Farnsamers *Macroneuropteris scheuchzeri* (HOFFMANN) CLEAL, SHUTE & ZODROW. Fundort: T-1; e) Wedelfragment des Farnsamers *Callipteridium (Praecallipteridium) jongmansii* BERTRAND. Die basalen katadromen Fiederchen sind in axillärer Position zwischen der Achse letzter und vorletzter Ordnung. Links oben ein *Linopteris neuropteroides* fa. *minor* Blättchen. Fundort: T-1; f) Isoliertes rundliches basales Blättchen von *Macroneuropteris scheuchzeri* neben der Blattspitze der gleichen Art. Die länglichen Strukturen mit Mittelrippe sind *Cyperites bicarinatus* LINDLEY & HUTTON. Fundort: T-1.

für die Untergattung *Praecallipteridium*. Im obersten Asturium und Kantabrium (oberes Moskovium) vollzieht sich die Entwicklung zu den Eucallipteriden, bei denen die Zwischenfiedern auf der gesamten Rachis vorletzter Ordnung sitzen.

**Lebensraum:** Es handelt sich um eine von den Farnsamern *Linopteris neuropteroides* und *Callipteridium (Praecallipteridium) jongmansii* dominierte moorferne Pflanzengesellschaft.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-1A und T-1:** Aufgrund des Vorkommens von *Macroneuropteris scheuchzeri*, die gegen Ende der *O. cantabrica*-Zone ausstirbt und *Sphenophyllum oblongifolium* und *Odontopteris minor*, die ihr Erstauftreten in der *O. cantabrica*-Zone haben, wird diese Flora der ***Odontopteris cantabrica*-Zone** zugeordnet (Kantabrium, oberes Moskovium).

#### 4.1.3. Fundpunkt T-12

Dieser Punkt befindet sich am Weg vom Fundpunkt T-1 zum ehemaligen Gasthaus am Schwarzsee.

**Sediment:** Schwach metamorpher glimmerreicher grauer Tonschiefer und Siltstein.

**Flora und Lebensraum:** Wir sehen an diesem Fundpunkt ein noch von baumförmigen Bärlappgewächsen (*Lepidodendron aculeatum*; Abb. 3d) dominiertes Waldmoor mit geringem Farnanteil und Keilblattpflanzen (Sphenophyllaceae).

**Paläobotanische Bemerkungen:** Die baumförmigen Riesenbärlappgewächse (Lepidophyten) sind in den Sedimenten der Turracher Höhe mit den Gattungen *Sigillaria*, *Lepidodendron* und *Bothrodendron* vertreten. Die Lepidophyten bildeten vom Namurium bis Asturium (Serpukhovium bis Moskovium) die Hauptvegetation der Moore. Ab dem oberen Asturium (oberes Moskovium) treten die baumförmigen Bärlappgewächse durch die zunehmende Trockenheit immer mehr zurück und werden durch die Baumfarne ersetzt. Auf der Turracher Höhe finden wir jedoch noch von Lepidophyten dominierte Waldmoorgesellschaften. Möglicherweise spielten besondere Umweltbedingungen in einem intramontanen Becken eine Rolle. Die Keilblattpflanzen (*Sphenophyllum oblongifolium*, Abb. 3c und *Sphenophyllum emarginatum*, Abb. 3e) hatten bis meterlange unregelmäßig verzweigte dünne Sprossen, die nach Art der Schachtelhalme in Internodien und Nodien, an denen die Blattwirtel standen, geteilt waren. Die Wuchsform der Keilblattgewächse war die von „Spreizklimmern“. Sie bildeten den Unterwuchs sowohl auf moorigen Standorten, als auch auf trockeneren mineralischen Böden.

**Erstfund für die Stangnock-Formation:** *Pecopteris obliquenervis* (Abb. 3f); dieses Fiederfragment eines Farns hat stark miteinander verwachsene Blättchen, die einen halbkreisförmigen Gipfel bilden. Der Habitus der Fieder entspricht der Art *Pecopteris unita*.

Die entscheidende Differenzierung ist im Gegensatz zur *P. unita* die Gabelung der Seitenadern bei *P. obliquenervis*.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-12:** Aufgrund des Vorkommens von *M. scheuchzeri* und *Sphenophyllum oblongifolium* wird diese Flora der ***Odontopteris cantabrica*-Zone** zugeordnet (Kantabrium, oberes Moskovium).

#### 4.1.4. Fundpunkt T-2

Dieser Punkt befindet sich beim derzeit lehrstehenden Gasthaus am Schwarzsee und war bei Kanalbauarbeiten 1994 ein temporärer Fundpunkt.

**Sediment:** Schwach metamorpher graugrüner, teilweise rostbrauner glimmerreicher Feinsandstein mit Tonschieferlagen.

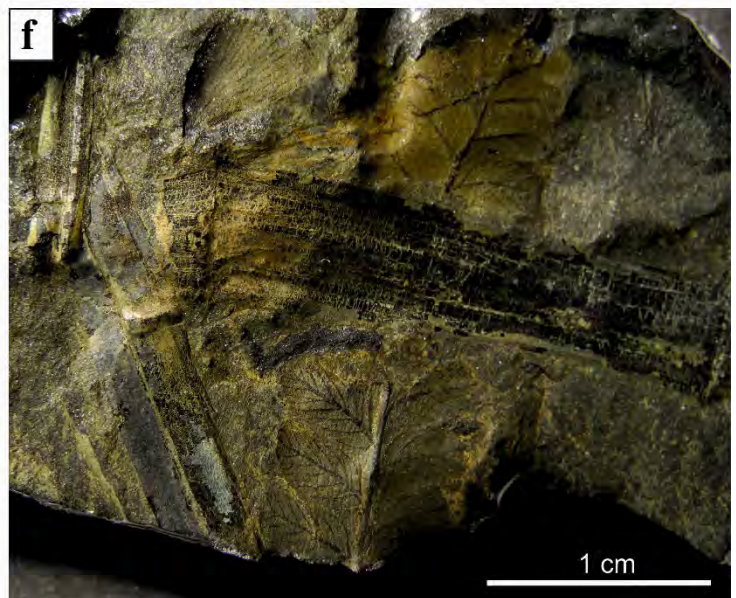
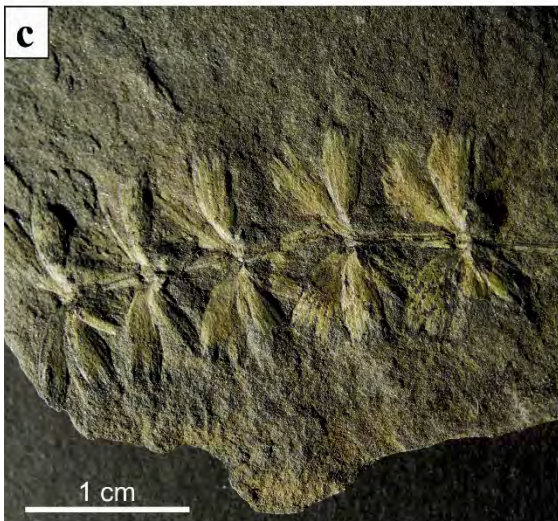


Abb. 3: a) Fieder des Farnsamers *Callipteridium* (*Praecallipteridium*) *jongmansii* BERTRAND mit basal verwachsenen sichelförmigen Blättchen. Fundort: T-1. b) *Callipteridium* (*Praecallipteridium*) *costei* (ZEILLER) WAGNER. Fundort: T-1. c) Spross mit fünf Blattwirteln von *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR & KAULFUSS) UNGER. Fundort: T-12. d) Stammabdruck des Schuppenbaumes *Lepidodendron aculeatum* STERNBERG. Die Blattpolster sind nach oben bzw. unten lang ausgezogen und verbinden sich zu Polsterreihen. Fundort: T-12. e) Einzelner Blattwirtel mit sechs keilförmigen Blättchen von *Sphenophyllum emarginatum* (BRONGNIART) KOENIG. Die halbkreisförmigen Zähne des Blattvorderrandes sind am oberen Blättchen gut zu sehen. Fundort: T-12. f) Fieder mit verwachsenen Fiederchen und teilweise gegabelten Seitenadern von *Pecopteris obliquenervis* CORSIN. Die Fieder wird von einer *Sphenophyllum* Achse überlagert. Fundort: T-12.

**Flora:** Eine von Equisetophyta (Calamiten; *Calamites cistii*, *Calamitina* sp.; Abb. 4a, *Sphenophyllum oblongifolium*), den Farnsamern *Neuropteris ovata* und *Macroneuropteris scheuchzeri* sowie dem Farn *Crenulopteris lamuriana* dominierte Flora. Einzelfunde waren der Rindenabdruck des Schuppenbaumes *Lepidodendron obovatum* (Abb. 4b) und der Abdruck eines teilweise entrindeten Stammes eines Grubenbaumes *Bothrodendron* (Abb. 4c) in *Knorria*-Erhaltung.

**Lebensraum:** Der Fundpunkt zeigt eine allochthone Flora mit Elementen einer Waldmoorgesellschaft und einer moorfernen Farnsamergesellschaft.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-2:** Aufgrund des Vorkommens von *M. scheuchzeri*, *Sphenophyllum oblongifolium* und *Crenulopteris lamuriana* wird diese Flora der ***Odontopteris cantrabrica*-Zone** zugeordnet (Kantabrium, oberes Moskovium).

#### 4.1.5. Fundpunkt T-3

Dieser Punkt befindet sich bei der Halde des Grubenbereiches Sölleneck (oberster Irene-Stollen) und beinhaltet drei interessante Einzelfunde.

**Sediment:** schwach metamorpher grauschwarzer glimmerhaltiger Tonschiefer und Siltstein.

**Paläobotanische Bemerkungen:** Die Pteridospermen-Gattung *Alethopteris* ist in den Sedimentgesteinen der Turracher Höhe selten und meist nur mit kleinsten Fragmenten vertreten. Eine Ausnahme ist die Fieder des Farnsamers *Alethopteris lesquereuxi* (Abb. 4d) mit einer Verbreitung vom mittleren Asturium bis Kantabrium (oberes Moskovium). Das Innere der Calamitenstämme wurde von einem zentralen Markhohlraum gebildet, der von ringförmig angeordneten Leitbündeln umgeben war und der nach dem Absterben oft mit Sediment gefüllt wurde. Dieses bildet den häufigsten Erhaltungszustand der Calamitenstämme, die Marksteinkerne. Der meist aus Sandstein aufgebaute Marksteinkern der Calamitenstämme besteht, als Besonderheit bei *Calamites suckowii* (Abb. 4e), aus Quarz und feinkristallinem Eisenspat. Als Stigmarien (*Stigmaria* sp.) werden die Wurzelorgane der Lepidophyten bezeichnet. Sie tragen rundum schlauchförmige Wurzeln (Appendices). Die in der Halde gefundenen Stigmarien mit Appendices sprechen für ein autochthones Vorkommen und stammen vermutlich aus dem Wurzelboden des Flözes.

