

Prapták archeopteryx

O původu ptáků se v kruzích paleontologů diskutovalo již dlouho a významnou úlohu v tom hrály dvě okolnosti: doklady ptáků v druhohorách byly neznámé a ptáci se náhle vyskytovali – a to již na úrovni současných čeledí – teprve na počátku třetihor. Jejich předchozí vývoj a vznik se proto předpokládá v průběhu druhohor. Naopak létající plazi (pterosauři) na konci druhohor (v křídě) náhle mizí a v třetihorách jsou zcela neznámí. Nabízel se tedy logický závěr, zdali předkové ptáků nejsou právě mezi pterosauři, podle výroku paleontologa Hermanna von Meyera: „Nebyl snad *Pterodactylus* prototypem ptáka?“ Když tedy von Meyer obdržel v létě 1861 zřetelný otisk ptačího křídla, hluboko v druhohorách, doslova nevěřil svým očím. V popisu říká s úžasem: „Tento náález je tak významnou událostí, že zastíňuje i ty nejzákladnější objevy.“

První objevy archeopteryxe

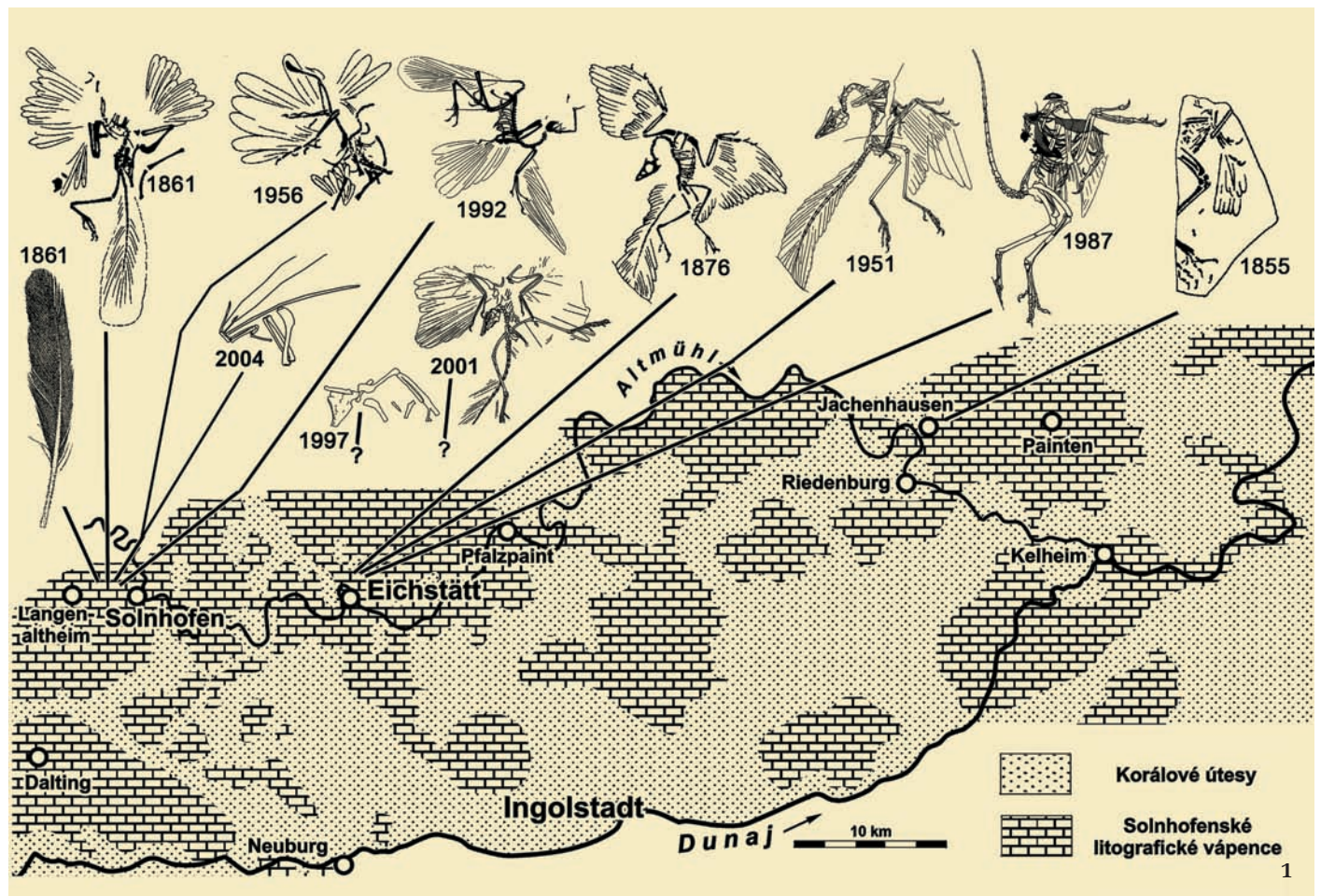
První tehdy známé doklady ptáků pocházely teprve z třetihor, o dobrých 80 milionů let později. Von Meyer tedy uvažoval, že nejjednodušší by bylo stáří a původ tohoto překvapivého nálezu zpochybnit, ale hned to zavrhl – otisk pera (obr. 3) mu přece poskytli spolehliví sběratelé, kteří ho celá léta zásobovali množstvím fosilií ve stejné hornině. Přesto se však i nadále

díval na náález pera s nedůvěrou a při jeho popisu si kladl tyto otázky: Je horninou tohoto nálezu opravdu litografická „břidlice“ svrchní jury? Je objekt na desce skutečně ptačí pero? Jde doopravdy o zkamenělinu, fosilii stejného stáří jako běžné fosilie litografických vápenců – co když otisk pera vznikl později?

Po opakovaném podrobném studiu nálezu však von Meyer tyto pochyby jedno-

značně vyvrátil a dospěl k závěru, že pero pochází ze svrchní jury a o jeho pravosti nemůže být pochyb. Náález však u něho vyvolal námitku jiného typu, totiž proti korelačnímu zákonu jeho staršího současníka G. Cuviera. Podle Cuviera lze z určitých znaků jednotlivých druhů zvířat (např. na kostře) odvodit jejich další vlastnosti či znaky a případně z nich usoudit na celkovou podobu jedince. Von Meyer v Cuvierově korelačním zákonu tušil nebezpečí již dříve – v pojednání z r. 1834. Nyní znovu namítal, že z pouhé shody či značné podobnosti jeho nynějšího nálezu s ptačím perem ještě nutně nevyplývá, že patří opravdu ptákově.

Meyerova námitka se měla vzbuzku potvrdit. Již v r. 1861 byla ve stejné oblasti v litografickém vápenci u obce Langenalthheim objevena téměř úplná kostra zřetelně opěřeného živočicha. Zprávu o tom obdržel von Meyer hned ze dvou stran; první pocházela od vrchního soudního rady Friedricha Ernsta Witteho (1803–72) z Hannoveru (ten hrál v této věci významnou úlohu i později), druhá od mladého geologa Alberta Oppela (1831–65, obr. 9), asistenta na univerzitě v Mnichově. Dvě desky – otisk (obr. 6) a protiotisk – u sebe choval majitel nového nálezu, již dříve zmíněný okresní lékař Karl Friedrich Häberlein (1787–1871, obr. 10) z Pappenheimu. Ten v té době vlastnil nejobsáhlejší a proslulou sbírku zkamenělin ze solnhofenských vápenců, získaných postupně jako „honoráře“ od svých pacientů, mezi nimiž převažovali chudí kameníci místních lomů. Nebylo tajností, že sbírku si prohlédl i sám bavorský král Ludwig I.

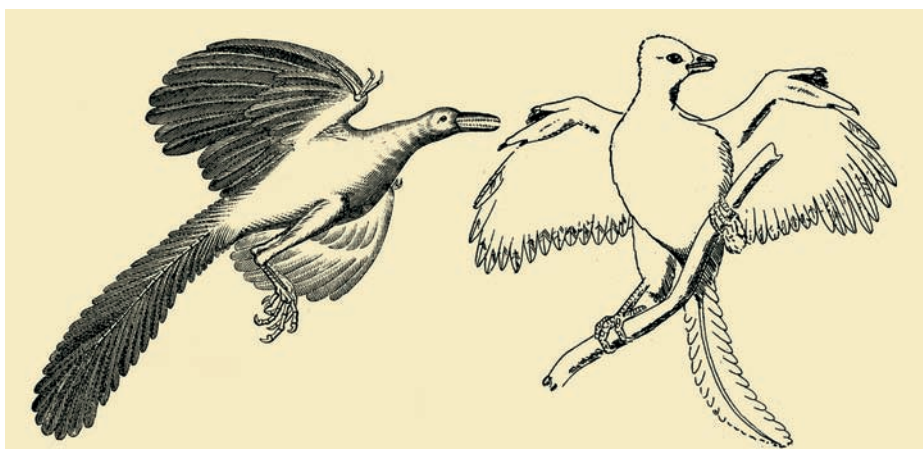




1 Geologická mapa jižní části pahorkatiny Franšské jury v Bavorsku s výskyty dosavadních nálezů archeopteryxe s roky objevení znázorňuje usazeniny na dně někdejších lagun svrchnojurského moře. Usazeniny byly tvořeny jednak jako útesy korálů a mořských hub, jednak jemně až hrubě zvrstvenými kalovými vápenci ukládanými v mělkých depresích (vanách) mezi útesy. Celá série různých typů usazenin představuje stejně staré podoby (tzv. facie) solnhofenských vápenců. Pojem facie definoval právě zde v r. 1862 geolog Albert Opperl

2 Christian Erich Hermann von Meyer (1801–69) je příkladem soukromého učenice. S úspěchem vystudoval v Heidelbergu zoologii a geologii, od r. 1837 však přijal funkci dozorce pokladny a později pokladníka říšského sněmu ve Frankfurtu nad Mohanem. Jeho vlastním oborem bylo poučené sběratelství fosilií – zejména obratlovců, pro své tělesné postižení však do terénu nemohl vyjíždět. Měl proto rozsáhlou síť sběratelů po celé Evropě. Navíc měl písemné kontakty se soudobými učiteli, jako byli G. Cuvier, Ch. Lyell, R. Owen, A. von Humboldt aj. Meyerovým cílem však nebylo jen sběry hromadit, od počátku se věnoval jejich podrobnému popisu a porovnávání a za tím účelem v r. 1846 založil velkoformátový časopis nazvaný *Palaeontographica*, který v Německu vychází bez přerušení dodnes. V něm až do své smrti zveřejnil 80 pojednání, která sám ilustroval na tehdy módních litografických tabulích. Daguerrotyp, kolem r. 1850

3 Izolované pero křídla (délka 58 mm, šířka 12 mm) je prvním dokladem archeopteryxe. Bylo nalezeno asi v létě r. 1861 v litografické „břidlici“ Kohle-rolva obecního lomu v Solnhofenu a je holootypem druhu *Archaeopteryx lithographica*. Pozitivní, tedy hlavní otisk zachovaný jen v obrysech, je uložen v Paleontologickém muzeu univerzity v Mnichově, negativní, mnohem lépe zachovaná deska (protiotisk) je dnes v Přírodovědeckém muzeu Humboldtovy univerzity v Berlíně. Nález popsal



H. von Meyer 15. srpna 1861. Vlevo snímek originálu v Berlíně, vpravo Meyerova kresba vytištěná zrcadlově litografií. Foto O. Fejfar

4 Karl Alfred Zittel (1839–1904) je jedním ze zakladatelů moderní paleontologie. V r. 1866 byl dekretem bavorského krále Ludwiga II. jmenován profesorem paleontologie na mnichovské univerzitě a zároveň konzervátorem Paleontologického muzea. Později byl mj. autorem rozsáhlého díla *Paleozoologie*, jehož první vydání o pěti svazcích vyšlo v letech 1876–93. Po smrti H. von Meyera se stal vydavatelem časopisu *Palaeontographica*. Vychoval generace paleontologů a geologů, jeho posledním žákem byl Gustav Laube, profesor na německé Karlo-Ferdinandově univerzitě v Praze

5 Nahoře první pokusy o rekonstrukci archeopteryxe z knihy K. A. Zittela (vlevo) Z pravěku (1872) a anglického zoologa Williama P. Pyecrafta (1896). Dole Zittelova rekonstrukce svrchnojurských lagun solnhofenské oblasti s letícím archeopteryxem z téže knihy

