

# **Arbeitsbericht NAB 12-57**

**Palynostratigraphie des Mittleren Jura:**

**Teil I – Bohrungen Benken,  
Schlattingen-1 und Weiach sowie  
einige Aufschlussproben der  
Lägern und deren Korrelation**

**Teil II – Bohrung Riniken,  
Aufschlussproben Bernhardholz,  
Dangstetten und Lägern**

Dezember 2012

S. Feist-Burkhardt

SFB Geological Consulting & Services

Nationale Genossenschaft  
für die Lagerung  
radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73  
CH-5430 Wettingen  
Telefon 056-437 11 11

[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)



# Arbeitsbericht NAB 12-57

**Palynostratigraphie des Mittleren Jura:**

**Teil I – Bohrungen Benken,  
Schlattingen-1 und Weiach sowie  
einige Aufschlussproben der  
Lägern und deren Korrelation**

**Teil II – Bohrung Riniken,  
Aufschlussproben Bernhardholz,  
Dangstetten und Lägern**

Dezember 2012

S. Feist-Burkhardt

SFB Geological Consulting & Services

**KEYWORDS**

Benken, Geothermiebohrung Schlattingen-1, Weiach,  
Riniken, Lägern, Bernhardholz, Dangstetten,  
Palynostratigraphie, Dinoflagellatenzysten, 'Brauner Dogger',  
Mittel-Jura, Mittlerer Jura

**Nationale Genossenschaft  
für die Lagerung  
radioaktiver Abfälle**

Hardstrasse 73  
CH-5430 Wettingen  
Telefon 056-437 11 11

[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)

Nagra Arbeitsberichte stellen Ergebnisse aus laufenden Forschungsaktivitäten dar, welche nicht zwingend einem vollumfänglichen Review unterzogen wurden. Diese Berichtsreihe dient dem Zweck der zügigen Verteilung aktueller Fachinformationen. Die Autoren haben ihre eigenen Ansichten und Schlussfolgerungen dargestellt. Diese müssen nicht zwingend mit denjenigen der Nagra übereinstimmen.

"Copyright © 2012 by Nagra, Wettingen (Schweiz) / Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk einschliesslich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Nagra unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Übersetzungen, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen und Programmen, für Mikroverfilmungen, Vervielfältigungen usw."

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Figurenverzeichnis Teil I .....	IV
<b>Teil I: Bohrungen Benken, Schlattingen-1 und Weiach sowie einige Aufschlussproben der Lägern und deren Korrelation .....</b>	<b>1</b>
1 <b>Einleitung</b> .....	3
2 <b>Methoden</b> .....	5
3 <b>Ergebnisse und Interpretation</b> .....	7
3.1 Sondierbohrung Benken .....	7
3.1.1 Probenintervall 655.48 – 652.33 m (2 Proben): Grenzbereich Toarcium/Aalenium (Torulosum-Subzone/Basis Opalinum-Zone) .....	8
3.1.2 Probenintervall 630.72 – 543.65 m (8 Proben): Aalenium, Opalinum- bis (?)Murchisonae-Zone .....	9
3.1.3 Probenintervall 541.08 – 538.78 m (5 Proben): Ober-Aalenium, obere Murchisonae-Zone .....	9
3.1.4 Probe 538.70 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Discites-Zone.....	10
3.1.5 Probenintervall 538.64 – 507.30 m (18 Proben): Unter-Bajocium, Laeviuscula-Zone .....	10
3.1.6 Probenintervall 507.25 – 501.54 m (6 Proben): Unter-Bajocium, Sauzei-Zone .....	11
3.1.7 Probenintervall 500.67 – 498.07 m (4 Proben): Unter-Bajocium, Humphriesianum-Zone .....	11
3.1.8 Probenintervall 496.81 – 483.60 m (12 Proben): (?)Oberstes Unter-Bajocium, obere Humphriesianum-Zone bis Ober-Bajocium, Niortense-, Garantiana-, Parkinsoni-Zone.....	12
3.1.8.1 Subintervall 496.81 – 496.27 m (2 Proben): (?)obere Humphriesianum- bis (?)Niortense-Zone.....	12
3.1.8.2 Subintervall 495.13 – 494.72 m (2 Proben): (?)Niortense- bis Garantiana-Zone .....	13
3.1.8.3 Subintervall 493.17 – 483.60 m (8 Proben): Parkinsoni-Zone .....	13
3.1.9 Probenintervall 481.50 – 467.37 m (8 Proben): Unter-Bathonium, Zigzag-Zone .....	13
3.1.10 Probenintervall 464.92 – 462.39 m (3 Proben): Unter- bis (?)Mittel-Bathonium .....	14
3.1.11 Probenintervall 459.73 – 454.55 m (3 Proben): Ober-Bathonium, Hodsoni-Zone .....	14
3.1.12 Probenintervall 454.18 – 452.36 m (4 Proben): Ober-Bathonium oder Unter-Callovium, Herveyi-Zone .....	15
3.1.13 Probe 451.82 m (1 Probe): Unter-Callovium, Herveyi-Zone .....	16
3.1.14 Probe 451.44 m (1 Probe): (?)Unter-Callovium, Calloviense-Zone und Mittel-Callovium, Jason-Zone .....	16

3.1.15	Probenintervall 450.68 – 450.32 m (2 Proben): Mittel-Oxfordium, Transversarium-Zone.....	17
3.2	Sondierbohrung Weiach .....	18
3.2.1.	Probenintervall 555.79 – 553.77 m (2 Proben): Unter Aalenium, obere Opalinum-Zone (etwa Comptum-Subzone).....	18
3.2.2	Probenintervall 552.59 – 547.41 m (3 Proben): Ober-Aalenium, Murchisonae-Zone.....	19
3.2.3	Probenintervall 545.94 – 543.71 m (2 Proben): Ober-Aalenium, obere Murchisonae-Zone.....	20
3.2.4	Probenintervall 541.12 – 540.35 m (2 Proben): Ober-Aalenium, Concavum-Zone bis Unter-Bajocium, Discites-Zone .....	20
3.2.5	Probe 538.50 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Discites-Zone.....	20
3.2.6	Probenintervall 536.56 – 631.96 m (3 Proben): Unter-Bajocium, Laeviuscula-Zone .....	21
3.2.7	Probenintervall 525.60 – 525.14 m (2 Proben): Unter-Bajocium, (?) Sauzei-Zone.....	21
3.2.8	Proben 522.61 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Humphriesianum-Zone.....	22
3.2.9	Probenintervall 520.58 – 489.71 m (10 Proben): Ober-Bajocium, Niortense-bis Parkinsoni-Zone .....	22
3.2.9.1	Subintervall 520.58 m (1 Probe): Niortense-Zone.....	23
3.2.9.2	Subintervall 517.70 – 489.71 m (9 Proben): Garantiana- bis Parkinsoni-Zone.....	23
3.2.10	Probenintervall 487.10 – 484.61 m (2 Proben): Unter- bis Mittel-Bathonium, (?) Zigzag- bis Morrisi-Zone .....	24
3.2.11	Probe 482.92 m (1 Probe): Ober-Bathonium, Hodsoni-Zone bis Unter-Callovium, Herveyi-Zone .....	24
3.2.12	Probenintervall 481.83 – 480.76 m (2 Proben): Unter-Callovium, Herveyi-Zone .....	25
3.2.13	Probe 479.54 m (1 Probe): Unter-Callovium, Calloviense-Zone .....	25
3.3	Geothermiebohrung Schlattingen-1 .....	26
3.3.1	Probe 958.43 m (1 Probe): Posidonienschieferfazies (Unter- bis Mittel-Toarcium) .....	27
3.3.2	Probe 949.87 m (1 Probe): Ober-Toarcium.....	27
3.3.3	Probe 947.65 m (1 Probe): Grenzbereich Toarcium/Aalenium, Torulosum-Subzone/Basis Opalinum-Zone .....	27
3.3.4	Probenintervall 945.56 – 849.43 m (12 Proben): Unter Aalenium, Opalinum-Zone .....	28
3.3.5	Probe 842.18 m (1 Probe): Unter Aalenium, höhere Opalinum-Zone.....	29
3.3.6	Probe 833.69 m (1 Probe): Aalenium, Opalinum- bis Murchisonae-Zone.....	29
3.3.7	Probenintervall 831.28 – 804.46 m (8 Proben): Unter-Bajocium, Laeviuscula-Zone .....	29
3.3.8	Probenintervall 803.38 – 799.12 m (3 Proben): Unter-Bajocium, Sauzei-Zone.....	30
3.3.9	Probe 794.88 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Humphriesianum-Zone.....	30
3.3.10	Probenintervall 793.61 – 779.15 m (6 Proben): Oberstes Unter-Bajocium, obere Humphriesianum-Zone, bis Ober-Bajocium, Niortense- bis Parkinsoni-Zone.....	31

3.3.10.1	Subintervall 793.61 m (1 Probe): Humphriesianum-Zone .....	31
3.3.10.2	Subintervall 791.90 – 784.60 m (3 Proben): Niortense-Zone.....	32
3.3.10.3	Subintervall 782.66 – 779.15 m (2 Proben): Garantiana- bis Parkinsoni-Zone.....	32
3.3.11	Probenintervall 773.14 – 767.82 m (3 Proben): Unter-Bathonium, Zigzag-Zone. ....	32
3.3.12	Probe 761.13 m (1 Probe): Unter- bis Mittel-Bathonium, Tenuiplicatus- bis Morrissi-Zone.....	33
3.3.13	Probe 757.85 m (1 Probe): Unter- und Ober-Callovium, Calloviense- und Lamberti-Zone .....	33
3.3.14	Probe 757.44 m (1 Probe): Unter-Oxfordium, Mariae-Zone.....	34
3.3.15	Probenintervall 755.75 – 752.65 m (2 Proben): Mittel-Oxfordium, Transversarium-Zone.....	35
3.4	Lägeren .....	35
3.4.1	Lag 1 bis Lag 19 (5 Proben): Ober-Aalenium, untere Murchisonae-Zone .....	36
4	<b>Korrelation</b> .....	37
4.1	Korrelation der Probenintervalle .....	37
4.2	Korrelation der palynostratigraphischen Events.....	39
5	<b>Zusammenfassung</b> .....	41
6	<b>Referenzverzeichnis</b> .....	43
	Verzeichnis der Anlagen zu Teil I.....	47
<b>Teil II:</b>	<b>Bohrung Riniken, Aufschlussproben Bernhardholz, Dangstetten und Lägern.....</b>	<b>49</b>
1	<b>Einleitung</b> .....	51
2	<b>Methoden</b> .....	53
3	<b>Ergebnisse und Interpretation</b> .....	55
3.1	Sondierbohrung Riniken.....	56
3.1.1	Probenintervall 345.47-331.93 m (2 Proben): Aalenium, Opalinum- bis (?)Murchisonae-Zone .....	56
3.1.2	Probenintervall 331.25 – 329.82 m (2 Proben): Ober-Aalenium, Murchisonae-Zone.....	57
3.1.3	Probenintervall 329.08 m (1 Probe): Ober-Aalenium, (?)Concavum-Zone .....	57
3.1.4	Probe 328.50 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Discites-Zone.....	58
3.2	Bernhardholz .....	58
3.2.1	Probe Be7: Aalenium, (?)Opalinum- oder untere Murchisonae-Zone.....	58
3.2.2	Proben Be5 und Be3 (2 Proben): Ober-Aalenium, untere Murchisonae-Zone.....	59
3.3	Dangstetten .....	59
3.3.1	Proben Dan1 und Dan7 (2 Proben): Ober Bajocium, Garantiana-Zone, bis Ober-Bathonium, Discus-Zone.....	59
3.3.2	Probe Dan11 (1 Probe): Bathonium, Tenuiplicatus- bis Morrissi-Zone .....	60

3.3.3	Probe Dan12 (1 Probe): Bathonium, Tenuiplicatus- bis Discus-Zone.....	60
3.3.4	Probe Dan17 (1 Probe): fossilleer, nicht datierbar .....	60
3.4	Lägeren .....	60
3.4.1	Proben Lă3 bis Lă16 (4 Proben): Unter-Bathonium, Tenuiplicatus-Zone bis Mittel-Bathonium, Morrisi-Zone .....	61
3.4.2	Probe Lă20 (1 Probe): Mittel-Oxfordium, Plicatilis- bis Transversarium- Zone .....	61
4	<b>Zusammenfassung</b> .....	63
5	<b>Referenzverzeichnis</b> .....	65
	Verzeichnis der Anlagen zu Teil II .....	67

## Figurenverzeichnis Teil I

Fig. 1:	Korrelation der Bohrungen Weiach, Benken und Schlattingen-1 sowie der Aufschlussproben der Lägeren mit der Ammoniten-Zonierung .....	38
Tafel 1:	Dinoflagellatenzysten aus dem Callovium und Unter-Oxfordium der Sondierbohrung Benken. ....	45

Dem Bericht ist eine CD mit allen Dateien beigelegt.



**Teil I: Bohrungen Benken, Schlattingen-1 und Weiach sowie einige  
Aufschlussproben der Lägern und deren Korrelation**



## 1 Einleitung

Der vorliegende Berichtsteil umfasst die Ergebnisse einer semi-quantitativen palynologischen Untersuchung an 153 Kernproben des Mittleren Jura in den drei Bohrungen Benken, Schlattingen-1 und Weiach sowie 5 Aufschlussproben von der Lägern.

Aus der Sondierbohrung Benken wurden insgesamt 78 Proben aus dem Teufenbereich 450.32 m bis 655.48 m bearbeitet. Fünfzehn dieser Proben (462.81-655.48 m) waren Objekt einer ersten palynostratigraphischen Untersuchung im Juni 1999 durch dieselbe Gutachterin (Feist-Burkhardt 1999). Im Jahr 2011 und 2012 wurden weitere 63 Proben (450.32 – 559.68 m) bearbeitet. Die Probendichte hat sich somit deutlich erhöht und der Untersuchungsbereich wurde ins Hangende erweitert. Der vorliegende Bericht integriert die alten Ergebnisse von 1999 mit den neuen von 2011/2012. Von der Geothermiebohrung Schlattingen-1 wurden 43 Proben (752.65-958.43 m) und von der Sondierbohrung Weiach 32 Proben (479.54 – 555.79 m) bearbeitet. Der untere Jura und die Basis des mittleren Jura der Sondierbohrung Weiach wurden zu einem früheren Zeitpunkt bereits einmal palynostratigraphisch untersucht. Die Daten und Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Feist-Burkhardt & Pross (2010) publiziert. Zur Korrelation der Bohrung Weiach mit den anderen zwei Bohrungen wird auf einige Bioevents aus der publizierten Untersuchung Bezug genommen.

Ziel der vorliegenden Studie war die palynostratigraphische Datierung der Proben, die möglichst genaue Zuordnung der Proben zur Ammoniten-Biostratigraphie, und die Korrelation der drei Bohrungen anhand von palynostratigraphischen Events.

Die Beprobungen erfolgten durch Dr. H.R. Bläsi (Universität Bern) im Zusammenhang mit den Profilaufnahmen für den Bericht zur Sedimentologie des 'Braunen Doggers' (Bläsi et al. 2013). In diesem Bericht finden sich detaillierte lithostratigraphische Profile, aus denen auch die Beprobungslokalität ersichtlich ist.



## 2 Methoden

Die palynologische Aufbereitung der Proben wurde durch das Labor GeoTechniques Research Ltd. (Sunbury-on-Thames, Middlesex TW16 7SR, UK) ausgeführt. Die Aufbereitung erfolgte nach der allgemein üblichen Präparationsmethode mit konzentrierter Salzsäure und konzentrierter Flusssäure (Wood et al. 1996)<sup>1</sup>. Der Rückstand wurde bei einer Maschenweite von 15 bzw. 18 µm gesiebt. Die meisten Proben wurden oxidiert. Die Proben von Benken wurden mit Schulze'scher Lösung, die von Weiach und der Lägeren mit konzentrierter Salpetersäure behandelt. Die Proben von Schlattingen-1 aus dem Teufenbereich 810.93 – 958.43 m wurden mit konzentrierter Salpetersäure leicht oxidiert. Die Proben 752.65 – 807.84 m wurden nicht oxidiert. Die palynologischen Präparate wurden dann nach Deutschland geschickt und dort lichtmikroskopisch untersucht und ausgewertet.

Für die semiquantitative Analyse wurden mindestens 200 bis 300 Palynomorphen pro Probe gezählt. Andere Palynofazieskomponenten wurden geschätzt. Die bestimmten Taxa wurden entsprechend ihrer Häufigkeit in semi-quantitative Kategorien eingeteilt. Die auf den Range-charts (Anlagen 1 – 4) verwendeten Kategorien bedeuten: *Präsent*, 1 – 3 Exemplare; *häufig*, 4 – 14 Exemplare; *sehr häufig*,  $\geq 15$  Exemplare. Ein einzelnes Taxon wird als *dominierend* klassifiziert, wenn es alle anderen Taxa in einer Probe nach wenigen Bildfeldern zahlenmässig deutlich übertrifft.

---

<sup>1</sup> Die Details der Aufbereitung werden hier nur der Vollständigkeit halber genannt, sind aber für die Auswertung nicht relevant.



### 3 Ergebnisse und Interpretation

Die bearbeiteten Proben zeigen zum grössten Teil einen guten palynologischen Rückstand mit reicher und diverser Palynoflora. Die Erhaltung der Palynomorphen ist zumeist gut.

Viele Untersuchungen haben gezeigt, dass das biostratigraphische Auflösungsvermögen von Pollen und Sporen im Jura nur sehr gering ist (z. B. Weiss 1989). Die Datierungen basieren deshalb v. a. auf dem Vorkommen von Dinoflagellatenzysten. Die biostratigraphischen Grenzen wurden nach dem ersten und letzten Auftreten der Leitarten, jeweils vom Liegenden ins Hangende gesehen, gezogen. Im Erläuterungstext zu den bekannten stratigraphischen Reichweiten von Leitarten wird das erste Auftreten auch oft mit FAD (engl. *first appearance datum*) und das letzte Vorkommen mit LAD (engl. *last appearance datum*) bezeichnet. Besonders grosse Häufigkeiten von Taxa werden als 'Akme' (von griechisch: Gipfel, Höhepunkt) bezeichnet und werden zum Teil als zusätzliche Kriterien für die palynostratigraphische Interpretation herangezogen.

Grundlage für die Alterseinstufung der Proben und deren Zuordnung zur Ammonitenstratigraphie bildet vor allem die Kompilation über die stratigraphische Verbreitung von Dinoflagellatenzysten in Süddeutschland und angrenzender Gebiete von Feist-Burkhardt & Wille (1992). Für den Bereich der Toarcium/Aalenium-Grenze sowie das Aalenium wird die Arbeit von Feist-Burkhardt & Pross (2010) verwendet. Des Weiteren werden neuere, zumeist unpublizierte Forschungsergebnisse der Gutachterin aus Süddeutschland und der Schweiz verwendet. Die in Feist-Burkhardt & Wille (1992) verwendeten Ammonitenzonen, Stufen- und Unterstufen-Namen wurden mit Hilfe von TimeScale Creator ([www.tscreator.com](http://www.tscreator.com)) aktualisiert. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen verwendet der TimeScale Creator die von der International Commission on Stratigraphy kompilierten Altersdaten, die in der *Geologic Time Scale 2004* (Gradstein et al. 2004) publiziert sind.

Neben Dinoflagellatenzysten treten andere aquatische Palynomorphe auf, die zum Teil stratigraphisch genutzt oder zusätzliche Informationen zum Paläoenvironment geben können. Diese Gruppe beinhaltet u.a. Acritarchen (= organisch-wandige Mikrofossilien unbestimmter Affinität), Grünalgen (z. B. *Botryococcus* spp., Prasinophyceen, Zygnematophyceen) und Foraminiferentapeten. Foraminiferentapeten sind die organischen Innenauskleidungen der Gehäuse benthischer Foraminiferen und somit Indikatoren für marines Paläoenvironment und guter Durchlüftung an der Sedimentoberfläche.

Die auftretenden Pollen und Sporen bestätigen die Datierungen mit Dinoflagellatenzysten. Einzelvorkommen von typischen triassischen Pollen-/Sporen-Taxa (*Aratrisporites* spp., *Densosporites* spp., *Ovalipollis* spp., *Rhaetipollis germanicus* und *Ricciisporites tuberculatus*) weisen auf Aufarbeitung triassischer Sedimente, v.a. des Rhät, im Liefergebiet hin.

Abbildungen wichtiger Dinoflagellatenzystenarten aus dem Aalenium bis Bathonium finden sich im Bericht zur Sondierbohrung Benken von Feist-Burkhardt (1999). Eine Auswahl der wichtigsten Arten des Callovium und Oxfordium ist abgebildet auf Tafel 1.

#### 3.1 Sondierbohrung Benken

Die bearbeiteten Proben der Sondierbohrung Benken zeigen zum grössten Teil einen guten palynologischen Rückstand mit reicher und diverser Palynoflora. Eine Ausnahme bildet die Probe aus Teufe 500.67 m (Probenserie 1999) von der nur wenig Rückstand gewonnen werden konnte. Die Erhaltung der Palynomorphen ist zumeist gut.

Der Anteil an Holz und pflanzlichen Geweberesten ist in den Proben von 655.48 – 538.78 m relativ gross. Die Proben ab 538.70 m und weiter im Hangenden zeigen zunehmend größere Anteile an marinem Plankton, vor allem Dinoflagellatenzysten. Pollen und Sporen treten gegen das Hangende immer weiter zurück. Das Palynomorphen-Spektrum setzt sich zusammen aus überwiegend Dinoflagellatenzysten, Pollen und Sporen. Nur untergeordnet treten Prasino-phyten, Acritarchen, Foraminiferentapeten und Grünalgen (z. B. *Botryococcus*) auf. Es konnten 159 Dinoflagellatenzysten-Taxa, 17 andere aquatische Palynomorphen und 55 Pollen- und Sporen-Taxa unterschieden werden. Proben aus dem Bereich 630.72 – 552.14 m zeigen z.T. deutlich erhöhte Gehalte an *Botryococcus*, einer kolonialen Grünalge, die aus Süsswasser- oder Brackwasser-Milieus in den marinen Ablagerungsraum herein transportiert wurde. *Botryococcus* ist auch weiter im Hangenden bis 529.30 m regelmässig vorhanden. Weiter im Hangenden kommt diese Alge nur noch sporadisch vor. Einige aufgearbeitete Pollen und Sporen weisen auf Erosion triassischer Sedimente des Rhäts im Liefergebiet hin.