#### 4.1.6. Fundpunkt T-4

Dieser Punkt liegt im Hangenden des obersten Irene-Stollens und steht an der hangseitigen Böschung des Fahrweges an.

**Sediment:** schwach metamorpher hellgrauer bis bräunlicher Sandstein mit Tonschiefer.

**Flora:** Es dominieren Calamiten (*Calamites undulatus* – Abb. 4f), Sphenophyllaceen sowie Farne. Nur wenige der Proben enthalten Reste von Lepidophyta, wie ein isoliertes Sporophyll eines *Lepidodendron* Sporenzapfens (*Lepidostrobophyllum lanceolatum*, Abb. 5d).

**Paläobotanische Bemerkungen:** Der dominierende Farn dieses Fundpunktes ist *Crenulopteris lamuriana* (Abb. 5a–c) mit den Synonymen *Lobopteris lamuriana*, *Pecopteris lamurensis*. *Lobopteris lamuriana* wurde durch WITTRY et al. (2015) wegen nomenklatorischer Unklarheiten und neuen Erkenntnissen bezüglich der Sporen der Gattung *Crenulopteris* zugeordnet und mit einer exakten Diagnose versehen. *Crenulopteris lamuriana* ist der häufigste Farn in den Sedimentgesteinen der Turracher Höhe mit dem Erstauftreten im Kantabrium und häufigerem Vorkommen ab dem Stephanium A (Barruelium).

**Erstfunde für die Stangnock-Formation:** Eine vollständige Ähre von *Calamostachys germanica* (Abb. 5d) und der Rindenabdruck des Siegelbaumes *Sigillaria mammilaris* (Abb. 5e).

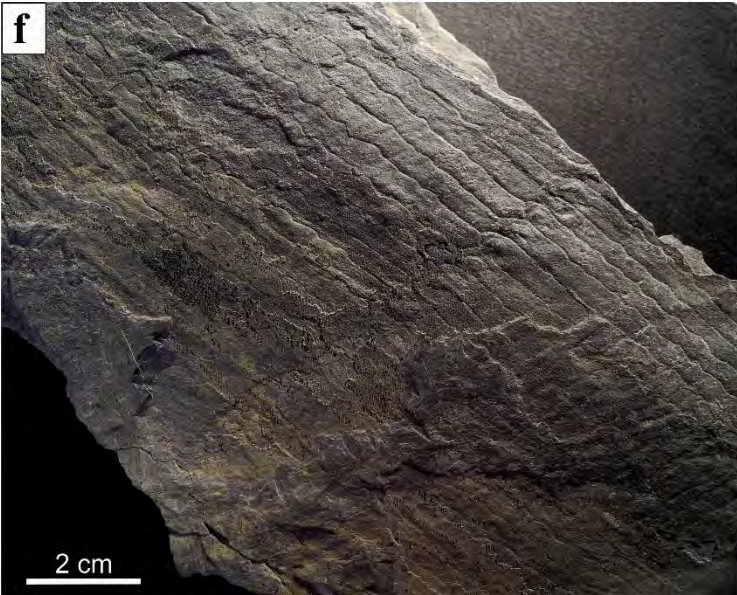
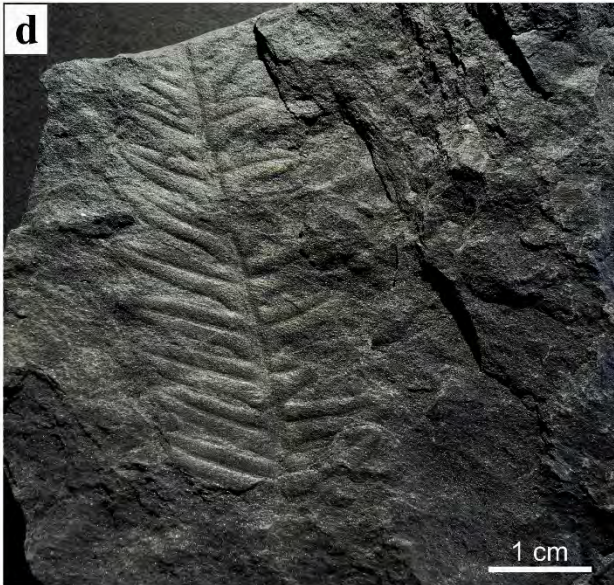
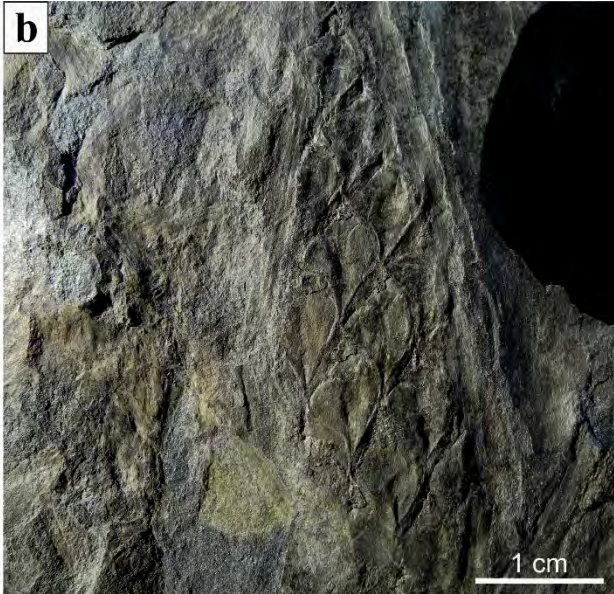


Abb. 4: a) Horizontal liegender Marksteinkern von *Calamites (Stylocalamites) cistii* BRONGNIART und ein aufrechter Marksteinkern der Untergattung *Calamitina* sp. WEISS. Am unteren Bildrand zwei *Macroneuropteris scheuchzeri* (HOFFMANN) CLEAL, SHUTE & ZODROW Blättchen. Fundort: T-2. b) Stammabdruck des Schuppenbaumes *Lepidodendron obovatum* STERNBERG. Blattpolster mit, im oberen Polsterbereich gelegen, rhombischen Blattnarben. Fundort: T-2. c) *Bothrodendron* LINDLEY & HUTTON in *Knorria*-Erhaltung. Abdruck eines teilweise entrindeten Stammes eines Grubenbaumes. In Schrägzeilen sind unregelmäßig angeordnete Wülste mit zentraler Narbe zu sehen. Fundort: T-2. d) *Alethopteris lesquereuxi* WAGNER. Die Blättchen sind basal verbunden und die Mittelader ist deutlich ausgeprägt und nicht herablaufend. Die Seitenadern erreichen schräg den Blättchenrand. Fundort: T-3. e) *Calamites (Stylocalamites) suckowii* BRONGNIART. Der oval verformte Marksteinkern besteht aus Quarz und Eisenhydroxid. Fundort: T-3. f) *Calamites (Stylocalamites) undulatus* STERNBERG. Flach gedrückter Marksteinkern mit zackenförmiger Nodiallinie. Fundort: T-4.

**Lebensraum:** Durch Sedimenteintrag klang die Periode eines Waldmoores aus und es bildete sich eine Pioniergesellschaft mit Calamiten, Sphenophyllaceen sowie Farnen. Stabile Böden bevorzugende Farnsamer fehlen vollständig. Kreuz und quer liegende, bis 30 cm lange Farn-Achsen deuten auf ein autochthones Vorkommen oder auf kurze Transportweiten hin.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-4:** Aufgrund des Vorkommens von *Crenulopteris lamuriana* und das Fehlen von Arten des Barrueliums wird diese Flora der ***Odontopteris cantrabrica*-Zone** zugeordnet (Kantabrium, oberes Moskovium).

#### 4.1.7. Fundpunkt T-5

Dieser Punkt war im Jahr 1994 durch einen Pistenbau nordöstlich des Sölleneckgipfels aufgeschlossen.

**Sediment:** schwach metamorpher grauer bis brauner Feinsandstein.

**Flora:** Vorherrschen von *Macroneuropteris scheuchzeri* mit geringen Anteilen von Farnen, Equisetophyta und Cordaitospermae, wobei die Blättchen von *Macroneuropteris scheuchzeri* pflasterartig ganze Schichtflächen bedecken.

**Lebensraum:** Siehe Bemerkungen bei Fundpunkt T-1.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-5:** Aufgrund des Vorkommens von *M. scheuchzeri*, *Sphenophyllum oblongifolium* und *Crenulopteris lamuriana* wird diese Flora der ***Odontopteris cantrabrica*-Zone** zugeordnet (Kantabrium, oberes Moskovium).

#### 4.1.8. Fundpunkt T-17

Dieser Punkt war im Jahr 2006 durch den Neubau einer Piste, die nach Norden in Richtung Mooseralpe verläuft (Zirbenwaldabfahrt) kurzfristig aufgeschlossen und wurde durch eine nachträgliche Pistenverbreiterung eingeebnet.

**Sediment:** schwach metamorpher Feinsandstein.

**Flora:** In der liegenden Schicht dominieren kreuz und quer liegende beblätterte Lepidodendron- und Sphenophyllum-Zweige (*Sphenophyllum emarginatum*; Abb. 5f), während in den hangenden Schichten zunehmend Farne auftreten.

**Paläobotanische Bemerkungen:** Es ist dies der einzige Fundpunkt der Turracher Höhe, an dem die Baumfarne *Pecopteris arborescens* und *Pecopteris hemitelioides* gefunden wurden.

**Lebensraum:** Ein von baumförmigen Bärlappgewächsen dominiertes Waldmoor mit Sphenophyllaceae als Unterwuchs mit zunehmend größerem Farnanteil (überwiegend *Pecopteris polymorpha*).