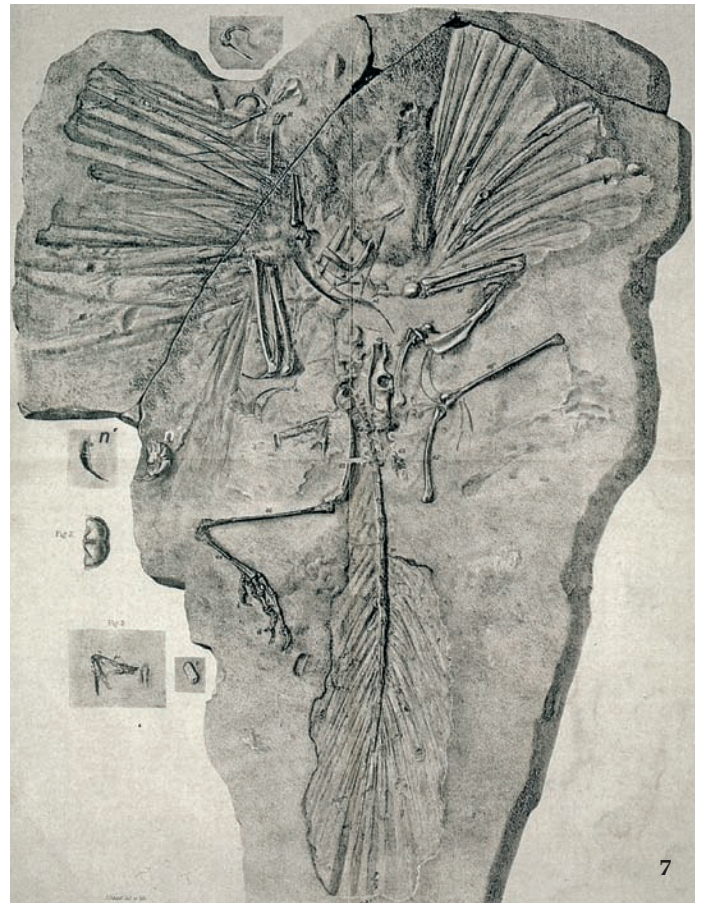


6 Snímek originálu londýnského exempláře archeopteryxe, detail vlevo dole ukazuje masivní kost vidličnou, která byla dobře vyvinuta ve tvaru bumerangu, detail vpravo dole je část rozčleněné lebky – mezičelist s nosním otvorem a horní čelist s malými zoubky (na kresbě je vidět uprostřed nalevo od stehenní kosti). Tento objekt R. Owen správně určil jako mezičelist (intermaxilla), ale podle něho „připomínal fosilní rybu“. Hlava se u londýnského exempláře na první pohled nezachovala, ale při podrobnějším studiu vyšlo najevo, že se její části záhy po uložení uhynulého jedince do vápnatého kalu na mělké dno solnhofenské laguny rozčlenily a jsou odděleně zachovány v částech na desce.



To se týká zejména útvaru v záhybu desky nalevo uprostřed, který Owenův kolega John Evans správně rozpoznal jako zbytek lebky s výlitkem mozku archeopteryxe. Detail (na obr. 7 označený písmenem n) uznal Owen za správný a vyobrazil proto pod ním pohled na přední část mozku straky (*Pica*). Výlitek mozkovny prozkoumala r. 1926 T. Edingerová

7 Litografická tabule vytištěná z desky nálezové horniny zobrazuje prvního jedince archeopteryxe (londýnský exemplář) v monografii R. Owena z r. 1863 pod jménem *Archaeopteryx macrura*
8 Kresba kostry londýnského exempláře archeopteryxe je chována jako velká památka ve Státní paleontologické sbírce na univerzitě v Mnichově. Je na tenkém papíře nalepeném na karton (rozměry 32,5×41 cm) a původně byla zasklená a zarámovaná. Autorství je připisováno A. Oppelovi. Ten ji měl zhotovit v roce objevu (1861) při tajné a výzvědné misi ke sběrateli K. Häberleinovi do Pappenheimu. Kresba je provedena tužkou a později byla obtažena sépiovou tuší se dvěma nápisy jednotným rukopisem: „První exemplář za 700 liber sterlinků v Britském muzeu“ nahore a dole nápis: „*Archaeopteryx lithographica* Myr., litografická břidlice: svrchní jura. Naleziště: Haardt u Langeltheimu“. Jednotlivé kosti jsou popsány latinskými názvy. Nejasný původ popisů osvětluje detail prvního nadpisu: První exemplář... A. Oppel nemohl r. 1861 vědět, že budou ještě následovat další nálezy archeopteryxe a navíc v r. 1865 zemřel. Autorem těchto doplňků byl s velkou pravděpodobností Oppelův následovník na mnichovské



katedře paleontologie profesor K. A. Zittel, a to až po objevení dalšího, tzv. berlínského exempláře v r. 1876

9 Albert Oppel, asistent profesora geologie Johanna A. Wagnera na univerzitě v Mnichově. Oppel je autorem rozsáhlého díla o geologii a detailní stratigrafii jurského útvaru Švábské Alby, v němž určil jednotlivé úseky lagunárního vývoje svrchnojurského moře. Definoval zde významný geologický pojem facie – různý vznik a vlastnosti usazených hornin stejného stáří dané místem vzniku

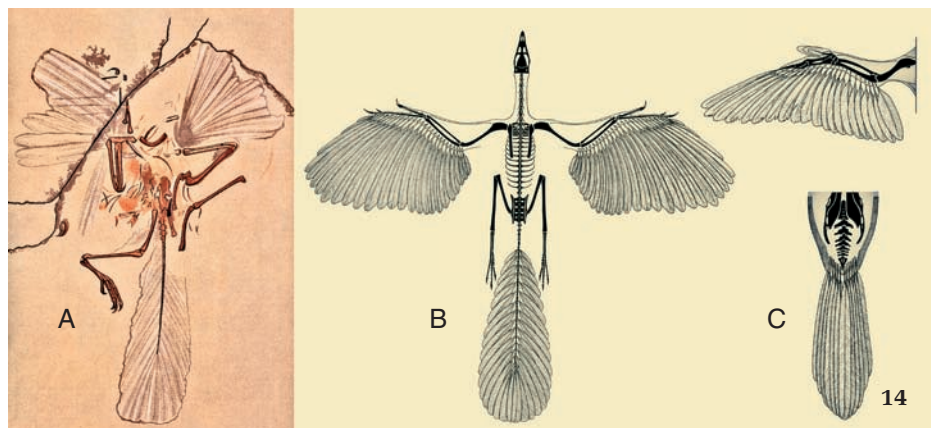
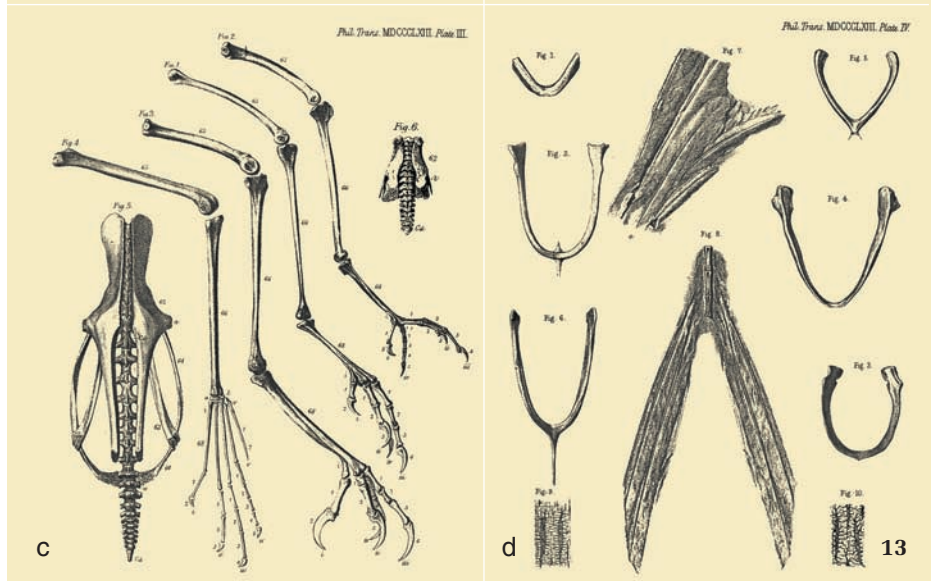
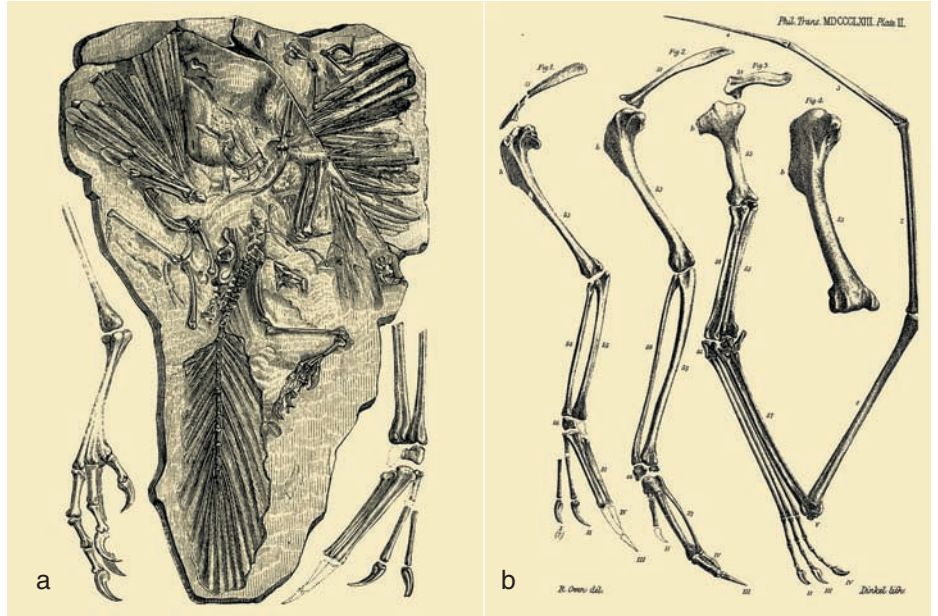
10, 11 Dva významní sběratelé z Pappenheimu v solnhofenské oblasti – lékař Karl Friedrich Häberlein (obr. 10) a jeho syn Ernst Otto Häberlein (obr. 11) shromáždili ve vhodném období nejintenzivnější těžby kolem r. 1880 rozsáhlé sbírky místních fosilií, mj. i dva proslulé jedince archeopteryxe: r. 1861 londýnský a r. 1876 berlínský exemplář

12 Sir Richard Owen (1804–92) byl kustodem, poté superintendantem, tj. ředitelem přírodovědeckého oddělení Britského muzea v Londýně. Byl uznávaným zoologem a paleontologem, v r. 1841 např. vytvořil název skupiny diapsidních plazů – dinosaurů. Přestože nebyl zastáncem Darwinových myšlenek o vývoji druhů, byl jedním z odborníků, kteří vyhodnocovali a popisovali cenné sběry přírodnin nasbírané Ch. Darwinem na jeho cestě kolem světa. K jeho zásluhám patří získání Häberleinovy soukromé sbírky solnhofenských jurských fosilií spolu s první kostrou archeopteryxe



13 Jedno z prvních vyobrazení prvního (londýnského) jedince archeopteryxe (a) z knihy K. A. Zittela Z pravěku (1872). Tři litografické tabule z Owenova popisu londýnského exempláře archeopteryxe z r. 1863: b – porovnání křídel: zleva archeopteryx, sokol (*Falco*), pterodaktyl (*Pterodactylus*), pažní kost krkavce (*Corvus corax*); c – porovnání srostlého pánevního pásma (synsakra - krum), zkrácených ocasních obratlů (pygostyl) a zadních končetin. Zleva synsakrum a pygostyl mladého pštrosa (*Struthio*); nohy: archeopteryx, turako (*Tauraco*), sokol a pterodaktyl; synsakrum a ocasní obratle embrya vrány (*Corvus cornix*); d – porovnání kosti vidličné: vlevo shora archeopteryx, havran, sokol; vpravo shora sovice (*Nyctea*), čáp (*Ciconia*), hoko (*Crax*); uprostřed shora dolů otisky peří archeopteryxe – bazální části dvou primárních letek a čtyř krycích per, dole otisky symetrických ocasních per na 15. a 16. obratli