Die untersuchten Proben der Bohrung Benken können mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten auf Basis Mittlerer Jura (Grenzbereich Toarcium/Aalenium) bis Mittel-Oxfordium datiert werden. Es können 15 Probenintervalle und 3 Subintervalle unterschieden und der Ammoniten-Biostratigraphie zugeordnet werden. Die Ergebnisse der semiquantitativen Analyse sind in Form einer Range-Chart im Anhang zusammengestellt (Anlage 1).

### **3.1.1 Probenintervall 655.48 – 652.33 m (2 Proben): Grenzbereich Toarcium/Aalenium (Torulosum-Subzone/Basis Opalinum-Zone)**

Die Interpretation dieses Intervalls ist unverändert zu der von Feist-Burkhardt (1999).

Die Proben zeigen eine reiche aber relativ artenarme Palynoflora aus Dinoflagellatenzysten und Pollen und Sporen sowie zahlreiche Palynoklasten. Probe 655.48 m ist des Weiteren durch einen hohen Gehalt an amorpher organischer Substanz (AOM) gekennzeichnet, der auf unvollständigen biologischen Abbau der organischen Substanz zurückzuführen ist. Dies deutet auf reduzierende Bedingungen im Sediment bzw. an der Sedimentoberfläche hin.

Die Dinoflagellatenzysten-Assoziation setzt sich überwiegend zusammen aus Vertretern der Gattung *Scriniocassis* (*S. limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi*) und *Evansia*? cf. *granochagrinata*. Die Probe 652.23 m wird deutlich von *Evansia*? cf. *granochagrinata* dominiert. Untergeordnet kommen einzelne Vertreter der Gattung *Nannoceratopsis* (*N. gracilis*, *N. dictyambonis*, *Nannoceratopsis* spp.) vor, sowie *Dodekovia bullula*, *Mancodinium semitabulatum* und *Valvaeodinium cavum*.

Das sehr häufige Vorkommen, bzw. die deutliche Dominanz der Art *Evansia*? cf. *Granochagrinata*, bei einer ansonsten sehr artenarmen Assoziation ist ein eindeutiger Hinweis auf ein Alter der Proben im direkten Grenzbereich Toarcium/Aalenium, also Torulosum-Subzone/Basis Opalinum-Zone. Dieser charakteristische "Bioevent" an der Grenze Unterer / Mittlerer Jura ist in vielen Profilen Süddeutschlands und des Schweizer Juras, so auch in den Bohrungen Weiach und Schlattingen-1, beobachtet worden und definiert die palynostratigraphische Einheit A von Feist-Burkhardt & Pross (2010).



### 3.1.2 Probenintervall 630.72 – 543.65 m (8 Proben): Aalenium, Opalinum- bis (?)Murchisonae-Zone

Die Proben zeigen eine recht reiche Palynoflora zusammengesetzt aus überwiegend Pollen und Sporen und, weniger häufig Dinoflagellatenzysten. Palynoklasten sind ebenfalls häufig.

Häufig und z.T. sehr häufig vorkommende Arten sind: *Evansia?* cf. *granochagrinata*, *Kallosphaeridium praussii*, *Mancodinium semitabulatum*, *Nannoceratopsis* spp., *Phallocysta?* *frommernensis*, *Scrinocassis* spp. (*S. limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi*) und *Wallodinium laganum*. Des Weiteren treten Vertreter der Phallocystaceen ("Susadinium group" von Wille 1982, "Parvocysta-suite" von Riding 1984) auf: *Andreodinium* spp., Dinoflagellate sp. D in Bjaerke 1980, *Dodekovia bullula*, *D. knertensis*, *D. pseudochytrooides*, *Ovalicysta hiata*, *Parvocysta?* *bjaerkei*, *Parvocysta?* *tricornuta*, *Reutlingia cardobarbata*, *R. cracens*, *Reutlingia* sp. in Feist-Burkhardt & Pross 2010, *Susadinium scrofoides* und *Weiachia* sp. A in Feist-Burkhardt & Pross 2010. Viele Vertreter der Valvaeodiniaceen sind ebenfalls regelmäßig in diesen Proben anzutreffen: *Comparodinium punctatum*, *Valvaeodinium brevipellitum*, *V. cavum*, *V. sphaerechinatum*, *V. vermipellitum*.

Das erste Einsetzen von *Kallosphaeridium praussii* charakterisiert die Basis des Aalenium, die Opalinum-Zone. Weitere Leitarten der Opalinum-Zone sind *Phallocysta?* *frommernensis*, *Nannoceratopsis triangulata* und *Wallodinium laganum*. Das gehäufte Vorkommen (Akme) von *Phallocysta?* *frommernensis* wurde von Feist-Burkhardt & Pross (2010) zur Charakterisierung ihrer palynostratigraphischen Einheit B der Opalinuston-Formation herangezogen. *Nannoceratopsis triangulata* und *Wallodinium laganum* haben laut Feist-Burkhardt & Pross (2010) ihr letztes Auftreten (LAD) am Top Opalinum-Subzone (Opalinum-Zone) und charakterisieren den Top der palynostratigraphischen Einheit D.

Alle vier Arten setzen an der Basis des Probenintervalls in Probe 630.72 m ein. Ihr Vorkommen, gemeinsam mit der noch sehr häufigen *Evansia?* cf. *granochagrinata* spricht für den tieferen Teil der Opalinum-Zone in diesem Bereich. Die drei Arten *Phallocysta?* *frommernensis*, *Nannoceratopsis triangulata* und *Wallodinium laganum* haben ihr letztes Vorkommen in diesem Intervall. Das letzte Vorkommen von *Nannoceratopsis triangulata* und *Wallodinium laganum* in Probe 543.65 m markiert die Grenzziehung zum nächst jüngeren Probenintervall.

Die recht reiche und diverse Vergesellschaftung von Phallocystaceen ("Susadinium group") und Valvaeodiniaceen ist ebenfalls charakteristisch für das Aalenium, wobei die Diversität typischerweise vom Unter-Aalenium zum Ober-Aalenium abnimmt.

### 3.1.3 Probenintervall 541.08 – 538.78 m (5 Proben): Ober-Aalenium, obere Murchisonae-Zone

Die Dinoflagellatenzysten-Assoziationen dieser Proben sind in ihrer Zusammensetzung dem vorhergehenden Intervall immer noch sehr ähnlich. Einige gute Leitarten des Unter-Aaleniums (*Phallocysta?* *frommernensis*, *Nannoceratopsis triangulata* und *Wallodinium laganum*) treten nicht mehr auf. Dagegen nimmt die Diversität und Häufigkeit der *Nannoceratopsis*-Arten zu: Vorkommen von *N. dictyambonis*, *Nannoceratopsis* sp. B in Feist 1987, *N. gracilis* s.l., häufig *N. plegas*, *N. cf. senex*, *N. tricerias*, und verschiedene unbeschriebene Morphotypen (zusammengefasst unter *Nannoceratopsis* spp.). Der erste Vertreter der Gattung *Dissiliodinium*, *D. lichenoides*, tritt zum ersten Mal sicher auf. *Andreodinium elongatum* ist im unteren Teil rar, wird aber im oberen Teil häufig. *Evansia?* *spongogranulata* tritt im oberen Teil zum ersten Mal auf. Vertreter der Gattung *Scrinocassis* treten zum letzten Mal auf.

Das erste Auftreten der Gattung *Dissiliodinium* mit ihren ersten Vertretern (*D. lichenoides*) ist ab dem oberen Aalenium, dem oberen Teil der Murchisonae-Zone bekannt.

Das Aussetzen der Leitarten des Unter-Aalenium (*Phallocysta? frommernensis*, *Nannoceratopsis triangulata*, *Waliodinium laganum*), die Diversitätszunahme von *Nannoceratopsis* spp. und vor allem das erste Einsetzen von *Dissiliodinium lichenoides* sprechen für ein Alter dieses Probenintervalls von Ober-Aalenium, ab der oberen Murchisonae-Zone.

#### 3.1.4 Probe 538.70 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Discites-Zone

Das Verhältnis Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen ist in dieser Probe höher als in den Proben des liegenden Abschnitts.

Vertreter der Gattung *Nannoceratopsis* sind immer noch häufig und morphologisch divers. *Andreodinium elongatum* und *Hystrichodinium?* sp. sind häufig. Vertreter der Gattung *Dissiliodinium* treten erstmal häufig auf: *Dissiliodinium lichenoides* (sehr häufig), *Dissiliodinium* sp. B, *Dissiliodinium* spp.. Zum ersten Mal treten *Dissiliodinium* aff. *giganteum*, *Evansia? eschachensis* und *Pareodinia* spp. auf.

Die Grenze zum Liegenden wird auf Grund des Erstauftretens von *Dissiliodinium* aff. *giganteum* gezogen.

*Dissiliodinium* aff. *giganteum* hat ein FAD an der Basis des Bajociums, in der Discites-Zone und ist eine Vorläuferform von *D. giganteum*, das etwas später in der Discites-Zone einsetzt. Das gehäufte Vorkommen von *Andreodinium elongatum* und sehr häufige *Hystrichodinium?* sp. passen ebenfalls zur Discites-Zone.

#### 3.1.5 Probenintervall 538.64 – 507.30 m (18 Proben): Unter-Bajocium, Laeviuscula-Zone

Das Verhältnis Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen nimmt gegenüber den liegenden Abschnitten weiter zu.

Die in den liegenden Abschnitten regelmässig vorkommenden Phallocystaceen und Valvaeodiniaceen kommen sporadisch nur noch mit einigen wenigen Vertretern vor (*Susadinium scrofoides*, *Valvaeodinium cavum*, *V. sphaerechinatum*, *V. vermipellitum*). Eine wichtige Ausnahme bildet *Andreodinium elongatum*, das an der Basis des Probenintervalls (bis 535.88 m) gehäuft vorkommt. *Hystrichodinium?* sp. tritt zum letzten Mal an der Basis des Probenintervalls auf. Sehr häufig, bzw. häufig treten nun Vertreter der Gonyaulacaceen auf: *Cavatodissiliodinium hansgochti*, *Dissiliodinium giganteum*, *Dissiliodinium* aff. *giganteum*, *Dissiliodinium lichenoides*, *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt 1990, *Gongylodinium erymnoteichon*, sowie verschiedene Formen von *Kallosphaeridium* und *Sentusidinium*. Eine weitere aussagekräftige Art ist *Durotrigia daveyi*.

Die Grenze zum Liegenden wird auf Grund des Erstauftretens von *Dissiliodinium giganteum* und *Gongylodinium erymnoteichon* gezogen.

Das erste Auftreten der Gattung *Dissiliodinium* mit ihren ersten Vertretern (*Dissiliodinium lichenoides*) ist ab dem Oberen Aalenium bekannt. *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt 1990 ist eine Form des basalen Bajociums. *Evansia? eschachensis* reicht vom oberen Aalenium bis ins Unter-Bajocium. *Andreodinium elongatum* zeigt ein gehäuftes Vorkommen um die Aalenium/Bajocium-Grenze. *Dissiliodinium giganteum* ist bekannt aus Schichten der Discites-,

Laeviuscula- und Sauzei-Zone (Unter-Bajocium) und ist bisher noch nicht in jüngeren Schichten angetroffen worden. *Cavatodissiliodinium hansgochtii* ist bislang nur aus der Laeviuscula- und Sauzei-Zone bekannt. Die Art *Durotrigia daveyi* hat ihr erstes Auftreten in der Laeviuscula-Zone und reicht bis in das Ober-Bajocium hinein. Wichtige LADs sind das Aussetzen von *Nannoceratopsis dictyambonis* und *Evansia? eschachensis* in der Laeviuscula-Zone.

Das massive Einsetzen von *Dissiliodinium giganteum*, sowie dessen gemeinsames Vorkommen mit *Cavatodissiliodinium hansgochtii* und *Durotrigia daveyi* sprechen für eine Zuordnung der Proben zum Unter-Bajocium, der Laeviuscula-Zone. Die begleitenden Arten *Dissiliodinium lichenoides*, *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt 1990 und *Gongylodinium erymnoteichon* bestätigen diese Einstufung. Das letzte Vorkommen von *Nannoceratopsis dictyambonis* markiert den Top der Laeviuscula-Zone und die Obergrenze dieses Probenintervalls.

### 3.1.6 Probenintervall 507.25 – 501.54 m (6 Proben): Unter-Bajocium, Sauzei-Zone

Die Proben dieses Intervalls sind dem vorhergehenden im Liegenden noch sehr ähnlich. Häufig bis sehr häufig kommen *Cavatodissiliodinium hansgochtii*, *Durotrigia daveyi*, *Gongylodinium erymnoteichon*, *Nannoceratopsis* spp., *Sentusidinium* spp. und mehrere Vertreter der Gattung *Dissiliodinium* vor. Vor allem *Dissiliodinium giganteum* ist, wie auch schon im Liegenden, an der Basis des Intervalls sehr häufig. Es dominiert die Proben bis 506.39 m. Dies ist die letzte Probe des *Dissiliodinium giganteum* Akme der Laeviuscula- und Sauzei-Zone. Weiter im Hangenden werden die Proben von *Durotrigia daveyi* und *Cavatodissiliodinium hansgochtii* dominiert. *Mancodinium semitabulatum* kommt regelmässig vor. *Nannoceratopsis dictyambonis* und *Evansia? eschachensis* kommen nicht mehr vor. *Evansia? spongogranulata* und *Moesiodinium raileanui* haben ihr Aussetzen innerhalb dieses Probenintervalls.

Wichtige Aussetzereignisse in diesem Intervall sind die letzten Vorkommen von *Evansia? spongogranulata* und *Cavatodissiliodinium hansgochtii* und der Akme-Top von *Dissiliodinium giganteum*. *Evansia? spongogranulata*, *Cavatodissiliodinium hansgochtii* und *Moesiodinium raileanui* haben ihr LAD in der Sauzei-Zone. Die Grenze zum nächst jüngeren Probenintervall (Humphriesianum-Zone) wurde am Top von *Cavatodissiliodinium hansgochtii* gezogen.

### 3.1.7 Probenintervall 500.67 – 498.07 m (4 Proben): Unter-Bajocium, Humphriesianum-Zone

Die Probe an der Basis dieses Intervalls (500.67 m) ist gekennzeichnet durch relativ wenig palynologischen Rückstand mit einem sehr hohen Gehalt an opaken Phytoklasten und nur relativ wenigen und relativ schlecht erhaltenen Palynomorphen. Vom Liegenden ins Hangende in diesem Intervall verringert sich der Gehalt an Phytoklasten und die Erhaltung der Palynomorphen wird besser.

Die regelmässig und/oder häufig vorkommenden Dinoflagellatenzysten sind *Dissiliodinium* spp., *Durotrigia* spp., *Gongylodinium erymnoteichon*, *Kallosphaeridium* spp., *Nannoceratopsis* spp., *Sentusidinium* spp. und *Valvaeodinium sphaerechinatum*. In Probe 499.02 m setzt *Durotrigia filapicata* ein, erst fraglich, kommt aber dann sehr häufig in der jüngsten Probe (498.07 m) vor. Ebenfalls in Probe 499.02 m kommt erstmals, und nur in dieser Probe, *Phallocysta thomasi* vor, und das deutlich gehäuft. In Probe 498.07 m setzt der erste Vertreter der Gattung *Meiourogonia* ein.

Die oben genannten regelmässig vorkommenden Arten haben in diesem Probenintervall nur wenig feinstratigraphische Aussagekraft. Von Bedeutung sind aber die beiden Arten *Durotrigia filapicata* und v.a. *Phallocysta thomasi*. *Durotrigia filapicata* hat ein FAD in der Humphriesianum-Zone. *Phallocysta thomasi* hat eine sehr eingeschränkte stratigraphische Reichweite. Die Art ist bekannt aus dem mittleren Teil der Humphriesianum-Zone von Yorkshire und der Nordsee und zeigt dort ein Akme (Butler et al. 2005). Dies konnte auch in Süddeutschland beobachtet werden.

Aufgrund des ersten Einsetzens von *Durotrigia filapicata* und des einmaligen und gehäuft Vorkommens von *Phallocysta thomasi* wird dieses Probenintervall in die Humphriesianum-Zone gestellt.

### **3.1.8 Probenintervall 496.81 – 483.60 m (12 Proben): (?)Oberstes Unter-Bajocium, obere Humphriesianum-Zone bis Ober-Bajocium, Niortense-, Garantiana-, Parkinsoni-Zone**

Die Proben in diesem Intervall sind gekennzeichnet durch einen relativ hohen Anteil an Dinoflagellatenzysten im Vergleich zu Pollen, Sporen und auch Phytoklasten.

Zu den Proben im Liegenden ist ein deutlicher Wechsel in den Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen zu verzeichnen. Diverse neue Taxa setzen ein.

Das Probenintervall ist definiert durch die Verbreitung der Art *Acanthaulax crispa*, die an der Basis, in Probe 496.81 m einsetzt und das letzte Mal am Top, in Probe 483.60 m vorkommt. *Acanthaulax crispa* ist eine bekannt gute Leitart, die auch in der subborealen nordwest-europäischen Zonierung von Poulsen & Riding (2003) als zuverlässiger Marker verwendet wird. Die Art hat ein bekanntes Vorkommen von der Humphriesianum-Zone bis in den obersten Teil der Parkinsoni-Zone, kurz vor der Grenze Bajocium/Bathonium.

An der Wende Unter-/Ober-Bajocium (d.h. obere Humphriesianum-/Niortense-Zone) findet europaweit ein bedeutender Mikroflorenwechsel statt. Genauer gesagt findet eine sehr starke, fast explosionsartige Diversifizierung bei den zystenbildenden Dinoflagellaten statt, die sich durch das Neueinsetzen vieler neuer Arten und Gattungen in einer Range-Chart manifestiert. Die Gattungen *Acanthaulax*, *Aldorfia*, *Ctenidodinium*, *Endoscrinium*, *Meiourogoniaulax*, *Rhynchodiniopsis* und *Valensiella*, u.a. gehören bereits zu diesem Formenkreis des Ober-Bajociums.

Das Probenintervall kann weiter in **drei Subintervalle** unterteilt werden:

- 496.81-496.27 m (2 Proben)
- 495.13-494.72 m (2 Proben)
- 493.17-483.60 m (8 Proben)

#### **3.1.8.1 Subintervall 496.81 – 496.27 m (2 Proben): (?)obere Humphriesianum- bis (?)Niortense-Zone**

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall ein: *Acanthaulax crispa*, *Aldorfia aldorfensis*, *Ctenidodinium* spp. *Endoscrinium asymmetricum*, *Meiourogoniaulax valensii*, *Nannoceratopsis spiculata*, *Rhynchodiniopsis? regalis*, *Valensiella/Ellipsoidictyum* complex, *Valensiella ovulum*. Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall aus: *Dissiliodinium lichenoides*, *Durotrigia daveyi*, *Mancodinium semitabulatum* und *Nannoceratopsis gracilis* s.l..

Das erste Einsetzen (FAD) der Gattungen *Meiourogoniaulax* und *Valensiella*, und der Arten *Acanthaulax crispa*, *Aldorfia aldorfensis*, *Nannoceratopsis spiculata* und *Rhynchodiniopsis? regalis* ist in Süddeutschland aus der Humphriesianum-Zone bekannt, wobei *Rhynchodiniopsis? regalis* und *Aldorfia aldorfensis* erst in der obersten Subzone der Humphriesianum-Zone, nämlich der Blagdeni-Subzone einsetzt. *Nannoceratopsis gracilis* und *Durotrigia daveyi* haben ihr stratigraphisch letztes Vorkommen (LAD) in der Niortense-Zone.

### 3.1.8.2 Subintervall 495.13 – 494.72 m (2 Proben): (?)Niortense- bis Garantiana-Zone

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall ein: *Atopodinium polygonale*, *Carpathodinium predae*, *Chytroeisphaeridia chytroeides*, *Ctenidodinium continuum*, *Ctenidodinium selwoodii*, *Gongylodinium hocneratum*, *Gonyaulacysta pectinigera*, *Korystocysta* cf. *gochtii*, *Meiourogoniaulax* sp. 1 in Feist-Burkhardt & Monteil 1998, *Valvaeodinium spinosum*, *Wanaea indotata*.

Die Arten *Atopodinium polygonale*, *Carpathodinium predae*, *Gongylodinium hocneratum*, *Gonyaulacysta pectinigera*, *Korystocysta* cf. *gochtii*, *Valvaeodinium spinosum* und die Gattung *Ctenidodinium* haben ein FAD bekannt aus der Niortense-Zone und reichen bis in das Bathonium und z.T. höher hinauf. *Ctenidodinium selwoodii* ist ab der Garantiana-Zone bekannt.

### 3.1.8.3 Subintervall 493.17 – 483.60 m (8 Proben): Parkinsoni-Zone

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall ein: *Chlamydothorella* spp., *Cleistosphaeridium* sp. 1, *Ctenidodinium cornigerum*, *Ctenidodinium ornatum*, *Ctenidodinium stauromatos*, *Durotrigia omentifera*, *Endoscrinium* cf. *luridum*, *Gonyaulacysta eisenackii*, gonyaulacoide Zyste indet. sp. 1, *Lithodinia* sp. 1, *Orobodinium automobile*, *Orobodinium changii*, *Orobodinium rete*, *Pareodinia* sp. 1 in Feist-Burkhardt & Monteil 1998, *Protobatioladinium mercieri*, *Reutlingia gochtii*, *Sirmiodiniopsis* sp., *Willeidinium baiocassinum*. *Acanthaulax crispa* kommt regelmässig, zum Teil gehäuft, bis in die oberste Probe 483.60 m vor und setzt dann aus.