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-17:** Aufgrund des Vorkommens von *Sphenophyllum oblongifolium* und *Crenulopteris lamuriana* und dem Fehlen von Arten des Barrueliums (*Stephanium* A) wird diese Flora der ***Odontopteris cantrabrica*-Zone** zugeordnet (Kantabrium, oberes Moskovium).

#### 4.1.9. Fundpunkt T-10

Dieser Punkt liegt an der Forststraße, die von der Turracherstraße Richtung Mooseralpe abzweigt.

**Sediment:** schwach metamorpher graugrüner Feinsandstein.

**Flora:** Es dominieren Calamitenstämme, häufig treten die Farne *Pecopteris polymorpha* und

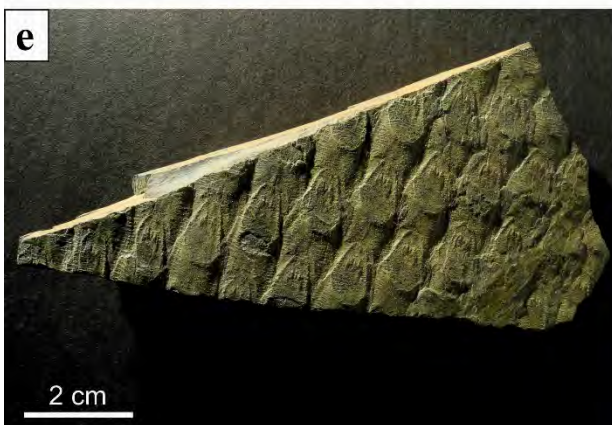
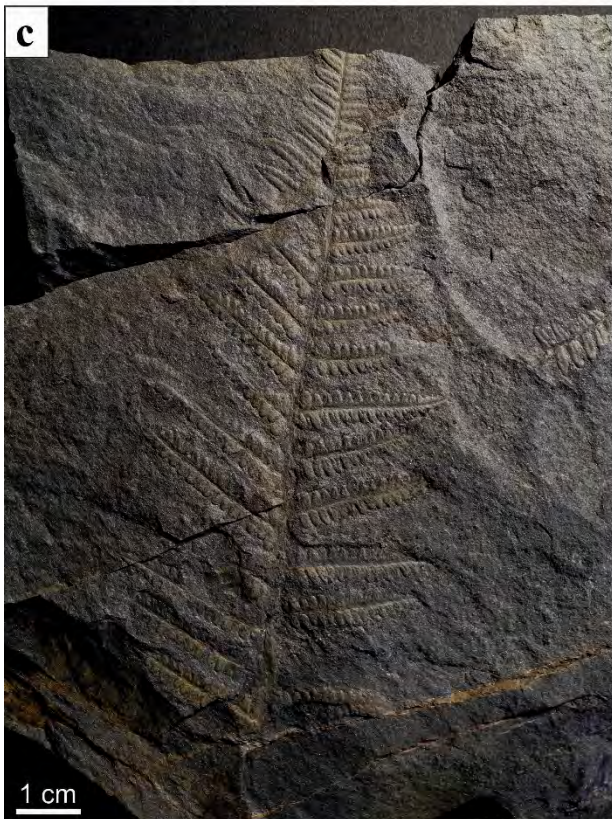
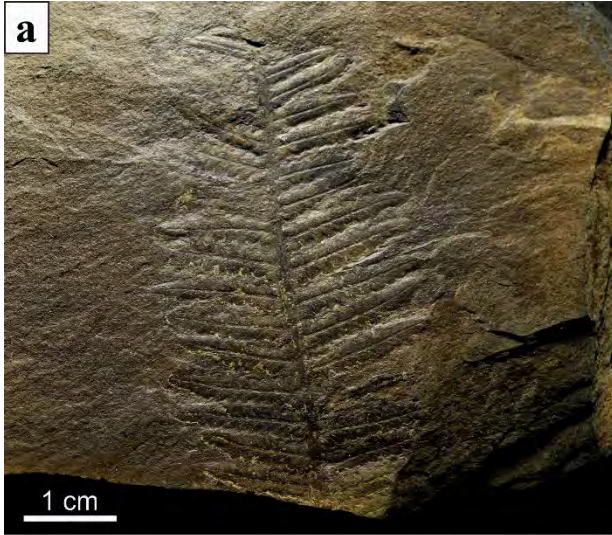


Abb. 5: a) *Crenulopteris lamuriana* (HEER) WITTRY. Fieder mit ganzrandig, spitz zulaufenden Fiederchen oben und nach unten randlich gekerbten Fiederchen. Fundort: T-4. b) Zweifach gefiederter Farnwedel von *Crenulopteris lamuriana*. Die Ränder der Fiederchen sind glatt oder gekerbt bis fiederspaltig. Fundort: T-10. c) *Crenulopteris lamuriana*. Farnwedel mit längsgestreifter Achse und Fiederchen, die apikal noch ganzrandig und nach unten rasch fiederteilig werden. Fundort: T-25. d) Vollständig erhaltene Calamiten-Fruktifikation von *Calamostachys germanica* WEISS. Links *Calamites* sp., rechts unten das isolierte Sporophyll eines Schuppenbaum-Zapfens (*Lepidostrobophyllum lanceolatum* LINDLEY & HUTTON) Fundort: T-4. e) *Sigillaria mammilaris* BRONGNIART. Stammabdruck eines Siegelbaumes mit in Längsreihen angeordneten Blattnarben. Fundort: T-4. f) *Sphenophyllum emarginatum* (BRONGNIART) KOENIG. Spross mit vier Blattwirteln und für diese Art untypische anisophylle Trizygia-Form der Wirtel. Fundort: T-17.

*Crenulopteris lamuriana* (Abb. 5b) sowie der Farnsamer *Linopteris neuropteroides* auf.

**Lebensraum:** Eine aus unterschiedlichen Lebensräumen stammende allochthone Flora.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-10:** Aufgrund des Vorkommens von *Sphenophyllum oblongifolium* und *Crenulopteris lamuriana* und dem Fehlen von Arten des Barrueliums (*Stephanium* A) wird diese Flora der ***Odontopteris cantrabrica*-Zone** zugeordnet (Kantabrium, oberes Moskovium).

#### 4.1.10. Fundpunkt T-26

Durch die Anlage eines neuen Weges im Frühjahr 2015 nördlich des Turrachsees wurde in der hangseitigen Böschung eine fossilführende Schicht im Hangenden eines dünnen Anthrazitflözes aufgeschlossen.

**Sediment:** schwach metamorpher grauer Feinsandstein.

**Flora und Lebensraum:** Es findet sich eine ausklingende Waldmoorgesellschaft mit Resten von Lepidophyta, der eine *Neuropteris ovata* dominierte Pflanzengesellschaft mit Beteiligung von Cordaitenbäumen (*Cordaites* sp. und *Artisia* sp.) folgt. Auffällig ist das völlige Fehlen von Farnen.

**Paläobotanische Bemerkungen:** Die heute ausgestorbenen Cordaiten waren baumförmige Samenpflanzen mit langen bandförmigen Blättern (*Cordaites* sp.). Der quergestreifte Steinkern wird als *Artisia* bezeichnet. Cordaitenfragmente wurden an fast allen Fundstellen der Turracher Höhe gefunden, sie sind jedoch nirgends ein häufiges Element der Flora. Als Einzelfund für die Turracher Höhe konnte an dieser Stelle ein schlecht erhaltener Rindenabdruck von *Sigillaria brardii* geborgen werden.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-26:** Aufgrund des Vorkommens von *Macroneuropteris scheuchzeri*, *Sphenophyllum oblongifolium* und *Sigillaria brardii* wird diese Flora der ***Odontopteris cantrabrica*-Zone** zugeordnet (Kantabrium, oberes Moskovium).

#### 4.1.11. Fundpunkt T-25

Dieser Punkt befindet sich am Sattel der Steinturrach im nordwestlichen Randbereich der Stangnock-Formation. In einer schwach metamorphen grauen Feinsandsteinschicht fanden sich vorwiegend Fiedern von *Crenulopteris lamuriana* (Abb. 5c) und nur vereinzelt Lepidophyta- und Calamitenstammreste.

#### 4.1.12. Fundpunkt T-7

Dieser Punkt befindet sich in steil gestellten und verfalteten Metasandsteinen und Tonschiefern am Forstweg, der vom Ausfluss des Turrachsees Richtung Sölleneck führt. In den Sandsteinen sind gut erhaltene Sediment-Schrägschichtungen erkennbar. In einer Linse aus Steinkohle wurden Vorkommen mit ausschließlich Fiedern des Farnsamers *Neuropteris ovata* (Abb. 6a) aufgefunden. *Neuropteris ovata* ist eines der häufigsten Fossilien der Turracher Höhe, einer Durchläuferform des oberen Westphaliums bis Stephaniums. Gut entwässerte mineralische Böden entlang von Uferdämmen oder Altarmen waren oft von dichten monotypischen *N. ovata* Beständen bewachsen.

#### 4.1.13. Fundpunkt T-1C

Dieser Punkt befindet sich östlich vom Fundpunkt T-1. Es handelt sich um ein Massenvorkommen von *Macroneuropttris scheuchzeri*-Blättchen, die in eine 50 cm mächtige, schwach metamorphe Sandsteinlage eingebettet sind. Der Sandstein zeigt teilweise Schrägschichtung, wobei die Blättchen sowohl entlang der Schichtflächen abgelagert sind, als auch schräg dazu im Sediment



stecken. Die Blättchen sind eingerissen und gefältelt eingebettet (Abb. 6b), was auch auf spätere tektonische Beanspruchung hinweisen könnte. Eine Lage besteht nur aus Häcksel mit einzelnen erkennbaren Blattfragmenten. Mit eingeschwemmt sind auch Stammreste bis 20 cm Länge. Ein Reinbestand von *Macroneuropteris scheuchzeri* dürfte durch ein Hochwasserereignis nicht weit vom Wuchsort rasch abgelagert worden sein.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für T-25, T-7 und T-1C:** Monotypische und Gesellschaften geringer Diversität entsprechen wahrscheinlich der ursprünglichen Florengemeinschaft. Aufgrund der umliegenden datierbaren Floren ist für diese Vorkommen auch ein Kantabrium-Alter (oberes Moskovium) anzunehmen.