14 První ilustrace praptáka obletěly svět jako senzace, objevily se v mnoha učebnicích i populárních časopisech a opakovaně byly přetiskovány. A – kolorovaný dřevoryt z r. 1862 je nejstarším vytištěným zobrazením prvního – londýnského exempláře, objevil se v prosincovém čísle známého časopisu *Intellectual Observer* (dokonce před oficiálním pojednáním R. Owena), se stručným popisem v článku Henryho Woodwarda asistenta geologického oddělení Britského muzea: „... opeřená fosilie ze Solnhofenu..., o které záhy uslyšíme od Richarda Owena“; B – schéma kostry a opeření křídel a ocasu berlínského exempláře archeopteryxe při pohledu shora (podle P. Wellnhofera 2008) a srovnání se současným ptákem – křídla a ocasní částí straky (C). Křídla jsou si již podobná, zatímco rozdílné ocasní části svědčí o tom, že archeopteryx ještě neměl samostatnou ocasní pohybovou jednotku (archeopteryx má nesrostlé obratle, straka redukováný ocas s pygostylem)



Albert Oppel se tehdy zabýval výzkumem svrchnojurských vrstev na území jihoněmecké pahorkatiny na sever od Mnichova. Vzájemná korelace usazenin dvou stejně starých prostředí na pobřeží jurského moře – tj. korálových útesů a jemně vrstevnatých kalových vápenců mělkých lagun – nebyla jednoduchá a vyžadovala podrobnou znalost bohaté fosilní fauny. Oppelovi se to podařilo hlavně pomocí jeho oblíbené skupiny hlavonožců amonitů a jeho podrobné členění solnhofenských vrstev, označené písmeny řecké abecedy (obr. 4 na str. 12), dodnes platí. Vysoce ceněný je zejména vedlejší produkt jeho bádání – Oppel totiž právě v této souvislosti vytvořil významný geologický pojem a koncept tzv. facií – různých typů usazenin vznikajících současně, avšak v odlišném prostředí. Je proto právem pokládán za otce detailní stratigrafie. V r. 1865 bohužel zemřel krátce po jmenování profesorem ve věku 34 let.

Tajná mise Alberta Oppela

K. F. Häberlein si samozřejmě uvědomoval, že získal přímo špičkový, až dosud zcela neznámý unikát a počal usilovat o jeho výhodný prodej. Za tím účelem zvolil svéráznou obchodní strategii – nedovolil nikomu před uzavřením prodeje jakékoli vyobrazení ani podrobný popis. A tak pravou podobu této nesporně senzací znali jen uvedení dva pánové. F. E. Witte, který, přestože byl laikem, rozpoznal pravost a nesmírnou hodnotu nálezu; jeho úloha souvisela se zamýšleným prodejem, ve kterém měl být jako právník prostředníkem. Informoval proto nejprve povolaneho odborníka H. von Meyera. Na jeho rádu pak oslovil prvního pravděpodobného kupce, profesora geologie a zároveň správce Bavorské paleontologické sbírky v Mnichově Johanna A. Wagnera (1797–1861) se záměrem přesvědčit ho, aby nálezu pro sbírku získal. Ukázalo se však, že to byl velmi nevhodný krok, pan profesor totiž patřil k zásadním Darwinovým odpůrcům. A tato okolnost nakonec ovlivnila pohnutý osud jedné z nejčinnějších kolekcí fosilí.

15 Dosavadních 10 kosterních dokladů archeopteryxe dovoluje sestavit řadu pěti stadií podle velikosti exemplářů: 1 – eichstättský, 2 – thermopolský, 3 – berlínský/exemplář Ottman a Steil, 4 – haarlemský/maxberský/londýnský, 5 – solnhofenský. Tuto řadu však nelze pokládat za stadia postupného růstu jedinice (ontogenezi) jednoho druhu, jak to navrhol maďarský geolog a paleontolog Ferenc Nopsca. Tento výklad by bylo možné teoreticky připustit jen u nálezů v prokazatelně stejně starých vrstvách. Pravděpodobně jde o různé velké druhy dokonce několika vzájemně příbuzných rodů, jejichž charakteristiky by ovšem bylo možno přesně definovat až u více jedinců. Nálezy tedy zřejmě nenáležely jednotné populaci, protože pocházejí z různých stratigrafických úrovní solnhofenských vrstev, v rozpětí mnoha set tisíc let. Podle P. Wellnhofera (2008)

Profesor Wagner zaujal k nálezu silně nedůvěřivé, až odmítavé stanovisko. Podle něj byl opeřený živočich nutně plaz a podle jeho vlastní teorie systému stvoření pták nemohl před třetihorami vůbec existovat. Přesto se rozhodl poslat k Häberleinovi svého asistenta A. Oppela, aby celou věc důkladně prošetřil. Ten se tak stal zároveň druhým informátorem Hermanna von Meyera. Jemu oba pánové shodně vylíčili živočicha „s vějířem letek na obou rozevřených křídlech, avšak (na rozdíl od ptáků) s dlouhým ocasem o mnoha obrazech, ze kterých souměrně na obě strany vybíhají pera“. Touto nezvyklou vlastností se tedy Meyerova námitka proti korelačnímu zákonu potvrdila – vlastnosti ocasu svědčily o tom, že jde o typ odlišný od ptáků, přestože se tvar pera od pera dnešních ptáků vůbec nelišil. Meyer pak dospěl k závěru, že nálezu jednoho pera patří zřejmě k tomuto novému dokladu živočicha a nazval jej *Archaeopteryx lithographica*. To je dodnes platné vědecké jméno – holotypem rodu i druhu (genoholotypem) se tak stal nálezu pera.

Häberleinův zákaz činit před prodejem tohoto unikátu jakékoli poznámky a porizovat náčrt však Oppel při své misi vědomě porušil – nejenže si své poznatky pečlivě zaznamenal, ale vyhotovil zároveň skicu (obr. 8), která se po letech dokonce objevila v písemnostech mnichovského univerzitního ústavu. Zprvu panovaly dohady, že ji nakreslil po paměti během zpáteční cesty do Mnichova, ale čas později přinesl jiné vysvětlení.

Jisté je, že kostra je na kresbě zobrazena obráceně, zrcadlově. Pravděpodobně bylo Oppelovi dovoleno zhlédnout pouze méně hodnotný prototyp (dokazuje to i chybějící výlitek mozkovny na skice, který je jen na pozitivní desce). Kresba je však nápadně přesná v proporcích detailů na kostře, takže se spíše nabízí varianta, že nálezu byl na místě načrtnut tužkou na přiloženém průsvitném papíře, když Oppel zůstal s cenným nálezem chvíli sám – snad během návštěvy Häberleinova pacienta. Cenná kresba byla později upravena obtahem sépiovou tuší a byly k ní

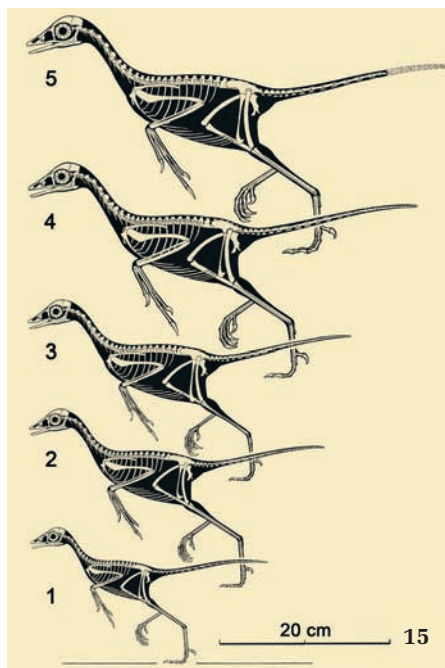


16 Archiv univerzity v Yale ve státě Connecticut (USA) vlastní zajímavou písemnost: dopis s nabídkou berlínského archeopteryxe z března 1879 – pravděpodobně od Häberleinova prostředníka – za 10 000 dolarů. Ke stručnému popisu je přiložena přesná kresba nálezu. Jde o první vyobrazení nového objevu

připojeny vysvětlující nápisy, které napomohly určit autora úprav. Tím byl pravděpodobně nástupce předčasně zemřelého A. Oppela na katedře paleontologie Karl Alfred Zittel.

Johann Andreas Wagner zhlédl Oppelův nálezu a dozvěděl se tak všechny významné vlastnosti nálezu – o existenci nálezu se však vzhledem k okolnostem nikdy nezminil a nálezu také nebyl ve své době zveřejněn. Jeho pochyby o povaze nálezu se tím však nezmenšily – 9. listopadu 1861 mohl na přednášce na zasedání matematicko-fyzikální třídy Královské bavorské akademie věd v Mnichově sdělit veřejnosti první odborný popis celého nálezu, který vyšel hned r. 1862 tiskem. Ale již samotný titul přednášky O novém plazu ze solnhofenských litografických břidlic údajně opatřeném ptačími pery, prozrazoval jeho silnou nedůvěru.

Úvodní slova přednášky zněla takto: „...staré přísloví praví, že ptáka poznáme podle peří. Všeobecná a výhradní platnost této moudrosti je nejen lidová, ale platí i v zoologii: zvíře s peřím je prostě pták. Tento až dosud neotřesitelný poznávací znak je však nyní náhle zpochybněn jedním nejméně očekávaným objevem. Kostera tohoto nového nálezu ukazuje kombinaci vskutku zvláštních a neobvyklých znaků... Tím nejnápadnějším je skvělý doklad opeření – a to jak na předních končetinách, tak i na ocase. Tato pera se shodují ve svém uspořádání tak dokonale s opeřením pravých ptáků, že jejich výklad nelze zpochybnit. I když může být nálezu ptačích per v litografických břidlicích sám o sobě až dosud něco zcela neslýchaného – potom jejich spojení s kostrou tohoto živočicha hraničí přímo s neuvěřitelností. Ocasní pera jsou totiž připojena k (dlouhé) ocasní páteři, která se ocasu ptáků vůbec nepodobá, ale klamně připomíná dlouhý ocas pterosaura rodu *Rhamphorhynchus*. A ještě neobvyklejší je připo-



17 Nalevo průčelí Přírodovědeckého muzea v Berlíně, uprostřed W. B. Dames, vpravo Werner von Siemens. Dole tabule v monografii Wilhelma Barnima Damese z r. 1884 – litografie berlínského exempláře archeopteryxe. Hlavní pozitivní deska o rozměrech 46×38 cm (obr. v tiráži) byla nalezena na podzim r. 1876 v okolí Eichstättu a jde o dosud nejlépe zachovaný nále z 10 známých jedinců, poprvé s úplnou lebkou se spodní čelistí a dokonale zachovaným opeřením. Je pravděpodobné, že archeopteryx byl zahánán větrem dále nad hladinu laguny a utonul. Poté klesl na mělké dno a rychle ho pokryl jemný kal – kostra ani opeření nenesou žádné stopy posmrtného rozkladu. Je zajímavé, že dozadu ohnutý krk se téměř shoduje s dalšími nálezy ze solnhofenských vrstev (také u pterosaurů a u malého dinosaura rodu *Compsognathus*). Tento jev mohl nastat již při vysychání mršiny na souši, pravděpodobněji však stahy šlach nastaly až ve vodě laguny s nadměrnou salinitou, která vyvolala efekt dehydratace a zároveň omezila rozkladné účinky bakterií. Podrobná preparace odhalila dokonale zachované kosti končetin a ostré srpovité drápy na třech dosud nesrostlých prstech křídel. T. H. Huxley v r. 1868 v protikladu k předchozím popisům správně poznal, že jedinec leží zády nahoru. Letky na přesně symetricky rozevřených křídlech a na oboustranně opeřeném ocase s 21 obratli jsou na pozitivní desce, avšak lépe zřetelné jsou na negativní desce. Zajímavé byly úvahy o krycím opeření těla – zdá se, že zaniklo buď rozkladem kůže nebo bylo poškozeno opakovanou preparací. Zachovalo se však na pravé noze po obou stranách holenní kosti (tibiotarzu), což vyvolalo úvahy o přídatné (čtvrté) nosné ploše (*Tetrapteryx*, obr. 3 na str. 43). Tento názor by mohl podpořit objev „čtyřkřídleho“ letce rodu *Microaptor* ve spodní křídle Číny z r. 2003

jení per na křídlech, která tvoří na předních koncích obou předloktí vpřed otevřenou vějíř... V prvním okamžiku jsem si vůbec nevěděl rady – totiž, zda je tento obojetný tvor spíše pták s plazím ocasem, nebo opeřený plaz – přičemž jedno bylo stejně neuvěřitelné jako druhé.“ Wagner poté pochybuje o tom, že otisky kolem dlouhého ocasu a na letkách jsou opravdu peří: „...mohou to být nikoli útvary podobné peří, ale jednoduchá vazivová vlákna. Mohly by to být jen jednoduché ozdobné útvary. A tak se nerozpakuji tento nále z vyložit jako plaza... a označuji jej jménem *Griphosaurus*, což je odvozeno od řeckého grifos = záhada, hádanka.“