Die Arten *Durotrigia omentifera*, *Endoscrinium* cf. *luridum*, *Gonyaulacysta eisenackii*, *Orobodinium automobile*, *Protobatioladinium mercieri*, *Sirmiodiniopsis* sp., *Willeidinium baiocassinum* haben ein FAD bekannt aus der Parkinsoni-Zone und reichen in das Bathonium und z.T. höher hinauf. Die wichtige Leitform *Acanthaulax crispa* hat ein LAD im obersten Teil der Parkinsoni-Zone, kurz vor der Grenze Bajocium/Bathonium.

### 3.1.9 Probenintervall 481.50 – 467.37 m (8 Proben): Unter-Bathonium, Zigzag-Zone

Diese Proben sind ebenfalls sehr reich und divers an Dinoflagellatenzysten mit einem hohen Verhältnis Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen.

Die Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen sind ähnlich denen der Proben im Liegenden. Es kommen aber einige Arten neu hinzu. Dies sind v.a. *Chytroeisphaeridia scabrata*, *Ctenidodinium combazii*, *Ctenidodinium tenellum*, *Dissiliodinium minutum*, gonyaulacoide Zyste indet. sp. 2 und *Tubotuberella dangeardii*. Auffällig ist das sehr häufige Vorkommen von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium*, v.a. der langstacheligen proximochoraten Arten *Ct. cornigerum* und *Ct. combazii*. Ein erster Vertreter einer choraten Gattung (*Cleistosphaeridium* sp. 1) mit wenigen dicken und langen Fortsätzen kommt im unteren Bereich des Probenintervalls vor. *Meiourogoniaulax valensii* kommt am Top dieses Intervalls in Probe 467.37 m zum letzten Mal vor.

Die FADs der Arten *Ctenidodinium combazii* und *Tubotuberella dangeardii* liegen nach Feist-Burkhardt & Wille (1992) in Süddeutschland an der Basis des Bathoniums, der Zigzag-Zone, bzw. kurz unterhalb der Grenze, noch im obersten Teil der Parkinsoni-Zone. Das sehr häufige Vorkommen der langstacheligen, proximochoraten Arten von *Ctenidodinium*, *Ct. cornigerum* und vor allem *Ct. combazii*, ist typisch für die Basis des Bathoniums, ist aber auch schon im obersten Teil der Parkinsoni-Zone beobachtet worden. Ebenfalls typisch für den unmittelbaren Grenzbereich Bajocium/Bathonium ist das Vorkommen der ersten choraten Dinoflagellatenzysten, wie *Cleistosphaeridium*. Das LAD der Leitart *Meiourogoniaulax valensii* liegt am Top der Zigzag-Zone.

Die palynologischen Daten sprechen für eine Zuordnung der Proben zum Unter-Bathonium, zur Zigzag-Zone. Die Zugehörigkeit zum obersten Teil der Parkinsoni-Zone (Ober-Bajocium) kann jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden.

### **3.1.10 Probenintervall 464.92 – 462.39 m (3 Proben): Unter- bis (?)Mittel-Bathonium**

Die Proben sind reich und divers an Dinoflagellatenzysten mit einem hohen Verhältnis Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen.

Die Dinoflagellatenzysten-Assoziationen ähneln den Proben im zuvor beschriebenen Intervall und sind ebenfalls durch das sehr häufige Vorkommen von langstacheligen, proximochoraten Vertretern der Gattung *Ctenidodinium* (v.a. *Ct. cornigerum*, *Ct. combazii*, und auch *Ct. stauromatos*) charakterisiert. Zusätzlich treten vereinzelt und mit nur wenigen Exemplaren die Arten *Eodinia* sp. in Feist-Burkhardt & Wille (1992), *Wanaea cornucavata* und ein zweifelsfreier Vertreter der choraten Gattung *Cleistosphaeridium* (*Cleistosphaeridium* sp. 2) auf.

Das Probenintervall wird definiert vom Aussetzen von *Meiourogoniaulax valensii* (Unter-Bathonium, Zigzag-Zone) bis zum Einsetzen der ersten Formen des Ober-Bathonium (Hodsoni-Zone, siehe nächstes Probenintervall).

Einige einzelne Exemplare von *Dissiliodinium giganteum* und *Dissiliodinium* aff. *giganteum* in Probe 464.92 m werden als Aufarbeitung von Unter-Bajocium interpretiert.

Die Arten *Eodinia* sp. in Feist-Burkhardt & Wille (1992) und *Wanaea cornucavata* sind bisher ausschließlich aus dem Unter-Bathonium, aus der Zigzag- und Tenuiplicatus-Zone bekannt. Die chorate Gattung *Cleistosphaeridium* tritt ebenfalls ab dem Unter-Bathonium, der Zigzag-Zone auf. Weitere chorate Formen wie *Adnatosphaeridium* spp., die ab dem Mittel-Bathonium zu erwarten sind, fehlen im Probenintervall.

Diesen Daten zufolge können die Proben nur relativ ungenau datiert werden als jünger als Zigzag-Zone (Unter-Bathonium) bis jünger als Hodsoni-Zone (Ober-Bathonium).

### **3.1.11 Probenintervall 459.73 – 454.55 m (3 Proben): Ober-Bathonium, Hodsoni-Zone**

Die Proben sind reich und divers an Dinoflagellatenzysten. Pollen und Sporen treten immer weniger auf.

Die Dinoflagellatenzysten-Assoziationen werden weiterhin von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium* dominiert. Darunter sind v.a. die langstacheligen proximochoraten Arten *Ct. combazii* und *Ct. ornatum*, z.T. auch *Ct. cornigerum* besonders häufig.

Das erste Einsetzen folgender Taxa wird als stratigraphisch relevant angesehen: *Pareodinia prolongata* (459.73 m), *Sirmiodiniopsis orbis* (457.63 m) und *Atopodinium prostatum* (454.55 m). *Gongylodinium hocneratum* kommt zum letzten Mal am Top des Probenintervalls in Probe 454.55 m vor. *Carpathodinium predae* und *Rhynchodiniopsis? regalis* kommen nach wie vor regelmäßig vor.

Ein vereinzelt Exemplar von *Susadinium scrofoides* in Probe 454.55 m ist aufgearbeitet aus dem Aalenium.

Alle drei neu einsetzenden Arten, *Pareodinia prolongata*, *Sirmiodiniopsis orbis* und *Atopodinium prostatum*, haben ein FAD im Ober-Bathonium, in der Hodsoni-Zone.

Das LAD von *Rhynchodiniopsis? regalis* wird als zuverlässiges Aussterbeereignis angesehen und liegt im Ober-Bathonium in der Hodsoni-Zone. *Gongylodinium hocneratum* ist bis Ende Bathonium bekannt. Nach Untersuchungen von Feist-Burkhardt & Wille (1992) in Süddeutschland soll *Carpathodinium predae* bereits an der Grenze Mittel-/Ober-Bathonium aussterben. In dem hier vorliegenden Material überschneiden sich aber die Reichweiten von dieser Art mit denen von *Pareodinia prolongata*, *Sirmiodiniopsis orbis* und *Atopodinium prostatum*. Dies kann so interpretiert werden, dass *Carpathodinium predae* in diesem Gebiet eine von Süddeutschland abweichende Reichweite hat und bis ins Ober-Bathonium in die Hodsoni-Zone, hineinreicht. Eine alternative Interpretation kann Aufarbeitung sein.

Die Proben dieses Intervall werden als Ober-Bathonium, Hodsoni-Zone interpretiert.

### **3.1.12 Probenintervall 454.18 – 452.36 m (4 Proben): Ober-Bathonium oder Unter-Callovium, Herveyi-Zone**

Die Proben sind reich und divers an Dinoflagellatenzysten mit einem hohen Verhältnis von Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen. Die Erhaltung der Palynomorphen ist auffällig fragmentiert.

Die Dinoflagellatenzysten-Assoziationen der vier Proben sind ähnlich, ihre qualitative und v.a. quantitative Zusammensetzung von Probe zu Probe ist aber recht verschieden. Die Proben werden weiterhin von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium* dominiert. Darunter sind v.a. die langstacheligen proximochoraten Arten *Ct. combazii* und *Ct. ornatum* besonders häufig. Es setzen nur wenige Arten neu ein, darunter *Adnatosphaeridium caulleryi* an der Basis des Intervalls in Probe 454.18 m. In derselben Probe kommt *Mendicodinium* spp. erstmals und nur in dieser Probe gehäuft vor. Ebenfalls in dieser Probe kommt *Carpathodinium predae* das letzte Mal vor. *Rhynchodiniopsis? regalis* tritt regelmäßig mit wenigen Exemplaren auf und kommt das letzte Mal am Top des Intervalls in Probe 452.36 m vor. *Gongylodinium hocneratum* fehlt.

Das gehäufte Vorkommen von *Mendicodinium* spp. an der Basis des Probenintervalls in Probe 454.18 m kann als Hinweis auf einen flachmarinen, oder sehr proximalen, oder brackischen Ablagerungsbereich gedeutet werden. Massenvorkommen von Vertretern dieser Gattung in mono-spezifischen oder sehr arten-armen Vergesellschaftungen sind so gedeutet worden und wurden in der Literatur auch als "*Mendicodinium*-Events" bezeichnet (Poulsen 1996).

Von der Zusammensetzung der Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen her könnten diese Proben immer noch dem Ober-Bathonium zugeordnet werden. Wie für den vorhergehenden Probenintervall erklärt, wird das LAD von *Rhynchodiniopsis? regalis* als zuverlässiges Aussterbeereignis angesehen und liegt im Ober-Bathonium in der Hodsoni-Zone. *Carpathodinium predae* zeigt in Süddeutschland ein LAD an der Grenze Mittel-/Ober-Bathonium. *Gongylo-dinium hocneratum* ist dort bis Ende Bathonium bekannt. *Adnatosphaeridium caulleryi* kann bereits im Unter-Bathonium einsetzen.

Da alle vier Proben aus einem Eisenoolith stammen, muss aber auch damit gerechnet werden, dass die bathonischen Arten aus dem direkten Liegenden aufgearbeitet worden sein können. Für Aufarbeitung sprechen auch die sich von Probe zu Probe ändernde quantitative Zusammensetzung der Vergesellschaftungen und der hohe Grad der Fragmentierung der Palynomorphen.

Die Proben dieses Intervall werden als Ober-Bathonium, oder Unter-Callovium (Herveyi-Zone) interpretiert.

### 3.1.13 Probe 451.82 m (1 Probe): Unter-Callovium, Herveyi-Zone

Die Probe ist reich und divers an Dinoflagellatenzysten mit einem hohen Verhältnis von Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen. Die Erhaltung der Palynomorphen ist gut.

Die Probe wird weiterhin von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium* dominiert. Die Leitart *Ctenidodinium combazii* kommt häufig vor und hat sein letztes Vorkommen in dieser Probe. Ebenfalls ihr letztes Vorkommen haben *Atopodinium polygonale* und *Gonyaulacysta pectinigera*. Neu einsetzende Arten sind *Rigaudella filamentosa*, *Stephanelytron scarburghense* und sehr häufig *Sentusidinium varispinosum*.

*Ctenidodinium combazii* ist eine sehr gute Leitart und wird auch in der subborealen nordwesteuropäischen Zonierung von Poulsen & Riding (2003) zur Abgrenzung einer Zone genutzt. Ihr LAD liegt in Süddeutschland wie auch in England im Unter-Callovium, in der Herveyi-Zone. *Atopodinium polygonale* und *Gonyaulacysta pectinigera* haben ebenfalls ihre LADs in der Herveyi-Zone. *Rigaudella filamentosa* ist ab dem Ober-Bathonium bekannt. Die neu einsetzenden Arten *Stephanelytron scarburghense* und *Sentusidinium varispinosum* haben ihre FADs ebenfalls in der Herveyi-Zone.

Wegen des gemeinsamen Vorkommens von *Ctenidodinium combazii*, *Atopodinium polygonale* und *Gonyaulacysta pectinigera* einerseits und *Stephanelytron scarburghense* und *Sentusidinium varispinosum* andererseits kann die Probe eindeutig dem Unter-Callovium, der Herveyi-Zone zugewiesen werden.

### 3.1.14 Probe 451.44 m (1 Probe): (?)Unter-Callovium, Calloviense-Zone und Mittel-Callovium, Jason-Zone

Die Probe ist reich und divers an Dinoflagellatenzysten mit einem hohen Verhältnis von Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen. Die Erhaltung der Palynomorphen ist gut.

Die Zusammensetzung der Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftung ist deutlich unterschiedlich zu der in der Probe im Liegenden. Die Probe wird nicht mehr durch Vertreter der Gattung *Ctenidodinium* dominiert.



Folgende Arten haben ihr erstes Einsetzen: *Compositosphaeridium polonicum*, *Korystocysta pachyderma* und *Sirmiodinium grossi*. Folgende Arten haben ihr letztes Vorkommen in dieser Probe: *Aldorfia aldorfensis*, *Cleistosphaeridium* sp. 2, *Korystocysta* cf. *gochtii*, *Lithodinia caytonensis*, *Rigaudella filamentosa*, gehäuft *Sentusidinium varispinosum* und *Wanaea indotata*. Vertreter der Gattung *Mendicodinium* treten gehäuft auf.

Das gehäufte Vorkommen von *Mendicodinium* spp. in dieser Probe kann, wie schon in Probe 451.18 m im Liegenden, als Hinweis auf einen flachmarinen, oder sehr proximalen, oder brackischen Ablagerungsbereich gedeutet werden. Massenvorkommen von Vertretern dieser Gattung in mono-spezifischen oder sehr arten-armen Vergesellschaftungen sind so gedeutet worden und wurden in der Literatur auch als "*Mendicodinium*-Events" bezeichnet (POULSEN 1996).

Das erste Einsetzen (FAD) von *Compositosphaeridium polonicum* ist bekannt aus dem Mittel-Callovium, der Jason-Zone. Die beiden anderen neu einsetzenden Arten haben ein FAD im Unter-Callovium (Calloviense-, bzw. Herveyi-Zone).

Die LADs von *Aldorfia aldorfensis* und *Sentusidinium varispinosum* liegen in der Calloviense-Zone (Unter-Callovium). *Korystocysta* cf. *gochtii* reicht bis in die Jason-Zone (Mittel-Callovium), *Lithodinia caytonensis* und *Rigaudella filamentosa* bis in die Coronatum-Zone (Mittel-Callovium) und *Wanaea indotata* bis in die Athleta-Zone (Ober-Callovium).

Das gemeinsame Vorkommen von *Compositosphaeridium polonicum* einerseits und *Aldorfia aldorfensis*, *Sentusidinium varispinosum* und *Korystocysta* cf. *gochtii* andererseits sprechen für ein Mischalter: Unter-Callovium, Calloviense-Zone und Mittel-Callovium, Jason-Zone.

Typische Formen des Ober-Callovium und Unter-Oxfordium, wie z. B. die stark verzierten Formen von *Wanaea* (*W. digitata*, *W. fimbriata*, *W. thysanota*) fehlen.

### **3.1.15 Probenintervall 450.68 – 450.32 m (2 Proben): Mittel-Oxfordium, Transversarium-Zone**

Die Proben sind reich und divers an Dinoflagellatenzysten. Pollen und Sporen treten sehr stark zurück. Die Erhaltung der Palynomorphen ist gut.

Die Zusammensetzung der Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen ist deutlich unterschiedlich zu der in der Probe im Liegenden. Obwohl die zwei Proben dieses Probenintervalls in dieselbe Ammonitenzone gestellt werden können, sind sie in ihrer Zusammensetzung deutlich voneinander verschieden. Probe 450.68 m ist deutlich reicher an komplexen choraten Zysten wie *Systematophora* spp. und *Compositosphaeridium polonicum* als Probe 450.32 m. Beide Proben enthalten viele Exemplare von *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Endoscrinium galeritum* und *Endoscrinium galeritum reticulatum*.

Viele stratigraphisch relevante Arten kommen in diesem Probenintervall zum ersten Mal vor. Dazu gehören: *Acanthaulax granulata*, *Acanthaulax venusta*, *Belodinium asaphum*, *Cleistosphaeridium iaculigerum*, *Endoscrinium galeritum*, *Endoscrinium galeritum reticulatum*, *Glossodinium dimorphum*, *Leptodinium arcuatum*, *Leptodinium mirabile*, *Leptodinium subtile*, *Occisucysta balios*, *Prolixosphaeridium anasillum*, *Rigaudella aemula*, *Scrinioidinium crystallinum*, *Systematophora* spp. darunter auch *Systematophora areolata* und *Taeniophora iunctispina*.

All diese Arten sind typische Formen des Oxfordium und einige reichen bis ins Kimmeridgium, manche auch höher hinauf. Die Arten *Leptodinium subtile*, *Occisucysta balios* und *Taeniophora iunctispina* haben ihr erstes Vorkommen (FAD) in der Transversarium-Zone (Mittel-Oxfordium). Die Arten *Belodinium asaphum*, *Endoscrinium galeritum*, *Rigaudella aemula* und *Scrinodinium crystallinum* haben ihr letztes Vorkommen (LAD) in der Transversarium-Zone.

Das gemeinsame Vorkommen dieser Arten lässt beide Proben in die Transversarium-Zone (Mittel-Oxfordium) stellen.

Die angetroffenen Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen stimmen sehr gut mit den von Klement (1960) und Brenner (1988) detailliert bearbeiteten Vergesellschaftungen aus dem oberen Malm alpha von Süddeutschland überein. Der obere Malm alpha korreliert mit der Transversarium-Zone (Mittel-Oxfordium).

### 3.2 Sondierbohrung Weiach

Die bearbeiteten Proben der Sondierbohrung Weiach zeigen zum grössten Teil einen guten palynologischen Rückstand mit reicher und diverser Palynoflora. Die Erhaltung der Palynomorphen ist zumeist gut.

Der Anteil an Holz und pflanzlichen Geweberesten nimmt vom Liegenden zum Hangenden stetig ab. Gegen das Hangende zeigen die Proben zunehmend größere Anteile an marinem Plankton, vor allem Dinoflagellatenzysten. Pollen und Sporen treten gegen das Hangende immer weiter zurück. Das Palynomorphen-Spektrum setzt sich zusammen aus überwiegend Dinoflagellatenzysten, Pollen und Sporen. Nur untergeordnet treten Prasinophyten, Acritarchen, Foraminiferentapeten und Grünalgen (z. B. *Botryococcus*) auf. Es konnten 129 Dinoflagellatenzysten-Taxa, 15 andere aquatische Palynomorphen und 48 Pollen- und Sporen-Taxa unterschieden werden. Proben aus dem Bereich 527.60 – 520.58 m zeigen deutlich erhöhte Gehalte an Foraminiferentapeten. Proben aus dem Bereich 555.79 – 543.71 m zeigen z.T. sehr hohe Gehalte eines einzelnen Pollen-Taxon, *Perinopollenites elatoides*. Einige aufgearbeitete Pollen und Sporen weisen auf Erosion triassischer Sedimente des Rhäts im Liefergebiet hin.

Die untersuchten Proben der Sondierbohrung Weiach können mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten auf Unter-Aalenium bis Unter-Callovium datiert werden. Es können 13 Probenintervalle und 2 Subintervalle unterschieden und der Ammoniten-Biostratigraphie zugeordnet werden. Die Ergebnisse der semiquantitativen Analyse sind in Form einer Range-Chart im Anhang zusammengestellt (Anlage 2).

#### 3.2.1. Probenintervall 555.79 – 553.77 m (2 Proben): Unter Aalenium, obere Opalinum-Zone (etwa Comptum-Subzone)

Die Proben werden dominiert von Pollen und Sporen. Dinoflagellatenzysten sind weniger häufig und relativ wenig divers.

Die Dinoflagellatenassoziation besteht zumeist aus Vertretern der Gattungen *Nannoceratopsis* und *Batiacasphaera*. *Nannoceratopsis* ist häufig und sehr divers. Es treten die Arten *N. gracilis* s.str. und s.l., *N. plegas*, *N. cf. senex* und *N. tricerias* auf, sowie viele andere unbeschriebene, hier unter *Nannoceratopsis* spp. zusammengefasste Morphotypen. *Batiacasphaera* ist häufig vertreten mit grossen glatten Formen (*Batiacasphaera* sp. A in Feist-Burkhardt & Pross 2010) sowie ornamentierten Formen ("*Batiacasphaera* sp. B" in Feist-Burkhardt & Pross 2010). Daneben finden sich wenige Vertreter von *Andreedinium elongatum*, *Dodekovia* spp.,

*Hystrichodinium* sp., *Moesiodinium raileanui*, *Scriniocassis priscus* und *S. weberi*. Die Pollenart *Perinopollenites elatoides* ist sehr häufig, fast dominierend.

Die typischen Formen des Opalinuston (Opalinum-Subzone der Opalinum-Zone) fehlen. Nach Feist-Burkhardt & Pross (2010) haben die für den Opalinuston typischen Leitformen *Nannoceratopsis triangulata* und *Walldinium laganum* in der Sondierbohrung Weiach ihr letztes Vorkommen in Probe 566.13 m, also rund 10 m unter der Basis dieses Probenintervalls.

Die hohe Diversität von *Nannoceratopsis* und das gehäufte Vorkommen von *Batiacasphaera* sp. A und sp. B zusammen mit dem sehr häufigen *Perinopollenites elatoides* sind typisch für das Aalenium über dem Opalinuston.

Die Obergrenze dieses Probenintervalls wird vor dem Einsetzen von *Evansia? spongogranulata* gesetzt, deren FAD in der Murchisonae-Zone liegt.

Die Proben dieses Intervalls werden somit als obere Opalinum-Zone (etwa Comptum-Subzone) interpretiert.

### **3.2.2 Probenintervall 552.59 – 547.41 m (3 Proben): Ober-Aalenium, Murchisonae-Zone**

Die Proben zeigen eine recht reiche Palynoflora zusammengesetzt aus überwiegend Pollen und Sporen und, weniger häufig Dinoflagellatenzysten. Die Proben werden dominiert von der Pollenart *Perinopollenites elatoides*.