#### 4.2. Beschreibung der Fundstellen beim alten Anthrazitbergbau Brandl und des Nesselbachgrabens

Der alte Anthrazitbergbau Brandl befindet sich im Nesselbachgraben südwestlich des Ortes Turrach am Südosthang zur Werchzirbenalm. Der Bergbau wurde ab 1853 betrieben und von PICHLER (1858) genau beschrieben ohne aber Fossilfunde zu erwähnen. Lediglich SCHWINNER (1938) erwähnt einen Stigmarienfund vom Bergbau Brandl. Die Fundstellen liegen in einem durch das Bergbaugelände führenden Graben.

ART/GATTUNG	KLASSE/ ORDNUNG	ERSTFUND	LEITFOSSIL	BR-1	BR-2	BR-4	NB	ABBLD.
<i>Alethopteris lesquereuxi</i> WAGNER	Pteridospermae			x				
<i>Annularia radiata</i> BRONGNIART	Equisetophyta					x		
<i>Asterophyllites equisetiformis</i> (STERNBERG) BRONGNIART	Equisetophyta					x	x	Abb. 7a
<i>Calamites (Calamitina) goepperti</i> (ETTINGHAUSEN) WEISS	Equisetophyta	EF					x	Abb. 7f-g
<i>Calamites (Calamitina)</i> sp.	Equisetophyta				x	x		
<i>Calamites cisti</i> BRONGNIART	Equisetophyta					x		
<i>Crenulopteris acadica</i> (BELL) WITTRY = <i>Lobopteris vestita</i> (LESQUEREUX) WAGNER)	Filicophyta	EF	LF	x	x	x		Abb. 7c-e
<i>Cyclopteris fimbriata</i> LESQUEREUX	Pteridospermae			x				
<i>Cyperites bicarinatus</i> LINDLEY & HUTTON	Lepidophyta					x		
<i>Lepidodendron</i> sp.	Lepidophyta					x		
<i>Lepidostrobohyllum lanceolatum</i> (LINDLEY & HUTTON) BELL	Lepidophyta					x		
<i>Lepidostrobus variabilis</i> LINDLEY & HUTTON	Lepidophyta					x		Abb. 7b
<i>Macroneuropteris scheuchzeri</i> (HOFFMANN) CLEAL, SHUTE & ZODROW	Pteridospermae		IF		x	x		Abb. 6c
<i>Neuropteris ovata</i> HOFFMANN	Pteridospermae			x				
<i>Pecopteris polymorpha</i> BRONGNIART	Filicophyta		LF		x			
<i>Pinnularia</i> sp. = <i>Radicites</i>	Wurzelorgane					x		
<i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (STERNBERG) ZEILLER	Equisetophyta		LF		x	x		Abb. 6d-f
<i>Stigmaria</i> sp.	Lepidophyta			x				

Tab. 3: Florenliste dieser Bearbeitung im Bereich des Anthrazitbergbaus Brandl (BR-1–4) und Nesselbachgraben (NB).

##### 4.2.1. Fundpunkt Brandl BR-1

Dieser Punkt befindet sich in 1.590 m Seehöhe in einer schwach metamorphen Tonschiefer-Siltsteinlage mit vorwiegend glatten Achsenabdrücken. Vereinzelt finden sich auch Abdrücke von Fiedern, darunter der stratigrafisch wichtige Farnsamer *Alethopteris lesquereuxi*, der ab der Basis der *Crenulopteris micromiltoni*-Subzone (etwa mittleres Asturium) auftritt und bis in das

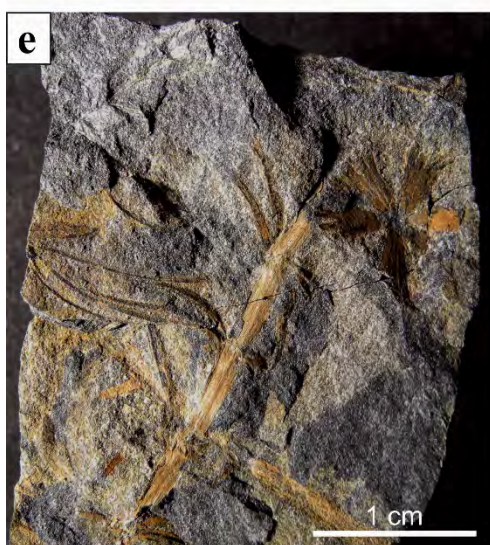
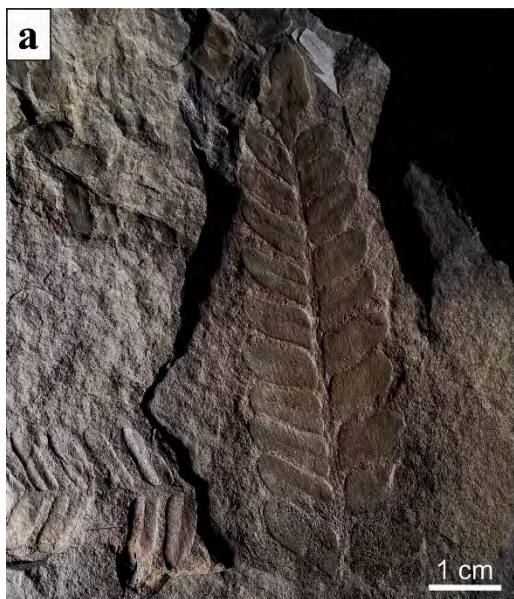


Abb. 6: a) *Neuropteris ovata* HOFFMANN. Fieder mit breit-zungenförmigen Blättchen und abgerundeten Spitzen. Fundort: T-7; b) Drei *Macroneuropteris scheuchzeri* (HOFFMANN) CLEAL, SHUTE & ZODROW Blättchen sind auf unruhiger Sedimentfläche durch rasche Einbettung gefältelt und eingerissen abgelagert, was auch auf spätere tektonische Beanspruchung hinweisen könnte. Fundort: T-1C. c) *Macroneuropteris scheuchzeri* Blattabschnitt. Im lateralen Blattbereich sind Trichome erhalten (kurze starre Haare, die schräg zu den Seitenadern liegen). Fundort: BR-4. d) *Sphenophyllum cuneifolium* (STERNBERG) ZEILLER. Zwei Blattwirtel mit keilförmigen Blättchen, an deren Vorderrand die spitzen Zähne teilweise erhalten sind. Fundort: BR-2. e) *Sphenophyllum cuneifolium*. Einzelner Blattwirtel mit tief gegabelter Blattform (sogenannte *saxifragaefolium* Form). Fundort: BR-4. f) Terminaler Spross von *Sphenophyllum cuneifolium*. Fundort: BR-2.

Kantabrium reicht. Im Gegensatz zum häufigen Vorkommen des Farnsamers *Neuropteris ovata* in den Floren der Turracher Höhe, ist diese Art in den Sedimentgesteinen des Nesselbachgrabens nur mit einer einzigen Fieder am Fundpunkt BR-1 vertreten. Auffällig ist auch das komplette Fehlen der Art *Linopteris neuropteroides*, die in den Sedimentgesteinen der Turracher Höhe oft ganze Schichtflächen bedeckt.

#### 4.2.2. Fundpunkt Brandl BR-2

Dieser Punkt wurde durch Erosion von Eisrandablagerungen im Jahr 1999 freigelegt und befindet sich im Liegenden einer über 1 m mächtigen Wechselfolge von dünnen Anthrazitlagen und bröckelig zerfallenden schwarzen Tonschiefern.

**Sediment:** schwach metamorpher Tonschiefer, Siltstein und Feinsandstein.

**Flora:** In der hangenden Tonschiefer-Siltsteinschicht dominieren kreuz und quer liegende Calamitenstämme, die über *Sphenophyllum cuneifolium*-Zweigen und *Crenulopteris acadica*-Fiedern lagern. *Macroneuropteris scheuchzeri*-Blättchen finden sich im liegenden Feinsandstein (Abb. 6c).

**Erstfund für die Stangnock-Formation:** *Sphenophyllum cuneifolium* (Abb. 6d–f). Die keilförmigen Einzelblättchen ähneln in Größe und Form der Spezies *Sphenophyllum emarginatum*, unterscheiden sich jedoch durch kurze spitze Zähne am Distalrand. *Sphenophyllum cuneifolium* ist eine Art des Westphaliums, die im Laufe des Asturiums (oberes Westphalium) ausstirbt.

**Lebensraum:** Nach einem *Macroneuropteris scheuchzeri*-Bestand folgt eine Pionierflora (Gewässerrand?), welche von Equisetophyta (Calamiten; Sphenophyllaceae) und Filicophyta dominiert wird, die vermutlich die Phase eines torfbildenden Waldmoores einleiteten (Anthrazit im Hangenden).

#### 4.2.3. Fundpunkt Brandl BR-4

Dieser Punkt befindet sich gleich wie Fundpunkt BR-2 im Liegenden einer Anthrazit-Tonschiefer-Wechselfolge. Durch eine Mure im Jahr 2018 wurde dieser Fundpunkt zerstört.

**Sediment:** schwach metamorpher grauer Feinsandstein.

**Flora:** Es dominieren Calamitenstammabdrücke und die Calamitenbelaubung *Asterophyllites equisetiformis* (Abb. 7a) sowie *Sphenophyllum cuneifolium* und der Farn *Crenulopteris acadica*. Einzelfund ist ein vollständiger Lepidophyten-Sporenzapfen (*Lepidostrobus variabilis*; Abb. 7b).

**Erstfund für die Stangnock-Formation:** *Crenulopteris acadica* (Abb. 7c–e).

**Paläobotanische Bemerkungen:** Der dominierende Farn dieses Fundpunktes ist *Crenulopteris acadica* mit dem Synonym *Lobopteris vestita*. *Lobopteris vestita* wurde durch WITTRY et al. (2015) wegen nomenklatorischer Unklarheiten und neuen Erkenntnissen bezüglich der Sporen der neuen Gattung *Crenulopteris* zugeordnet. Typisch für die Gattung *Crenulopteris* ist, dass bei der dritten Teilung der Seitenadern sich die mittlere der drei entstandenen Adern gabelt. Die stratigrafische Reichweite war vom oberen Asturium bis in das untere Kantabrium (oberes Moskovium).