Pravé pozadí svého úsudku však Wagner prozradil až v závěru přednášky: „Na závěr připojuji několik slov na obranu našeho nového plaza před chybným výkladem darwinistů. Na první pohled by bylo ovšem možno u grifosaura dospět k představě, že máme před sebou nějaké stvoření, které je na přechodu od plaza k ptákoví. Darwin a jeho přívrženci tento nový nále z využijí jako nejvýše vítanou událost ke zkráslení svých dobrodružných názorů o proměnách tvorstva. K tomu ale ne-



17

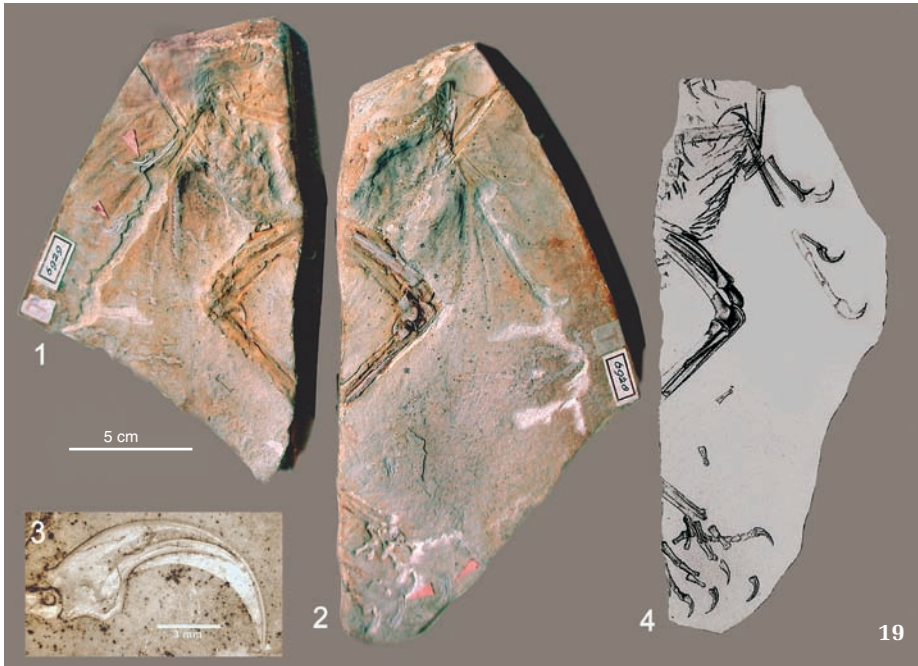
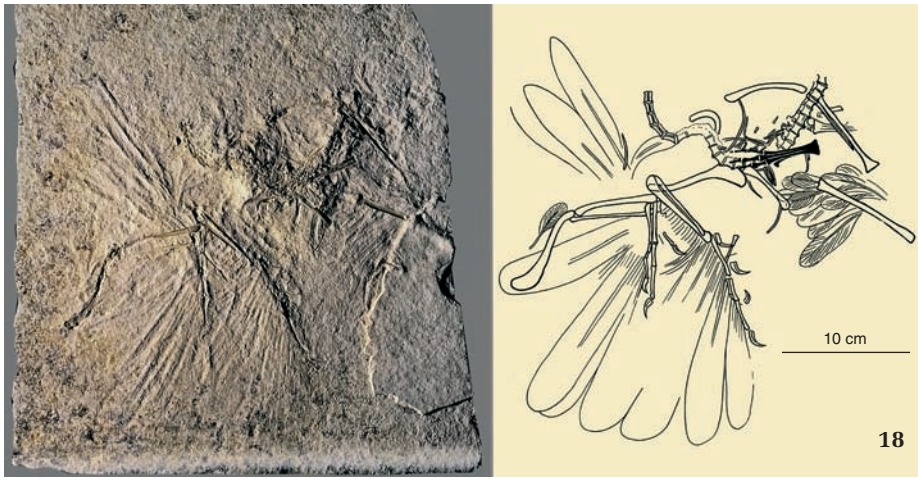
mají právo! Jestliže řeknu o žábě, že byla původně rybou, tak mohu přinejmenším takové tvrzení ospravedlnit tím, že od prvních známek života rybovitěho pulce přes celou řadu mezistupňů mohu poukázat na přechod od ryb k obojživelníkům. Já nyní ovšem nemohu žádat, aby mi Darwin s ohledem na grifosaura takové mezistupně dokládal, když od tohoto rodu v tomto okamžiku známe jen jediný a navíc ještě neúplný exemplář. Ale jistě mám právo žádat předem od darwinistů – kdyby chtěli vydávat grifosaura za proměňující se mezistupně od plazů k ptákům – aby mi na nějakém žijícím nebo fosilním zvířeti předvedli takové přechodné stupně, kterými prošlo z jedné třídy do druhé. A jestliže toho nejsou schopni – což tedy samozřejmě nejsou – potom je nutné jejich názory od samého počátku zavrhnout jako

fantastická blouznění, se kterými exaktní přírodověda nemá nic společného.“

Publikace této Wagnerovy přednášky vyšla rovněž ihned v překladu i v londýnských Přírodovědných análech (On a New Fossil Reptile Supposed to be Furnished with Feathers). J. A. Wagner nakonec pokládal živočicha za plaza a dával mu nové, tedy v pořadí druhé jméno – *Griphosaurus problematicus*. Výslovně přitom odmítl jakoukoli zmínku o přechodném článku mezi plazy a ptáky.

První nále z kostry archeopteryxe putuje do Londýna

Snaha F. E. Witteho o zprostředkování prodeje nálezu archeopteryxe či grifosaura do mnichovské sbírky tedy nemohla mít úspěch. Nicméně zveřejněné zprávy Meyera, Witteho a Wagnera se v odborných



18 Maxberský exemplář archeopteryxe. Pozitivní deska (vlevo) a schéma téhož exempláře popsáno profesorem geologie na univerzitě v Erlangenu Florianem Hellerem (vpravo). Nalezen byl v r. 1956 u Langenthalheimu, asi 250 m od naleziště londýnského exempláře. Uložen byl v Družstevním muzeu v Maxbergu u Solnhofenu jako zápůjčka majitele tamního lomu E. Opitsche. P. Wellnhofer jej r. 1974 nazval podle místa uložení maxberský exemplář. Téhož roku majitel zápůjčku zrušil a od jeho smrti je objekt nezvěstný (zvažuje se záměrné zničení)

19 Haarlemský exemplář archeopteryxe. Vůbec první doklad v pořadí (z r. 1855), zprvu však pokládán za nový druh pterodaktyla – *Pterodactylus crassipes*. Nalezen byl v lomech v Jachenhausenu u Riedenburgu v odlehleém východním cípu oblasti solnhofenských deskovitých litografických vápenců. Obě desky originálu prosluly dobrým zachováním ostrých srpovitých drápů (detail vlevo dole). Napravo litografie pozitivní desky haarlemského exempláře z monografie H. von Meyera let 1859–60

kruzích po Evropě rychle roznesly a vzbudily patriční pozornost zejména u jiné staroslavné instituce – Britského muzea v Londýně. Ředitel – superintendant přírodovědeckého oddělení Sir Richard Owen proto pověřil konzervátora geologického oddělení muzea George Roberta Waterhouse, aby dopisem vyzvěděl okolnosti případného prodeje Britskému muzeu. Do Pappenheimu byl K. F. Häberleinovi odeslán 28. února 1862. V odpovědi z 21. března majitel nálezů s nabídkou souhlasil a navrhl osobní jednání, při němž by zájemci zhlédli i jeho celou rozsáhlou sbírku a vybrali si z ní další kusy ke koupi. Häberlein dále v dopise účelově sděluje, že zájem již projeví např. známý paleontolog Louis Agassiz a dokonce vévoda z Buckinghamu. Uvádí zároveň stručný popis opeřené fosilie: „Na první pohled vypadá podobně jako pterodakt s peřím... Pera na křídlech se na obou stranách rozvírají jako v letu... Také ocas je až do konce na obou stranách opatřen perý.“

Následující dopis G. R. Waterhouse se již týkal finanční stránky a K. F. Häberlein v odpovědi uvedl sumu 750 liber sterlingů. Správa Britského muzea se pak 14. července 1862 usnesla na Waterhouseově cestě do Pappenheimu s tím, že cena nesmí překročit sumu 500 liber. Podle Owenova deníku (ze dne 17. 7. 1862) však cesta

skončila nezdarem: „...ten starý německý doktor je neoblomný ohledně své ceny a Waterhouse se vrátil s prázdnými rukama; ale o tu fosilii bychom přece neměli přijít!“ Na zasedání správy muzea 26. 7. se věc projednávala znovu, naštěstí ji tentokrát podpořil známý paleontolog a ředitel Královské geologické služby Sir Roderick I. Murchison. Byl proto navržen kompromis, v němž za sbírku a desky archeopteryxe měla být složena první splátka 400 liber za r. 1862 a dalších 300 liber mělo být uhrazeno z rozpočtu následujícího roku. I nyní členové správy nesouhlasili a vyžadovali dokonce napřed schválení koupě v parlamentu! Owen a Waterhouse však zřejmě chtěli nález získat stůj co stůj a v jednání s Häberleinem proto pokračovali v tichosti dál na vlastní pěst. Nakonec dojednali nákup vybraných objektů sbírky spolu s archeopteryxem za 450 liber a do platek 250 liber v roce následujícím.

Koncem srpna 1862 Häberlein s těmito podmínkami prodeje sbírky souhlasil a byly dojednány podrobnosti transportu a pojištění (200 liber). Za cenu celkem 700 liber tak Britské muzeum získalo vedle první kostry archeopteryxe ještě i unikátní výběr celkem 1 703 desek ze solnhofenských litografických vápenců. Byl to velmi výhodný obchod – již tehdy pravá hodnota sbírky byla v odborných kruzích hodnocena nejméně na 1 200 liber.

