

Réserve géologique de Haute-Provence (Geologiepark Haute-Provence)

1. Lage, Fundortübersicht

1.1. Lage

Dep. Alpes-de-Haute-Provence und Dep. Var (Region Provence - Alpes Côte d'Azur);
Gebiet von 59 Gemeinden auf 2 300 km²;

18 Standorte als nationale Schutzgebiete klassifiziert.

Gebiet um Blayeul (2 189 m), durchflossen von Bléone und Bès; enge Klammtäler,
steile Felsen, Hochflächen; Mischung provençalisch und alpin; lange Zeit durch
Landflucht entvölkert, in jüngerer Zeit wieder Zuzug neuer Einwohner.

1.2. Historie

Begründet 1984,

1989 erweitert und zur Schutzzone erklärt, größtes geologisches Schutzgebiet Euro-
pas.

Gründungsmitglied des Netzwerkes europäischer Geoparks, begründet 2000, heute 32
Mitglieder; Koordinator für die europäischen Mitglieder des Netzwerkes „Unesco
Global Geoparks“ mit 54 Parks in 17 Ländern.

Ziele: Schutz und Aufwertung des geologischen Erbes, daneben aber auch lokale
Wirtschaftsentwicklung und dauerhafter Tourismus.

1.3. Kennzeichnung im Gelände

Hinweisschilder an der Straße, Informationstafeln im Gelände.

Besonderheit: Freilichtmuseum: große Fundstücke im Gelände belassen.

1.4. Museen

- Le Musée-Promenade (Digne): große Fossilien- und Mineralienausstellung, lebende *Nautilus* (lebende Fossilien, ähnlich Ammoniten); Gebäude und Freigelände (zu Fuß);
- Sisteron: Musée du Vieux Sisteron: u.a. archäologische Funde;
- Castellane: Musée des Sirènes et Fossiles: besonders den Sirenen-Funden gewidmet;
- Barles: Maison de la géologie: Gesteine und Mineralien, Nutzung des Bodens durch den Menschen.

1.5. Liste der beschriebenen Standorte

- 3.1. Die Ammonitenplatte von Digne (*Dalle d'Ammonites*)
- 3.2. Die Ichthyosaurier-Fundstelle bei La Robine
- 3.3. Das Quertal von Péouré (*La clue du Péouré*)
- 3.4. Die große Falte „Vélodrome“ (*grand pli du Vélodrome*)
- 3.5. Die Quelle von Fontchaude (*La source de Fontchaude*)
- 3.6. Die versteinerten Meeresströmungen (*Courants fossiles*)
- 3.7. Die Sirenen-Fundstelle (*Site des siréniens de Castellane*)
- 3.8. Abdrücke von Vögelfüßen (*Site à empreintes de pas d'oiseaux*)
- 3.9. Ammonitenplatte von Fontbelle (*Dalle aux ammonites de Fontbelle*)
- 3.10. Das Quertal von Barles (*Clue de Barles*)

2. Geologische Übersicht

2.1. Lage, Grundaspekte

Grenze der Westalpen, Bereich der südlichen subalpinen Ketten (mesozoische Sedimente) und deren Vorland.

Tektonische Einheiten im Bereich des Réserve:

- die Überschiebungsdecke von Digne,
- der Faltungsbogen von Castellane,
- das Becken von Digne-Valensole,
- die provençalischen Ketten im Gebiet des Var.

Nördlicher Rand der Tethys (Südrand Europas).

Mesozoische Senkungszone, im N tiefer, im S in eine Plattform übergehend.

In Region um Digne modellhaft die Geschichte der Alpen auf kleinem Raum zu beobachten (in je nach Standort mehr oder weniger vollständigen Serien):

- Öffnung des alpinen Ozeans (Tethys) durch Rifting (Anfang Jura, 180 Mio a),
- seine Eintiefung (Kreide),
- seine Schließung mit der Alpenformung (Tertiär, beginnend vor 45 Mio a).

2.2. Geologische Entwicklung

2.2.1. Paläozoikum

Kaum sichtbar, kein Fenster in der Decke von Digne.

2.2.2. Mesozoikum

2.2.2.1. Trias (251 - 200 Mio a)

- kontinentale Faziesfolge, danach
- Evaporite (Transgression in Folge des Rittings der Tethys).

2.2.2.2. Jura (200 - 142 Mio a)

Nördliche und südliche Gebietsteile mit unterschiedlichen Entwicklungen.

2.2.2.3. Kreide (142 - 65 Mio a)

Oberkreide: Abschwächung und Wanderung der Senkungszone nach N.

Übergang Kreide-Tertiär: Auftauchen der subalpinen Massive, Beginn ihrer Erosion.

2.2.2.4. Paläogen (65 - 24 Mio a)

- östlicher Teil: Meeresvorstoß von O in den subalpinen Raum; Ablagerungen vom Flysch-Typ, z.B. Sandsteine von Annot (*Grès d'Annot*);
- westlicher Teil: kontinentale Sedimente („rote Molasse“).

Ende Paläogen (Oligozän, 34 - 24 Mio a): fortschreitender Meeresrückzug im O; fortgesetzte kontinentale Sedimentation im W.

2.2.2.4. Miozän (24 - 5 Mio a)

Von SW her letzte Transgression in das Becken von Digne-Valensole. Tektonische Vorgänge, Formung der heutigen Strukturen, fortdauernd bis in Pleistozän.