**Lebensraum:** Das Vorherrschen der Calamiten lässt auf einen Standort an einem Gewässerrand schließen.

#### 4.2.4. Fundpunkt Nesselbachgraben NB

Dieser Punkt befindet sich in einem Seitengraben des Nesselbachgrabens in 1.600 m südwestlich der Fundpunkte „Brandl“.

**Sediment:** schwach metamorpher grauer bis teilweise brauner Feinsandstein.

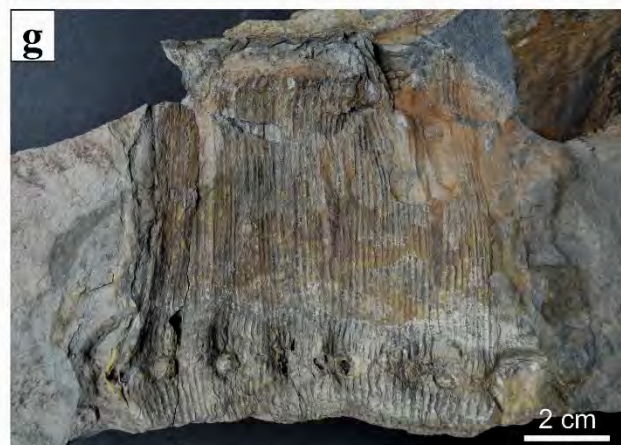
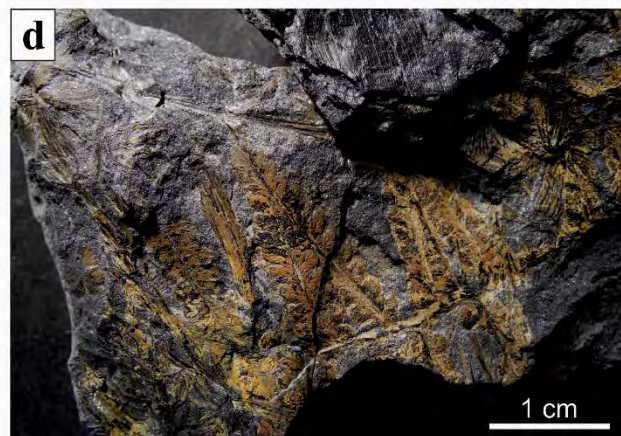
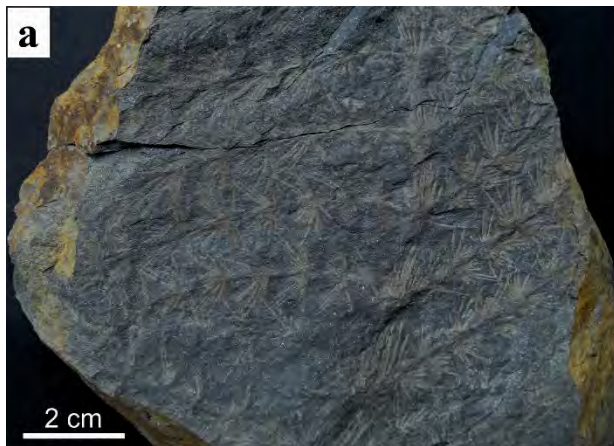


Abb. 7: a) *Asterophyllites equisetiformis* (STERNBERG) BRONGNIART. Calamitenbeblätterung. Scheidenförmig von Blättchen umfasste Achse, von der fünf Nodien mit Blattwirtelzweigen abgehen. Fundort: BR-4. b) *Lepidostrobus variabilis* LINDLEY & HUTTON. Vollständiger Zapfen eines Schuppenbaumes am Rand mit aufwärts gerichteten Sporophyllspitzen. Fundort: BR-4. c) *Crenulopteris acadica* (BELL) WITTRY. Fiederfragment mit gekerbten bis fiederspaltigen Fiederchen. Fundort: BR-1. d) *Crenulopteris acadica*. Fiederfragment mit einem vollständig erhaltenem Fiederchen mit gekerbten, parallel verlaufenden Seitenrändern und subtriangulärer Spitze. Links oben und rechts *Sphenophyllum cuneifolium*-Blättchen. Fundort: BR-2. e) *Crenulopteris acadica*. Fiederfragment mit zungenförmig gekerbten Fiederchen mit bis dreifach gegabelten Adern. Fundort: BR-4. f) *Calamites (Calamitina) goepperti* (ETTINGHAUSEN) WEISS Steinkernabdruck (in situ). Fundort: NB. g) *Calamitina (Calamitina) goepperti*. Steinkernabdruck (mit sechs Astmalen (und am rechten Seitenrand ein Stück des Stammes in feingestreifter Außenhauherhaltung). Fundort: NB.

**Flora:** Besteht ausschließlich aus Stämmen eines baumförmigen Schachelhalmgewächses der Untergattung *Calamitina* und der wahrscheinlich dazugehörigen Belaubung *Asterophyllites equisetiformis*. Die bestimmbar Exemplare gehören der Art *Calamites (Calamitina) goepperti* an.

**Erstfund für die Stangnock-Formation:** *Calamites (Calamitina) goepperti*. Typisch für die Untergattung *Calamitina* ist, dass den die Astmale tragenden, längsten Internodium ein kurzes folgt. Dann folgen kontinuierlich an Höhe zunehmende Internodien. Der in situ liegende, 50 cm lange Steinkernabdruck (Abb. 7f) zeigt diese Anordnung. Interessante Details zeigt der Abdruck eines Marksteinkernes, der sechs rundliche schüsselförmige Astmale mit einem zentralen Hohlraum aufweist, der bei den zwei linken Astmalen mit Sediment ausgefüllt ist und dem Markhohlraum der Äste entsprechen könnte (Abb. 7g). Die stratigrafische Verbreitung war im Westphalium mit Nachläufern im Stephanium.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für den Nesselbachgraben NB, BR-1-4:** Die Flora des Nesselbachgrabens ist älter als die Flora der Turracher Höhe und die bisher einzige mit Westphalium-Alter in der Stangnock-Formation. Aufgrund des Vorkommens der Leitfossilien *Crenulopteris acadica*, *Pecopteris polymorpha* sowie *Sphenophyllum cuneifolium*, welches im oberen Westphalium ausstarb, wird diese Flora der ***Dicksonites pluckenettii*-Subzone** zugeordnet (mittleres Moskovium).

### 4.3. Beschreibung der Fundstellen des Reißecks und am Frauennock

#### 4.3.1. Fundpunkt REI-1

Dieser Punkt befindet sich am Nordgrat und Nordwesthang des Reißecks zwischen 2.235 und 2.246 m Seehöhe.

**Sediment:** 15 m mächtige Tonschiefer-Metasiltstein-Metasandstein-Abfolge mit kohligem Lagen.

**Flora und Fauna:** Die Fundpunkte am Nordgrat zeigen eine heterogene Vegetation ohne gut einordenbaren Fossilien von Bärlappgewächsen (*Lepidodendron dissitum*, *Cyperites bicarinatus*) sowie Farnen (*Pecopteris polymorpha*, *Pecopteris* sp.), Farnsamern und Schachtelhalmgewächsen (*Sphenophyllum* sp.). Der Fundpunkt am Nordwestgrat lieferte ausschließlich *Alethopteris bohemica* und *Lepidodendron dissitum*. Eine Besonderheit stellt das isolierte (abgetrennte) Analfeld eines Schaben-Vorderflügels dar, welcher der Insektenfamilie *Phylloblatta* zugeordnet werden kann (vgl. SCHNEIDER, 1983; persönliche Mitteilung Prof. Brauckmann/TU Clausthal) (Abb. 9a).

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für REI-1:** Die Fundpunkte beginnen ca. 130 m über dem Basalkonglomerat des Steinbachsattels und lassen eine eher ältere Flora vermuten. Es findet sich kein Massenvorkommen von *Neuropteris ovata*, wie es für das untere Stephanium der Stangnock-Formation typisch war, sondern nur Einzelblättchen und auch keine stratigrafischen Arten des oberen Stephaniums. Deshalb wird diese Flora der ***Crenulopteris lamuriana*-Zone** zugeordnet (unteres Kasimovium).

#### 4.3.2. Fundpunkt REI-2

Dieser Punkt liegt in einer Mulde zwischen Haupt- und nördlichem Vorgipfel des Reißecks auf 2.295 m Seehöhe.