R. Owenovi se tak splnil jeho záměr – mohl nyní první nález kostry jurského „opeřence“ popsat v podrobném pojednání, které přednesl již 9. listopadu 1862, tiskem vyšlo spolu se čtyřmi litografickými tabulemi (obr. 7 a 13) počátkem následujícího roku. Odborné kruhy označily shodně jeho stručný text jako mistrně formulovaný a je nutno uznat, že jeho autor patřil k tehdejší elitě morfologů. Nicméně v textu není ani zmínka o vývoji či vývojovém přechodu. Owen podrobně srovnává všechny detaily na kostře s ptáky a uvádí dvě odchylky od ptačího modelu – přední končetina či křídlo má dva prsty a dlouhý, do boku symetricky opeřený ocas má asi 20 obratlů, „...ostatní části kostry zachované u tohoto význačného fosilního opeřeného živočicha jsou jinak v souladu s přísně ptačími (Owen říká ornitickými) úpravami obratlovčí kostry“. Závěr jeho pojednání zní: „...nejlépe určitelné části zachované struktury vykazují jednoznačně, že jde o Ptáka (Owen velkým písmenem vyjadřuje příslušnost k třídě ptáků – *Aves*) s několika znaky svědčícími o samostatném postavení v rámci této třídy. Podle (Cuvierova) zákona korelace vyvozujeme, že na ústech nebyly rty, nýbrž zobákovitý nástroj k čištění peří. Široká a kýlem opatřená prsní kost byla nepochybně za života spojena s velkým hrudním hřebenem na pažní kosti s kostí vidličnou a s ostatními znaky opeřených nástrojů letu.“

Owen tedy považuje archeopteryxe za doklad zvláštní třídy ptáků a ve zmíněné přednášce jej podle svědectví posluchačů nazval již třetím rodem a druhem jako ptáka – *Griphornis longicaudatus* (tedy záhadný dlouhoocasý pták). V tištěné verzi však používá původní rodové jméno stanovené H. von Meyerem – *Archaeopteryx*. Má však námitky: „První

doklad ptáka na jemně vrstevnatém litografickém vápenci ze Solnhofenu (Owen užívá tehdejší znění Solnhofen) byl otisk jednoho pera, které je popsáno a vyobrazeno s charakteristickou zvrubností a péčí pana Hermanna von Meyera... Používá pro tento fosilní otisk jméno *Archaeopteryx lithographica*, ačkoli je velká pravděpodobnost, že třída ptáků byla v období usazování litografických břidlic reprezentována více než jedním rodem a rodovou totožnost nelze stanovit na podkladě jediného pera, já toto (rodové) jméno – původně navržené věhlasným německým paleontologem – přesto použiji i v tomto případě pro označení rodu, který lze nyní definovat na podkladě dostatečných vlastností.“ Co se týče druhového Meyerova jména *lithographica*, Owen vyslovuje námitku, že jeden otisk pera nemusí patřit právě nyní popisovanému nálezu. Navíc toto označení založené na nálezové hornině lze vztahovat i k dalším okřídleným živočichům těchto vrstev (Owen mluví pterosaury). Proto navrhuje použít druhové

20 Eichstättský exemplář uložený v Muzeu jury v Eichstättu. Hlavní (pozitivní) deska nahoře, schéma podle P. Wellnhofera z r. 1974 dole. Nalezen byl r. 1951 v lomu na Petershöhe u obce Workerszell severně od Eichstättu, nedaleko nálezu berlínského jedince. Byl zprvu pokládán za mladého jedince drobného dinosaura rodu *Compsognathus*. Vlevo nahoře detail dobře zachované lebky, která dovolila mj. i rekonstrukci mozkové dutiny



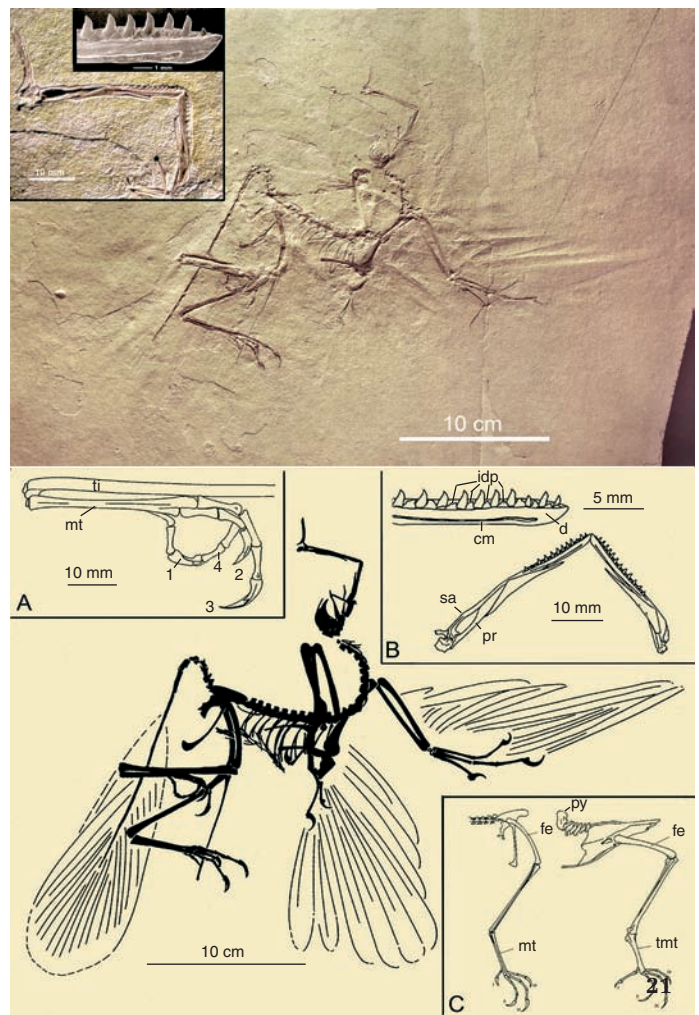
jméno *macrura*, které lépe vystihuje specifickou vlastnost nového nálezu, totiž dlouhý nezkrácený ocas s více než 20 obratli, což jej odlišuje od ostatních ptáků. Owenem navrhované druhové jméno *Archaeopteryx macrura* však nemá prioritu a není dnes přijato, nicméně v r. 1884 bylo znovu použito při popisu dalšího celého, tzv. berlínského exempláře archeopteryxe).

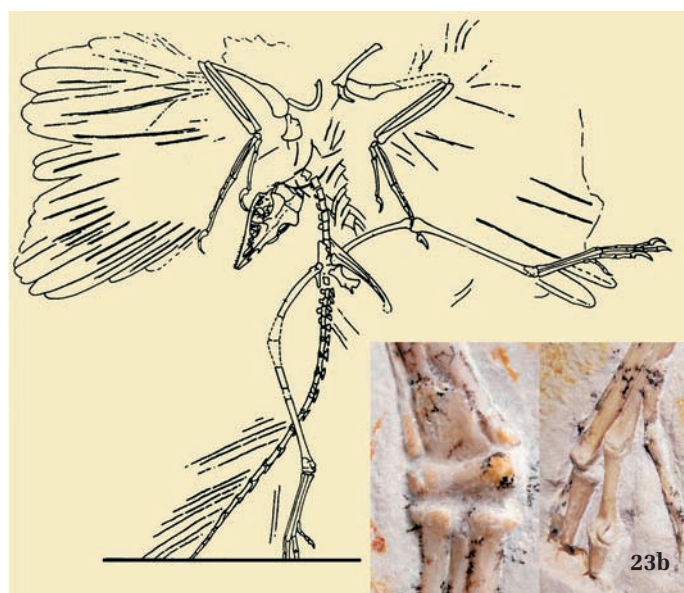
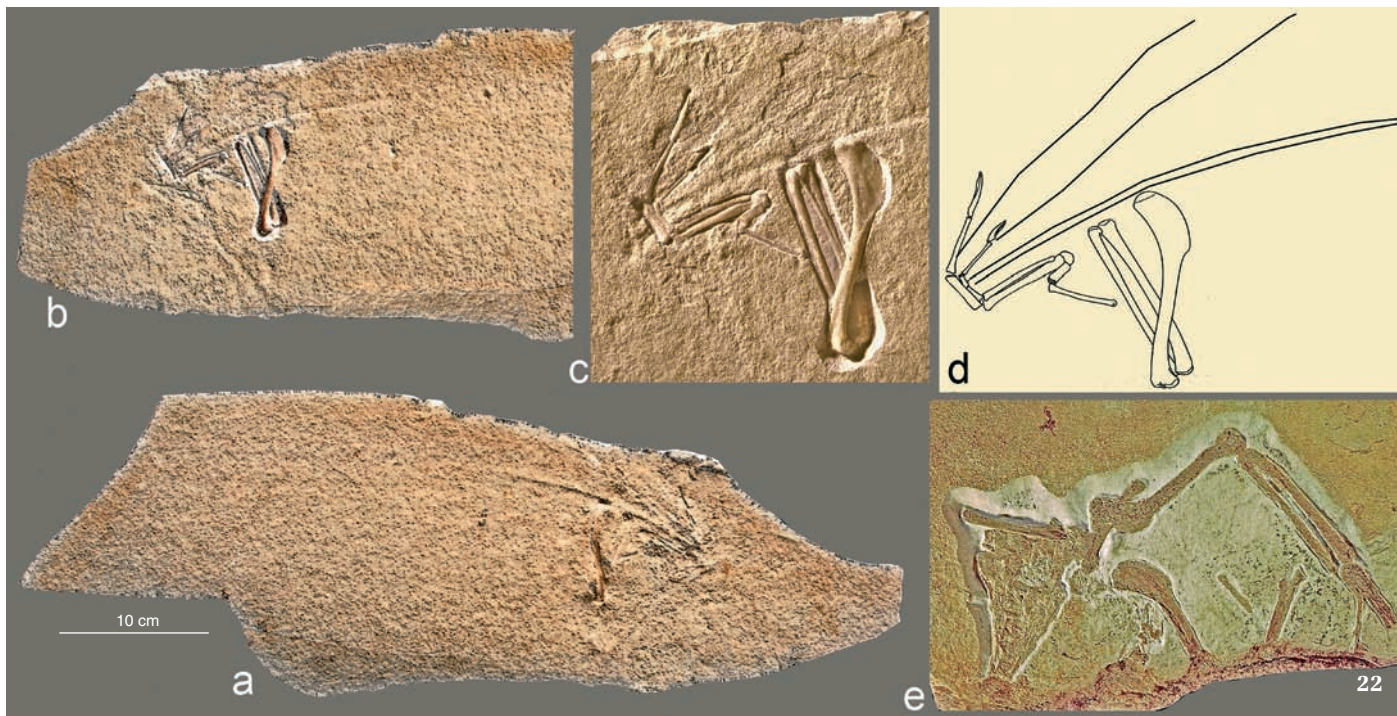
Právě problém druhového jména přinesl malou úsměvnou epizodu. Krátce poté, co se K. Häberlein „rozloučil“ se svým senzáčním objevem a velkou částí své sbírky, zaslal ještě 5. listopadu 1862 dopis Georgi R. Waterhouseovi, se kterým celou transakci opakovaně vyjednával. Naznačuje mu, že by nebyl při popisu nálezu proti užití svého jména – *Archaeopteryx Häberleinii*. Ironií osudu dopis došel pozdě – Owenovo pojmenování *Archaeopteryx macrura* bylo 6. listopadu 1862 zasláno s celým pojednáním Královské společnosti a bylo již tedy „v tisku“. A tak jméno na počest nálezce, které si sám navrhl, existuje jen v dopise uchovaném v archivu Britského muzea.

Owenovo pojednání doprovázejí čtyři litografické tabule, z nichž první (obr. 7) poprvé na dokonalé litografii (při fascinující shodě – je vytištěná podobně jako druhý exemplář přímo z desky solnhofenského litografického vápence) zobrazuje kostru archeopteryxe v celé kráse. Přitom vyšlo najevo, že chybí krk i hlava (z ní je zachována po korozi lebky jen část mozkového výlitku a kus přední části – rostra, tj. neúplná čelist se třemi zoubky a mezi-

21 Mnichovský exemplář, v pořadí sedmý (původně exemplář Solnhofenského akciového spolku) pochází ze série svrchních solnhofenských vrstev z lomu Langenaltheimer Haardt u Solnhofenu, na ploše cca 0,5 km², tedy velmi blízko exemplářů londýnského (1.) a maxbergského (3.). Nahoře vlevo obě větve spodní čelisti spojené symfýzou a detail levé části zubní kosti (dentale) se zuby na snímku z elektronového mikroskopu. Dole schéma kostry mnichovského exempláře se třemi detaily podle P. Wellnhofera z r. 1993.

A – schéma detailu levé nohy (kreslená interpretace kombinací obou nohou), B – nahoře detail levostranné části spodní čelisti s řadou 12 tékodontních zoubků (uložených v jamkách – alveolách), poprvé vůbec s mezizubními ploténkami typickými pro teropodní dinosauiry (např. u rodů *Allosaurus*, *Megalosaurus*, *Compsognathus*), dole detail spodní čelisti v původním spojení v symfýze, C – srovnání rekonstrukce pravé nohy a pánve: vlevo archeopteryx, vpravo pták (holub). Vysvětlivky: mt – metatarzus, ti – tibia, 1–4 prsty nohy, cm – Meckelova chrupavka, d – dentale, idp – mezizubní ploténky, sa – supraangulare, pr – praearticulare, fe – femur, tmt – tarsometatarzus, 1–4 prsty nohy, py – pygostyl





čelist); k tomu ve vysvětlivkách k I. tabuli Owen uvádí: „Písmeno n (v levém zářezu desky): původně útvar pokládáný za anorganickou konkreci, geolog a zoolog John Evans v něm správně rozeznal výplň lebeční dutiny – endokranium (výlitek) mozkovny.“ Ke zbytku přední části lebky Owen poznamenává, že „připomíná fosilní rybu“.