2.2.2.4. Pleistozän (1,8 - 0,01 Mio a)

Überformungen durch Vereisungen.



„Robine“:
mesozoische
schwarze Mergel;
Tal des Bès
zwischen Gigne und
Clues de Barles

Photo: J. Stobinsky

2.3. Fossilfunde

Funde aus allen vier Erdzeitaltern:

– Erdaltertum:

Farne

– Erdmittelalter:

• Ammoniten:

Ammoniten-Tafel von Digne: Sinemurium (Unterjura, 200 - 197 Mio a),

Fundort von Fontbelle: Toarcium (Unterjura, 186 - 178 Mio a),

Schichten von Chabrières: Callovium-Oxfordium (Mittel-/Oberjura,
166 - 153 Mio a),

Schichten von Bas-Auran (Bajocium-Bathonium; Mitteljura, 175 - 164 Mio a,
Stratotyp für die Grenze des Bathoniums),

Ammonitenfundstätten aus Unterkreide: insbesondere Barremium
(133 - 121 Mio a), dessen Stratotyp im Reservat.

• Ichthyosaurier:

Jura: Robine-sur-Galabre, Marcoux, Digne-les-Bains,

Kreide: Prads-Haute-Bléone.

• „Robine“ (von provenç. *Roubina*); zerfurchte Hänge aus schwarzem Mergel, Aussehen ähnlich Kohlehalden, marine Sedimente, fossilreich (Ammoniten, Algen, Pflanzenteile).

– Erdneuzeit:

• Fußabdrücke von Vögeln am Strandufer: La Javie und La Robine-sur-Galabre;
(Meeresmolasse, Miozän, 20 Mio a).

• Seekühe (*Sirenia*) bei Castellane (Eozän, 40 Mio a).

2.2. Referenzorte

– die Ammonitenplatte von Digne les Bains,

– das Tal der Sirenen oberhalb von Castellane,

– der Schichttyp des Barremium bei Angles.

3. Einzelne Standorte

3.1. Die Ammonitenplatte von Digne (*Dalle d'Ammonites*)

3.1.1. Anfahrt:

2 km n' Digne les Bains: Digne → D 900 A (⇒N, Richtung Barles) → ⊕ westliche Straßenseite. Fundort am linken Ufer des Givaudan (kleiner Zufluss der Bléone).

3.1.2. Beschreibung, Arten, geologische Lage

Mehr als 1550 Ammoniten auf 320 m² einer steil (60°) gestellten Platte.

Lage als Schuppe am Rand der Überschiebungsdecke von Digne (*Nappe de Digne*).

Entdeckt Anfang des 20. Jh. bei Arbeiten für die D 900A (frühere Wege, römische Straßen und Eselpfade verliefen nicht auf dem Grund der Täler, sondern auf weniger gefährlichen Routen in halber Höhe an den Hängen), 1979 ein Teil (160 m² mit ca. 600 Ammoniten), 1994 die ganze Fläche freigelegt.

Art (90%): *Coroniceras multicostratum*, bis zu 70 cm Ø; 200 Mio a (Sinemurium, unterer Jura).

Weltberühmter Fundort; 1992 Kopie (Kunsthartzabdruck) für das Museum von Kamaishi (Japan).

Neben Ammoniten: Muscheln, Belemniten, Brachiopoden, Nautilus-Arten und Seelilien (*Pentacrinus*).

Ammoniten:

Lebenszeit: Erdaltertum und -mittelalter (Unteres Devon - obere Kreide, ca. 395 Mio a - 65 Mio a (ähnlich Dinosauriern).

Systematik: *Cephalopoda* Kopffüßer; (Mollusken (Weichtiere), zusammen mit Muscheln und Schnecken); rezent: Tintenfische); rezente Verwandte: *Nautilus* (Perlboot, wegen der emailartigen Innenseite des Gehäuses).

ca. 1500 Gattungen mit 30 - 40 000 Arten. Dienen häufig als Leitfossilien.

Gehäuse äußerlich meist schneckenähnlich, jedoch im Inneren gekammert, Kammern mit veränderbarer Gasfüllung dienen als „Tauchtanks“ ähnlich Unterseebooten; vermutlich Tentakel und große Augen.

Seelilien:

Lebenszeit: seit Erdaltertum (Ordovizium ca. 500 Mio a), starke Entwicklung in der Trias (Muschelkalk, ca. 243-235 Mio a), hier gesteinsbildend (Trochitenkalk).

Systematik: *Crinoidea* (Seelilien und Haarsterne); Stachelhäuter (*Echinodermata*, Verwandtschaft: Seeigel, Seesterne); rezent noch ca. 25 Gattungen, „lebende Fossilien“ (Tiefseebewohner, festsitzend, Planktonfiltrierer). Fossile Formen festsitzend und frei schwimmend, meist Flachwasserbewohner (Riffe).

Fünfstrahlig-symmetrischer Körper aus Wurzel, Stiel (aus scheibenförmigen Kalkskelettelementen, diese meist als Fossil (Trochiten) zu finden, in einer organischen Hülle), Krone (aus Kelch und Armen); fossile Formen zwischen 1 mm und 20 m.

In Digne als „Sterne des Saint Vincent“ (*étoiles de Saint Vincent*) bezeichnet.