*Nannoceratopsis* spp. ist häufig und sehr divers (*N. ambonis*, *N. dictyambonis*, *N. evae*, *N. gracilis* s.str. und s.l., *N. plegas* ssp., *Nannoceratopsis* sp. B in Feist 1987, *Nannoceratopsis* spp.). *N. plegas* kommt mit seinen drei Unterarten (*N. plegas brevicornis*, *N. plegas dictyornata*, *N. plegas plegas*) vor. *Batiacasphaera* sp. A kommt regelmässig und sehr häufig vor. Einige Vertreter der Phallogocystaceen ("Susadinium group" von Wille 1982, "Parvocysta suite" von Riding 1984) treten auf: *Andreodinium elongatum*, *A. aff. elongatum*, *Dodekovia pseudochytrooides*, *Moesiodinium raileanui*, *Parvocysta? tricornuta*, *Reutlingia fausta*, *Susadinium scrofooides* und *Weiachia* sp.. Vertreter der Gattung *Scriniocassis* (*S. limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi*) treten zum letzten Mal auf. Weitere wichtige Arten sind *Evansia? spongogranulata*, *Hystrichodinium* sp. und *Mancodinium semitabulatum*. *Andreodinium elongatum* ist sehr häufig in der obersten Probe des Intervalls bei 547.41 m.

Das Probenintervall reicht vom ersten Einsetzen von *Evansia? spongogranulata* bis zum letzten Vorkommen von *Scriniocassis* spp.

Das FAD von *Evansia? spongogranulata* liegt in der Murchisonae-Zone. *Scriniocassis* spp. können bis in die obere Murchisonae-Zone, Bradfordensis-Subzone hineinreichen.

Die Proben werden somit auf Ober-Aalenium, Murchisonae-Zone datiert.

### 3.2.3 Probenintervall 545.94 – 543.71 m (2 Proben): Ober-Aalenium, obere Murchisonae-Zone

Diese Proben sind in ihrer Zusammensetzung dem vorhergehenden Intervall immer noch ähnlich und werden von *Perinopollenites elatoides* dominiert.

*Nannoceratopsis* spp. ist immer noch häufig und sehr divers. *N. dictyambonis* hat ein Akme in diesem Intervall. Phallocystaceen treten mit ihrer Diversität stark zurück. *Andreedinium elongatum* ist häufig (Akme). Vertreter der Gattung *Dissiliodinium* (*D. lichenoides*, *Dissiliodinium* spp.) treten zum ersten Mal auf.

Die Basis dieses Probenintervalls wird definiert durch das erste Auftreten von Vertretern von *Dissiliodinium*, die *D. lichenoides* sehr ähnlich sind.

Das erste Auftreten der Gattung *Dissiliodinium* mit ihren ersten Vertretern (*D. lichenoides*) ist ab dem oberen Aalenium, dem oberen Teil der Murchisonae-Zone bekannt.

Die hohe Diversität von *Nannoceratopsis* spp., das gehäufte Vorkommen von *Andreedinium elongatum* und vor allem das erste Einsetzen von *Dissiliodinium* spp. und *D. lichenoides* sprechen für ein Alter dieses Probenintervalls von Ober-Aalenium, ab der oberen Murchisonae-Zone.

### 3.2.4 Probenintervall 541.12 – 540.35 m (2 Proben): Ober-Aalenium, Concavum-Zone bis Unter-Bajocium, Discites-Zone

Das Verhältnis Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen ist in diesen Proben etwas höher als in den Proben des liegenden Abschnitts. *Perinopollenites elatoides* ist nicht mehr dominant.

*Nannoceratopsis* spp. ist immer noch häufig und sehr divers. *N. dictyambonis* ist nicht mehr so häufig wie zuvor. *Andreedinium elongatum* ist häufig (Akme). *Dissiliodinium lichenoides* und ähnliche Morphotypen (*Dissiliodinium* spp.) treten regelmässig auf. *Evansia? eschachensis* tritt zum ersten Mal auf.

Die Basis dieses Probenintervalls wird definiert durch das Erstauftreten von *Evansia? eschachensis*. Die Obergrenze des Intervall wird vor dem Einsetzen von *Dissiliodinium* aff. *giganteum* gezogen.

*Evansia? eschachensis* hat ein FAD in der Concavum-Zone und reicht bis in das Unter-Bajocium. Das häufige Vorkommen von *Andreedinium elongatum* ist ebenfalls typisch für den Bereich um die Aalenium/Bajocium-Grenze.

### 3.2.5 Probe 538.50 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Discites-Zone

Vertreter der Gattung *Nannoceratopsis* sind immer noch häufig und morphologisch divers. *Evansia? eschachensis* und *E.? spongogranulata* sind präsent. Ihr letztes Vorkommen haben in dieser Probe: *Nannoceratopsis plegas* (alle Subspezies), *Nannoceratopsis* sp. B in Feist (1987), *Andreedinium elongatum* und *Hystrichodinium* sp. Die beiden letzten Arten kommen häufig, *Hystrichodinium* sp. sogar sehr häufig vor. Ebenfalls häufig sind *Dissiliodinium lichenoides* und *Dissiliodinium* spp.. Zum ersten Mal treten *Dissiliodinium* aff. *giganteum* und *Pareodinia* spp. auf.

Die Grenze zum Liegenden wird auf Grund des Erstauftretens von *Dissiliodinium* aff. *giganteum* gezogen.

*Dissiliodinium* aff. *giganteum* hat ein FAD an der Basis des Bajociums, in der Discites-Zone und ist eine Vorläuferform von *D. giganteum*, das etwas später in der Discites-Zone einsetzt. Das gehäufte Vorkommen von *Andreodinium elongatum* und sehr häufige *Hystriodinium* sp. passen ebenfalls zur Discites-Zone.

### **3.2.6 Probenintervall 536.56 – 631.96 m (3 Proben): Unter-Bajocium, Laeviuscula-Zone**

Die Basis dieses Probenintervalls ist charakterisiert durch das erste Einsetzen von *Dissiliodinium giganteum*, *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt 1990, *Durotrigia daveyi* und *Gongylodinium erymnoteichon*. *Dissiliodinium giganteum* ist häufig bis sehr häufig (Akme). *Cavatodissiliodinium hansgochtii* hat ebenfalls sein erstes Vorkommen in diesem Probenintervall. Es kommt mit einem fraglichen Exemplar an der Basis in Probe 536.56 m vor. Sicher kommt es vor in Probe 531.96 m. *Evansia? eschachensis*, *E.? spongogranulata* und *Nannoceratopsis dictyambonis*, die zuvor regelmässig vorkamen, haben ihr Aussetzen in diesem Probenintervall.

Das Probenintervall ist definiert durch das erste Einsetzen von *Dissiliodinium giganteum*, *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt (1990), *Durotrigia daveyi* und *Gongylodinium erymnoteichon* bis zum Akme-Top von *Dissiliodinium giganteum* und dem Aussetzen von *Cavatodissiliodinium hansgochtii*.

*Evansia? eschachensis* reicht vom oberen Aalenium bis ins Unter-Bajocium. *Dissiliodinium giganteum* ist bekannt aus Schichten der Discites-, Laeviuscula- und Sauzei-Zone (Unter-Bajocium) und ist bisher noch nicht in jüngeren Schichten angetroffen worden. *Cavatodissiliodinium hansgochtii* ist bislang nur aus der Laeviuscula- und Sauzei-Zone bekannt. Die Art *Durotrigia daveyi* hat ihr erstes Auftreten in der Laeviuscula-Zone und reicht bis in das Ober-Bajocium hinein. Wichtige LADs sind das Aussetzen von *Nannoceratopsis dictyambonis* und *Evansia? eschachensis* in der Laeviuscula-Zone.

Das massive Einsetzen und Akme von *Dissiliodinium giganteum*, sowie dessen gemeinsames Vorkommen mit *Cavatodissiliodinium hansgochtii* und *Durotrigia daveyi* sprechen für eine Zuordnung der Proben zum Unter-Bajocium, der Laeviuscula-Zone. Die begleitenden Arten *Dissiliodinium lichenoides*, *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt (1990) und *Gongylodinium erymnoteichon* bestätigen diese Einstufung.

### **3.2.7 Probenintervall 525.60 – 525.14 m (2 Proben): Unter-Bajocium, (?) Sauzei-Zone**

Die Proben dieses Intervalls sind relativ arm an Dinoflagellatenzysten. Die Palynofazies wird dominiert von hellen unbestimmten Häutchen und Foraminiferentapeten.

Die wenigen angetroffenen Dinoflagellatenzysten gehören zu den Arten: *Batiacasphaera* sp. A, *Dissiliodinium giganteum* (nur 1 Exemplar), *D. lichenoides*, *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt (1990), *Dissiliodinium* spp., *Durotrigia daveyi*, *Gongylodinium erymnoteichon* (fraglich), *Kallosphaeridium* spp., *Nannoceratopsis* spp., v.a. vom *N. gracilis*-Typ, *Moesiodinium raileanui* (fraglich), *Sentusidinium* spp., *Valvaeodinium cavum* und *V. sphaerechinatum*, *Mancodinium semitabulatum* hat sein letztes Vorkommen am Top dieses Intervalls in Probe 525.14 m.

Das Probenintervall ist definiert vom Top des *Dissiliodinium giganteum*-Akme bis zum letzten Vorkommen von *Mancodinium semitabulatum*.

Die geringe Ausbeute an Dinoflagellatenzysten macht eine sichere Alterseinstufung schwer. Das Akme von *Dissiliodinium giganteum* liegt in der Laeviuscula-Zone. *Dissiliodinium giganteum*, *Mancodinium semitabulatum* und *Moesiodinium raileanui* haben ihre LADs in der Sauzei-Zone.

Die beiden Proben werden somit unter Vorbehalt in die Sauzei-Zone gestellt.

### **3.2.8 Proben 522.61 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Humphriesianum-Zone**

Die Probe ist denen im Liegenden sehr ähnlich. Sie ist ebenfalls auffallend reich an Foraminiferentapeten und arm an anderen Palynomorphen.

Sehr häufig sind Vertreter der Gattung *Nannoceratopsis*, v.a. des *N. gracilis*-Typs. Daneben finden sich Vertreter der frühen Gonyaulacaceen-Gattungen *Batiacasphaera*, *Kallosphaeridium*, *Sentusidinium* und *Dissiliodinium*, darunter *D. lichenoides* und ein Exemplar von *D. giganteum*. Wichtig ist das erste und einzige Vorkommen der Art *Phallocysta thomasii* in dieser Probe.

*Phallocysta thomasii* hat eine sehr eingeschränkte stratigraphische Reichweite. Die Art ist bekannt aus dem mittleren Teil der Humphriesianum-Zone von Yorkshire und der Nordsee und zeigt dort ein Akme (Butler et al. 2005), was auch in Süddeutschland beobachtet werden konnte.

Das LAD von *Dissiliodinium giganteum* liegt in der Sauzei-Zone und sollte somit nicht gleichzeitig mit *P. thomasii* vorkommen. *D. giganteum* kommt üblicherweise gehäuft vor und kann auch an Bruchstücken sicher erkannt werden. Da nur ein Exemplar dieser Art in Probe 522.61 m gefunden wurde, wird davon ausgegangen dass dies auf Aufarbeitung zurückzuführen ist.

Die Probe wird als Humphriesianum-Zone datiert.

### **3.2.9 Probenintervall 520.58 – 489.71 m (10 Proben): Ober-Bajocium, Niortense- bis Parkinsoni-Zone**

Die Proben in diesem Intervall sind gekennzeichnet durch einen höheren Anteil an Dinoflagellatenzysten im Vergleich zu Pollen, Sporen und auch Phytoklasten.

Zu den Proben im Liegenden ist ein deutlicher Wechsel in den Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen zu verzeichnen. Diverse neue Taxa setzen ein.

Das Probenintervall ist definiert durch die Verbreitung der Art *Acanthaulax crispa*, die an der Basis, in Probe 520.58 m einsetzt und das letzte Mal am Top, in Probe 489.71 m vorkommt. *Acanthaulax crispa* ist eine bekannt gute Leitart, die auch in der subborealen nordwest-europäischen Zonierung von Poulsen & Riding (2003) als zuverlässiger Marker verwendet wird. Die Art hat ein bekanntes Vorkommen von der Humphriesianum-Zone bis in den obersten Teil der Parkinsoni-Zone, kurz vor der Grenze Bajocium/Bathonium.

An der Wende Unter-/Ober-Bajocium (d.h. obere Humphriesianum-/Niortense-Zone) findet europaweit ein bedeutender Mikroflorenwechsel statt. Genauer gesagt findet eine sehr starke, fast explosionsartige Diversifizierung bei den zystenbildenden Dinoflagellaten statt, die sich durch das Neueinsetzen vieler neuer Arten und Gattungen in einer Range-Chart manifestiert.

Die Gattungen *Acanthaulax*, *Aldorfia*, *Atopodinium*, *Ctenidodinium*, *Endoscrinium*, *Gonyaulacysta*, *Korystocysta*, *Meiourogonyaulax*, *Rhynchodiniopsis*, *Valensiella* u.a. gehören bereits zu diesem Formenkreis des Ober-Bajociums.

Das Probenintervall kann weiter in **2 Subintervalle** unterteilt werden:

- 520.58 m (1 Probe)
- 517.70 – 489.71 m (9 Proben)

### 3.2.9.1 Subintervall 520.58 m (1 Probe): Niortense-Zone

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall ein: *Acanthaulax crispa*, *Aldorfia aldorfensis*, *Carpathodinium predae*, *Ctenidodinium* spp. cf. *Endoscrinium asymmetricum*, *Gonyaulacysta* spp., *Kallosphaeridium hypornatum*, *Korystocysta* cf. *gochtii*, *Meiourogonyaulax valensii*, *Mendicodinium* spp., *Reutlingia gochtii*, *Rhynchodiniopsis?* *regalis*, *Sentusidinium* sp. 1, *Valensiella/Ellipsoidictyum* complex und *Valensiella ovulum*.

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall aus: *Durotrigia daveyi*, *Nannoceratopsis gracilis* s.l. und *Nannoceratopsis* cf. *senex*.

Die meisten der genannten Taxa haben ihr stratigraphisch erstes Einsetzen (FAD) in der Humphriesianum-Zone und reichen bis in das Bathonium und zum Teil höher hinauf. Das FAD der Arten *Atopodinium polygonale*, *Carpathodinium predae* und *Korystocysta* cf. *gochtii* ist wenig jünger und liegt in der Niortense-Zone. *Nannoceratopsis gracilis* und *Durotrigia daveyi* haben ihr stratigraphisch letztes Vorkommen (LAD) in der Niortense-Zone.

### 3.2.9.2 Subintervall 517.70 – 489.71 m (9 Proben): Garantiana- bis Parkinsoni-Zone

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall ein: *Chlamydophorella* spp., *Chytroeisphaeridia chytroeides*, *Ctenidodinium continuum*, *Ct. cornigerum*, *Ct. ornatum*, *Ct. selwoodii*, *Ct. stauromatos*, *Durotrigia omentifera*, *Gongylodinium hocneratum*, *Gonyaulacysta pectinigera*, *G. eisenackii*, *Meiourogonyaulax valensii*, *Nannoceratopsis spiculata*, *Orobodinium* spp., *Pareodinia ceratophora*, *Pareodinia* sp. 1 und sp. 2 in Feist-Burkhardt & Monteil (1998), *Sentusidinium* sp. 2, *Sirmiodiniopsis* sp., *Valvaeodinium spinosum*, *Wanaea indotata*. Die Art *Microdinium* sp. kommt ausschliesslich in der untersten Probe 517.70 m vor.

Folgende wichtige Taxa setzen am Top dieses Subintervalls aus: *Acanthaulax crispa*, *Durotrigia filapicata*, *Endoscrinium asymmetricum* und *Meiourogonyaulax valensii*.

*Ctenidodinium selwoodii* hat ein FAD aus der Garantiana-Zone. *Microdinium* sp. ist nur aus der Garantiana- und Parkinsoni-Zone bekannt. Die wichtige Leitform *Acanthaulax crispa* hat ein LAD im obersten Teil der Parkinsoni-Zone, kurz vor der Grenze Bajocium/Bathonium.

### 3.2.10 Probenintervall 487.10 – 484.61 m (2 Proben): Unter- bis Mittel-Bathonium, (?)Zigzag- bis Morrissi-Zone

Diese Proben sind reich und divers an Dinoflagellatenzysten mit einem hohen Verhältnis Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen.

Die Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen sind ähnlich denen der Proben im Liegenden. Es kommen aber einige Arten neu hinzu. Dies sind v.a. *Cleistosphaeridium* spp., *Ctenidodinium combazii*, *Ct. tenellum*, *Dissilodinium minimum*, *Endoscrinium* cf. *luridum*, *Lithodinia jurassica*, *Lithodinia* spp., *Valvaeodinium vermicylindratum* und *Tubotuberella dangeardii*. Auffällig ist das sehr häufige Vorkommen von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium*, v.a. der großen langstacheligen proximochoraten Arten *Ct. combazii* und *Ct. ornatum*. Die ersten Vertreter einer choraten Gattung (*Cleistosphaeridium* spp.) kommen in diesem Probenintervall vor.

Folgende Taxa setzen in diesem Probenintervall aus: *Carpathodinium predae*, *Durotrigia omentifera*, *Meiourogoniaulax* sp. 1 in Feist-Burkhardt & Monteil (1998), *Pareodinia* sp. 1 und 2 in Feist-Burkhardt & Monteil 1998, *Rhynchodiniopsis?* *regalis*, *Sentusidinium* sp. 1 und *Sirmiodiniopsis* sp..

Das Probenintervall wird definiert vom ersten Einsetzen von *Ctenidodinium combazii* bis zum letzten Vorkommen von *Carpathodinium predae*.

Die FADs der Arten *Ctenidodinium combazii*, *Valvaeodinium vermicylindratum* und *Tubotuberella dangeardii* liegen an der Basis des Bathoniums, der Zigzag-Zone, bzw. kurz unterhalb der Grenze, noch im obersten Teil der Parkinsoni-Zone. Das sehr häufige Vorkommen der langstacheligen, grossen proximochoraten Arten von *Ctenidodinium*, *Ct. ornatum* und vor allem *Ct. combazii*, ist typisch für die Basis des Bathoniums, ist aber auch schon im obersten Teil der Parkinsoni-Zone beobachtet worden. Ebenfalls typisch für den unmittelbaren Grenzbereich Bajocium/Bathonium ist das erste Vorkommen der ersten choraten Dinoflagellatenzysten, wie *Cleistosphaeridium*.

*Meiourogoniaulax valensii*, eine gute Leitart mit einem LAD in der Zigzag-Zone, kommt in diesem Intervall nicht mehr vor. Das LAD von *Carpathodinium predae* liegt im Mittel-Bathonium, in der Morrissi-Zone.

Die palynologischen Daten sprechen für eine Zuordnung der Proben zum Unter-Bathonium bis Mittel-Bathonium, Morrissi-Zone. Die Zigzag-Zone kann wegen des Fehlens von *Meiourogoniaulax valensii* nicht positiv nachgewiesen werden.

### 3.2.11 Probe 482.92 m (1 Probe): Ober-Bathonium, Hodsoni-Zone bis Unter-Callovium, Herveyi-Zone

Die Proben sind reich und divers an Dinoflagellatenzysten. Pollen und Sporen treten immer weniger auf.

Die Dinoflagellatenzysten-Assoziationen werden weiterhin von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium* dominiert. Darunter sind v.a. die langstacheligen proximochoraten Arten *Ct. combazii*, *Ct. cornigerum* und *Ct. ornatum* besonders häufig. *Mendicodinium* spp. kommt erstmals sehr häufig vor. Folgende Taxa setzen in dieser Probe ein: *Adnatosphaeridium caulleryi*, *Atopodinium prostratum*, *Nannoceratopsis pellucida*, *Pareodinia prolongata*, *Rigaudella filamentosa*.



Die Basis des Probenintervalls wird definiert durch das Einsetzen der Arten *Atopodinium prostaticum*, *Pareodinia prolongata* und *Rigaudella filamentosa*.

Die drei neu einsetzenden Arten, *Atopodinium prostaticum*, *Pareodinia prolongata* und *Rigaudella filamentosa* haben ein FAD im Ober-Bathonium, in der Hodsoni-Zone. *Ctenidodinium combazii* ist eine zuverlässige Leitart mit einem LAD in der Herveyi-Zone.

Das gehäufte Vorkommen von *Mendicodinium* spp. kann als Hinweis auf einen flachmarinen, oder sehr proximalen, oder brackischen Ablagerungsbereich gedeutet werden. Massenvorkommen von Vertretern dieser Gattung in mono-spezifischen oder sehr arten-armen Vergesellschaftungen sind so gedeutet worden und wurden in der Literatur auch als "Mendicodinium-Events" bezeichnet (Poulsen 1996).

### **3.2.12 Probenintervall 481.83 – 480.76 m (2 Proben): Unter-Callovium, Herveyi-Zone**

Die Proben sind reich und divers an Dinoflagellatenzysten mit einem hohen Verhältnis von Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen.

Die Proben werden weiterhin von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium* dominiert. Die Leitart *Ctenidodinium combazii* kommt sehr häufig vor und hat ihr letztes Vorkommen am Top dieses Probenintervalls. Ebenfalls ihr letztes Vorkommen haben *Atopodinium polygonale* und *Gonyaulacysta pectinigera*. Neu einsetzende Arten sind u.a. *Eodinia pachythea*, *Gonyaulacysta jurassica*, *Lithodinia caytonensis* (fraglich), *Rigaudella filamentosa* und *Sirmiodiniopsis orbis*.

Das Probenintervall ist definiert vom Einsetzen von *Eodinia pachythea* bis zum letzten Vorkommen von *Ctenidodinium combazii*.

*Ctenidodinium combazii* ist eine sehr gute Leitart und wird auch in der subborealen nordwesteuropäischen Zonierung von Poulsen & Riding (2003) zur Abgrenzung einer Zone genutzt. Ihr LAD liegt in Süddeutschland wie auch in England im Unter-Callovium, in der Herveyi-Zone. *Atopodinium polygonale* und *Gonyaulacysta pectinigera* haben ebenfalls ihre LADs in der Herveyi-Zone. *Rigaudella filamentosa* ist ab dem Ober-Bathonium bekannt. Die neu einsetzenden Arten *Eodinia pachythea* und *Lithodinia caytonensis* haben ihre FADs in der Herveyi-Zone.

Wegen des gemeinsamen Vorkommens von *Ctenidodinium combazii*, *Atopodinium polygonale* und *Gonyaulacysta pectinigera* einerseits und *Eodinia pachythea* und *Lithodinia caytonensis* andererseits kann die Probe dem Unter-Callovium, der Herveyi-Zone zugewiesen werden.