Později při podrobných porovnáních nálezů přišla řada badatelů na skutečnost, že R. Owen pokládal polohu londýnského exempláře za ležící na zádech, ve skutečnosti tomu ale bylo naopak – živočich leží zády nahoru, a proto jeho udání polohy jednotlivých znaků v popisu (na pravé, resp. levé straně) jsou opačná. Rozeznali to záhy nezávisle na sobě při studiu v Londýně badatelé T. H. Huxley, Vladimír Kovalkevskij z Moskevské univerzity a Othniel C. Marsh z univerzity v Yale.

Owenův článek z r. 1863 však nebyl jediným odborným zhodnocením londýnského exempláře archeopteryxe. Především jde o spíše populární článek nazvaný O opeřené fosilii z litografického vápence ze Solnhofenu, doprovázený malým kolo-

rovaným dřevorytem (obr. 14A), z pera jeho kolegy Henryho Woodwarda, asistenta geologického oddělení Britského muzea, zveřejněný téměř současně na sklonku r. 1862. Woodward v něm prozrazuje několik detailů ze složitě zpracování, např. že se Owen „na poslední chvíli“ rozhodl upustit od jmen použitých v předchozí přednášce – místo rodového jména *Griphornis* použil původní Meyerovo jméno *Archaeopteryx*, dále místo latinského slova *longicaudatus* užil řecké znění *macrura*. Woodward se ale sám zasloužil o ještě větší zmatek tím, že v popisku ke svému vyobrazení uvedl všechna tři dosud použitá jména: *Archaeopteryx lithographica*, *Griphosaurus problematicus*, *Griphornis longicaudatus*. Nicméně autor byl zřejmě veden dobrým úmyslem upoutat pozornost k tomuto zcela mimořádnému objevu. Významný je Woodwardův závěr, v němž zaujímá stanovisko k názoru svého nadřízeného R. Owena: „...vezmeme-li v úvahu závažný rozpor v utváření ocasu této fosilie ve srovnání s ptáky a když uvážíme vysoké stáří hornin, ze

kterých pochází, můžeme se bezpečně domnívat, že jde (jestli je to vůbec pták) o nejstaršího reprezentanta své třídy... Profesor Owen se jednoznačně kloní k názoru, že je to pták, avšak mnozí významní přírodovědci, kteří nálezy pozorně prostudovali, se nemohli rozhodnout k žádnému pozitivnímu závěru.“

S Woodwardovým spíše zmateným pojednáním kontrastuje zasvěcený a fundovaný článek, který napsal r. 1868 T. H. Huxley. Ten přinesl jednak zmíněné konstatování obrácené polohy kostry a dále dokázal, že masivní vidličná kost se při ukládání obrátila a je vidět z břišní, ventrální strany. Do Londýna se poté vypravily významné kapacity, aby sledovaly postupující preparaci objektu, a započalo porovnávání s dalším objevem archeopteryxe (r. 1877), který skončil v Berlínském muzeu. Následovala řada protichůdných názorů, že jedinci představují různé druhy a rody, dokonce i odlišné vývojové linie.

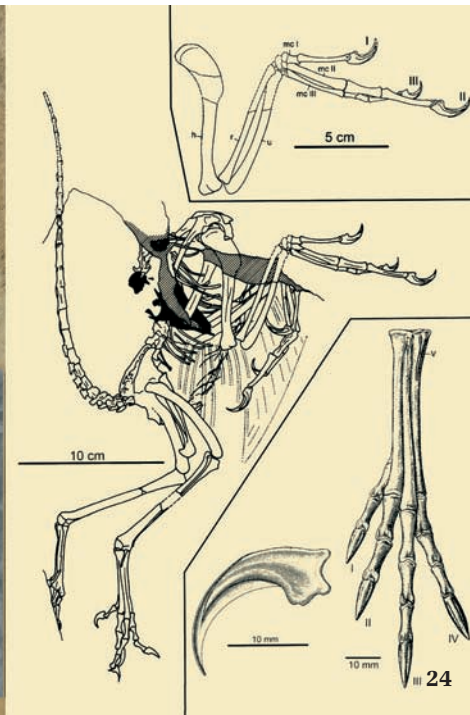
Vzplanuly rovněž spory, zda jde o plaza či ptáka a zároveň přibyl další prvek v kritice – možnost podvrhu či falšování otis-

22 Exemplář archeopteryxe označovaný jako Ottman a Steil – kostra pravého křídla se slabě naznačenými „stíny“ letek. Byl nalezen r. 2004 v jednom z nejstarších lomů Alter Steinberg/Solberg východně od Solnhofenu a je uložen v Müllerově muzeu v Solnhofenu. a – protiotisk, b – část pozitivní desky, c – detail kostry s pažní kostí a kostmi vřetenní a loketní a otisky letek, d – schéma nálezu, e – osmý exemplář byl nalezen u Daitingu v r. 1990 a označen v tisku až v r. 1997. Jde pouze o část rozložené kostry s neúplnými křídly a nezřetelnou lebku, bez známek opeření. Existuje jen jedna deska bez protiotisku

23a, b Thermopolský exemplář, v pořadí desátý (deska o rozměrech 50×56 cm). Roku 2001 byl nalezen na neznámém místě solnhofenské oblasti a vystaven poprvé v Senckenberském muzeu ve Frankfurtu nad Mohanem, kam ho soukromý majitel svěřil ke zpracování. V r. 2007 jej získalo Centrum dinosaurů v obci Thermopolis ve státě Wyoming v USA. Tato téměř úplná kostra je v řadě detailů velmi dobře zachována, a přináší proto některé nové skutečnosti dokládající znovu příslušnost k teropodům. Schéma vpravo dole: skloubení kostí nártních (patní a hleznové) a zánártních (II.–IV., vlevo), a distální část pravé nohy (vpravo)

24 Solnhofenský, v pořadí šestý exemplář archeopteryxe popsán P. Wellnhoferem r. 1988 je zatím největším jedincem. Vlevo pozitivní deska, na ní vpravo dole rtg snímek detailu pravé nohy. Schéma vpravo nahoře ukazuje detail pravého křídla s volnými prsty ruky, dole detail levého autopodia nohy s nesrostlými zánártními kostmi a poslední článek 4. prstu s rohovitým násadecem ostrého drápu (vlevo). Podle P. Wellnhofera (1988, 2008)

ků per. Často je vyslovovali renomovaní odborníci, kteří své mínění později i odvolávali. Jako první vystoupil saský geolog a paleontolog Christoph Giebel s prohlášením, že jde zčásti skutečně o pravou fosilii létavého plaza pterodaktyla, avšak existenci peří „může uvěřit jen teolog nadaný nejsilnější vírou“. Dochází k závěru, že pera byla na originálu i na ilustracích dodatečně dolitografována: „...k tomu se přece tento kámen báječně hodí! A proto jej prohlašuji za jasný artefakt a podvod. Kéž by se ostrovtipu pana Owena podařilo tyto předsudky opravit a tím i rozluštit záhadu, které tato fosilie klade na vědecké bádání.“ V těchto úvahách pokračoval i neméně věhlasný paleontolog Přírodovědného muzea ve Stuttgartu Oskar Fraas r. 1866: „Námítky, že jde bylo na desky dodatečně naleptáno, jsou vážné, a (je-li tomu tak) pak by anglická věda německému činu pěkně naletěla! Nicméně Angličan na tuto výtku zatím mlčí, a tak panuje nadále nejistota, zda tento pták opravdu existuje, nebo je nutné jej vykázat do říše moderních mýtů.“



V této době se však ozval s účinnou obranou nálezu vrchní soudní rada F. E. Witte, pravděpodobně na popud bývalého majitele a prodejce Häberleina (na něhož by v takovém případě padal velmi vážný stín podezření z podvrhu za účelem zvýšení obchodní ceny). Witte se jako první očitý svědek nálezu v krátkém sdělení zastává nepochybně pravosti nálezu a naprosto vyvrací podezření jakéhokoli záhadu. Konec těmto debatám přinesl až korektní a výstižný Owenův popis s dokonalými ilustracemi. Giebel sám své názory r. 1867 odvolal a vysvětloval je „špatnou kvalitou prvních vyobrazení“.

Objev berlínského exempláře

Od prvního nálezu uplynulo 16 let a těsně u Eichstättu, v Dürrově lomu na vrchu Blumenberg byla r. 1877 objevena druhá kostra archeopteryxe (obr. 17). Svou kvalitou vysoce převyšovala předchozí objevy a dnes lze bez nadsázky říci, že jde o jednu z nekrásnějších a nejvzácnějších fosilií vůbec. Tehdy byl již K. Häberlein po smrti a obě desky získal za pouhých 140 marek jeho syn Ernst O. Häberlein (1819–96, obr. 11). Ten také provedl první preparaci: ukázalo se, že kostra je zcela kompletní – měla zachovanou lebku s drobnými zoubky v obou čelistech. Tentokrát, opět ve snaze vyvolat zájem o koupi, napsal sám krátkou nálezovou zprávu se sdělením, že vlastní i rozsáhlou sbírku solnhofenských fosilií, na závěr připojil svoji adresu. Ve snaze, aby se zabránilo dovozům z ciziny, byl nový nález opět spolu s kolekcí solnhofenských fosilií svěřen na 6 měsíců Svobodné nadaci ve Frankfurtu nad Mohanem za účelem prodeje do instituce na půdě Německa a během té doby nesměl být objekt dále preparován, kreslen, fotografován apod. Soubor majitel ocenil na 36 000 marek. Když se v této lhůtě nikdo nehlásil, byla několikrát – bezvýsledně – prodána. Poté přešel celý soubor zpět k majiteli a ten se dále sám pokoušel o prodej za sníženou cenu 26 000 marek – opět bez úspěchu. Teprve v dubnu 1880 se na zá-

kladě různých jednání se objevilo spásné řešení – nález se sbírkou se uvolil koupit průmyslník Werner von Siemens (obr. 17). Ten zároveň svolil k vystavení desky s archeopteryxem v sálech geologicko-paleontologické sbírky berlínské univerzity i ke zveřejnění odborného popisu, kterým byl pověřen kustod Wilhelm Barnim Dames (1884, obr. 17). Již v r. 1881 nabídl pruské ministerstvo kultury Siemensovi odkoupení ve dvou splátkách, a majitelem se tak definitivně stala zmíněná sbírka, dnes Geologicko-paleontologické muzeum Humboldtovy univerzity v Berlíně.

Teprve v r. 1970 byl zveřejněn zajímavý historický detail. Při úpravách archivu americké univerzity v Yale se objevila korespondence z let 1877–80, ze které vyplynulo, že zájem o koupi tohoto exempláře archeopteryxe projevil v r. 1877 tehdejší profesor geologie na univerzitě v Yale Othniel C. Marsh a nabídl cenu 1 000 dolarů. Tuto nabídku však E. Häberlein odmítl jako nízkou. Stejný archiv však vlastní ještě jednu písemnost – tentokrát nabídku prodeje tohoto archeopteryxe – od jistého Friedricha Adama Schwartze z Norimberku z března 1879, a to za cenu 10 000 dolarů. V dopise se stručným popisem je přiložena přesná kresba nálezu – jde o první vyobrazení nového objevu (obr. 16). Koupe se neuskutečnila, protože O. C. Marsh, ve své době jeden z nejbohatších mužů Unie, známý svou šetrností, se k ní neodhodlal.