3.1.3. Entstehung

Gehäuse am Grund des damaligen Tethysmeeres (200 Mio a, unterer Jura) in Kalkschlammschichten in ca. 250 m Tiefe (geschätzt wegen des Seelilien-Vorkommens, oberhalb der Karbonatkompensationstiefe CCD) angesammelt, vermutlich wegen geringer Sedimentation über längere Zeit (100 000 a) in dieser großen Menge in einer rel. dünnen (20 cm) Sedimentschicht konzentriert; möglicherweise im Uferbereich durch Wellengang angesammelt (nicht hier gestorben), guter Erhaltungszustand lässt auf ruhige Sedimentationszone schließen; danach von mächtigen Sedimentschichten bedeckt und fossilisiert.

Während Alpenhebung (Erdneuzeit, Tertiär, 65- 2 Mio a) Hebung auf heute 600 m und in 60° Neigung gekippt (Überschiebungsdecke von Digne).

3.2. Die Ichthyosaurier-Fundstelle bei La Robine

3.2.1. Anfahrt

ca. 10 km n' Digne: Digne → D900A (⇒N), ca. 2 km nach Abzweigung D103; © an D900A, westliche Straßenseite; ca. 45 min Fußweg (beschildert).

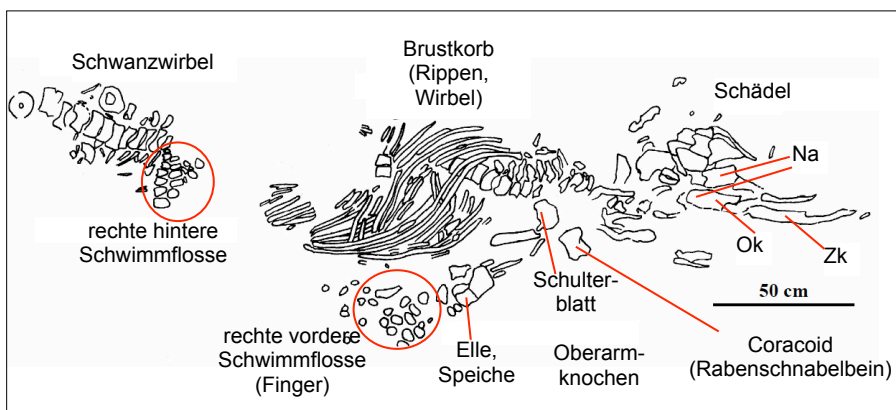
3.2.2. Beschreibung, Arten

Ichthyosaurier (Fischsaurier), wahrscheinlich Gattung *Ichthyosaurus*, evtl. auch *Stenopterygius*.

Erdmittelalter, Unterjura, oberes Pliensbachium (Domerium), 185 Mio a; Alter stratigraphisch durch das Vorkommen der Ammonitenart *Hildoceras bifrons* bestimmt.

Um 1956 zufällig entdeckt, ab 1960 Ausgrabungsarbeiten, 1984 als Freilichtmuseum präpariert.

Erstmals in Europa ein großes Wirbeltierfossil am Entdeckungsort geschützt.



Schema des Fundes

Na: Nasenbein, Nasale; Zk: Zwischenkieferknochen, Prämaxillare;

Ok: Oberkiefer, Maxillare

(verändert nach 5-LivretGuideCompleExcuCongresAPF-23-04-07.pdf)

Ichthyosaurier

Name: ἰχθύς *ichthys* gr. Fisch, σαύρος *sauros* gr. Eidechse.

Lebenszeit: Erdmittelalter (frühe Trias, 240 Mio a) - Cenomanium (untere Oberkreide, 93 Mio a). Aussterben möglicherweise infolge Verdrängung durch neue marine Räuber (Mosasaurier).

Systematik: Reptilien, Abstammung von urtümlichen Landreptilien; ca. 80 Arten. Stromlinienförmiger Körper, Gliedmaßen zu Flossen umgebildet: schnelle Schwimmer, ähnlich Hai oder Delphin, Bewegung der ursprünglichen, kleinen Formen schlängelnd, spätere, große Formen durch seitliche Schwanzschläge; Kopf im Laufe der Evolution verlängert; sehr große Augen; Lungenatmer; frühe Formen mit Zähnen in einzelnen Alveolen, später alle Zähne in einer einzigen Grube, schließlich Größe und Zahl der Zähne verringert, Endformen mit kegelförmigen, gleich großen Zähnen, in einer Rinne mit organischem Material befestigt sitzend; Räuber (insbes. Belemniten, auch Muscheln, Ammoniten),

verschlingen die Beute als Ganzes; lebendgebärend (oovivipar, Eier bleiben bis zum Schlüpfen im Mutterleib); bis 15 m.

3.2.3. Geologische Lage, Entstehung

Lage:

W-Rand der Überschiebungsdecke von Digne (*Nappe de Digne*). Funde in der Grenze zwischen Domerium und Toarcium.

Sedimentationsraum:

Küstennahes Meer, ca. 50 - 100 m tief, Karbonatablagerungen auf Kontinentalplattform, rel. schwache Strömungen, überwiegend ruhiges Wasser, am Boden sauerstoffarm, aber nicht -frei (Pyrit).