ART/GATTUNG	KLASSE/ ORDNUNG	ERSTFUND	LEITFOSSIL	REI-1	REI-2	FS	FNG	FNO	ABBILD.
<i>Alethopteris bohemica</i> FRANKE	Pteridospermae			x	x	x			
<i>Alethopteris leonensis</i> WAGNER	Pteridospermae						x		
<i>Alethopteris zeilleri</i> (RAGOT) WAGNER	Pteridospermae		<b>IF</b>			x		x	
<i>Annularia radiata</i> BRONGNIART	Equisetophyta					x			
<i>Annularia</i> sp.	Equisetophyta				x				
<i>Annularia stellata</i> (STERNBERG) WOOD	Equisetophyta					x	x	x	
<i>Aphlebia elongata</i> ZEILLER	Filicophyta			x					
<i>Aphlebia</i> sp.	Filicophyta					x			
<i>Artisia</i> sp.	Cordaitospermae					x	x	x	
<i>Asterophyllites equisetiformis</i> (STERNBERG) BRONGNIART	Equisetophyta			x		x	x		
<i>Calamites cystii</i> BRONGNIART	Equisetophyta				x				
<i>Calamites</i> sp.	Equisetophyta			x					
<i>Calamites suckowii</i> BRONGNIART	Equisetophyta				x				
<i>Calamostachys</i> sp.	Equisetophyta			x					
<i>Calamostachys tuberculata</i> (STERNBERG) JONGMANS	Equisetophyta					x	x		
<i>Callipteridium gigas</i> (GUTBIER) WEISS	Pteridospermae					x			
<i>Callipteridium pteridium</i> (SCHLOTHEIM) ZEILLER	Pteridospermae					x	x		Abb. 9c, 9d
<i>Cordaites</i> sp.	Cordaitospermae			x			x		
<i>Crenulopteris</i> sp.	Filicophyta			x					
<i>Cyperites bicarinatus</i> LINDLEY & HUTTON	Lepidophyta			x					
<i>Dicksonites pluckeneti</i> (STERNBERG) STERZEL	Pteridospermae		<b>LF</b>			x			
<i>Dolerotheca</i> sp.	Pteridospermae					x			
<i>Lepidodendron dissitum</i> SAUVEUR	Lepidophyta			x		x			
<i>Lepidostrobophyllum lanceolatum</i> (LINDLEY & HUTTON) BELL	Lepidophyta					x			
<i>Linopteris neuropteroides</i> (GUTBIER) POTONIE	Pteridospermae			x		x	x		Abb. 9b
<i>Macrostachya</i> sp.	Equisetophyta					x			
<i>Neuropteris ovata</i> HOFFMANN	Pteridospermae			x		x		x+	
<i>Odontopteris</i> sp.	Pteridospermae					x			
<i>Pecopteris arborescens</i> STERNBERG	Filicophyta					x	x		
<i>Pecopteris bredowii</i> GERMAR	Filicophyta					x			
<i>Pecopteris cyathea</i> (SCHLOTHEIM) BRONGNIART	Filicophyta					x	x		
<i>Pecopteris densifolia</i> (GOEPPERT) WEISS	Filicophyta			x		x			
<i>Pecopteris feminaeformis</i> (SCHLOTHEIM) STERZEL	Filicophyta		<b>LF</b>			x	x		Abb. 9e
<i>Pecopteris hemitelioides</i> BRONGNIART	Filicophyta					x	x		
<i>Pecopteris monyi</i> ZEILLER	Filicophyta					x			
<i>Pecopteris polymorpha</i> BRONGNIART	Filicophyta		<b>LF</b>	x	x				
<i>Pecopteris pseudobucklandii</i> ANDRAE	Filicophyta			x					
<i>Pecopteris</i> sp.	Filicophyta			x				x	
<i>Pecopteris unita</i> BRONGNIART	Filicophyta						x		
<i>Pinnularia</i> sp.	Wurzelorgane					x			
<i>Poa-Cordaites</i>	Cordaitospermae			x					
<i>Samaropsis</i> sp.	Cordaitospermae			x					
<i>Sphenophyllum longifolium</i> (GERMAR) GUTBIER	Equisetophyta		<b>LF</b>		x				
<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> (GERMAR & KAULFUSS) UNGER	Equisetophyta		<b>IF</b>			x		x	
<i>Sphenophyllum</i> sp.	Equisetophyta			x					
<i>Sphenopteris mathetii</i> ZEILLER	Filipsida/ Pteridospermae		<b>EF LF</b>				x		Abb. 9f
<i>Sphenopteris</i> sp.	Pteridospermae			x					

Tab. 4: Florenliste dieser Bearbeitung im Bereich des Reißsecks (REI-1-2) und Frauennocks (FS, FNG, FNO).

**Sediment:** schwach metamorpher glimmerreicher grauer Feinsandstein.

**Flora und biostratigrafische Einstufung:** Der Fundpunkt zeigt eine artenarme Flora von Farnen (*Pecopteris polymorpha*) und Schachtelhalmgewächsen (*Calamites suckowii*) sowie dem Leitfossil *Sphenophyllum longifolium* für das Saberium (Stephanium B).

#### 4.3.3. Fundpunkt FS

Dieser Punkt ( $\lambda$  in SCHWINNER, 1938) befindet sich in einem Horizont entlang des „Knappensteiges“, der von der Frauenscharte (Krakober Sattel bei SCHWINNER, 1938) westlich bis zu einer Halde verläuft.

**Sediment:** Tonschiefer-Metasiltstein-Metasandstein-Abfolge mit mittelkörnigen Sandsteinlagen.

**Pflanzengesellschaft:** Der Fundbereich zeigt eine üppige von Farnsamern (*Alethopteris bohemica*, *Alethopteris zeilleri*, *Callipteridium pteridium*, *Dicksonites pluckenettii*, *Neuropteris ovata*) und Baumfarnen (*Pecopteris arborescens*, *Pecopteris cyathea* und dem Leitfossil *Pecopteris feminaeformis*; Abb. 9e) dominierte autochthone bis parautochthone Flora auf trockenerem Standort (vermutlich einer Schwemmebene) im Nahbereich zu einem Sumpfwald mit Lepidophyta. Untergeordnet wurden auch Schachtelhalme (*Annularia stellata*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Sphenophyllum oblongifolium*) gefunden.

Besonders erwähnenswert ist die Probe FS-2 (Abb. 8) von mittelkörnigem Sandstein und wahrscheinlich von einem Uferdamm eingeschwemmten *Linopteris neuropteroides*-Einzelblättchen (Abb. 9b) (allochthone Flora). Darüber folgt ein Wurzelhorizont (*Pinnularia* sp.) in Tonschiefer-Siltsteinlagen (Abb. 9c), auf dem größere Wedelteile des Farnsamers *Callipteridium pteridium* (mit Zwischenfiedern) (Abb. 9d) abgelagert wurden (autochthone Flora).

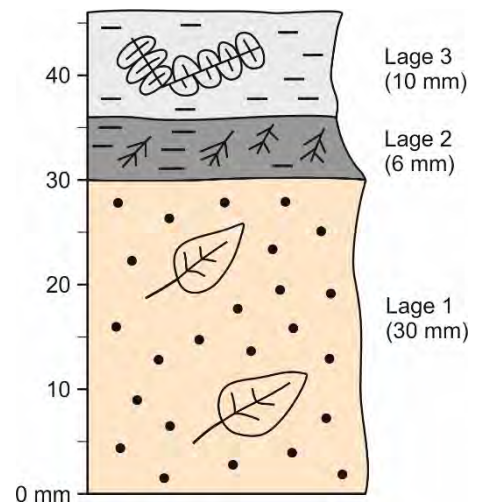


Abb. 8: Schemazeichnung der Probe FS-2: Lage 1: mittelkörniger Sandstein mit einzelnen *Linopteris neuropteroides*-Blättchen. Lage 2: Wurzelboden aus *Pinnularia*. Lage 3: Wedelreste von *Callipteridium pteridium*.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für Fundpunkt FS:** Aufgrund des Vorkommens von *Neuropteris ovata* und des Leitfossils *Pecopteris feminaeformis* (Abb. 9e) werden die Ablagerungen an der Frauenscharte der **Crenulopteris lamuriana-Zone** des Barrueliums (Stephanium A) zugeordnet (unteres Kasimovium).

#### 4.3.4. Fundpunkt FNG

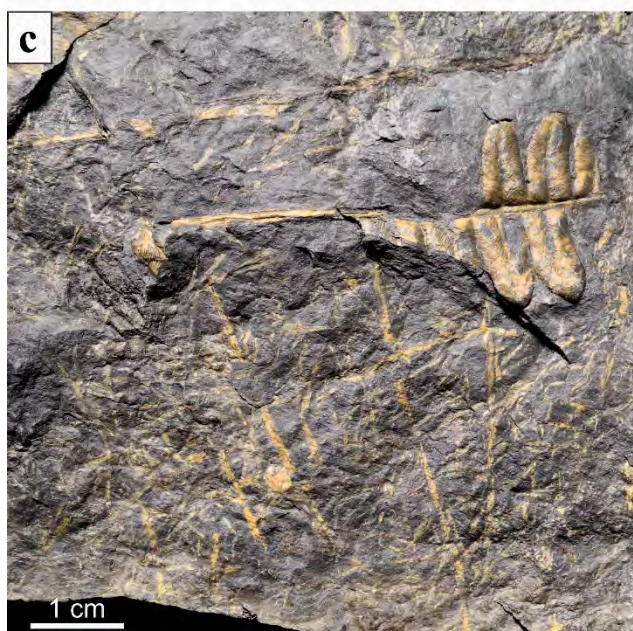
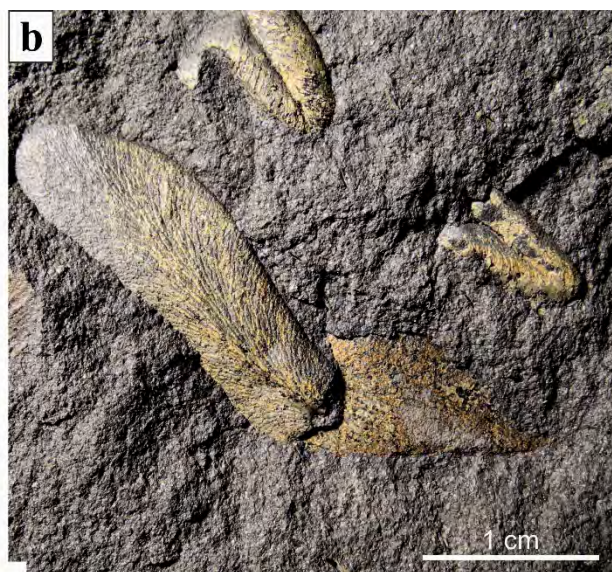
Dieser Punkt (K in SCHWINNER, 1938) befindet sich in der Nähe des Frauennockgipfels in einem Tonschieferhorizont, der am Südwesthang um den Gipfel zieht. Dieser Horizont befindet sich ungefähr 120 Höhenmeter über dem Fundpunkt FS.

**Sediment:** Tonschiefer-Metasiltstein-feinkörnige Metasandstein-Abfolge.

**Pflanzengesellschaft:** Der Fundbereich zeigt eine von Baumfarnen (*Pecopteris arborescens*, *Pecopteris cyathea*, *Pecopteris feminaeformis*) dominierte parautochthone Flora mit einem hohen Anteil von Farnsamern (*Alethopteris bohemica*, *Callipteridium pteridium*, *Linopteris neuropteroides*) und Schachtelhalmen (*Annularia stellata*, *Asterophyllites equisetiformis*). Da baumförmige Bärlappgewächse, die Moorstandorte anzeigen würden, fehlen, zeigt der Aufschluss eine Pflanzengesellschaft, die auf trockeneren, moorfernen Standorten (Schwemmebene, Uferdämme) wuchs.

**Erstfund für die Stangnock-Formation:** Eine Besonderheit stellt der Erstfund des Leitfossils *Sphenopteris mathetii* (Abb. 9f) dar, wobei bisher ungeklärt ist, ob es sich um einen Farn oder Farnsamer handelt.

**Bio- und chronostratigrafische Einstufung für Fundpunkt FNG:** Aufgrund des Vorkommens der Leitfossilien *Sphenopteris mathetii* und *Pecopteris feminaeformis* sowie dem Fehlen von *Neuropteris ovata* werden die Fundpunkte um den Frauennockgipfel der **Alethopteris zeilleri-Zone** des Saberiums („unteres“ Stephanium B) zugeordnet (mittleres Kasimovium).