### **3.2.13 Probe 479.54 m (1 Probe): Unter-Callovium, Calloviense-Zone**

Die Probe ist reich und divers an Dinoflagellatenzysten mit einem hohen Verhältnis von Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen.

Die Zusammensetzung der Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftung ist deutlich unterschiedlich zu der in den Proben im Liegenden. Die Probe wird nicht mehr durch Vertreter der Gattung *Ctenidodinium* dominiert. *Ct. combazii* kommt nicht mehr vor. Die Arten *Sentusidinium varispinosum* und *Stephanelytron scarburghense* haben ihr erstes Einsetzen in dieser Probe. *Aldorfia aldriffensis* ist vorhanden. Vertreter der Gattung *Mendicodinium* treten gehäuft auf.

Die Basis des Probenintervalls ist definiert durch das Aussetzen von *Ctenidodinium combazii* im Liegenden und das Einsetzen von *Sentusidinium varispinosum*.

Das gehäufte Vorkommen von *Mendicodinium* spp. in dieser Probe kann, wie schon in Probe 482.92 m im Liegenden, als Hinweis auf einen flachmarinen, oder sehr proximalen, oder brackischen Ablagerungsbereich gedeutet werden.

*Sentusidinium varispinosum* ist eine sehr gute Leitform für das Unter-Callovium. Die Art hat eine sehr eingeschränkte stratigraphische Reichweite von Herveyi- bis Calloviense-Zone. *Aldorfia aldorfensis* hat ein LAD in der Calloviense-Zone.

Das Vorkommen von *Aldorfia aldorfensis* und *Sentusidinium varispinosum* ohne *Ctenidodinium combazii* spricht für Unter-Callovium, Calloviense-Zone.

Typische Formen des Mittel- und Ober-Callovium wie z. B. *Compositosphaeridium polonicum*, *Liesbergia liesberghensis* oder *Wanaea digitata*, fehlen.

### 3.3 Geothermiebohrung Schlattingen-1

Die bearbeiteten Proben der Geothermiebohrung Schlattingen-1 zeigen zum grössten Teil einen guten palynologischen Rückstand mit reicher und diverser Palynoflora. Die Erhaltung der Palynomorphen ist zumeist gut.

Der Anteil an Holz, pflanzlichen Geweberesten und Pollen und Sporen ist im unteren Teil des Profils bis etwa 833.69 m (Toarcium und Aalenium) relativ gross, nimmt vom Liegenden zum Hangenden aber stetig ab. Gegen das Hangende zeigen die Proben zunehmend größere Anteile an marinem Plankton, vor allem Dinoflagellatenzysten. Pollen und Sporen treten gegen das Hangende immer weiter zurück. Das Palynomorphen-Spektrum setzt sich zusammen aus überwiegend Dinoflagellatenzysten, Pollen und Sporen. Nur untergeordnet treten Prasino-phyten, Acritarchen, Foraminiferentapeten und Grünalgen (z. B. *Botryococcus*) auf. Es konnten 169 Dinoflagellatenzysten-Taxa, 17 andere aquatische Palynomorphen und 55 Pollen- und Sporen-Taxa unterschieden werden.

Probe 958.43 m enthält fast ausschliesslich amorphe organische Substanz (engl.: amorphous organic matter, AOM) und kleine sphaeromorphe Algen unbestimmter Affinität. Beides ist typisch für die bituminöse Fazies des Posidonienschiefers. Proben aus dem Bereich 945.56 – 842.18 m (Toarcium-Aalenium) und 800.76 – 784.60 m (Sauzei- bis Niortense-Zone) enthalten z.T. regelmässig *Botryococcus*, eine koloniale Grünalge, die aus Süsswasser- oder Brackwasser-Milieus in den marinen Ablagerungsraum herein transportiert wurde. Im Rest des Profils kommt *Botryococcus* nur sporadisch vor. Probe 833.69 m (oberes Aalenium) zeigt sehr hohe Gehalte eines einzelnen Pollen-Taxon, *Perinopollenites elatoides*. Proben aus dem Bereich 804.46 – 793.61 m (Top Laeviuscula- bis Humphriesianum-Zone) zeigen zumeist deutlich erhöhte Gehalte an Foraminiferentapeten. Einige aufgearbeitete Pollen und Sporen weisen auf Erosion triassischer Sedimente des Rhäts im Liefergebiet hin.

Die untersuchten Proben der Geothermiebohrung Schlattingen-1 können mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten auf Unter-Toarcium (Posidonienschieferfazies) bis Mittel-Oxfordium datiert werden. Es können 14 Probenintervalle und 3 Subintervalle unterschieden und der Ammoniten-Biostratigraphie zugeordnet werden. Die Ergebnisse der semiquantitativen Analyse sind in Form einer Range-Chart im Anhang zusammengestellt (Anlage 3).

### 3.3.1 Probe 958.43 m (1 Probe): Posidonienschieferfazies (Unter- bis Mittel-Toarcium)

Diese Probe enthält fast ausschliesslich AOM und kleine sphaeromorphe Algen unbestimmter Affinität, die auch in Clustern vorkommen. Daneben kommen einige Pollen und Sporen und Acritarchen vor. Es wurden keine Dinoflagellatenzysten gefunden.

Diese Zusammensetzung ist typisch für die bituminöse Fazies des Posidonienschiefers. AOM ist auf unvollständigen biologischen Abbau der organischen Substanz zurückzuführen. Dies deutet auf reduzierende Bedingungen im Sediment bzw. an der Sedimentoberfläche hin. Der Posidonienschiefer wird in der einschlägigen Literatur als Unter- bis Mittel-Toarcium datiert (Tenuicostatum- bis Variabilis-Zone).

### 3.3.2 Probe 949.87 m (1 Probe): Ober-Toarcium

Die Probe enthält viele Phytoklasten und AOM, daneben Pollen und Sporen und nur wenige Dinoflagellatenzysten.

Die Dinoflagellatenzystenassoziation setzt sich zusammen aus *Evansia?* cf. *granochagrinata* (häufig), *Mancodinium semitabulatum*, *Nannoceratopsis gracilis* s.str. und s.l., *Nannoceratopsis* spp., *Scriniocassis limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi* (regelmässig bis häufig), sowie wenigen Vertretern der Phallocystaceen und Valvaeodiniaceen.

Alle vorkommenden Arten sind typisch für das Ober-Toarcium und Unter-Aalenium. Es fehlen jedoch die für das Unter-Aalenium typischen Leitformen *Kallosphaeridium praussii*, *Nannoceratopsis triangulata*, *Wallodinium laganum*. Die Probe wird somit auf Ober-Toarcium datiert.

### 3.3.3 Probe 947.65 m (1 Probe): Grenzbereich Toarcium/Aalenium, Torulosum-Subzone/Basis Opalinum-Zone

Die Dinoflagellatenzysten-Assoziation setzt sich überwiegend zusammen aus Vertretern der Gattung *Scriniocassis* (*S. limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi*) und *Evansia?* cf. *granochagrinata*. Die Probe wird deutlich von *Evansia?* cf. *granochagrinata* dominiert. Untergeordnet kommen *Mancodinium semitabulatum*, wenige *Nannoceratopsis gracilis* s.l., *Nannoceratopsis* spp., sowie einige Vertreter der Phallocystaceen (*Dodekovia bullula*, *Dodekovia knertensis*, *Reutlingia cardobarbata*, *R. nasuta*) und Valvaeodiniaceen (*Valvaeodinium armatum*, *V. sphaerechinatum*) vor.

Das sehr häufige Vorkommen, bzw. die deutliche Dominanz der Art *Evansia?* cf. *granochagrinata*, bei einer ansonsten sehr artenarmen Assoziation ist ein eindeutiger Hinweis auf ein Alter der Proben im direkten Grenzbereich Toarcium/Aalenium, also Torulosum-Subzone/Basis Opalinum-Zone. Dieser charakteristische "Bioevent" an der Grenze Unterer / Mittlerer Jura ist in vielen Profilen Süddeutschlands und des Schweizer Juras, so auch in den Sondierbohrungen Weiach und Benken, beobachtet worden und definiert die palynostratigraphische Einheit A von Feist-Burkhardt & Pross (2010).

### 3.3.4 Probenintervall 945.56 – 849.43 m (12 Proben): Unter Aalenium, Opalinum-Zone

Regelmässig und z.T. häufig bis sehr häufig vorkommende Arten sind: *Evansia?* cf. *granochagrinata*, *Kallosphaeridium praussii*, *Mancodinium semitabulatum*, *Nannoceratopsis* spp. v.a. vom *N. gracilis*-Typ, *N. dictyambonis*, *N. plegas*, *N. triangulata*, *Scriniocassis* spp. (*S. limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi*) und *Wallodinium laganum*.

Vertreter der Phallocystaceen ("Susadinium group" von Wille (1982), "Parvocysta-suite" von RIDING 1984) sind sehr divers. Dies sind: *Andreedinium* aff. *elongatum*, *A. elongatum*, *Andreedinium* spp., *Dodekovia bullula*, *D. knertensis*, *D. pseudochytrooides*, *Dodekovia* spp., *Moesiodinium raileanui*, *Ovalicysta hiata*, *Parvocysta? tricornuta*, *Phallocysta? frommernensis* (Akme), *Reutlingia cardobarbata*, *R. cracens*, *R. fausta*, *R. hirsuta*, *Reutlingia* sp. in Feist-Burkhardt & Pross (2010), *Susadinium scrofoides*. Valvaeodiniaceen sind ebenfalls regelmäßig in diesen Proben anzutreffen. Im oberen Teil des Probenintervalls kommt *Batiacasphaera* sp. A in Feist-Burkhardt & Pross (2010) hinzu.

Wichtige FADs an der Basis des Probenintervalls sind die von *Kallosphaeridium praussii*, *Nannoceratopsis triangulata*, *Phallocysta? frommernensis* und *Wallodinium laganum*.

Die Obergrenze des Probenintervalls wurde gezogen am Top des Akme von *Phallocysta? frommernensis*.

Das erste Einsetzen von *Kallosphaeridium praussii* charakterisiert die Basis des Aalenium, die Opalinum-Zone. Weitere Leitarten der Opalinum-Zone sind *Phallocysta? frommernensis*, *Nannoceratopsis triangulata* und *Wallodinium laganum*. Das gehäufte Vorkommen (Akme) von *Phallocysta? frommernensis* wurde von Feist-Burkhardt & Pross (2010) zur Charakterisierung ihrer palynostratigraphischen Einheit B der Opalinuston-Formation herangezogen. *Nannoceratopsis triangulata* und *Wallodinium laganum* haben laut Feist-Burkhardt & Pross (2010) ihr letztes Auftreten (LAD) am Top der Opalinum-Subzone (Opalinum-Zone) und charakterisieren den Top der palynologischen Einheit D.

Alle vier Arten setzen an der Basis des Probenintervalls in Probe 945.56 m ein. Ihr Vorkommen, gemeinsam mit der noch sehr häufigen *Evansia?* cf. *granochagrinata* spricht für den tieferen Teil der Opalinum-Zone in diesem Bereich.

Die recht reiche und diverse Vergesellschaftung von Phallocystaceen ("Susadinium group") und Valvaeodiniaceen ist ebenfalls charakteristisch für das Aalenium, wobei die Diversität typischerweise vom Unter-Aalenium zum Ober-Aalenium abnimmt.

Das Probenintervall wird somit auf Unter-Aalenium, Opalinum-Zone datiert und entspricht der palynostratigraphischen Einheit B von Feist-Burkhardt & Pross (2010).

### 3.3.5 Probe 842.18 m (1 Probe): Unter Aalenium, höhere Opalinum-Zone

Diese Probe zeigt eine deutlich reduzierte Diversität an Dinoflagellatenzysten gegenüber den Proben im Liegenden. Vor allem die für den Opalinuston so typischen Phallocystaceen und Valvaeodiniaceen sind dramatisch in ihrer Diversität reduziert. *Phallocysta? frommernensis* ist noch vorhanden, aber nicht mehr häufig.

Zum letzten Mal treten folgende Taxa auf: *Phallocysta? frommernensis*, *Scriniocassis limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi* (fraglich), *Susadinium scrofoides*, *Wallodinium laganum*. Die Art *Nannoceratopsis triangulata* kommt in der obersten Probe des vorherigen Intervalls das letzte Mal vor.

Das Probenintervall ist definiert vom Top der diversen Phallocystaceen bis zum letzten Vorkommen von *Scriniocassis* spp. und *Wallodinium laganum* und kann somit als höhere Opalinum-Zone interpretiert werden.

### 3.3.6 Probe 833.69 m (1 Probe): Aalenium, Opalinum- bis Murchisonae-Zone

Diese Probe ist im Vergleich zum Liegenden noch weiter in ihrer Dinoflagellatenzysten-Diversität reduziert. Das Pollen Taxon *Perinopollenites elatoides* dominiert.

Das "Probenintervall" ist definiert vom Top von *Scriniocassis* spp. und *Wallodinium laganum* bis zum Einsetzen von *Dissiliodinium* spp. und *Evansia? spongogranulata*.

Das LAD von *Wallodinium laganum* liegt in der Opalinum-Zone, das von *Scriniocassis* spp. in der Murchisonae-Zone. *Dissiliodinium* spp. und *Evansia? spongogranulata* haben beide ein FAD in der Murchisonae-Zone.

Die Probe kann somit als Opalinum- bis Murchisonae-Zone datiert werden.

### 3.3.7 Probenintervall 831.28 – 804.46 m (8 Proben): Unter-Bajocium, Laeviuscula-Zone

Zwischen der letzten Probe im Liegenden (833.69 m) und der ersten Probe dieses Probenintervalls (831.28 m) ist ein deutlicher Wechsel in der Dinoflagellatenzysten-Assoziation sichtbar. Sehr häufig, bzw. häufig treten nun Vertreter der Gonyaulacaceen auf. Ihr erstes Einsetzen haben: *Cavatodissiliodinium hansgochtii*, *Dissiliodinium giganteum*, *D. aff. giganteum*, *D. lichenoides*, *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt 1990, *Dissiliodinium* spp., *Durotrigia daveyi*, *Gongylodinium erymnoteichon*, sowie verschiedene Formen von *Kallosphaeridium* und *Sentusidinium*. *Dissiliodinium giganteum* tritt in jeder Probe sehr häufig auf (Akme). Weitere aussagekräftige Arten die an der Basis dieses Intervalls einsetzen sind *Evansia? eschachensis*, *E.? spongogranulata* und *Pareodinia* spp..

Ihr letztes Vorkommen in diesem Probenintervall haben *Dissiliodinium giganteum*, *Evansia? eschachensis*, zweifelsfreie *Evansia? spongogranulata*, *Hystrichodinium? sp.*, *Kallosphaeridium praussii*, *Moesiodinium raileanui* und *Nannoceratopsis dictyambonis*.

Das Probenintervall ist definiert vom Einsetzen von *Cavatodissiliodinium hansgochtii* und *Durotrigia daveyi*, bis zum Top des Akme von *Dissiliodinium giganteum*.

Das erste Auftreten der Gattung *Dissiliodinium* mit ihren ersten Vertretern (*Dissiliodinium lichenoides*) ist ab dem Oberen Aalenium bekannt. *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt (1990) ist eine Form des basalen Bajociums. *Evansia? eschachensis* reicht vom oberen Aalenium bis ins Unter-Bajocium. *Dissiliodinium giganteum* ist bekannt aus Schichten der Discites-, Laeviuscula- und Sauzei-Zone (Unter-Bajocium) und ist bisher noch nicht in jüngeren Schichten angetroffen worden. *Cavatodissiliodinium hansgochtii* ist bislang nur aus der Laeviuscula- und Sauzei-Zone bekannt. Die Art *Durotrigia daveyi* hat ihr erstes Auftreten in der Laeviuscula-Zone und reicht bis in das Ober-Bajocium hinein. Wichtige LADs sind das Aussetzen von *Nannoceratopsis dictyambonis* und *Evansia? eschachensis* in der Laeviuscula-Zone.

Das massive Einsetzen von *Dissiliodinium giganteum*, sowie dessen gemeinsames Vorkommen mit *Cavatodissiliodinium hansgochtii* und *Durotrigia daveyi* sprechen für eine Zuordnung der Proben zum Unter-Bajocium, der Laeviuscula-Zone. Die begleitenden Arten *Dissiliodinium lichenoides*, *Dissiliodinium* sp. B in Feist-Burkhardt (1990) und *Gongylodinium erymnoteichon* bestätigen diese Einstufung.

Die jüngste Zone des Ober-Aalenium (Concavum-Zone) und die älteste Zone des Unter-Bajocium (Discites-Zone) fehlen.

### **3.3.8 Probenintervall 803.38 – 799.12 m (3 Proben): Unter-Bajocium, Sauzei-Zone**

Die Palynofazies der Proben ist dominiert von hellen Häutchen. Die Probe an der Basis des Intervalls 803.38 m enthält aussergewöhnlich viele Foraminiferentapeten.

Dieses Probenintervall ist definiert vom Akme-Top von *Dissiliodinium giganteum* und dessen Aussetzen bis zum letzten Vorkommen von *Cavatodissiliodinium hansgochtii* und *Mancodinium semitabulatum*. *Evansia? spongogranulata* kommt mit einigen wenigen fraglichen Exemplaren vor.

Das Akme von *Dissiliodinium giganteum* liegt in der Laeviuscula-Zone. *Cavatodissiliodinium hansgochtii*, *Evansia? spongogranulata* und *Mancodinium semitabulatum* haben ihre LADs in der Sauzei-Zone.

Die Proben werden somit in die Sauzei-Zone gestellt.

### **3.3.9 Probe 794.88 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Humphriesianum-Zone**

Die Probe ist denen im Liegenden ähnlich. Sie ist ebenfalls auffallend reich an hellen Häutchen, Pilzhyphen und Foraminiferentapeten.

Folgende Arten setzen u.a. neu ein: *Aldorfia* sp. (sehr häufig), *Durotrigia filapicata*, *Durotrigia* spp., *Meiourogonaulax* spp., *Nannoceratopsis spiculata* (fraglich), *Valensiella ovulum*, *Wanaea indotata*.

Alle genannten Dinoflagellatenzysten-Taxa haben ihre FADs in der Humphriesianum-Zone. Dies, zusammen mit der geringen Diversität der Vergesellschaftung spricht für die Zuordnung der Probe in die Humphriesianum-Zone.

Die in Benken und Weiach auftretende Leitart für die Humphriesianum-Zone, *Phallocysta thomasi*, wurde in den Proben von Schlattungen-1 nicht gefunden. Die im Vergleich zu Benken und Weiach höhere Diversität in der Probe 794.88 m von Schlattungen-1 kann auf ein etwas höheres Niveau innerhalb der Humphriesianum-Zone hinweisen.

### **3.3.10 Probenintervall 793.61 – 779.15 m (6 Proben): Oberstes Unter-Bajocium, obere Humphriesianum-Zone, bis Ober-Bajocium, Niortense- bis Parkinsoni-Zone**

Zu den Proben im Liegenden ist ein deutlicher Wechsel in den Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen zu verzeichnen. Diverse neue Taxa setzen ein.

Das Probenintervall ist definiert durch die Verbreitung der Art *Acanthaulax crispa*, die an der Basis, in Probe 793.61 m einsetzt und das letzte Mal am Top, in Probe 779.15 m sicher vorkommt. Im Unterschied zu Benken und Weiach kommt die Art in den zwei darauf folgenden Proben noch mit einzelnen fraglichen Exemplaren vor.

*Acanthaulax crispa* ist eine bekannt gute Leitart, die auch in der subborealen nordwest-europäischen Zonierung von Poulsen & Riding (2003) als zuverlässiger Marker verwendet wird. Die Art hat ein bekanntes Vorkommen von der Humphriesianum-Zone bis in den obersten Teil der Parkinsoni-Zone, kurz vor der Grenze Bajocium/Bathonium.

An der Wende Unter-/Ober-Bajocium (d.h. obere Humphriesianum-/Niortense-Zone) findet europaweit ein bedeutender Mikroflorawechsel statt. Genauer gesagt findet eine sehr starke, fast explosionsartige Diversifizierung bei den zystenbildenden Dinoflagellaten statt, die sich durch das Neueinsetzen vieler neuer Arten und Gattungen in einer Range-Chart manifestiert. Die Gattungen *Acanthaulax*, *Aldorfia*, *Atopodinium*, *Carpathodinium*, *Ctenidodinium*, *Endoscrinium*, *Gonyaulacysta*, *Korystocysta*, *Meiourugonyaulax*, *Rhynchodiniopsis*, *Valensiella*, *Wanaea*, u.a. gehören zu diesem Formenkreis des Ober-Bajociums.

Das Probenintervall kann weiter in **3 Subintervalle** unterteilt werden:

- 793.61 m (1 Probe)
- 791.90 – 784.60 m (3 Proben)
- 782.66 – 779.15 m (2 Proben)

#### **3.3.10.1 Subintervall 793.61 m (1 Probe): Humphriesianum-Zone**

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall ein: *Acanthaulax crispa* (häufig), *Durotrigia omentifera* (fraglich), *Kallosphaeridium hypornatum*, *Meiourugonyaulax valensii* (fraglich), *Rhynchodiniopsis? regalis* (fraglich), *Valensiella/Ellipsoidictyum* complex.

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall aus: *Dissiliodinium* aff. *giganteum*, *Nannoceratopsis gracilis* s.str. und *Nannoceratopsis* cf. *senex*.

Das erste Einsetzen (FAD) der Gattungen *Meiourugonyaulax* und *Valensiella*, und der Arten *Acanthaulax crispa*, *Nannoceratopsis spiculata* und *Rhynchodiniopsis? regalis* ist in Süddeutschland aus der Humphriesianum-Zone bekannt. *Nannoceratopsis gracilis* hat sein stratigraphisch letztes Vorkommen (LAD) in der Niortense-Zone.

Die meisten der einsetzenden Taxa haben ihr stratigraphisch erstes Vorkommen (FAD) in der Humphriesianum-Zone und reichen bis in das Bathonium und zum Teil höher hinauf. *Nannoceratopsis gracilis* hat sein stratigraphisch letztes Vorkommen (LAD) in der Niortense-Zone.