Wahrscheinlich nach dem Tod durch Strömungen hierher verfrachtet (Lebensraum der Ichthyosaurier wie der ebenfalls hier gefundenen Belemniten offenes Meer).

Nach dem Tod Schutz des Skelettes durch Bedeckung mit Schlamm und einem Bakterienfilm; danach Umwandlung des Schlammes in Gestein („untere schwarze Mergelschicht“), darin das fossilisierte Skelett eingeschlossen.

3.3. Das Quertal von Péouré (*La clue du Péouré*)



Photo: J. Stobinsky

3.3.1. Anfahrt

16 km n^o Digne: Digne → D900A (⇒ N, Tal des Bés) → vor Clue du Péouré (Michelin S.288 77CI); © westliche Straßenseite; Blick von oben auf den Clue: ca. 15 min Fußweg „Promenade du Vélodrome d'Esclangon“ (beschildert, Beginn auf östlicher Straßenseite, Ausblick an der ersten Info-Tafel).

3.3.2. Beschreibung, Entstehung

Hauptetappen der Entstehung:

- Sedimentation im Mesozoikum (überwiegend Kalke)
- Faltung Anfang Tertiär
- Erosion
- erneute Sedimentation im Oligozän (überwiegend Molasse)
- Kippung im Miozän
- erneute Erosion.

Clue (Cluse), Durchbruchstal, Quertal

Besonders in Jura-Kalken häufige Talbildung: Fluss schneidet Faltensattel (Antiklinale) quer durch, meist sehr enge Durchbrüche, an angeschnittenen Wänden Schichtung der Faltung gut sichtbar. Von lat. *clausus*, geschlossen.



massiver Kalk
(Jura, 205-135 Mio a)

fein gebankter Kalk
(Kreide, 135-65 Mio a)

Photo: J. Stobinsky

(Info-Tafel):

Entlang der „Route des Clues“ verschiedene Schichten durchschnitten:

- Clue de Barles (im N): mächtiger Kalkriegel: oberer Jura (Tithonium, 150 - 145 Mio a, Signatur hellblau); stromabwärts
- Kalk: untere Kreide, 145 - 140 Mio a, Signatur grün; danach
- rote Molasse, Oligozän, 35 - 30 Mio a, Signatur hellviolett;
- schwarze Mergel: flussaufwärts des Clue, oberer Jura (mittleres und oberes Oxfordium, 150 - 146 Mio a)

Am rechten Bès-Ufer vom Clue bis zum Gipfel des Saint-Jean: mächtiger Kalkriegel, gekrönt von kleinen Kalkbänken, der roten Molasse aufgelagert: Schichten durch Faltung in umgekehrter Reihenfolge:

- oben: ältere Schichten (Kalke, untere Kreide und oberer Jura),
- unten: jüngere Schicht (rote Molasse, Eozän).

Legende zum Geologie-Schema auf Info-Tafel (von oben nach unten):

Quartär; Flussablagerungen;

unteres Miozän, 23 - 16 Mio a, Konglomerat-Sandsteine;

Oligozän, 30 - 25 Mio a, graue Molasse, abwechselnd sandig-mergelig;

Oligozän, 35 - 30 Mio a, rote Molasse, abwechselnd sandig-mergelig;

Oligozän, 37 - 35 Mio a, rote Molasse, Brekzienartig;

Berriasium, 135 - 130 Mio a, Mergelige Kalke;

Kimmeridium-Tithonium, 146 - 135 Mio a, Kalkriegel mit Silex;

mittleres und oberes Oxfordium, 150 - 146 Mio a, abwechselnd Mergel und Kalke.

3.4. Die große Falte „Vélodrome“ (*Grand pli du Vélodrome*)



Blick auf das Vélodrome
vom Ausblick oberhalb
Vieil Esclangon,
Blick nach W

Photo: J. Stobinsky

3.4.1. Anfahrt

16 km n^o Digne: Digne → D900A (⇒ N, Tal der Bès) → vor Clue du Péouré (Michelin S.288 77CI); ©; Wanderweg „Promenade du Vélodrome d'Esclangon“ (beschildert) ca. 2,5h einfache Strecke, am Gipfelpunkt (1 051 m) Ausblick auf das westlich des Bès liegende Velodrom.

3.4.2. Beschreibung

Nach S hin offene oval gebogene Falte, Benennung „Velodrôme“ wegen der Ähnlichkeit mit einer Radrennbahn.

3.4.3. Entstehung

Zeit: Ende Tertiär (23-5 Mio a)

Material: Molasse (Sand, Sandstein und Konglomerate (Kieselsteine, durch sehr feines Bindemittel verklebt) aus Erosion der sich hebenden Alpen, angesammelt im Alpenvorraum, hier am Rand des Sedimentbeckens von Valensole.

Ursprüngliche Theorie (70er Jahre): „Wachstumsfalte“: fortschreitende Faltung und Kippung durch tektonische Zwänge im Maße der Ablagerung der aufeinander folgenden Sedimentschichten.

Neuere Untersuchungen:

- a. Zunächst Ablagerung, waagrecht liegend (Platte von Facibelle);
- b. danach noch in horizontaler Position durch zwei Verwerfungssysteme zerbrochen und Schichten parallelverkürzt: Aufschiebungen (Kompression in SSW-NNO-Richtung) und Horizontalverschiebungen;
- c. schließlich Kippung in der Faltungsphase (oberes Miozän-Pliozän, später als 7 Mio a); die in horizontaler Lage stattgefundenen Verwerfungen heute um 90° gedreht sichtbar: die Horizontalverschiebungen als normale (Abschiebungs-)Verwerfungen.