Výskyt tohoto jediného typu praptáka je obestřen zajímavou okolností. V malé oblasti jihoněmeckých svrchnojurských litografických vápenců se až do dnešních dnů za zhruba 150 let nalezlo jen 10 jedinců, resp. kosterních nálezů archeopteryxe (obr. 1), přičemž současně s ním žijící létající plazi – pterosauři (ptakojestěři) jsou ve stejných vrstvách mnohem hojnější a druhově rozmanitější. Z toho lze usoudit, že archeopteryx nebyl obyvatel pustých břehů solnhofenských lagun. Jeho vlastním životním prostředím byly spíše oblasti hlouběji ve vnitrozemí, kde byla ovšem

naděje na uchování mizivá. Až donedávna platilo, že archeopteryx je znám pouze z jediného místa na Zemi – ze solnhofenských vápenců. Výskyt obdobných létajících maniraptorů v křídlových vrstvách ze dvou odlehklých míst na Zemi (např. *Rahonavis* ve svrchní křídle na Madagaskaru) však naznačují, že konzervativní, tedy málo proměnlivé linie blízké skupině *Archaeopterygiformes* přežívaly i během posledního období druhohor a měly značné zeměpisné rozšíření.

Katalog dosavadních nálezů archeopteryxe

Jména jednotlivých exemplářů odpovídají obvykle místu uložení.

▣ Izolované pero křídla (obr. 3)

První doklad archeopteryxe nalezený v létě r. 1861 v „litografické brídlici“ Kohlerova oddílu obecního lomu v Solnhofenu je uložen v Přírodovědeckém muzeu Humboldtovy univerzity v Berlíně, proti otisk v Paleontologickém muzeu univerzity v Mnichově. Autor popisu Hermann von Meyer 15. srpna 1861 a r. 1863.

▣ Londýnský exemplář (obr. 6)

Nalezen v Ottmannově lomu zvaném Langenthaler Haardt r. 1861 u obce Langenthal. Prodán K. F. Häberleinem do Britského muzea. Autoři popisů R. Owen (1863), T. H. Huxley (1868, 1870), G. de Beer (1954).

Všechny kosti nejsou v původní poloze a kostra již byla v počátečním stupni rozkladu, nicméně např. pera (letky) obou křídel se ještě neoddělila a jsou otisknuta v původní poloze. Owenova dokonalá litografie z r. 1863 (obr. 7) zobrazuje pozitivní desku s více detaily (než na protidesce) a rovněž je vidět, že celý objekt byl v Londýně ještě dále preparován. Jsou zachovány tyto celky: obě křídla s lopatkami, úplná levá noha se čtyřmi prsty s drápy, z pravé nohy jen kosti stehenní a tibiotarzus, dále několik obratlů trupu a několik žeber, pánev s patrnou jamkou pro hlavu kosti stehenní a hlavně diagnosticky závažný znak – úplný ocas, jehož oboustranné a symetrické opeření se také udrželo na původním místě. Charakteristické drápy levého křídla jsou již odděleny a roztroušeny po desce a v ose těla leží důležitá nápadně prohnutá masivní kost vidličná vzniklá spojením párových klíčních kostí již v této vývojové úrovni. Na okraji desky nad le-

vou patou nohy je sedimentární výplň či přirozený výlitek mozkové dutiny – endocranium. Nalevo od pánve pak spočívá druhý fragment lebky se závažným diagnostickým znakem – přední (rostrální) část lebky s několika zoubky. Owen tento detail sice anatomicky správně určil, ale bohužel nerozpoznal jeho příslušnost k lebce archeopteryxe – pokládal jej za doklad fosilní ryby. Byl to však vysoce důležitý doklad toho, že archeopteryx měl zuby, ty byly dokonale zachovány až na lebce berlínského exempláře.

▣ Berlínský exemplář (obr. v tiráži, str. 1) Originály desek třetího nálezů archeopteryxe na podzim r. 1876 (možná již r. 1874) z okolí města Eichstätt (uložen v Paleontologickém muzeu v Berlíně) jsou dosud nejlépe zachovaným nálezem s dokonalou lebkou. Dozadu ohnutý krk patrný i na dalších nálezích byl způsoben stahem šlach po uhybnutí. Podrobná preparace odhalila dokonale zachované kosti končetin a ostré srpovité drápy na třech dosud nerozrostlých prstech křídel. Letky na křídlech jsou na pozitivní a dokonce více zřetelné na negativní desce. Popis W. B. Dames (1884).

▣ Maxberský exemplář (obr. 18)

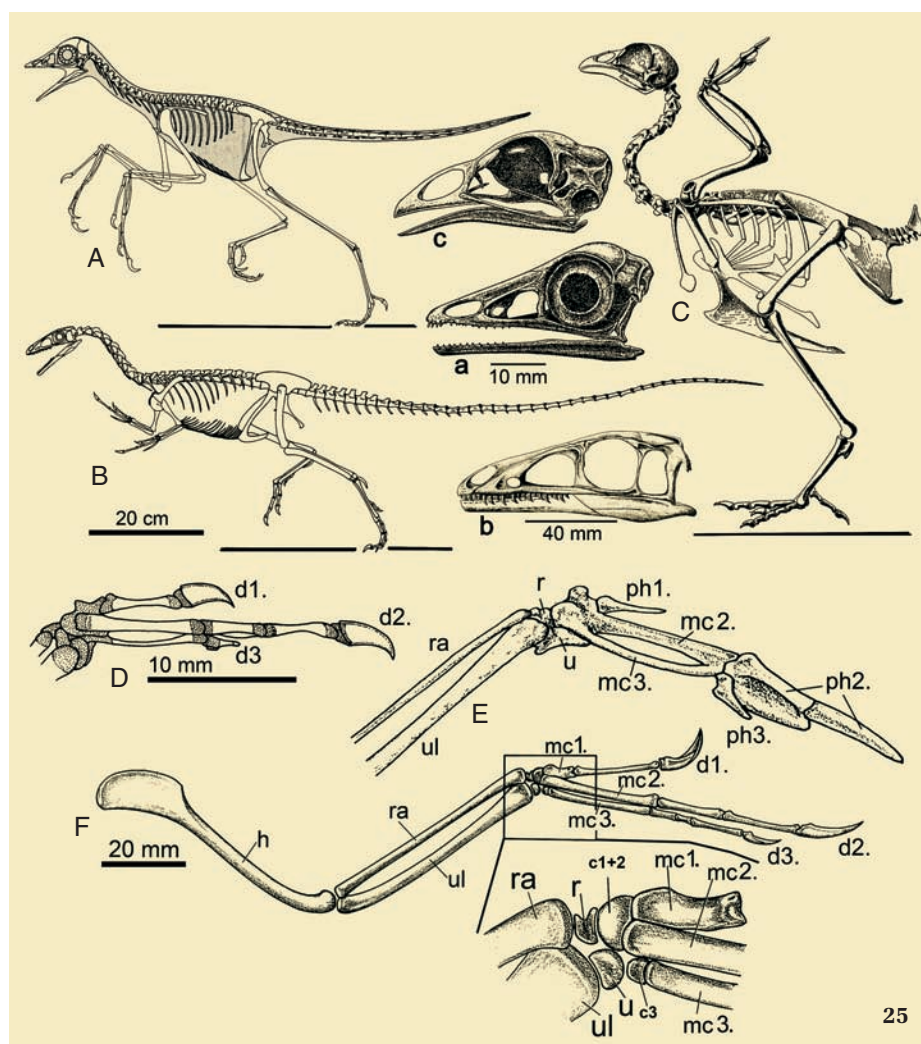
Nalezen v r. 1956 v Langenthalu, asi 250 m od naleziště londýnského exempláře. Byl uložen v Družstevním muzeu v Maxbergu u Solnhofenu jako zápůjčka majitele tamního lomu E. Opitsche. Popis Florian Heller (1959). Roku 1974 majitel zápůjčku zrušil a po jeho smrti r. 1991 je objekt nezvěstný.

▣ Haarlemský exemplář (obr. 19)

Jde ve skutečnosti o vůbec první doklad archeopteryxe již z r. 1855 – nalezen v lomu u Riedenburgu v odlehklém východním cípu oblasti solnhofenských vápenců, ale zpočátku nebyla jeho pravá totožnost rozpoznána. Nález je spojen s omylem svého objevitele H. von Meyera, který jej nejprve – v neznalosti opeřeného archeopteryxe nalezeného až v r. 1861 – pokládal za nový druh pterosaura. Navíc kresba k popisu druhu *Pterodactylus crassipes* z r. 1858 nezaznamenala otisky křídel (jsou viditelné jako „stíny“ jen v šikmém světle). Meyer tento nález krátce nato prodal do Teylerova muzea v nizozemském Haarlemu, kde je uložen dodnes. Zde příslušnost k archeopteryxovi spolu s matnými otisky křídel rozpoznal paleontolog John Ostrom z univerzity v Yale až r. 1970. Obě desky originálu prosluly zejména dokonalým zachováním ostrých srpovitých drápů.

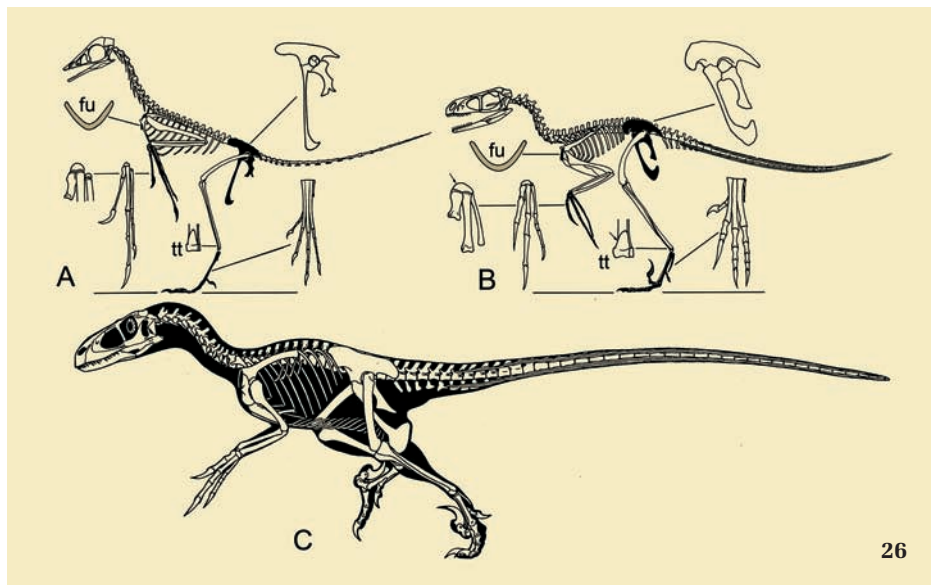
▣ Eichstättský exemplář (obr. 20)

Je uložen v Muzeu jury v centru oblasti solnhofenských vápenců v Eichstättu. Nalezen byl r. 1951 v lomu na Petershöhe u obce Workerszell severně od Eichstättu, nedaleko nálezů berlínského jedince. Byl zprvu pokládán za mladého drobného dinosaura rodu *Compsognathus*. Popisy: F. X. Meyer (1973) a P. Wellnhofer (1974, 1976). Vynikající zachování kostry bez známek oddělení kosterních částí umožnilo řadu nových zjištění či potvrzení předpokládaných znaků. Jde o poměrně malého jedince – podle délky pažní kosti

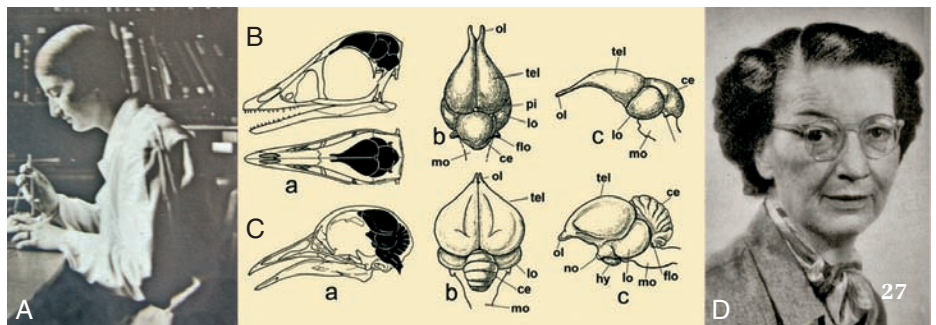


25 Tři kostry a lebky dvou zástupců svrchnojurských maniraptorů neo-teropodů – rodů *Archaeopteryx* (A), *Compsognathus* (B) a recentního ptáka rodu *Gallus* (slepice, C). D: embryo jihoa-merického hoazína (*Opisthocomus*) s volnými prsty (d1–d3); drápy archeopteryxe jsou obráceny vpřed, drápy hoazína dozadu, u dospělců hoazína jsou kosti autopodia spojeny a redukovány obdobně jako u slepice; E: rod *Gallus* se spojenými a redukovanými kostmi zápěstí a prstních článků; F: detail pravého křídla berlínského exempláře archeopteryxe se zvětšeným zápěstím eichstättského exempláře. Kostí křídla: ra – kost vřetenní (radius), ul – kost loketní (ulna), r – radiale, u – ulnare, mc 1–3 kosti záprstní (metacarpus)