### 3.3.10.2 Subintervall 791.90 – 784.60 m (3 Proben): Niortense-Zone

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall ein: *Aldorfia aldorfensis*, *Carpathodinium* sp. 1, *Chlamydophorella* spp., *Chytroeisphaeridia chytroeides*, *Ctenidodinium continuum*, *Ct. cornigerum*, *Ctenidodinium* spp., *Endoscrinium asymmetricum*, *Endoscrinium* sp., *Gongylodinium hocneratum*, *Gonyaulacysta pectinigera*, *Korystocysta* cf. *gochti*, *Pareodinia* sp. 2 in Feist-Burkhardt & Monteil (1998), *Protobatioladinium mercieri*, *Sentusidinium* sp. 1, *Valvaeodinium spinosum*.

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall aus: *Carpathodinium* sp. 1 und *Nannoceratopsis gracilis* s.l..

Die Arten *Ctenidodinium continuum*, *Endoscrinium asymmetricum*, *Gongylodinium hocneratum*, *Gonyaulacysta pectinigera*, *Korystocysta* cf. *gochti*, *Valvaeodinium spinosum* haben ein FAD bekannt aus der Niortense-Zone und reichen bis in das Bathonium und z.T. höher hinauf. *Nannoceratopsis gracilis* hat ein LAD in der Niortense-Zone.

### 3.3.10.3 Subintervall 782.66 – 779.15 m (2 Proben): Garantiana- bis Parkinsoni-Zone

Folgende Taxa setzen in diesem Subintervall ein: *Atopodinium polygonale*, *Carpathodinium predae*, *Cleistosphaeridium* sp. 1, *Ctenidodinium ornatum*, *Ct. selwoodii*, *Ct. stauromatos*, *Ct. tenellum*, gonyaulacoide Zyste indet. 1 und 2, *Lithodinia* sp. 1, *Lithodinia* spp., *Meiourogonyaulax* sp. 1 in Feist-Burkhardt & Monteil (1998), *Orobodinium rete*, cf. *Pareodinia* sp. 1 in Feist-Burkhardt & Monteil (1998), *Sirmiodiniopsis* sp. Die ersten Vertreter einer choraten Gattung (*Cleistosphaeridium*) kommen in diesem Subintervall vor.

Folgende wichtige Taxa setzen am Top dieses Subintervalls aus: *Acanthaulax crispa*, *Sentusidinium* sp. 1.

*Ctenidodinium selwoodii* hat ein FAD aus der Garantiana-Zone. Die wichtige Leitform *Acanthaulax crispa* hat ein LAD im obersten Teil der Parkinsoni-Zone, kurz vor der Grenze Bajocium/Bathonium.

### 3.3.11 Probenintervall 773.14 – 767.82 m (3 Proben): Unter-Bathonium, Zigzag-Zone.

Folgende Taxa setzen in diesem Probenintervall ein: *Ctenidodinium combazii* (sicher), *Eodinia* sp. in Feist-Burkhardt & Wille (1992), *Gonyaulacysta eisenackii*, *Lithodinia jurassica*, *Tubotuberella dangeardii*, *Valvaeodinium vermicylindratum* (sicher). Auffällig ist das sehr häufige Vorkommen von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium*, v.a. der grossen langstacheligen proximochoraten Arten *Ct. combazii* und *Ct. ornatum*.

Folgende Taxa setzen in diesem Probenintervall aus: *Atopodinium polygonale*, *Carpathodinium predae*, *Durotrigia omentifera*, *Meiourogonyaulax valensii*, *Rhynchodiniopsis?* *regalis*.



Das Probenintervall wird definiert vom ersten Einsetzen von *Ctenidodinium combazii* bis zum letzten Vorkommen von *Meiourogoniaulax valensii*.

Die FADs der Arten *Ctenidodinium combazii*, *Tubotuberella dangeardii* und *Valvaeodinium vermicylindratum* liegen an der Basis des Bathoniums, der Zigzag-Zone, bzw. kurz unterhalb der Grenze, noch im obersten Teil der Parkinsoni-Zone. Das sehr häufige Vorkommen der langstacheligen, grossen proximochoraten Arten von *Ctenidodinium*, *Ct. ornatum* und vor allem *Ct. combazii*, ist typisch für die Basis des Bathoniums, ist aber auch schon im obersten Teil der Parkinsoni-Zone beobachtet worden.

Das LAD der Leitart *Meiourogoniaulax valensii* liegt in der Zigzag-Zone.

Die palynologischen Daten sprechen für eine Zuordnung der Proben zum Unter-Bathonium, zur Zigzag-Zone. Die Zugehörigkeit zum obersten Teil der Parkinsoni-Zone (Ober-Bajocium) kann jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden.

### **3.3.12 Probe 761.13 m (1 Probe): Unter- bis Mittel-Bathonium, Tenuiplicatus- bis Morrisi-Zone**

Die Dinoflagellatenzysten-Assoziation wird weiterhin von Vertretern der Gattung *Ctenidodinium* dominiert. Darunter sind v.a. die grossen, langstacheligen proximochoraten Arten *Ct. combazii* und *Ct. ornatum*. *Cleistosphaeridium* sp. 2 kommt zum ersten Mal vor.

Viele Taxa kommen in dieser Probe zum letzten Mal vor: *Aldorfia aldorfensis*, *Carpathodinium predae*, *Cleistosphaeridium* sp. 2, *Ctenidodinium combazii*, *Ct. cornigerum*, *Ct. stauromatos*, *Ct. tenellum*, *Gongylodinium erymnoteichon*, *Gonyaulacysta pectinigera*, *Lithodinia jurassica*, *Meiourogoniaulax* sp. 1 von Feist-Burkhardt & Monteil (1998), *Nannoceratopsis spiculata*, *Sirmiodiniopsis* sp., *Valvaeodinium spinosum*, *Willeidinium baiocassinum*.

Das Probenintervall wird definiert vom Aussetzen von *Meiourogoniaulax valensii* bis zum letzten Vorkommen von *Carpathodinium predae*.

*Meiourogoniaulax valensii*, eine gute Leitart mit einem LAD in der Zigzag-Zone, kommt in diesem Intervall nicht mehr vor. Das LAD von *Carpathodinium predae* liegt im Mittel-Bathonium, in der Morrisi-Zone. Alle anderen zum letzten Mal vorkommenden Arten haben ein LAD das höher liegt.

Die Probe wird somit datiert als jünger als Zigzag-Zone (Unter-Bathonium) bis Morrisi-Zone (Mittel-Bathonium).

### **3.3.13 Probe 757.85 m (1 Probe): Unter- und Ober-Callovium, Calloviense- und Lamberti-Zone**

Die Zusammensetzung der Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftung ist deutlich unterschiedlich zu der in der Probe im Liegenden. Die Probe wird nicht mehr durch Vertreter der Gattung *Ctenidodinium* dominiert. Viele stratigraphisch relevante Arten setzen neu ein.

Folgende Arten haben ihr erstes Einsetzen: *Adnatosphaeridium caulleryi*, *Atopodinium prostratum*, *Cleistosphaeridium lumectum*, *Compositosphaeridium polonicum*, *Ctenidodinium mosaicum*, *Gonyaulacysta centriconnata*, *G. jurassica* (häufig), *Korystocysta pachyderma*, *Liesbergia liesbergensis*, *Mendicodinium* spp. (seht häufig), *Nannoceratopsis pellucida*,

*Orobodinium automobile*, *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Rigaudella aemula*, *Sentusidinium rioultii*, *S. varispinosum*, *Sirmiodiniopsis orbis*, *Stephanelytron redcliffense*, *S. scarburghense*. Vertreter der Gattung *Mendicodinium* treten sehr häufig auf.

Das gehäufte Vorkommen von *Mendicodinium* spp. kann als Hinweis auf einen flachmarinen, oder sehr proximalen, oder brackischen Ablagerungsbereich gedeutet werden. Massenvorkommen von Vertretern dieser Gattung in mono-spezifischen oder sehr arten-armen Vergesellschaftungen sind so gedeutet worden und wurden in der Literatur auch als "*Mendicodinium*-Events" bezeichnet (Poulsen 1996).

Die Basis des Probenintervalls ist definiert durch das Aussetzen von *Ctenidodinium combazii* im Liegenden und das Einsetzen von *Sentusidinium varispinosum*.

*Ctenidodinium combazii* ist eine sehr gute Leitart und wird auch in der subborealen nordwesteuropäischen Zonierung von Poulsen & Riding (2003) zur Abgrenzung einer Zone genutzt. Ihr LAD liegt im Unter-Callovium, in der Herveyi-Zone.

*Sentusidinium varispinosum* ist eine sehr gute Leitform für das Unter-Callovium. Die Art hat eine sehr eingeschränkte stratigraphische Reichweite von Herveyi- bis Calloviense-Zone.

Ebenfalls eine sehr gute Leitform ist *Liesbergia liesbergensis*. Die Art hat ebenfalls eine sehr eingeschränkte stratigraphische Reichweite von Lamberti- bis Mariae-Zone, also Grenzbereich Ober-Callovium/Unter-Oxfordium.

Andere wichtige FADs sind: *Compositosphaeridium polonicum* und *Stephanelytron redcliffense* in der Jason-Zone (Mittel-Callovium), *Rigaudella aemula* in der Coronatum-Zone (Mittel-Callovium) und *Gonyaulacysta centricornata* in der Athleta-Zone (Ober-Callovium). Diese Arten und *Liesbergia liesbergensis* dürften somit nicht gemeinsam mit *Sentusidinium varispinosum* vorkommen.

Das gemeinsame Vorkommen von *Sentusidinium varispinosum* (ohne *Ctenidodinium combazii*) und *Liesbergia liesbergensis* spricht für ein Mischalter: Unter-Callovium, Calloviense-Zone und Ober-Callovium, Lamberti-Zone.

### 3.3.14 Probe 757.44 m (1 Probe): Unter-Oxfordium, Mariae-Zone

Die Zusammensetzung der Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen ist deutlich unterschiedlich zu der in der Probe im Liegenden. Die Probe ist deutlich reicher an komplexen choraten Zysten, wie *Compositosphaeridium polonicum* und *Rigaudella aemula*.

Viele stratigraphisch relevante Arten kommen in diesem Probenintervall zum ersten Mal vor. Dazu gehören: *Acanthaulax venusta*, *Aldorfia dictyota*, *Cleistosphaeridium iaculigerum*, *C. tribuliferum*, *Endoscrinium galeritum*, *E. galeritum reticulatum*, *Liesbergia scarburghensis*, *Omatidium amphiacanthum* (fraglich), *Prolixosphaeridium anasillum*, *Scrinioidinium crystallinum*, *Sirmiodinium grossi*, *Wanaea fimbriata*, *W. thysanota*.

Viele dieser Arten sind typische Formen des Ober-Callovium und Unter-Oxfordium.

Wichtige FADs sind die von *Endoscrinium galeritum*, *Liesbergia scarburghensis* und *Wanaea thysanota* in der Lamberti-Zone (Ober-Callovium), und von *Acanthaulax venusta*, *Aldorfia dictyota*, *Cleistosphaeridium iaculigerum*, *Omatidium amphiacanthum* und *Wanaea fimbriata* in der Mariae-Zone (Unter-Oxfordium). Wichtige LADs sind die von *Liesbergia liesbergensis* in

der Mariae-Zone (Unter-Oxfordium) und von *Wanaea fimbriata* und *W. thysanota* in der Plicatilis-Zone (Mittel-Oxfordium).

Aufgrund des gemeinsamen Vorkommens von *Liesbergia liesbergensis* einerseits und *Acanthaulax venusta*, *Aldorfia dictyota*, *Cleistosphaeridium iaculigerum*, und *Wanaea fimbriata* andererseits, wird die Probe auf Unter-Oxfordium, Mariae-Zone datiert.

### **3.3.15 Probenintervall 755.75 – 752.65 m (2 Proben): Mittel-Oxfordium, Transversarium-Zone**

Die Zusammensetzung der Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftungen ist deutlich unterschiedlich zu der in der Probe im Liegenden. Obwohl die zwei Proben in dieselbe Ammonitenzone gestellt werden können, sind sie in ihrer Zusammensetzung deutlich voneinander verschieden. Probe 752.65 m wird von einer Art, *Rhynchodiniopsis cladophora*, dominiert.

Viele stratigraphisch relevante Arten kommen in diesem Probenintervall zum ersten Mal vor. Dazu gehören: *Belodinium asaphum*, *Glossodinium dimorphum*, *Leptodinium arcuatum*, *L. mirabile*, *L. subtile*, *Systematophora areolata*, *Systematophora* spp., *Taeniophora iunctispina*.

Wichtige FADs sind die von *Glossodinium dimorphum*, *Leptodinium arcuatum*, *L. mirabile* und *Systematophora areolata* in der Plicatilis-Zone (Mittel-Oxfordium), und von *Leptodinium subtile* und *Taeniophora iunctispina* in der Transversarium-Zone (Mittel-Oxfordium). Wichtige LADs sind die von *Belodinium asaphum*, *Ctenidodinium ornatum*, *Endoscrinium galeritum*, *Gonyaulacysta eisenackii* und *Sirmiodiniopsis orbis* in der Transversarium-Zone (Mittel-Oxfordium).

Somit lassen sich diese beiden Proben in die Transversarium-Zone (Mittel-Oxfordium) stellen.

## **3.4 Lägeren**

Die bearbeiteten Aufschlussproben der Lägeren zeigen alle einen guten palynologischen Rückstand. Die Palynoflora ist mässig divers. Die Erhaltung der Palynomorphen ist gut.

Der Anteil an Holz- und pflanzlichen Geweberesten ist hoch. Die Palynoflora ist zusammengesetzt aus überwiegend Pollen und Sporen. Dinoflagellatenzysten sind nicht sehr häufig.

Mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten werden die Proben auf Ober-Aalenium, untere Murchisonae-Zone datiert. Die Ergebnisse der semiquantitativen Analyse sind in Form einer Range-Chart im Anhang zusammengestellt (Anlage 4).

Die Aufschlussproben der Lägeren können von ihrer Zusammensetzung her sehr gut mit Weiach korreliert werden. Die Palynoflora unterscheidet sich aber von der der entsprechenden Probenintervalle in Benken und Schlatingen-1.

### 3.4.1 Lag 1 bis Lag 19 (5 Proben): Ober-Aalenium, untere Murchisonae-Zone

Die Palynoflora wird überwiegend zusammengesetzt aus Pollen und Sporen, Dinoflagellatenzysten sind nicht sehr häufig. Die Pollenart *Perinopollenites elatoides* ist sehr häufig.

Die Dinoflagellatenzystenassoziation besteht zum grössten Teil aus Vertretern der Gattung *Nannoceratopsis*. *Nannoceratopsis* ist häufig und sehr divers (*N. ambonis*, *N. dictyambonis*, *N. gracilis* s. str., *N. plegas dictyornata*, *N. plegas plegas*, *Nannoceratopsis* sp. B in Feist (1987), *N. cf. senex*, *Nannoceratopsis* spp., *N. tricerat*). *N. plegas* kommt mit zwei seiner Unterarten vor, wobei *N. plegas dictyornata* auffallend häufig ist.

*Batiacasphaera* sp. A in Feist-Burkhardt & Pross (2010) ist zum Teil sehr häufig. *Batiacasphaera* sp. B in Feist-Burkhardt & Pross (2010), *Kallosphaeridium prausii* und *Sentusidinium* spp. kommen ebenfalls regelmässig bis häufig vor. Einige Vertreter der Phallocystaceen ("Susadinium group" von Wille 1982, "Parvocysta suite" von Riding 194) treten unregelmässig und mit wenigen Exemplaren auf: *Andreodinium elongatum*, *Dodekovia bullula*, *Moesiodinium raileanui*, *Ovalicysta hiata*, *Reutlingia cardobarbata*, *R. hirsuta*, *Susadinium scrofoides*. Vertreter der Gattung *Scriniocassis* sind *S. limbicavatus* und *S. priscus*, wobei nur *S. priscus* regelmässig vorkommt. Daneben finden sich wenige Vertreter von *Evansia?* cf. *Granochagrinata*, *Hystriodinium?* sp., *Mancodinium semitabulatum*, *Valvaeodinium brevipellitum*, *V. sphaerechinatum*, *Valvaeodinium* spp. und *Wittnaudinium minutum*.

Die typischen Leitformen (*Nannoceratopsis triangulata*, *Wallodinium laganum*) des Opalinuston (Opalinum-Zone, Opalinum-Subzone) fehlen. Die hohe Diversität von *Nannoceratopsis* und das gehäufte Vorkommen von *Batiacasphaera* sp. A zusammen mit dem sehr häufigen *Perinopollenites elatoides* sind typisch für das Aalenium über dem Opalinuston.

Die Gattung *Scriniocassis* reicht bis in die obere Murchisonae-Zone. Die generell seltene Art *Evansia?* *spongogranulata* (FAD in der Murchisonae-Zone) und die ersten Vertreter der Gattung *Dissiliodinium* (FAD in der oberen Murchisonae-Zone) konnten nicht nachgewiesen werden.

Auf Grund der hohen Diversität von *Nannoceratopsis* und v.a. der grossen Häufigkeit von *N. plegas* mit ihren Unterarten werden die Proben als Ober-Aalenium, untere Murchisonae-Zone interpretiert. Wegen des Nichtvorkommens von *Evansia?* *spongogranulata* könnten die Proben aber auch noch zur oberen Opalinum-Zone gehören.

## 4 Korrelation

### 4.1 Korrelation der Probenintervalle

Die 153 untersuchten Proben der Bohrungen Weiach, Benken und Schlattingen-1 sowie die 5 Aufschlussproben von der Lägeren konnten mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten auf Unter-Toarcium bis Mittel-Oxfordium datiert. Es konnten insgesamt 49 Probenintervalle und Subintervalle ausgeschieden und Ammoniten-Zonen zugeordnet werden. Die Korrelation der Probenintervalle der drei Bohrungen und der Aufschlussproben untereinander und mit der Ammonitenzonierung ist in Fig. 1 dargestellt.

Aus dem Korrelationsdiagramm geht hervor, dass z.T. Schichtlücken, bzw. Lücken in der Beprobung bestehen. Im Folgenden werden zwei Beispiele genannt.

Im Grenzbereich um das Aalenium/Bajocium konnten in Weiach, im Westen, alle Ammonitenzonen nachgewiesen werden. Östlich davon, in Benken, konnte die Concavum-Zone nicht nachgewiesen werden. Noch weiter östlich in Schlattingen-1 ist die Schichtlücke noch größer. Es fehlt neben der Discites- und Concavum-Zone auch der obere Teil der Murchisonae-Zone. Wegen der starken Kondensation in diesem stratigraphischen Bereich kann es sich hierbei um Beprobungslücken handeln.

Das Ober-Bathonium und Unter-Callovium konnte in Weiach und Benken palynostratigraphisch nachgewiesen werden. In Schlattingen-1, im Osten, fehlt der positive Nachweis des Ober-Bathonium und der untersten Ammonitenzone des Unter-Callovium, der Herveyi-Zone. Hier konnte jedoch im Unterschied zum Westen das Ober-Callovium und die unterste Zone des Oxfordium, die Mariae-Zone nachgewiesen werden. Dieser stratigraphische Abschnitt ist allerdings stark kondensiert, sodass es sich hierbei um eine Beprobungslücke handeln kann.

			Lägeren	Bohrung Weiach	Bohrung Benken	Bohrung Schlattingen
Stufe		Ammonitenzone				
Oxfordium	M.	Transversarium			450.32 m -	752.65 m
		Plicatilis			450.68 m	755.75 m
	Unt.	Cordatum				
		Mariae				757.44 m
Callovium	Ob.	Lamberti				
		Athleta				
	M.	Coronatum				757.85 m
		Jason				
	Unt.	Calloviense		479.54 m 480.76 m -	451.82 m	
		Herveyi (war Macrocephalus)		481.83 m	? 452.36 m -	451.82 m
Bathonium	Ob.	Discus			454.18 m ?	
		Orbis		482.92 m		
		Hodsoni			454.55 m -	
	M.	Morrisi			459.73 m	
		Subcontractus		484.61 m -	? 462.39 m -	761.13 m
		Progracilis		487.10 m -	464.92 m ?	
	Unt.	Tenuiplicatus		?		
		Zigzag			467.37 m -	767.82 m
Bajocium	Ob.	Parkinsoni		489.71 m -	481.50 m	773.14 m
		Garantiana		517.70 m	483.60 m -	779.15 m
		Niortense		520.58 m	493.17 m -	782.66 m
	Unt.	Humphriesianum			494.72 m -	
					495.13 m -	784.60 m
		Sauzei			496.27 m -	791.90 m
					496.81 m -	793.61 m
		Laeviuscula		522.61 m	498.07 m -	794.88 m
		Discites			500.67 m	
Aalenium	Ob.	Concavum				
		obere				
		Murchisonae			538.78 m -	
		unt.			541.08 m	
	Unt.	Opalinum				833.69 m
Toarcium	Ob.	Levesquei			543.65 m -	842.18 m
		Thouarsense			630.72 m	849.43 m
	M.	Variabilis				-
		Bifrons				945.56 m
	Unt.	Falciferum			652.33 m -	947.65 m
		Tenuicostatum			655.48 m	949.87 m
						958.43 m

Fig. 1: Korrelation der Bohrungen Weiach, Benken und Schlattingen-1 sowie der Aufschlussproben der Lägeren mit der Ammoniten-Zonierung.

(Ammonitenzonen nach TimeScale Creator, [www.tscreator.com](http://www.tscreator.com), Januar 2012, und Feist-Burkhardt & Wille 1992).