(Luftbildaufnahmen und Schemata unter www.insu.cnrs.fr/a2781,grand-pli-velodrome-revision-un-cas-ecole.html)

3.5. Die Quelle von Fontchaude (*La source de Fontchaude*)

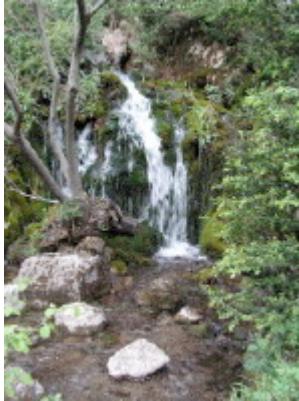


Photo: J. Stobinsky

3.5.1. Anfahrt

17 km n' Digne: Digne →D900A (⇒N, Tal des Bés) → n' Cluses de Barles, ⊕ westliche Straßenseite, Quelle östliche Straßenseite.

3.5.2. Beschreibung

Karstquelle; ganzjährig konstante Temperatur, friert auch im Winter nicht zu (daher Name „*Fontchaude*“, warme Quelle); von Einheimischen als wertvolle Trinkwasserquelle geschätzt.

3.5.3. Entstehung

Am Fuß eines großen Kalkriegels (Oberer Jura, 146 - 135 Mio a), überlagert von abwechselnden Kalk- und Mergelschichten des Berriasiums (untere Kreide, 135 - 131 Mio a).

Wasser des unterirdischen Karstwassernetzes durch eine Verwerfung in den Kalk (dient als Reservoir) geleitet, von hier an die Oberfläche.

3.6. Die versteinerten Meeresströmungen (*Courants fossiles*)



Photo: J. Stobinsky

3.6.1. Anfahrt

18 km n' Digne: Digne → D900A (⇒ N, Tal des Bés) → s' Clue de Barles (Michelin S.288 77CI); Ⓞ; Wegbeginn westliche Straßenseite (Metalltreppe sichtbar), Weg entlang des Bachbettes;

⚠ bei starkem Regen nicht passierbar, Gefahr herabstürzender Plattenteile.

3.6.2. Beschreibung

In vertikale Lage gestellter fossilisierter Meeresboden mit Wellenstrukturen.

3.6.3. Entstehung

Berriasium (untere Kreide, 130 Mio a); Zeugnis von Strömungen in W-O-Richtung am Meeresgrund.

Strömungen erzeugten verschiedene Formen:

- flötenförmig: durch Mikrowirbel, erzeugt durch Unregelmäßigkeiten am Grund;
- halbmondförmig: Strömung stößt auf Hindernis, teilt sich in zwei Äste, die sich danach wieder vereinigen;
- rinnenförmig: Schlammströme stark genug, um Steine und Sediment zu transportieren.

Hier Rinnenbildung durch heftige Strömungen; Rinnen anschließend mit Kalksedimenten gefüllt und Umwandlung in Gestein. Während Alpenbildung in die Senkrechte gekippt; Mergelmaterial durch Erosion abgetragen, die Kalkschichten (ehemalige Rinnenfüllung) als Abgüsse der Rinnen sichtbar.

3.7. Die Sirenen-Fundstelle (*Site des siréniens de Castellane*)

3.7.1. Anfahrt

Castellane → D 4085, 6km ⇒NW → Col des Lèques (1148 m), Michelin S. 308 CK 81; © östliche Straßenseite; Wanderweg ausgeschildert, Beginn hinter ©. Fundort im *Ravin de Tabori*.

Zugang auch von N85 bei Taulanne (sö von *Bivouac Napoléon*, gegenüber Abzweigung nach Taulanne nach N, zuerst kleine Straße, dann Weg).

3.7.2. Beschreibung, Art, geologische Lage

Skelette von *Halitherium taulannense* (Ordnung *Sirenia*, Seekühe; Fam. *Dugongidae* UFam. *Halitheriinae*†, als Stammgruppe sowohl der übrigen *Dugongidae* als auch der *Trichechidae* und damit Vorläufer der heutigen Seekühe betrachtet). 2001 als neue Art beschrieben (Name: gr. ἄλς hals, Salz; θήριον therion, wildes Tier).

Am Fundort präpariert ausgestellt.

Weltweit berühmte Fundstätte wegen

- ihres hohen Alters (Funde aus Eozän selten),
- Reichhaltigkeit (verschiedene Skelette, insbesondere mit Schädeln),
- Verschiedenheit (erwachsene und jugendliche Stadien, zuvor unbekannte Skeletteile wie Flossen, Oberschenkel- und Schienbeinknochen).

Lage des Fundortes an der N-Flanke der tertiären Synklinale von Taulanne, Teil des Bogens von Castellane (*Arc de Castellane*) in den Südlichen Subalpinen Ketten der Voralpen. Fund im Priabonium, diskordant auf Tithonium - Berriasium aufliegend; Alter: Eozän, 37-39 Mio a.

1938 bei geologischen Kartierungsarbeiten entdeckt.