1980), FRITZ & BOERSMA (1984), FRITZ et al. (1990), FRITZ (1991) sowie FRITZ & KRAINER (1997, 2007) ausführlich beschrieben. Dabei wurde die Stangnock-Formation in tiefe, mittlere und obere Abschnitte unterteilt mit einer Reichweite der Floren vom obersten Westphalium bis in das obere Stephanium. Bereits von JONGMANS (1938a, b); TENCHOV (1978b) und FRITZ & KRAINER (2007) wurden für die Brunnachhöhe und Turracher Höhe Alter des oberen Westphaliums angenommen, jedoch konnten keine gesicherten Floren nachgewiesen werden.

Aufgrund von Neuuntersuchungen in der vorliegenden Arbeit konnten die Fundstellen des Nesselbachgrabens (BR, NB), der Turracher Höhe (T), des Reißbecks (REI) und Frauennocks (FS, FNO, FNG) Biozonen zugeordnet werden (Abb. 10). Neu sind die weitreichenden Funde in den liegenden Anteilen der Stangnock-Formation. So konnte erstmalig ein eindeutiges Westphalium-Alter in Sedimentgesteinen des Nesselbachgrabens und ein Kantabrium-Alter auf der Turracher Höhe festgestellt werden. Interessant sind die Verhältnisse um das Reißbeck und den Frauennock, wo eine gut mit schon bekannten Fundorten korrelierbare, mehr oder weniger zusammenhängende Abfolge beobachtbar ist.

## Literatur

- BASHFORTH, A.R., DRÁBKOVÁ, J., OPLUŠTIL, S., GIBLING, M.R. & FALKON-LANG, H.J. (2011): Landscape gradients and patchiness in riparian vegetation on a Middle Pennsylvanian braided river plain prone to flood disturbance (Nýrany Member, Central and Western Bohemian Basin, Czech Republic). – Review of Palaeobotany and Palynology, **163**, 153–189, Amsterdam.
- BECK-MANNAGETTA, P. (1959): Übersicht über die östlichen Gurktaler Alpen. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **102**, 313–352, Wien.
- BOERSMA, M. & BROEKMEYER, L. (1989): Index of figured plant megafossils Carboniferous 1976–1980. – Review of Palaeobotany and Palynology, **59/1–4**, 161–363, Amsterdam.
- CLEAL, C.J., DIMITROVA, T.K. & ZODROW, E.L. (2003): Macrofloral and palynological criteria for recognising the Westphalian-Stephanian boundary. – Newsletter on Stratigraphy, **39/2–3**, 181–208, Berlin–Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).
- CLEAL, C.J., OPLUŠTIL, S., THOMAS, B.A. & TENCHOV, Y. (2009): Late Moscovian terrestrial biotas and palaeoenvironments of Variscan Euramerica. – Netherlands Journal of Geosciences (Geologie en Mijnbouw), **88/4**, 181–278, Utrecht.
- COHEN, K.M., FINNEY, S.C., GIBBARD, P.L. & FAN, J.X. (2013; aktualisiert): The ICS international chronostratigraphic chart. – Episodes, **36/3**, 199–204, Seoul.
- DAVYDOV, V., KORN, D., SCHMITZ, M., GRADSTEIN, F. & HAMMER, O. (2012): The Carboniferous Period. Chapter 23: The Geologic Time Scale. – In: GRADSTEIN, F.M., OGG, J.G., SCHMITZ, M.D. & OGG, G.M. (Eds.): The Geologic Time Scale 2012, 603–651, Boston (Elsevier).
- FRIMMEL, H.E. (1984): Kristallin- und Strukturgeologische Untersuchungen im Raume westlich von Turrach (Steiermark/Salzburg) mit besonderer Berücksichtigung von Kristallin-Geröllen im Oberkarbon-Konglomerat der Gurktaler Decke. – Vorarbeit zur Dissertation, Universität Wien, 151 S., Wien.
- FRIMMEL, H.E. (1987): Strukturgeologische, geochemische und geochronologische Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte des NW-Randes der Gurktaler Decke (Oberostalpin). – Dissertation, Universität Wien, 199 S., Wien.
- FRIMMEL, H.E. (1988): Metagranitoide am Westrand der Gurktaler Decke (Oberostalpin): Genese und paläotektonische Implikationen. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **131/4**, 575–592, Wien.
- FRITZ, A. (1991): Zur Altersfrage der jungpaläozoischen Megafloren im Süden Österreichs. – Carinthia II, **181/101**, 393–401, Klagenfurt.
- FRITZ, A. & BOERSMA, M. (1983): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten – Beiträge 3 und 4. – Carinthia II, **173/93**, 19–41, Klagenfurt.
- FRITZ, A. & BOERSMA, M. (1984): Beitrag zur Oberkarbonflora der Königstuhl-Nordwand, Aufsammlung Dr. E. Ebermann. – Carinthia II, **174/94**, 267–286, Klagenfurt.
- FRITZ, A. & KRAINER, K. (1997): Eine oberkarbone Megaflora von der Nordseite des Stangnocks, Gurktaler Alpen. – Carinthia II, **187/107/2**, 325–356, Klagenfurt.
- FRITZ, A. & KRAINER, K. (2006): Vegetationsgeschichtliche und florenstratigraphische Untersuchungen im Oberkarbon und Unterperm der Ost- und Südalpen (Teil 1). – Carinthia II, **196/116/1**, 93–120, Klagenfurt.
- FRITZ, A. & KRAINER, K. (2007): Vegetationsgeschichtliche und florenstratigraphische Untersuchungen im Oberkarbon und Unterperm der Ost- und Südalpen (Teil 2). – Carinthia II, **197/117/1**, 91–148, Klagenfurt.
- FRITZ, A., BOERSMA, M. & KRAINER, K. (1990): Steinkohlenzeitliche Pflanzenfossilien aus Kärnten. – Sonderheft der Carinthia II, **49**, 189 S., Klagenfurt.

- GOSEN, W. VON (1989): Gefügeentwicklungen, Metamorphosen und Bewegungen der ostalpinen Baueinheiten zwischen Nockgebiet und Karawanken (Österreich). – Geotektonische Forschungen, **72**, Habilitationsschrift, Universität Erlangen, 247 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- GOSEN, W. VON, HAIGES, K.H., NEUBAUER, F., PISTOTNIK, J. & THIEDIG, F. (1985): Die tektonischen Einheiten am Nord- und Westrand der Gurktaler Decke (Österreich). – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **127/4**, 693–699, Wien.
- HAIGES, K.H. (1984): Geologie und Tektonik des Oberhofer Fensters und seiner Umrahmung im Norden der Gurktaler Alpen (Nordkärnten, Österreich) – Dissertation, Universität Hamburg, 254 S., Hamburg.
- HÖLL, R. (1970): Die Zinner- und Vorkommen im Gebiet der Turracher Höhe (Nock-Gebiet/Österreich) und das Alter der Eisenhut-Schieferserie. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie: Monatshefte, **1970**, 201–224, Stuttgart (Schweizerbart).
- HOLLINETZ, M.S. (2018): Tectono-metamorphic evolution of the upper part of the Eo-Alpine extrusion wedge. A case study from the Oberhof window (Carinthia, Austria). – Diplomarbeit, Universität Wien, 100 S., Wien.
- HUET, B. (2015). Strukturgeologie der Stolzalpe-Decke auf Blatt Radenthein-Ost (UTM 3106). – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **155**, 121–145, Wien.
- IGLSEDER, C. (2019): Lithostratigrafische und lithodemische Einheiten auf GK25 Blatt Radenthein-Ost. – In: GRIESMEIER, G.E.U. & IGLSEDER, C. (Eds.): Arbeitstagung 2019 der Geologischen Bundesanstalt. – Geologie des Kartenblattes GK25 Radenthein-Ost, 19–44, Wien.
- IGLSEDER, C. & HUET, B. (2015): Evidence for Eoalpine top to the WNW thrusting and top to the ESE normal faulting in the Gurktal nappes (Drauzug-Gurktal nappe system, Upper Austro-Alpine, Austria). – EGU series Emile Argand Conference – 12<sup>th</sup> Alpine Workshop, 13<sup>th</sup>–19<sup>th</sup> September 2015, Montgenèvre, Briançon, French Hautes-Alpes: Abstract Volume, 22–23, Montgenèvre.
- IGLSEDER, C. & HUET, B. (2019): Tektonische Einheiten auf GK25 Blatt Radenthein-Ost und angrenzenden Gebieten. – In: GRIESMEIER, G.E.U. & IGLSEDER, C. (Eds.): Arbeitstagung 2019 der Geologischen Bundesanstalt. – Geologie des Kartenblattes GK25 Radenthein-Ost, 5–18, Wien.
- IGLSEDER, C. & SCHUSTER, R. (2013): Inside the Gurktal nappes – A modified tectonic and lithostratigraphic concept. – Emile Argand Conference (11<sup>th</sup> Workshop on Alpine Geological Studies) 7<sup>th</sup>–14<sup>th</sup> September 2013 Schladming, Austria: Abstract Volume. – Berichte der Geologischen Bundesanstalt, **99**, 50, Wien.
- IGLSEDER, C., HUET, B., SCHUSTER, R., RANTITSCH, G., DUNKL, I. & RATSCHBACHER, L. (2018): A section through the uppermost Upper Austroalpine – Insights from the Gstoder, Bundschuh, Königstuhl and Stolzalpe Nappes (Gurktal Alps, Austria). – In: KOUKAL, V. & WAGREICH, M. (Eds.): PANGEO AUSTRIA 2018 – Abstracts. – Berichte der Geologischen Bundesanstalt, **128**, 66, Wien.
- IGLSEDER, C., VAN HUSEN, D., HUET, B., KNOLL, T. & SCHÖNLAUB, H.P. (2019): Geologische Karte der Republik Österreich 1:25.000, Blatt Radenthein-Nordost. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- JONGMANS, W.J. (1938a): Die Flora des „Stangalpe“-Gebietes in Steiermark. – Deuxieme Congres pour l'Avancement des Etudes de Stratigraphie Carbonifere Heerlen, Septembre 1935. – Compte Rendu, Tome III, 1259–1298, Maastricht (Gebrs. van Aelst).
- JONGMANS, W.J. (1938b): Paläobotanische Untersuchungen im österreichischen Karbon. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, **86**, 97–104, Wien.
- KOROKNAI, B., NEUBAUER, F., GENSER, J. & TOPA, D. (1999): Metamorphic and tectonic evolution of Austroalpine units at the western margin of the Gurktal nappe complex, Eastern Alps. – Schweizer Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, **79**, 277–295, Zürich.
- KRAINER, K. (1984): Sedimentologische Untersuchungen an permischen und untertriadischen Sedimenten des Stangalm-Mesozoikums (Kärnten/ Österreich). – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **127/2**, 159–179, Wien.
- KRAINER, K. (1987): Das Perm der Gurktaler Decke: eine sedimentologische Analyse. – Carinthia II, **177/97**, 49–92, Klagenfurt.
- KRAINER, K. (1989): Die fazielle Entwicklung der Oberkarbonsedimente (Stangnock-Formation) am NW-Rand der Gurktalerdecke. – Carinthia II, **179/99**, 563–601, Klagenfurt.
- KRAINER, K. (1992): Fazies, Sedimentationsprozesse und Paläogeographie im Karbon der Ost- und Südalpen. – Neuergebnisse aus dem Paläozoikum der Ost- und Südalpen. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **135/1**, 99–193, Wien.
- LIEGLER, K.L. (1970): Das Oberkarbon-Vorkommen in der Brunnachhöhe NW Bad Kleinkirchheim/Kärnten. – Carinthia II, **160/80**, 27–44, Klagenfurt.
- NEUBAUER, F.R. (1978): Geologische Untersuchungen am Nordrand der Gurktaler Decke im Bereich des Ostabschnittes der Paaler Konglomerate (Lorenzengraben südwestlich Murau, Steiermark). – Dissertation, Universität Graz, 263 S., Graz.
- NEUBAUER, F.R. (1980): Zur tektonischen Stellung des Ackerlkristallins (Nordrand der Gurktaler Decke). – Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft, **73**, 39–53, Wien.