## 4.2 Korrelation der palynostratigraphischen Events

Die Korrelation der drei Bohrungen Weiach, Benken und Schlattingen-1 mit Hilfe ausgewählter palynostratigraphischer Events ist in Anlage 5 graphisch dargestellt. Es wurden 32 palynostratigraphische Events ausgewählt und Korrelationslinien zwischen den lithostratigraphischen Profilen geplottet. Das erste Vorkommen eines Taxon (Basis) ist rot, das letzte Vorkommen (Top) ist blau, singuläre Events sind grün dargestellt. In violett ist die ungefähre Position der untersuchten palynologischen Proben und die Zuordnung der Proben zu den Ammoniten-Zonen dargestellt. Basislinie für die Darstellung der Korrelation ist die Basis der Opalinuston-Formation. Die verwendeten lithostratigraphischen Profildarstellungen stammen unverändert aus den Nagra Technischen Berichten zur Sondierbohrung Weiach (Matter et al. 1988, NTB 86-01) und Sondierbohrung Benken (Nagra 2001, NTB 00-01). Ein vorläufiges lithostratigraphisches Profil der Bohrung Schlattingen-1, datiert vom 15. Dezember 2011, wurde von H.R. Bläsi zur Verfügung gestellt.

Aus dem Korrelationsdiagramm geht hervor, dass z.T. Schichtlücken, Kondensation und z.T. große Unterschiede in den Mächtigkeiten zeitgleicher Einheiten bestehen. Im Folgenden werden drei Beispiele genannt.

Im Westen in Weiach ist der Teufenbereich von etwa 554 m bis 536 m charakterisiert durch das sukzessive erste Vorkommen von mehreren Taxa des Ober-Aalenium und untersten Bajocium. In Benken ist der äquivalente Abschnitt durch Kondensation und Schichtlücke auf etwa 2.5 m (541.08 – 538.64 m) reduziert. In Schlattingen-1 im Osten setzen vier der fünf Taxa alle in derselben Probe ein, was auf eine Schichtlücke von der oberen Murchisonae-Zone bis zur Discites-Zone hindeutet.

Während in Weiach der Bereich vom Einsetzen von *D. giganteum* bis zum Top des *D. giganteum* Akme nur 4.60 m mächtig ist, beträgt der äquivalente Bereich (Unter-Bajocium, etwa Laeviuscula- und Sauzei-Zone) in Benken mehr als 32 m und in Schlattingen-1 knapp 27 m.

Der Bereich vom Einsetzen bis zum Aussetzen von *A. crispa* (Ober-Bajocium) ist in Weiach wiederum viel mächtiger als in Benken und Schlattingen-1. In Weiach im Westen ist dieser Bereich über 40 m mächtig, während weiter östlich in Benken und Schlattingen-1 dieser Bereich nur rund 13 m bzw. 14 m misst.





## **5 Zusammenfassung**

Die untersuchten Proben der Bohrungen Benken, Weiach und Schlattingen-1 konnten mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten von Unter-Toarcium bis Mittel-Oxfordium datiert werden. Die Ergebnisse sind in den Range-Charts dargestellt (Anlagen 1-4). Es wurden 49 Probenintervalle ausgeschieden, Ammoniten-Zonen zugeordnet und korreliert (Fig. 1). Weiterhin wurden 32 palynostratigraphische Events (Einsetzen, Aussetzen und singuläre Ereignisse) ausgewählt um die Profile zu korrelieren (Anlage 5). Die Korrelation der Probenintervalle und palynostratigraphischen Ereignisse deckt z.T. Schichtlücken bzw. Beprobungslücken auf sowie Mächtigkeitsunterschiede zeitgleicher Einheiten von Westen (Weiach) nach Osten (Schlattingen-1).



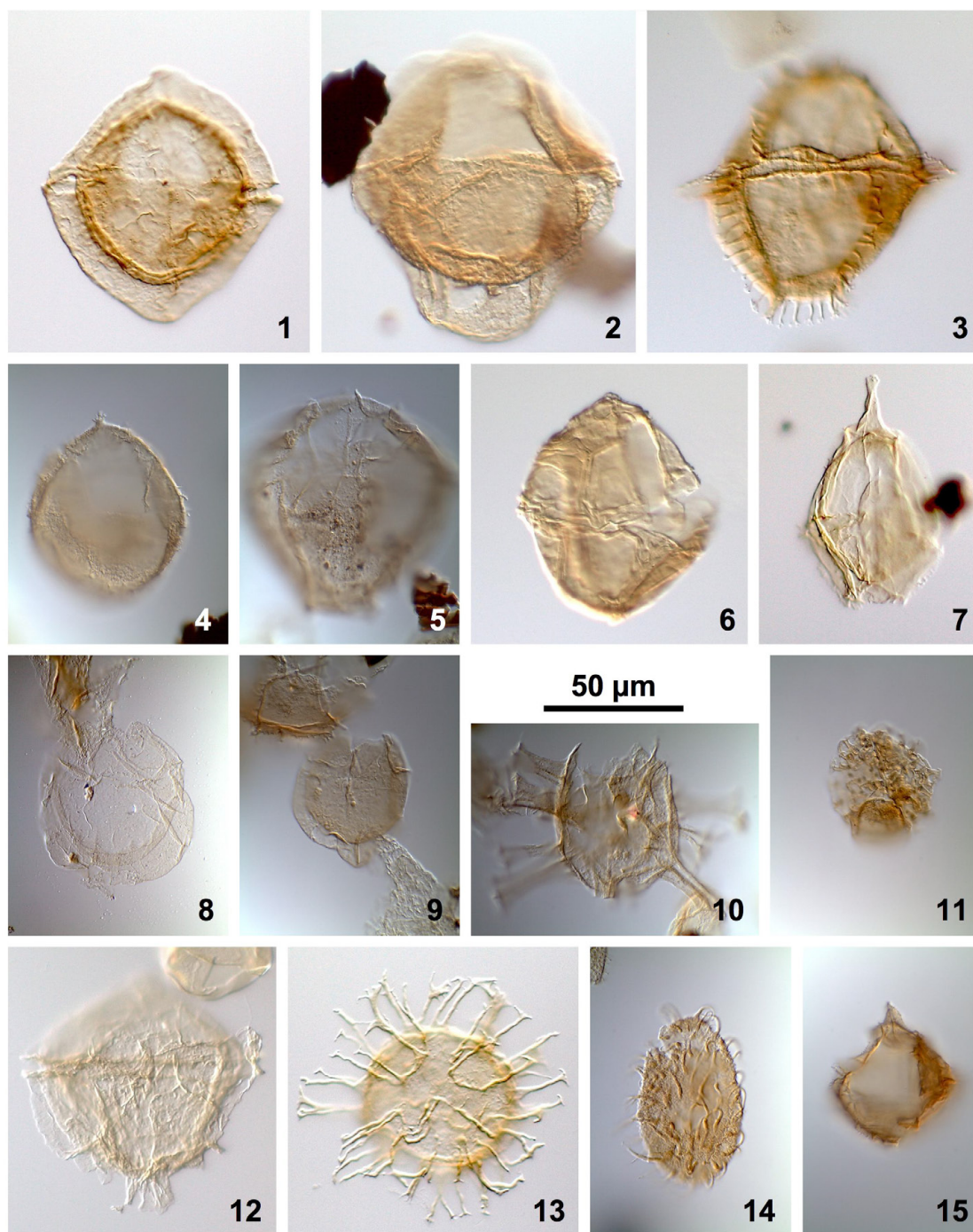
## 6 Referenzverzeichnis

- Bjaerke, T. (1980): Mesozoic palynology of Svalbard IV. Toarcian dinoflagellates from Spitzbergen. *Palynology* 4, 57-77.
- Bläsi, H.R., Deplazes, G., Schnellmann, M. & Traber, D. (2013): Sedimentologie und Stratigraphie des 'Braunen Doggers' und seiner westlichen Äquivalente. Nagra Arbeitsbericht NAB 12-51. Nagra, Wettingen.
- Brenner, W. (1988): Dinoflagellaten aus dem Unteren Malm (Oberer Jura) von Süddeutschland; Morphologie, Ökologie, Stratigraphie. *Tübinger Mikropaläontologische Mitteilungen* 6, 1-116.
- Butler, N., Charnock, M.A., Hager, K.O. & Watkins, C.A. (2005): The Ravenscar Group: A stratigraphic analogue for the Middle Jurassic reservoirs of the North Sea and offshore Mid Norway. In: Powell, A.J. & Riding, J.B. (Eds.): *Recent Developments in Applied Biostratigraphy*. The Micropalaeontological Society, Special Publications, 43-53.
- Feist, S. (1987): Palynologische Untersuchungen im Braunjura beta und unteren Braunjura gamma (oberes Aalenium bis unteres Bajocium) der Bohrungen Hausen, nordöstliche Schwäbische Alb. Diplomarbeit am Geologisch-Palaeontologischen Institut der Universität Tübingen.
- Feist-Burkhardt, S. & Monteil, E. (1998): Dinoflagellate cysts from the Bajocian stratotype (Calvados, Normandy, Western France). *Bulletin du Centre de Recherches Elf Exploration Production* [1997] 21/1, 31-105.
- Feist-Burkhardt, S. & Pross, J. (2010): Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Opalinuston Formation (Middle Jurassic) in the Aalenian type area in southwest Germany and north Switzerland. *Lethaia* 43, 10-31.
- Feist-Burkhardt, S. & Wille, W. (1992): Jurassic palynology in southwest Germany - state of the art. *Cahiers de Micropaléontologie* 7(1/2), 141-164.
- Feist-Burkhardt, S. (1990): Dinoflagellate cyst assemblages of the Hausen coreholes (Aalenian to early Bajocian), southwest Germany. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine* 14/2, 611-633.
- Feist-Burkhardt, S. (1999): Sondierbohrung Benken (Teil A): Palynostratigraphie des Mittleren Jura. Unpubl. Nagra Interner Bericht. Nagra, Wettingen.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G. & Smith, A.G. (2004): *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge University Press, 589 p.
- Klement, K.W. (1960): Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen aus dem unteren und mittleren Malm Südwestdeutschlands. *Palaeontographica, Abteilung A* 114, 1-104.
- Matter, A., Peters, Tj., Bläsi, H.-R., Meyer, J., Ischi, H. & Meyer, Ch. (1988): Sondierbohrung Weiach – Geologie. Nagra Technischer Bericht NTB 86-01. Nagra, Wettingen.
- Nagra (2001): Sondierbohrung Benken – Untersuchungsbereicht. Nagra Technischer Bericht NTB 00-01. Nagra, Wettingen.

- Poulsen, N.E. & Riding, J.B. (2003): The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 1, 115-144.
- Poulsen, N.E. (1996): Dinoflagellate cysts from marine Jurassic deposits of Denmark and Poland. *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contributions Series* 32, 1-227.
- Riding, J.B. (1984): A palynological investigation of Toarcian and early Aalenian strata from the Blea Wyke area, Ravenscar, North Yorkshire. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 45/1-2, 109-122.
- Weiss, M. (1989): Die Sporenfloren aus Rät und Jura Südwestdeutschlands und ihre Beziehung zur Ammoniten-Stratigraphie. *Palaeontographica, Abteilung B* 215, 1-168.
- Wille, W. (1982): Evolution and ecology of Upper Liassic dinoflagellates from SW-Germany. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 164/1/2, 74-82.
- Wood, G.D., Gabriel, A.M. & Lawson, J.C. (1996): Palynological techniques – processing and microscopy. *In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds): Palynology, principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation* 2, 29-50.

Tafel 1: Dinoflagellatenzysten aus dem Callovium und Unter-Oxfordium der Sondierbohrung Benken (inkl. Kreutischkoordinaten).

- 1.- *Scriniodinium crystallinum* (DEFLANDRE 1939) KLEMENT 1960. Benken 450.32 m. 16.3\*115.8.
- 2.- *Endoscrinium galeritum* (DEFLANDRE 1939) VOZZHENNIKOVA 1967. Benken 450.32 m. 3.0\*137.0.
- 3.- *Rhynchodiniopsis cladophora* (DEFLANDRE 1939) BELOW 1981. Benken 450.32 m. 9.1\*117.9.
- 4.- *Acanthaulax venusta* (KLEMENT 1960) SARJEANT 1968. Benken 450.32 m. 16.7.\*109.6.
- 5.- *Leptodinium arcuatum* KLEMENT 1960. Benken 450.68 m. 15.4.\*120.9.
- 6.- *Leptodinium subtile* KLEMENT 1960. Benken 450.32 m. 2.4\*113.0.
- 7.- *Gonyaulacysta jurassica* (DEFLANDRE 1939) NORRIS & SARJEANT 1965. Benken 450.32 m. 14.7\*110.4.
- 8.- *Sirmiodinium grossii* ALBERTI 1961. Benken 451.44 m. 12.4.\*138.3.
- 9.- *Sirmiodiniopsis orbis* DRUGG 1978. Benken 451.82 m. 14.3.\*127.0.
- 10.- *Compositosphaeridium polonicum* (GORKA 1965) LENTIN & WILLIAMS 1981. Benken 451.44 m. 12.6.\*136.4.
- 11.- *Stephanelytron scarburghense* SARJEANT 1961. Benken 450.68 m. 15.0.\*123.0.
- 12.- *Glossodinium dimorphum* IOANNIDES ET AL. 1977. Benken 450.32 m. 12.3\*136.0.
- 13.- *Systematophora areolata* KLEMENT 1960. Benken 450.32 m. 21.4\*115.0.
- 14.- *Prolixosphaeridium anasillum* ERKMEN & SARJEANT 1980. Benken 450.68 m. 11.0.\*129.6.
- 15.- *Occisucysta balios* GITMEZ 1970. Benken 450.32 m. 8.2\*120.2.



## Verzeichnis der Anlagen zu Teil I

- Anlage 1: Range-Chart. Semiquantitative stratigraphische Verteilung der Palynomorphen im Mittleren Jura der Sondierbohrung Benken.
- Anlage 2: Range-Chart. Semiquantitative stratigraphische Verteilung der Palynomorphen im Mittleren Jura der Sondierbohrung Weiach.
- Anlage 3: Range-Chart. Semiquantitative stratigraphische Verteilung der Palynomorphen im Mittleren Jura der Geothermiebohrung Schlattingen-1.
- Anlage 4: Range-Chart. Semiquantitative stratigraphische Verteilung der Palynomorphen im Mittleren Jura der Lägeren.
- Anlage 5: Korrelation der Bohrungen Weiach, Benken und Schlattingen-1 mit Hilfe ausgewählter palynostratigraphischer Events.

Rot: Basis eines Taxon, blau: Top eines Taxon, grün: singuläres Event. Violett: ungefähre Probenposition und Palynostratigraphie. Lithologische Profile nach Matter 1988 (NTB 86-01) und Nagra (2001, NTB 00-01). \*Daten zu diesen Events in der Sondierbohrung Weiach stammen aus Feist-Burkhardt & Pross (2010).





**Teil II: Bohrung Riniken, Aufschlussproben Bernhardholz, Dangstetten und Lägern**



## **1 Einleitung**

Der vorliegende (zweite) Berichtsteil umfasst die Ergebnisse einer semi-quantitativen palynologischen Untersuchung an 6 Kernproben des Mittleren Jura der Sondierbohrung Riniken (328.50 – 345.47 m), sowie 13 Aufschlussproben von Bernhardholz (3 Proben), Dangstetten (5 Proben) und der Lägeren (5 Proben).

Ziel der Studie war die palynostratigraphische Datierung der Proben und die möglichst genaue Zuordnung der Proben zur Ammoniten-Biostratigraphie.

Die Beprobungen erfolgten durch Dr. H.R. Bläsi (Universität Bern) im Zusammenhang mit den Profilaufnahmen für den Bericht zur Sedimentologie des 'Braunen Doggers' (Bläsi et al. 2013). In diesem Bericht finden sich detaillierte lithostratigraphische Profile aus denen auch die Beprobungslokalität ersichtlich ist.



## 2 Methoden

Die palynologische Aufbereitung der Proben wurde durch das Labor GeoTechniques Research Ltd. (Sunbury-on-Thames, Middlesex TW16 7SR, UK) ausgeführt. Die Aufbereitung erfolgte nach der allgemein üblichen Präparationsmethode mit konzentrierter Salzsäure und konzentrierter Flusssäure (Wood et al. 1996)<sup>2</sup>. Der Rückstand wurde bei einer Maschenweite von 15 µm gesiebt. Die meisten Proben wurden mit konzentrierter Salpetersäure oxidiert. Eine Probe (Riniken 345.47 m) wurde mit Schulze'scher Lösung behandelt. Die palynologischen Präparate wurden dann nach Deutschland geschickt und dort lichtmikroskopisch untersucht und ausgewertet.

Für die semiquantitative Analyse wurden mindestens 200 bis 300 Palynomorphen pro Probe gezählt. Andere Palynofazieskomponenten wurden geschätzt. Die bestimmten Taxa wurden entsprechend ihrer Häufigkeit in semi-quantitative Kategorien eingeteilt. Die auf den Range-charts (Anlagen 1 – 4) verwendeten Kategorien bedeuten: *Präsent*, 1 – 3 Exemplare; *häufig*, 4 – 14 Exemplare; *sehr häufig*,  $\geq 15$  Exemplare. Ein einzelnes Taxon wird als *dominierend* klassifiziert, wenn es alle anderen Taxa in einer Probe nach wenigen Bildfeldern zahlenmässig deutlich übertrifft.

---

<sup>2</sup> Die Details der Aufbereitung werden hier nur der Vollständigkeit halber genannt, sind aber für die Auswertung nicht relevant.



### 3 Ergebnisse und Interpretation

Die bearbeiteten Proben zeigen zum grössten Teil einen guten palynologischen Rückstand mit reicher und diverser Palynoflora. Die Erhaltung der Palynomorphen ist zumeist gut. Ausnahmen zeigen die Proben von Dangstetten. Zwei der fünf Proben ergaben nur sehr wenig palynologischen Rückstand, eine Probe ist fossilileer.

Viele Untersuchungen haben gezeigt, dass das biostratigraphische Auflösungsvermögen von Pollen und Sporen im Jura nur sehr gering ist (z. B. Weiss 1989). Die Datierungen basieren deshalb v.a. auf dem Vorkommen von Dinoflagellatenzysten. Die biostratigraphischen Grenzen wurden nach dem ersten und letzten Auftreten der Leitarten, jeweils vom Liegenden ins Hangende gesehen, gezogen. Im Erläuterungstext zu den bekannten stratigraphischen Reichweiten von Leitarten wird das erste Auftreten auch oft mit FAD (engl. *first appearance datum*) und das letzte Vorkommen mit LAD (engl. *last appearance datum*) bezeichnet. Besonders grosse Häufigkeiten von Taxa werden als 'Akme' (von griechisch: Gipfel, Höhepunkt) bezeichnet und werden zum Teil als zusätzliche Kriterien für die palynostratigraphische Interpretation herangezogen.

Grundlage für die Alterseinstufung der Proben und deren Zuordnung zur Ammonitenstratigraphie bildet vor allem die Kompilation über die stratigraphische Verbreitung von Dinoflagellatenzysten in Süddeutschland und angrenzender Gebiete von Feist-Burkhardt & Wille (1992). Für den Bereich der Toarcium/Aalenium-Grenze sowie das Aalenium wird die Arbeit von Feist-Burkhardt & Pross (2010) verwendet. Des Weiteren werden neuere, zumeist unpublizierte Forschungsergebnisse der Gutachterin aus Süddeutschland und der Schweiz verwendet. Die in Feist-Burkhardt & Wille (1992) verwendeten Ammonitenzonen, Stufen- und Unterstufen-Namen wurden mit Hilfe von TimeScale Creator ([www.tscreator.com](http://www.tscreator.com)) aktualisiert. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen verwendet der TimeScale Creator die von der International Commission on Stratigraphy kompilierten Altersdaten, die in der *Geologic Time Scale 2004* (Gradstein et al. 2004) publiziert sind.

Neben Dinoflagellatenzysten treten andere aquatische Palynomorphe auf, die zum Teil stratigraphisch genutzt oder zusätzliche Informationen zum Paläoenvironment geben können. Diese Gruppe beinhaltet u.a. Acritarchen (= organisch-wandige Mikrofossilien unbestimmter Affinität), Grünalgen (z. B. *Botryococcus* spp., Prasinophyceen, Zygnematophyceen) und Foraminiferentapeten. Foraminiferentapeten sind die organischen Innenauskleidungen der Gehäuse benthischer Foraminiferen und somit Indikatoren für marines Paläoenvironment und guter Durchlüftung an der Sedimentoberfläche.

Die auftretenden Pollen und Sporen bestätigen die Datierungen mit Dinoflagellatenzysten. Einzelvorkommen von typischen triassischen Pollen-/Sporen-Taxa (*Densosporites* spp., *Ovalipollis* spp.) weisen auf Aufarbeitung triassischer Sedimente im Liefergebiet hin.

Abbildungen wichtiger Dinoflagellatenzystenarten aus dem Aalenium bis Bathonium finden sich im Bericht zur Sondierbohrung Benken von Feist-Burkhardt (1999). Eine Auswahl der wichtigsten Arten des Callovium und Oxfordium finden sich in Teil I des vorliegenden Berichts.

### 3.1 Sondierbohrung Riniken

Die bearbeiteten Proben der Sondierbohrung Riniken zeigen zum grössten Teil einen guten palynologischen Rückstand. Die Erhaltung der Palynomorphen ist mässig bis gut.

Der Anteil an Holz und pflanzlichen Geweberesten ist in den Proben von 345.47 – 331.25 m relativ gross. Die Proben ab 329.82 m und weiter im Hangenden zeigen zunehmend größere Anteile an marinem Plankton, vor allem Dinoflagellatenzysten. Pollen und Sporen treten gegen das Hangende immer weiter zurück. Nur untergeordnet treten Prasinophyten, Acritarchen, Foraminiferentapeten und Grünalgen (z. B. *Botryococcus*) auf. Es konnten 41 Dinoflagellatenzysten-Taxa, 13 andere aquatische Palynomorphen und 37 Pollen- und Sporen-Taxa unterschieden werden.

Die untersuchten Proben der Sondierbohrung Riniken können mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten auf Aalenium bis Basis Bajocium datiert werden. Es können 4 Probenintervalle unterschieden und der Ammoniten-Biostratigraphie zugeordnet werden. Die Ergebnisse der semiquantitativen Analyse sind in Form einer Range-Chart im Anhang zusammengestellt (Anlage 1).

#### 3.1.1 Probenintervall 345.47-331.93 m (2 Proben): Aalenium, Opalinum- bis (?)Murchisonae-Zone

Die Palynoflora wird überwiegend zusammengesetzt aus Pollen und Sporen, Dinoflagellatenzysten sind nicht sehr häufig. Die Pollenart *Perinopollenites elatoides* ist sehr häufig in Probe 331.93 m.