Seekühe (*Sirenia*)

Meeressäuger; Pflanzenfresser (Algen u.a. Wasserpflanzen); sozial in Gruppen von mehreren Hundert Individuen.

Zwei Familien:

- Rundschwanzseekühe (*Trichechidae*; Manatis, fr. *Lamantins*), im Süßwasser von Mündungsbereichen, nur *Trichechus manatus* (Karibik-Manati) in Küstennähe vor Mittel- und Südamerika;
- Gabelschwanzseekühe (*Dugongidae*; einzige Art *Dugong dugong*), Küsten des Indischen Ozeans und Westpazifik.

Früheste Funde (primitive Dugong-Vorläufer) aus mittlerem Eozän (ca. 50 Mio a). Aufspaltung in die beiden heutigen Familien im Eozän (evtl. erst Miozän). Dugongs des oberen Eozäns der heutigen Art bereits sehr ähnlich, ökologische Ansprüche der heutigen Art daher auf fossile Formen übertragbar.

Einzelne Teile der Fundstätte (von links nach rechts)

(Übersetzung der Beschreibungen auf Info-Tafel)

a. Unterkiefer (*mâchoire inférieure*)

Geringe Abnutzung der Zähne lässt ein junges Tier erkennen.

b. Schädel, Blick von unten auf Oberkiefer-Gaumenseite (*crâne face inférieure*)

Oberkiefer gut sichtbar, Bezahnung lässt Ernährungsweise (Pflanzenfresser) erkennen.

- c. Vollständigstes bisher gefundenes Sirenen-Skelett:
 ca. Brustkorb und Wirbel (*cage thoracique, vertèbres*)
 cb. Vordergliedmaßen (*membre antérieur*):
 oben: Elle und Speiche (*radius-cubitus*, Radius und Ulna);
 unten: Oberarmknochen (*humérus*, Humerus).
 cc. Schädel, Ansicht von oben (*crâne vu du dessus*),
 dahinter eine Rippe (*côte*)
 cd. Schädel, Ansicht von unten (*crâne vue de la face inférieure*)
 ce. Rippen und Wirbel (*côtes, vertèbres*)

Die Rippen der Sirenen sind eine Besonderheit: dick und ausgebaucht, stark mineralisiert (begünstigt die Fossilisation), dadurch sehr schwer, ermöglichen dem Tier, am Grund zu grasen.



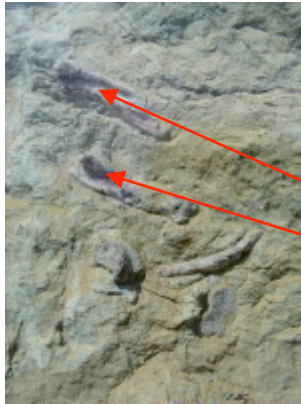
zu b.:
 Schädel, Blick von unten
 auf
 Oberkiefer
 Schnauzenbereich
 verlängert („Rostrum“),
 keine Schneidezähne

Photo: H. Stobinsky



zu ca.:
 Brustkorb
 (Rippen und Wirbel)

Photo: H. Stobinsky



zu cb.:

Elle und Speiche

Oberarmknochen

Photo: H. Stobinsky



zu cc.:

Schädel, Aufsicht von oben:

Schnauze

„henkel“förmige Jochbögen,
zwischen ihnen und dem Schädel
verläuft Kaumuskel

Photo: H. Stobinsky



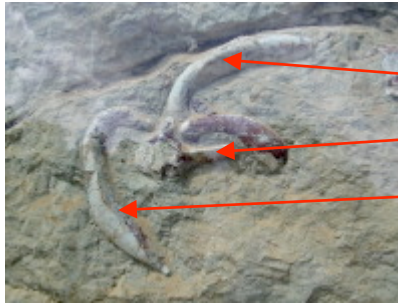
zu cd.:

Schädel,

Ansicht von unten,

Blick auf Oberkiefer

Photo: H. Stobinsky



zu ce.:
 Rippe (dick!)
 Wirbel, Dornfortsatz
 zeigt nach rechts
 Rippe

Photo: H. Stobinsky



Wirbel:
 Dornfortsatz
 seitl. Gelenkflächen
 (Rippenansatz)
 Wirbelkörper

Photo: H. Stobinsky

3.7.3. Entstehung, geologische Situation

3.7.3.1. Formationen



Tal der Sirenen

hinten: Mergel, sandige
 Kalke,
 vorn: Kalk

Photo: J. Stobinsky

In dem Tälchen zwei Formationen:

- **rechte Talseite:** graue, massive Kalke (wenige Fossilien: Belemniten, Brachiopoden; paläo-verkarstet, alte Karst- und Erosionsspalten mit Brekzie mit kalkig-silikatischer Grundmasse gefüllt):
 - Oberjura, Tithonium (=Portlandium), 151 - 145 Mio a,
 - Unterkreide, Berriasium, 145 - 140 Mio a,
 - Unterkreide, Valanginium, 140 - 134 Mio a.

In den alten Untergrundschichten ein steiler Abhang zu einer Senke, darin die eozänen Ablagerungen mit den Sirenen.