- NEUBAUER, F.R. & PISTOTNIK, J. (1984): Das Altpaläozoikum und Unterkarbon des Gurktaler Deckensystems (Ostalpen) und ihre paläogeographischen Beziehungen. – *Geologische Rundschau*, **73**, 149–174, Stuttgart.
- OPLUŠTIL, S., SCHMITZ, M., CLEAL, C.J. & MARTÍNEK, K. (2016): A review of the Middle–Late Pennsylvanian west European regional substages and floral biozones, and their correlation to the Geological Time Scale based on new U–Pb ages. – *Earth-Science Reviews*, **154**, 301–335, Boston.
- PICHLER, V. (1858): Die Umgebung von Turrach in Ober-Steiermark in geognostischer Beziehung, mit besonderer Berücksichtigung der Stangalpner Anthracitformation. – *Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt*, **9**, 185–228, Wien.
- PISTOTNIK, J. (1980): Die westlichen Gurktaler Alpen (Nockgebiet). – In: OBERHAUSER, R. (Ed.): *Der Geologische Aufbau Österreichs*, 361–363, Wien (Springer).
- PISTOTNIK, J. (1996): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 183 Radenthein. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- RANTITSCH, G. & RUSSEGG, B. (2000): Thrust-related very low grade metamorphism within the Gurktal Nappe Complex (Eastern Alps). – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **142/2**, 219–225, Wien.
- RANTITSCH, G., IGLSEDER, C., HOLLINETZ, M.S., HUET, B., SCHUSTER, R. & WERDENICH, M. (in Vorb.): Organic metamorphism as a key for reconstructing pre-, syn- and post-orogenic processes: the Eoalpine upper plate (Eastern Alps) as a case study.
- SCHMID, S., FÜGENSCHUH, B., KISSLING, E. & SCHUSTER, R. (2004): Tectonic map and overall architecture of the Alpine orogen. – *Swiss Journal of Geosciences (Eclogae Geologicae Helvetiae)*, **97/1**, 93–117, Basel.
- SCHNEIDER, J. (1983): Die Blattodea (Insecta) des Paläozoikums, Teil 1: Systematik, Ökologie und Biostratigraphie. – *Freibereger Forschungshefte*, **C382**, 106–145, Leipzig.
- SCHÖNLAUB, H.P. (1979): Das Paläozoikum in Österreich: Verbreitung, Stratigraphie, Korrelation, Entwicklung und Paläogeographie nicht metamorpher und metamorpher Abfolgen. – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **33**, 124 S., Wien.
- SCHÖNLAUB, H.P. (2014a): Stangnock-Formation. – In: PILLER, W.E. (Ed.): *The lithostratigraphic units of the Austrian Stratigraphic Chart 2004 (sedimentary successions), Vol. I: The Paleozoic Era(them): 2<sup>nd</sup> Edition*. – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **66**, 39–40, Wien.
- SCHÖNLAUB, H.P. (2014b): „Oberkarbon von St. Paul“. – In: PILLER, W.E. (Ed.): *The lithostratigraphic units of the Austrian Stratigraphic Chart 2004 (sedimentary successions), Vol. I: The Paleozoic Era(them): 2<sup>nd</sup> Edition*. – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **66**, 40, Wien.
- SCHÖNLAUB, H.P. (2014c): Werchzirm-Formation. – In: PILLER, W.E. (Ed.): *The lithostratigraphic units of the Austrian Stratigraphic Chart 2004 (sedimentary successions), Vol. I: The Paleozoic Era(them): 2<sup>nd</sup> Edition*. – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **66**, 40–41, Wien.
- SCHUSTER, R. (2003): Das eo-Alpine Ereignis in den Ostalpen: Plattentektonische Situation und interne Struktur des Ostalpinen Kristallins. – In: ROCKENSCHAUB, M. (Ed.): „Brenner“: Arbeitstagung 2003, Trins im Gschnitztal, 1.–5. September 2003: *Geologische Kartenblätter 1:50.000 148 Brenner*, 175 Sterzing, 141–159, Wien.
- SCHUSTER, R. (2005): Exkursion Nockalmstraße, Nöringsattel, Seeboden (15. 9. 2005). – In: SCHUSTER, R. (Ed.): *Arbeitstagung 2005 der Geologischen Bundesanstalt Blatt 182 Spittal an der Drau, Gmünd/Kärnten 12.-16. Sept. 2005*, 233–239, Wien.
- SCHUSTER, R. & FRANK, W. (1999): Metamorphic evolution of the Austroalpine units east of the Tauern Window: indications for Jurassic strike slip tectonics. – *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie- und Bergbaustudenten Österreichs*, **42**, 37–58, Wien.
- SCHUSTER, R., PESTAL, G. & REITNER, J.M. (2006): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 182 Spittal an der Drau. – *Geologische Bundesanstalt*, 115 S., Wien.
- SCHWINNER, R. (1931): Geologische Karte und Profile der Umgebung von Turrach im Steyerisch-Kärnthnerischen Nockgebiet (Steinkohlenformation der „Stangalpe“), Maßstab 1:25.000. – 11 S., Graz (Leuschner & Lubensky).
- SCHWINNER, R. (1932): Geologische Aufnahmen bei Turrach (Steiermark). – *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **1932**, 65–75, Wien.
- SCHWINNER, R. (1938): Das Karbon-Gebiet der Stangalpe. – *Deuxieme Congres pour l'Avancement des Etudes de Stratigraphie Carbonifere Heerlen, Septembre 1935*. – *Compte Rendu, Tome III*, 1171–1257, Maastricht (Gebrs. van Aelst).
- STOWASSER, H. (1956): Zur Schichtfolge, Verbreitung und Tektonik des Stangalm-Mesozoikums (Gurktaler Alpen). – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **99**, 75–199, Wien.
- TENCHOV, Y. (1978a): Stratigraphy of the carboniferous from Stangalps, Austria. – *Geologica Balcanica*, **8.1**, 105–110, Sofia.
- TENCHOV, Y. (1978b): Carboniferous Flora from Brunnachhöhe, Kärnten, Austria. – *Geologica Balcanica*, **8.2**, 89–91, Sofia.

- TENCHOV, Y. (1980): Die paläozoische Megaflora von Österreich: Eine Übersicht. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, **1980**, 161–174, Wien.
- THURNER, A. (1958): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 158-159 Stadl-Murau. – 106 S., Geologische Bundesanstalt, Wien.
- TOLLMANN, A. (1959): Der Deckenbau der Ostalpen auf Grund der Neuuntersuchungen des zentralalpiner Mesozoikums. – Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie- und Bergbaustudenten Österreichs, **10**, 3–62, Wien.
- TOLLMANN, A. (1975): Die Bedeutung des Stangalm-Mesozoikums in Kärnten für die Neugliederung des Oberostalpins in den Ostalpen. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie: Abhandlungen, **150**, 19–43, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich, Band I: Die Zentralalpen, 190–196, 309–329, Wien.
- WAGNER, R.H. (1965): Stephanian B Flora from the Cinera-Matallana Coalfield (Leon) and Neighbouring Outliers, III: Callipteridium and Alethopteris. – Notas y Comuns Instituto Geologico y Minero de Espana, **75**, 5–61, Madrid.
- WAGNER, R.H. (1984): Megafloreal zones of the Carboniferous. – Compte rendu 9e Congrès international de Stratigraphie et de géologie du Carbonifère (Washington, 1979), **2**, 109–134, Washington.
- WAGNER, R.H. & ÁLVAREZ-VÁZQUEZ, C. (2010): The Carboniferous floras of the Iberian Peninsula: a synthesis with geological connotations. – Review of Palaeobotany and Palynology, **162/3**, 239–324, Amsterdam.
- WITTRY, J., GLASSPOOL, I.J., BÉTHOUX, O., KOLL, R. & CLEAL, C.J. (2015): A revision of the Pennsylvanian marattialean fern *Lobatopteris vestita* auct. and related species. – Journal of Systematic Palaeontology, **13/8**, 615–643, London.
- ZODROW, E.L., TENCHOV, Y.G. & CLEAL, C.J. (2007): The arborescent *Linopteris obliqua* plant (Medullosales, Pennsylvanian). – Bulletin of Geoscience, **82/1**, 51–82, Prague.