Die Dinoflagellatenzystenassoziation besteht zum grössten Teil aus Vertretern der Gattung *Nannoceratopsis*: *N. gracilis* s.s. und s.l., *N. plegas*, *Nannoceratopsis* sp. B in Feist (1987), *Nannoceratopsis* spp., *N. tricerias*, sowie ein fragliches Exemplar von *N. triangulata*. *N. plegas* kommt mit seinen drei Unterarten vor: *N. plegas brevicorna*, *N. plegas dictyornata*, *N. plegas plegas*.

*Batiacasphaera* sp. A in Feist-Burkhardt & Pross (2010) ist zum Teil häufig. Einige Vertreter der Phallocystaceen treten unregelmässig und mit wenigen Exemplaren auf: *Andreedinium* aff. *elongatum* (fraglich), *Andreedinium elongatum*, *Phallocysta?* *frommernensis* (fraglich), *Reutlingia cardobarbata*, *Susadinium scrofoides*. Alle drei Arten der Gattung *Scrinocassis*, *S. limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi*, kommen vor. Von *Wallodinium laganum* konnte in beiden Proben nur einige wenige, fragliche Exemplare bestimmt werden.

Von den typischen Leitformen (*Nannoceratopsis triangulata*, *Phallocysta?* *frommernensis*, *Wallodinium laganum*) des Opalinustons (Opalinum-Zone, Opalinum-Subzone) konnten nur wenige Exemplare fraglich bestimmt werden. Die hohe Diversität von *Nannoceratopsis* und das z.T. gehäufte Vorkommen von *Batiacasphaera* sp. A in Feist-Burkhardt & Pross (2010) zusammen mit dem sehr häufigen *Perinopollenites elatoides* sind typisch für das Aalenium über dem Opalinuston.

Die Gattung *Scrinocassis* reicht bis in die obere Murchisonae-Zone. Die generell seltene Art *Evansia?* *spongogranulata* (FAD in der Murchisonae-Zone) und die ersten Vertreter der Gattung *Dissiliodinium* (FAD in der oberen Murchisonae-Zone) konnten nicht nachgewiesen werden.



Die Grenze zum nächsten Probenintervall im Hangenden wurde auf Grund des letzten Vorkommens von *Nannoceratopsis triangulata* und *Walloclinium laganum* (beide fraglich) gezogen.

Wegen des Vorkommens von *Nannoceratopsis triangulata* und *Walloclinium laganum* (obwohl fraglich), zusammen mit der hohen Diversität von *Nannoceratopsis* und v.a. der recht grossen Häufigkeit von *Nannoceratopsis plegas* mit ihren Unterarten, wird dieser Probenintervall als Opalinum- bis (?)Murchisonae-Zone interpretiert.

### **3.1.2 Probenintervall 331.25 – 329.82 m (2 Proben): Ober-Aalenium, Murchisonae-Zone.**

Die Probe an der Basis dieses Intervalls ist noch stark von Pollen und Sporen dominiert. *Perinopollenites elatoides* ist sehr häufig. Die Probe am Top des Intervalls ist deutlich reicher und diverser an Dinoflagellatenzysten. Dominantes Pollen-Taxon in dieser Probe ist *Exesipollenites scabratus*.

*Nannoceratopsis* ist häufig und divers. Vertreter der Gattung *Scriniocassis* sind häufig. *S. limbicavatus*, *S. priscus* und *S. weberi* haben ihr letztes Vorkommen am Top des Intervalls. *Evansia? spongogramulata*, *Hystrichodinium? sp.* und *Nannoceratopsis dictyambonis* haben ihr erstes Vorkommen in diesem Intervall. *Andreodinium elongatum* wird häufig am Top des Intervalls.

Das Einsetzen von *Hystrichodinium? sp.* und *Evansia? spongogramulata*, zusammen mit diversen *Nannoceratopsis* spp. zum einen, und das Aussetzen von *Scriniocassis* spp. zum anderen, sprechen für ein Alter dieses Probenintervalls von Ober-Aalenium, Murchisonae-Zone.

### **3.1.3 Probenintervall 329.08 m (1 Probe): Ober-Aalenium, (?)Concavum-Zone**

Die Dinoflagellatenassoziation dieser Probe ist gekennzeichnet durch das erste Einsetzen und sehr häufige Vorkommen von *Dissiliodinium lichenoides*.

Häufig kommen folgende Taxa vor: *Andreodinium elongatum*, *Batiacasphaera sp. A* in Feist-Burkhardt & Pross (2010), *Nannoceratopsis dictyambonis*, *Nannoceratopsis gracilis* s.l. und ss., und *Nannoceratopsis* spp..

Das FAD von *Dissiliodinium lichenoides* ist aus der oberen Murchisonae-Zone bekannt. Die Art wird aber erst später, ab der Concavum-/Discites-Zone wirklich häufig. Weitere wichtige Arten sind *Hystrichodinium? sp.* und das erste Vorkommen von *Pareodinia sp.*

Das massive Einsetzen von *Dissiliodinium lichenoides* spricht für ein Alter jünger als obere Murchisonae-Zone. Die Leitart für die Concavum-Zone, *Evansia? eschachensis*, konnte in der Probe 329.08 m jedoch noch nicht nachgewiesen werden. Erst in der nächsten Probe kommt diese Art zusammen mit der für die Discites-Zone typischen Art *Dissiliodinium aff. giganteum* vor.

Die Zusammensetzung der Probe spricht für ein Alter jünger als Murchisonae-Zone und älter als Discites-Zone. Trotz des fehlenden Nachweises von *Evansia? eschachensis* wird sie als (?)Concavum-Zone interpretiert.

### 3.1.4 Probe 328.50 m (1 Probe): Unter-Bajocium, Discites-Zone

Die Dinoflagellatenzystenassoziation ist der der vorhergehenden Probe sehr ähnlich, mit *Dissiliodinium lichenoides* als der häufigsten Art. Weitere häufige Arten sind *Andreedinium elongatum*, *Batiacasphaera* sp. A in Feist-Burkhardt & Pross (2010), *Hystrichodinium?* sp. und *Nannoceratopsis gracilis* s.l..

Die Grenze zum Liegenden wird auf Grund des Erstauftretens von *Dissiliodinium* aff. *giganteum* gezogen.

*Dissiliodinium* aff. *giganteum* hat ein FAD an der Basis des Bajociums, in der Discites-Zone und ist eine Vorläuferform von *D. giganteum*, das etwas später in der Discites-Zone einsetzt. Das gehäufte Vorkommen von *Andreedinium elongatum* und *Hystrichodinium?* sp. passen ebenfalls zur Discites-Zone.

## 3.2 Bernhardholz

Die bearbeiteten Proben von Bernhardholz zeigen einen guten palynologischen Rückstand. Die Erhaltung der Palynomorphen ist gut bis sehr gut.

Der Anteil an Holz und pflanzlichen Geweberesten ist relativ gross. Pollen und Sporen sind deutlich häufiger als Dinoflagellatenzysten. Nur untergeordnet treten Prasinophyten, Acritarchen, Foraminiferentapeten und Grünalgen (z. B. *Botryococcus*) auf. Es konnten 30 Dinoflagellatenzysten-Taxa, 8 andere aquatische Palynomorphen und 25 Pollen- und Sporen-Taxa unterschieden werden.

Die untersuchten Proben können mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten auf Aalenium datiert werden. Es können 2 Probenintervalle unterschieden und der Ammoniten-Biostratigraphie zugeordnet werden. Die Ergebnisse der semiquantitativen Analyse sind in Form einer Range-Chart im Anhang zusammengestellt (Anlage 2).

### 3.2.1 Probe Be7: Aalenium, (?)Opalinum- oder untere Murchisonae-Zone

Die Palynomorphen dieser Probe sind sehr gut und teilweise in 3D erhalten.

Vertreter der Gattung *Nannoceratopsis* sind häufig und divers, mit auffallend vielen Exemplaren von *Nannoceratopsis plegas* und seinen zwei Unterarten *N. plegas brevicornis* und *N. plegas dictyornata*. Phallocystaceen sind relativ divers: *Andreedinium elongatum*, *Andreedinium* aff. *elongatum*, *Dodekovia bullula*, *D. pinna*, *D. pseudochytroideis*, *D. syzygia*, *Dodekovia* spp., *Moesiodinium raileanui*, *Ovalicysta hiata*, *Phallocysta?* *frommernensis* (fraglich), *Susadinium scrofoides*. An Gonyaulacaceen treten auf: *Kallosphaeridium praussii* und *Batiacasphaera* sp. A in Feist-Burkhardt & Pross (2010). Weitere wichtige Arten sind *Scrinioicassis limbicavatus* und *S. priscus*. Von *Walldinium laganum* konnte nur ein fragliches Exemplar bestimmt werden.

Das häufige und diverse Vorkommen von Vertretern der Gattung *Nannoceratopsis* ist typisch für das obere Aalenium. Die diversen Phallocystaceen hingegen sind eher typisch für das untere Aalenium. Von den typischen Leitarten der Opalinum-Zone (*Phallocysta?* *frommernensis*, *Walldinium laganum*) sind nur zwei fragliche Exemplare gefunden worden. Die andere typische Leitart der Opalinum-Zone, *Nannoceratopsis triangulata*, kommt nicht vor.

### 3.2.2 Proben Be5 und Be3 (2 Proben): Ober-Aalenium, untere Murchisonae-Zone

Vertreter der Gattung *Nannoceratopsis* sind häufig und divers und dominieren die Dinoflagellatenzysten-Assoziationen dieser Proben. Auffallend ist die Häufigkeit von *Nannoceratopsis plegas dictyornata*. Häufigkeit und Diversität der Phallocystaceen ist deutlich geringer als in der vorhergehenden Probe. Alle drei Arten der Gattung *Scriniocassis* (*S. limbicavatus*, *S. priscus*, *S. weberi*) kommen vor.

Alle vorkommenden Taxa sind typisch für die Murchisonae-Zone, vor dem Einsetzen der ersten Vertreter der Gattung *Dissiliodinium* in der oberen Murchisonae-Zone.

### 3.3 Dangstetten

Die palynologischen Rückstände der bearbeiteten Proben von Dangstetten sind von sehr unterschiedlicher Qualität. Die Proben Dan1 und Dan7 lieferten nur sehr wenig Material, Dan11 und Dan12 einen recht guten Rückstand, Probe Dan17 ist fossil leer.

Der Anteil an Holz und pflanzlichen Geweberesten ist relativ gering. Das Verhältnis Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen ist relativ hoch. Nur untergeordnet treten Prasinophyten, Acritarchen, Foraminiferentapeten und Grünalgen (z. B. *Botryococcus*) auf. Es konnten 41 Dinoflagellatenzysten-Taxa, 9 andere aquatische Palynomorphen und 26 Pollen- und Sporen-Taxa unterschieden werden.

Die untersuchten Proben können mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten auf Ober-Bajocium bis Bathonium datiert werden. Es können 3 Probenintervalle unterschieden und der Ammoniten-Biostratigraphie zugeordnet werden. Die Probe Dan17 ist fossil leer und kann nicht datiert werden. Die Ergebnisse der semiquantitativen Analyse sind in Form einer Range-Chart im Anhang zusammengestellt (Anlage 3).

#### 3.3.1 Proben Dan1 und Dan7 (2 Proben): Ober Bajocium, Garantiana-Zone, bis Ober-Bathonium, Discus-Zone

Beide Proben ergaben nur wenig bis sehr wenig Material. Die Diversität an Dinoflagellatenzysten aber auch Pollen und Sporen ist sehr gering.

In beiden Proben kommen relativ viele und gut erhaltene Exemplare von *Nannoceratopsis spiculata* vor, sowie einige Exemplare von *Ctenidodinium* aus der Verwandtschaft um *Ct. sellwoodii*. In Probe Dan1 wurden zusätzlich einzelne Exemplare von *Nannoceratopsis* spp., *Valvaeodinium spinosum* und ein fragliches Exemplar von *Protobatioladinium mercieri* gefunden.

Bei der sehr geringen Ausbeute an Dinoflagellatenzysten ist eine genaue palynostratigraphische Einordnung schwierig. Alle vorkommenden Arten haben ihre FAD's im Ober-Bajocium. Das FAD von *Ctenidodinium sellwoodii* ist das jüngste und liegt in der Garantiana-Zone. *Valvaeodinium spinosum* hat sein LAD im Ober-Bathonium, in der Discus-Zone.

Den Proben kann somit ein Alter zwischen Ober-Bajocium und Ober-Bathonium zugeordnet werden.

### 3.3.2 Probe Dan11 (1 Probe): Bathonium, Tenuiplicatus- bis Morrisi-Zone

Die Dinoflagellaten-Assoziation wird durch Vertreter der Gattung *Ctenidodinium* dominiert, darunter auch die wichtige Leitform *Ct. combazii*. Stratigraphisch aussagekräftig ist das Vorkommen von *Carpathodinium predae* und *Valvaeodinium spinosum*. *Tubotuberella dangeardii* konnte nur fraglich bestimmt werden.

Weitere gute Leitformen wie *Meiourogoniaulax valensii* oder *Rhynchodiniopsis? regalis* konnten nicht nachgewiesen werden.

*Ctenidodinium combazii* hat sein FAD in der obersten Parkinsoni-Zone und reicht bis in das Unter-Callovium. Das FAD von *Tubotuberella dangeardii* liegt im Unter-Bathonium, in der Zigzag-Zone.

Das LAD von *Meiourogoniaulax valensii* liegt im Unter-Bathonium, in der Zigzag-Zone, das von *Carpathodinium predae* im Mittel-Bathonium, in der Morrisi-Zone, und das von *Valvaeodinium spinosum* im Ober-Bathonium, in der Discus-Zone.

Das gemeinsame Vorkommen von *Ctenidodinium combazii*, *Tubotuberella dangeardii* und *Carpathodinium predae*, bei Abwesenheit von *Meiourogoniaulax valensii*, spricht für ein Alter zwischen Unter-Bathonium, Tenuiplicatus-Zone und Mittel-Bathonium, Morrisi-Zone.

### 3.3.3 Probe Dan12 (1 Probe): Bathonium, Tenuiplicatus- bis Discus-Zone

Die Zusammensetzung dieser Probe ist der vorhergehenden Probe sehr ähnlich. Eine wichtige Ausnahme ist, dass *Carpathodinium predae* nicht nachgewiesen werden konnte.

Das gemeinsame Vorkommen von *Ctenidodinium combazii*, *Tubotuberella dangeardii* und *Valvaeodinium spinosum*, bei Abwesenheit von *Meiourogoniaulax valensii*, spricht für ein Alter zwischen Unter-Bathonium, Tenuiplicatus-Zone und Ober-Bathonium, Discus-Zone.

### 3.3.4 Probe Dan17 (1 Probe): fossilleer, nicht datierbar

Diese Probe hat fast keinen palynologischen Rückstand geliefert, ausser einigen sehr wenigen Phytoklasten und einigen wenigen, wahrscheinlich rezenten Pilzhypen. Die Probe ist nicht datierbar.

## 3.4 Lägeren

Die bearbeiteten Proben von Lägeren zeigen einen guten palynologischen Rückstand. Die Erhaltung der Palynomorphen ist gut.

Der Anteil an Holz und pflanzlichen Geweberesten ist relativ gering. Das Verhältnis Dinoflagellatenzysten zu Pollen und Sporen ist relativ hoch. Nur untergeordnet treten Prasinophyten, Acritarchen und Foraminiferentapeten auf. Es konnten 82 Dinoflagellatenzysten-Taxa, 11 andere aquatische Palynomorphen und 34 Pollen- und Sporen-Taxa unterschieden werden.

Die untersuchten Proben können mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten auf Bathonium bis Mittel-Oxfordium datiert werden. Es können 2 Probenintervalle unterschieden und der Ammoniten-Biostratigraphie zugeordnet werden. Die Ergebnisse der semiquantitativen Analyse sind in Form einer Range-Chart im Anhang zusammengestellt (Anlage 4).

### 3.4.1 Proben LÄ3 bis LÄ16 (4 Proben): Unter-Bathonium, Tenuiplicatus-Zone bis Mittel-Bathonium, Morrisi-Zone

Die Dinoflagellaten-Assoziation wird durch Vertreter der Gattung *Ctenidodinium* dominiert, darunter auch die wichtige Leitform *Ct. combazii*. Stratigraphisch aussagekräftig ist das Vorkommen von *Carpathodinium predae*, *Tubotuberella dangeardii* und *Valvaeodinium spinosum*. *Meiourogoniaulax valensii* konnte nicht nachgewiesen werden.

*Ctenidodinium combazii* hat sein FAD in der obersten Parkinsoni-Zone und reicht bis in das Unter-Callovium. Das FAD von *Tubotuberella dangeardii* liegt im Unter-Bathonium, in der Zigzag-Zone.

Das LAD von *Meiourogoniaulax valensii* liegt im Unter-Bathonium, in der Zigzag-Zone, das von *Carpathodinium predae* im Mittel-Bathonium, in der Morrisi-Zone, und das von *Valvaeodinium spinosum* im Ober-Bathonium, in der Discus-Zone.

Das gemeinsame Vorkommen von *Ctenidodinium combazii*, *Tubotuberella dangeardii* und *Carpathodinium predae*, bei Abwesenheit von *Meiourogoniaulax valensii*, spricht für ein Alter zwischen Unter-Bathonium, Tenuiplicatus-Zone und Mittel-Bathonium, Morrisi-Zone.

### 3.4.2 Probe LÄ20 (1 Probe): Mittel-Oxfordium, Plicatilis- bis Transversarium-Zone

Die Zusammensetzung der Dinoflagellatenzysten-Vergesellschaftung ist deutlich unterschiedlich zu der in den vorher beschriebenen Proben.

Viele stratigraphisch relevante Arten kommen in dieser Probe vor: *Acanthaulax venusta*, *Cleistosphaeridium iaculigerum*, *Endoscrinium galeritum*, *Gonyaulacysta eisenackii*, *Leptodinium arcuatum*, *Liesbergia scarburghensis*, *Prolixosphaeridium anasillum*, *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Scriniodinium crystallinum*, *Sirmiodiniopsis orbis*, *Stephanelytron scarburghense*, *Systematophora* spp. darunter auch *Systematophora areolata*.

All diese Arten sind typische Formen des Oxfordium und einige reichen bis ins Kimmeridgium, manche auch höher hinauf. Die Arten *Leptodinium arcuatum* und *Systematophora areolata* haben ihr erstes Vorkommen (FAD) in der Plicatilis-Zone.

Die Arten *Endoscrinium galeritum*, *Gonyaulacysta eisenackii*, *Liesbergia scarburghensis*, *Scriniodinium crystallinum* und *Sirmiodiniopsis orbis* haben ihr letztes Vorkommen (LAD) in der Transversarium-Zone.

Das gemeinsame Vorkommen dieser Arten lässt die Probe in das Mittel-Oxfordium, Plicatilis- bis Transversarium-Zone stellen.



## **4            Zusammenfassung**

Die Proben der Sondierbohrung Riniken und die Aufschlussproben von Bernhardholz, Dangstetten und der Lägeren konnten mit Hilfe von Dinoflagellatenzysten von Aalenium bis Mittel-Oxfordium datiert werden. Die Ergebnisse sind in den Range-Charts dargestellt (Anlagen 1-4). Es wurden 11 Probenintervalle ausgeschieden und Ammoniten-Zonen zugeordnet.





## 5 Referenzverzeichnis

- Bläsi, H.R., Deplazes, G., Schnellmann, M. & Traber, D. (2013): Sedimentologie und Stratigraphie des 'Braunen Doggers' und seiner westlichen Äquivalente. Nagra Arbeitsbericht NAB 12-51. Nagra, Wettingen.
- Feist, S. (1987): Palynologische Untersuchungen im Braunjura beta und unteren Braunjura gamma (oberes Aalenium bis unteres Bajocium) der Bohrungen Hausen, nordöstliche Schwäbische Alb. Diplomarbeit am Geologisch-Palaeontologischen Institut der Universität Tübingen.
- Feist-Burkhardt, S. (1990): Dinoflagellate cyst assemblages of the Hausen coreholes (Aalenian to early Bajocian), southwest Germany. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine, 14/2, 611-633.
- Feist-Burkhardt, S. (1999): Sondierbohrung Benken (Teil A): Palynostratigraphie des Mittleren Jura. Unpubl. Nagra Interner Bericht. Nagra, Wettingen.
- Feist-Burkhardt, S. & Monteil, E. (1998): Dinoflagellate cysts from the Bajocian stratotype (Calvados, Normandy, Western France). Bulletin du Centre de Recherches Elf Exploration Production [1997] 21/1, 31-105.
- Feist-Burkhardt, S. & Pross, J. (2010): Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Opalinuston Formation (Middle Jurassic) in the Aalenian type area in southwest Germany and north Switzerland. Lethaia 43, 10-31.
- Feist-Burkhardt, S. & Wille, W. (1992): Jurassic palynology in southwest Germany – state of the art. Cahiers de Micropaléontologie 7(1/2), 141-164.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G. & Smith, A.G. (2004): A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press, 589 p.
- Weiss, M. (1989): Die Sporenfloren aus Rät und Jura Südwestdeutschlands und ihre Beziehung zur Ammoniten-Stratigraphie. Palaeontographica, Abteilung B 215, 1-168.
- Wood, G.D., Gabriel, A.M. & Lawson, J.C. (1996): Palynological techniques - processing and microscopy. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds): Palynology, principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 2, 29-50.



## **Verzeichnis der Anlagen zu Teil II**

- Anlage 1: Range-Chart. Semiquantitative stratigraphische Verteilung der Palynomorphen im Mittleren Jura der Sondierbohrung Riniken.
- Anlage 2: Range-Chart. Semiquantitative stratigraphische Verteilung der Palynomorphen im Mittleren Jura von Bernhardholz.
- Anlage 3: Range-Chart. Semiquantitative stratigraphische Verteilung der Palynomorphen im Mittleren Jura von Dangstetten.
- Anlage 4: Range-Chart. Semiquantitative stratigraphische Verteilung der Palynomorphen im Mittleren Jura der Lägeren.