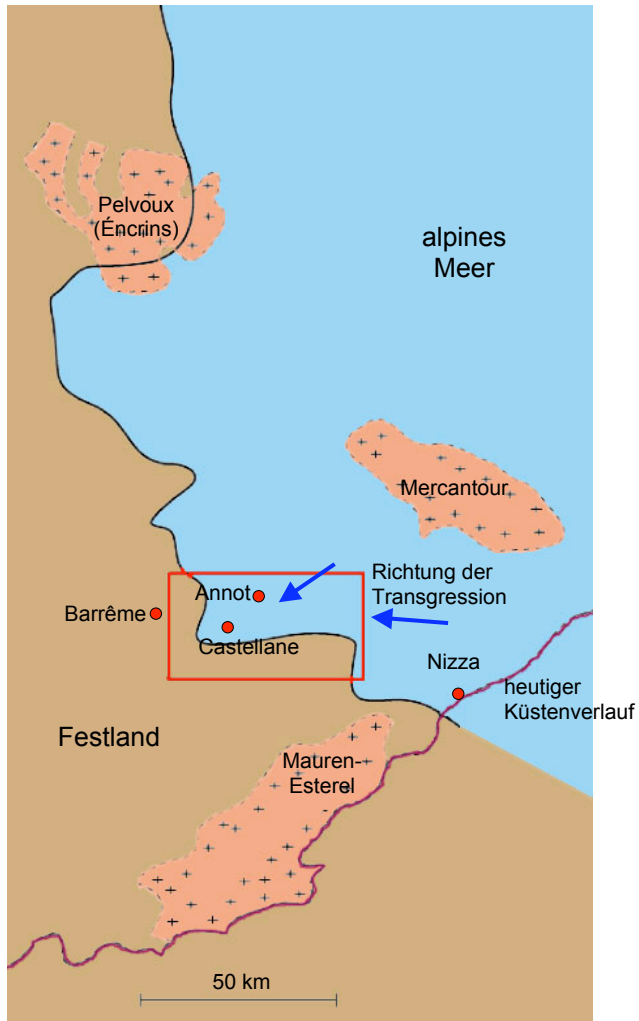
- **linke Talseite:** gelbliche Mergel, sandige Kalke, Konglomerate (oberes Eozän, Priabonium, 37 - 34 Mio a), Hauptschicht „*Grès de Castellane*“. Formation entspricht den für die Becken im Voralpenraum typischen Nummulitenkalcken (oberes Eozän - Oligozän).
 - Dazwischen eine Ablagerungslücke von 100 Mio a: Erosionsphase, folgend auf Hebung im Zuge der ersten Faltungen der Alpen (obere Kreide): Jurakalke entblößt und von Tälern zerschnitten.
- Genauere Beschreibung der Schichten (mit beschrifteten Fotos) in Lit. (16).

3.7.3.1. Paläogeografische Situation

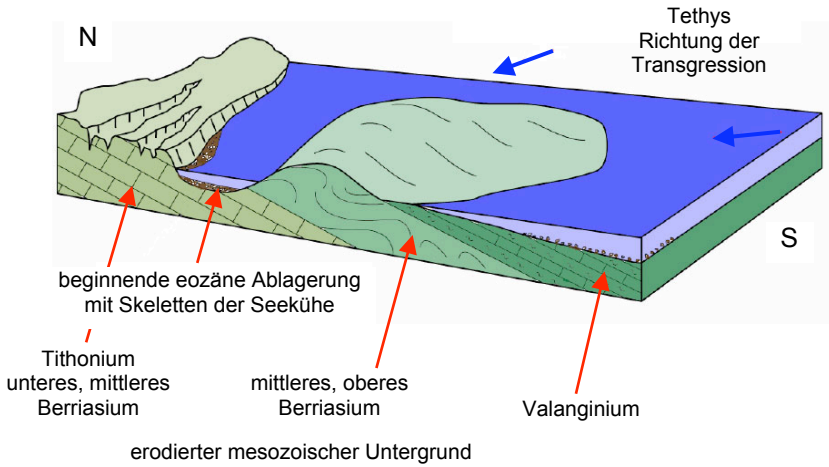
Vor ca. 35 Mio a (Priabonium, oberes Eozän) Rückkehr des Meeres in das Gebiet (alpines Meer, Transgression von O/SO, Festland südlich und westlich).

Hier kleine Bucht an Felsküste mit reicher Unterwasservegetation (organische Substanz durch schwarze Sedimente und Pyrit von Schwefel reduzierenden Bakterien belegt) und normalerweise ruhigem Wasser (Lebensraum der Seekühe), Ablagerung von Schlamm und Sand (später zu Mergel und sandigem Kalk metamorphisiert), darin Skelette abgelagert.

Tiere möglicherweise bei einem tsunamiähnlichen Sturm an die Felsküste geschleudert und relativ schnell mit Sediment bedeckt, dadurch neben Rippen und Wirbeln (besonders massive Skeletteile, auch an anderen Fossilfundorten von Sirenen häufig) auch Schädel und Gliedmaßen erhalten. In der Ablagerungsschicht der Skelette auch Material aus dem mesozoischen Untergrund, der die damalige Felsküste bildete. In den Ablagerungen Hinweise auf Materialumschichtungen (Ablagerungen aus Strandbereich in tiefere Bereiche heruntergespült) sowie Konglomerate aus kontinentalem Material mit kurzer Transportstrecke, hervorgerufen durch extreme Stürme oder Flutwellen. Flutwellen möglicherweise durch Erdbeben in Folge tektonischer Bewegungen (erste alpine Faltungen, Kollision apulische mit europäischer Platte) hervorgerufen.



Paläogeografische Rekonstruktion der Lage des Ablagerungsbereiches
(verändert nach Lit. 12)



Rekonstruktion des Gebietes zum Zeitpunkt der Ablagerung
(verändert nach Lit.12)

3.8. Abdrücke von Vögelfüßen (*Site à empreintes de pas d'oiseaux*)

3.8.1. Anfahrt

15 km n° Digne → D900A (⇒N, Tal des Bès), Michelin 288 77CI; s' Clue de Péouré;
Weg nach Vieil Esclangon (Kirche, Ruine); ©; Wegbeginn östliche Straßenseite.

3.8.2. Entstehung

Im Miozän (20 Mio a), während Alpenbildung, Meeresvorstoß über den Rhône-graben von W her in das Gebiet um Digne, Bildung eines Golfes, Fundort an seinem Rand. Weitere Absenkung des Meeresbeckens, gleichzeitig Auffüllung mit Erosionsmaterial aus den Alpen (bis 1 600 m mächtig). Im seichten Wasser durch Meeresströmung Bildung von Rippeln (*ripple marks*), heute sichtbar in wellblechartigem Aussehen des Gesteins.

Später Hebung und Umwandlung in Sumpfgebiet, im feuchten Sand Abdrücke von kleinen Stelzvögeln (ähnlich heutigen Regenpfeifern); schnelle Erhärtung des Sedimentes, wahrscheinlich begünstigt durch einen Bakterien- und Algenfilm, möglicherweise auch durch kapillar nach oben gezogene Karbonate. Fossilisation und Umwandlung des Sandes mit kalkigem Bindemittel zu Sandstein.

3.9. Ammonitenplatte von Fontbelle (*Dalle aux ammonites de Fontbelle*)

3.9.1. Anfahrt

37 km nw' Digne-les-Bains: Digne →N85, ca. 10 km ⇒SW → D3 ⇒N → Col de Font-Belle (1304 m), Michelin S. 287 CH77; ©; an Forststraße zur *Grotte St-Vincent*.

3.9.2. Entstehung, Arten

Alter: Toarcium (Obergrenze Lias (unterer Jura), 185 Mio a). Datierung mit vier Ammoniten-Arten als Leitfossilien, in der zeitlichen Reihenfolge ihres Auftretens:

Hamatoceras pachu,

Gruneria gruneri,

Dumortieria munieri,

Dumortieria pseudoradiosa.

Gattung *Dumortieria* 1885 durch Emile HAUG nach Eugène DUMORTIER (1801-1876, Paläontologie aus Lyon, erforschte besonders den Jura im Rhôneal, entdeckte etwa 250 neue Arten) benannt.

Entstehung: Im Gebiet Meer geringer Tiefe, reichhaltige Fauna: Belemniten, Ichthyosaurier, ca. 20 Ammoniten-Arten. Ablagerung mindestens über 400 000 a andauernd, da alle Ammoniten-Arten im gleichen erhärteten Grund fossilisiert. Während Alpenhebung Bedeckung des alten Meeresgrundes durch Erosionsmaterial aus den Alpen.

3.9.3. La grotte St-Vincent

Eingegraben in Kalke des Carixium (Unterstufe des Pliensbachiums, unterer Jura (Lias), 190-186 Mio a); zeigt verschiedene Formen der Karst-Erosion.

3.10. Quertal von Barles (*Clue de Barles*)



Photo: J. Stobinsky

3.10.1. Anfahrt

19 km n' Digne; →D900A (→N, Tal des Bès), Michelin 288 77CI, © am S- und N-Ende

3.10.2. Historisches

Clue de Barles (auch Clue de St-Clément genannt), bis Ende 19. Jh. Kommunikationsbarriere zwischen dem Gebiet um Seyne (im N) und Digne (im S).

3.10.3. Entstehung

Eingeschnitten in Kalkriegel aus oberer Jura (130 - 141 Mio a), während Alpenhebung gefaltet und verformt.

Senkrechte Durchbrüche für das Flussbett durch Erosion an besonders zerbrechlichen Zonen mit weniger harten Schichten.

Quellen

1. [PDF] Réserve géologique de Haute-Provence - Le BRGM
2. www.resgeol04.org/un-peu-d-histoire_.html
3. www.resgeol04.org/Territoire.html
4. div. Informationstafeln an den Fundorten
5. www.insu.cnrs.fr/a2781.grand-pli-velodrome-revision-un-cas-ecole.html
6. [sireniens_castellane_267_novembre_1998.pdf](#)
7. [SireniensdusynclinaldeTaulanne-1\(2\).pdf](#)
8. www.valleedelablancher.com/les-clues-de-barles.html
9. [fr.wikipedia.org/wiki/Robine_\(roche\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Robine_(roche))
10. www.resgeol04.org/.../downloader2.php?.../pdf...Livret_Guide_4e_journées_nationales_du_patrimoine_géologique.pdf
11. www.ac-nice.fr/svt/sorties/digne/peroue.htm
12. [5-LivretGuideCompletExcuCongresAPF-23-04-07.pdf](#)
13. http://fr.wikipedia.org/wiki/Dalle_%C3%A0_ammonites