26 Kostra archeopteryxe (A) a maniraptorního teropoda rodu *Bambiraptor* (B) ze svrchní křídly státu Montana (USA) s přední končetinou s kostí vidličnou (fu) a shodným utvářením distálního konce holenní kosti s výběžkem hlezňové kosti při pohledech zepředu (tt) a podobný tvar pánve teropodního typu. C: kostra maniraptorního dromeosauridního teropoda rodu *Deinonychus* ze spodní křídly (souvrství Cloverly, stupeň apt–alb) ve státech Montana a Wyoming (USA). Má rovněž výrazné ptačí znaky – vedle kosti vidličné uncinátní výběžky na žebrech a velkou kost prsní s prsními žebry; jde o typ velmi blízký archeopteryxovi. Rody *Bambiraptor* a *Deinonychus* mohou být nelétavé formy někdejších aktivních letců. Podle G. S. Paula



27 Tilly Edingerová (1897–1967), německá zooložka v Senckenberském muzeu ve Frankfurtu. A – při práci in své dizertaci kolem r. 1924, D – v exilu kolem r. 1950 v Muzeu srovnávací zoologie na Harvardské univerzitě v Cambridge (USA), kam se uchýlila před nacismem v r. 1939. Svou dizertační práci z r. 1929 založila obor paleoneurologii, který studuje vývoj smyslových orgánů a morfologii mozku u obratlovců. Předmětem výzkumu jsou fosilní „mozky“ – výlitky mozkových dutin. Ba – interpretace lebky a polohy mozku archeopteryxe, z boku a shora, Bb rekonstrukce mozku archeopteryxe shora a Bc z boku, Ca – lebka a polohy mozku u holuba (Cb shora a Cc z boku); ol – čichový lalok (lobus olfactorius), tel – koncový mozek (telencephalon), pi – epifýza (pineální žláza), lo – zrakový lalok (lobus opticus), mo – prodloužená mícha (medulla oblongata), hy – hypofýza, ce – mozeček (cerebellum), flo – flocculus. Podle P. Wellnhofera (2008), upraveno



jsou: londýnský jedinec o 81 % větší, berlínský o 53 % a maxberský s haarlemským o 74 %. Naproti tomu eichstättský jedinec má lebku větší než jedinec berlínský, a také má delší ocas a zadní končetiny. Vcelku nese kostra znaky juvenilního jedince s ještě neosifikovanou kostí vidličnou, která je na větších kostrách archeopteryxe dobře zachovaná.

Opeření je viditelné opět pouze jako reliéf v šikmém osvětlení. Podobně jako u berlínského exempláře je opeření i na nohách a na ocasu s 22 obratli, vždy na jednom z nich jeden pár per, prvních 5–6 obratlů bylo asi bez per. Šířka ocasu je asi 4 cm, letky na křídlech jsou 7,5 cm dlouhé, vazivové zakotvení letek na loketní kosti (hrbolky u dnešních ptáků – papillae ulnares) není naznačeno. Vývojově důležitým poznatkem je, že dlouhé kosti jsou dosud bez vzduchových otvorů (jako u současných ptáků *Neornithes*) a zřejmě ještě nebyly pneumatizovány. Lebka se dvěma předčasnými otvory je zachována lépe než u berlínského exempláře a struktura kostěného patra má jasně ptačí charakter. V nápadně velké oční 12 článků sklerotikálního kruhu omezovalo kulovitý tvar oka, který byl již pravděpodobně bočně zploštělý jako u současných ptáků. Dobře je zachováno 13 horních (na předčelisti – pre-

maxille 4, na čelisti – maxille 9) a 11 drobných zoubků na spodní čelisti, které jsou stejně velké, s hladkým povrchem a se špičičce lehce skloněnou dozadu. Dalším závažným faktem je potvrzení již dříve (1964) předpokládané pohyblivosti (kinetismu) lebky, které umožňovalo skloubení některých lebečních kostí a tím omezené zvedání horní čelisti jako u dnešních ptáků. Postranní pohled na lebku odhaluje i formu přirozeného výlitku (jádra) mozkové dutiny, který je známý již u londýnského jedince, kde však lebka není zachována.

Zajímavé jsou téměř shodné znaky s kostrou berlínského jedince – krk je obdobně odkloněn dozadu v důsledku posmrtného stahu pravděpodobně vysušených šlach a stejně je i postavení (složení) pravého křídla – jde možná o obvyklou klidovou polohu. Některé odlišnosti v porcích na kostře jsou dány mladistvým stavem jedince a není nutno jim přikládat taxonomickou hodnotu. Vcelku lze znovu potvrdit teropodní charakter archeopteryxe (viz dále), který byl kromě letu zároveň, a možná převažující měrou, schopným a rychlým bipedním běžcem.

▣ Solnhofenský exemplář (obr. 24) Popsal ho P. Wellnhofer v r. 1988, jde zatím o největšího jedince z dosavadních deseti. Jde o jediný nález archeopteryxe v odlišném typu horniny, všechny předchozí objekty jsou uchovány na tvrdé kompaktní desce (místní odborný termín je flinz), zatímco tento je poprvé na rozhraní kompaktní desky s méně zpevněnou jílovitou horninou (místní odborný termín fäule v kamenickém žargonu znamená nevhodný typ neupotřebitelný pro další opracování, např. jako dlaždice), která tvoří pravidelný předěl v laminovaných přířích

solnhofenských deskovitých vápenců. To je příčina méně kvalitního zachování vyžadujícího specifické metody preparace a následného zpevnění drolivé kosterní tkáň lakem, které u ostatních exemplářů nebyly třeba. Neobvyklá je rovněž poloha jedince na levém boku – i zde je krční a ocasní páteř v důsledku stažení šlach značně odkloněna až na zádové obratle. Lebka je neúplná, zachovaná jen v přední části se zuby v obou čelistech, její délku lze odhadnout až na 65 mm. Počet obratlů ocasu je 23 jako u londýnského exempláře. Ramenní pletenec je zachován v původní poloze s dobře patrnými kostmi (lopatkou, kostí krkavčí a vidličnou). Překvapivě však není zachována kost prsní (sternum), která by se právě vzhledem k dospělému stavu jedince dala očekávat. Platí tedy již dříve vyslovená domněnka, že archeopteryx měl prsní kost chrupavčitou.

Andrzej Elzanowski v r. 2001 na základě rozboru rozdílných kosterních znaků na autopodiu nohy stanovil nový rod a druh – *Wellnhoferia grandis*. V utváření a počtu prstních článků u křídla, nohy a v kratším ocasu uvádí tyto specifické znaky: anatomicky 4. prst u nohy má jen čtyři prsní články (phalanges) se čtvrtým nejdelším, anatomicky 1. prst křídla má poslední prstní článek dlouhý jako jedna třetina délky prvního prstního článku, první a druhý prstní článek 3. prstu křídla jsou spojeny, druhý metatarzus je vpředu zúžen, zvíře má kratší ocas. Někteří badatelé vyslovili názor, že k této formě archeopteryxe patří i londýnský exemplář.

▣ Mnichovský exemplář (obr. 21) Původně exemplář Solnhofenského akciového spolku pochází ze série svrchních solnhofenských vrstev z lomu Langenalt-

heimer Haardt, tedy velmi blízko nálezů londýnského a maxberského jedince na ploše cca 0,5 km². V místním geologickém profilu o mocnosti kolem 15 m jsou oba předchozí v jeho podloží. Nález poměrně drobného jedince z r. 1992 popsal P. Wellhofer v r. 1993 jako nový druh *Archaeopteryx bavarica*. Dnes je uložen v Paleontologickém muzeu v Mnichově.

Otisky letek na křídlech jsou znát jako „stíny“ jen v šikmém osvětlení, zato jsou dokonale zachovány kosti pánve a končetin. Kosti lebky se při rozkladném procesu rozčlenily a rozptýlily kolem kostry – tento zdánlivý nedostatek však pomohl poznat až dosud neviditelné znaky – např. obě uvolněné větve spodní čelisti s úplnou řadou 12 drobných zoubků jednotného tvaru. Vůbec poprvé je možné vidět všechny kosterní elementy spodní čelisti, včetně tzv. Meckelova oválného otvoru a jeho kanálku (fenestra a canalis Meckeli) směřujícím dopředu až ke 2. zubu kosti zubní (dentale). Poprvé se rovněž na vnitřní straně spodní čelisti objevily tzv. mezizubní trojúhelníkovité destičky, typické pro většinu teropodních dinosaurů (např. *Allosaurus*).

▣ Osmý exemplář (9. nález, obr. 22e)

Jde pouze o část rozložené kostry s neúplnými křídly a nezřetelnou lebkou, bez známek opeření, existuje jen jedna deska bez protiotisku. Nález z r. 1990 u Daitingu v mörnsheimských vrstvách.

▣ Exemplář Ottman a Steil (obr. 22a–d)

Nalezen byl r. 2004 v jednom z nejstarších lomů Alter Steinberg/Solaberg východně od Solnhofenu, kde je těžba doložena již v 15. stol. Uložen v Müllerově muzeu v Solnhofenu jako zápůjčka. Jde o kostru

pravého, částečně rozčleněného křídla, bez známek opeření (přezdívkou nálezu kuřecí křídlo) – povrch pažní kosti nasvědčuje tomu, že jde o mladého jedince. Je zachována pouze část rozčleněné kostry – pravé křídlo s náznakem otisku několika letek, jednotlivé kosti vykazují značný posun v hornině způsobený mírným proudem, nikoli činností predátorů. Ani u tohoto jedince nejsou na pažní kosti vzduchové otvory (foramina pneumatica) a kost je vyplněna krystalickým kalcitem (podobně je tomu u většiny ostatních). Z toho lze opět usuzovat, že kosti archeopteryxe ještě nebyly pneumatizovány jako u dnešních ptáků, jinak by vzduchovými otvory pronikl jemný horninový kal. Pozn.: Nově otevřený lom proslul v nedávné minulosti i unikátním hromadným výskytem drobné lagunární ryby rodu *Leptolepides* (až 1 400 jedinců na jedné desce).

▣ Thermopolský exemplář (obr. 23)

(zatím poslední kosterní, resp. 11. nález) Byl nalezen r. 2001 na neznámém místě solnhofenské oblasti a vystaven poprvé v Senckenberském muzeu ve Frankfurtu nad Mohanem. V r. 2007 jej získalo Centrum dinosaurů v obci Thermopolis ve Wyomingu (Wyoming Dinosaur Center, USA). Jde o první exemplář archeopteryxe uložený mimo Evropu.

Téměř úplná kostra je v mnoha detailech velmi dobře zachována a dokládá znovu příslušnost k teropodům:

1) Utváření kostěného patra na lebce je při pohledu shora poprvé odhaleno v původní poloze, patrová kost (palatinum) má čtyři výběžky jako u teropodních dinosaurů (u moderních ptáků *Neornithes* jsou jen tři).

2) Poprvé jsou zde dobře viditelné obě kosti nártu – kost patní a hlezňová – ta vyčníhá širokým vzestupným výběžkem na spodním konci holenní kosti (jako u teropodních dinosaurů, např. u rodů *Microaptor* a *Sinornithosaurus*), u moderních ptáků *Neornithes* je to úzká tzv. pretibiální kost.

3) Na 2. prstu nohy je poprvé doloženo extrémní zaklonění (hyperextenze), které je typické pro teropodní skupinu *Deinonychosauria* a také pro rod *Rahonavis* ze svrchní křídly Madagaskaru. Tuto pozici vztyčeného prstu se srpovitým drápem umožňuje dorzálně protažená distální kladka prvního prstního článku tak, aby se srpovitý dráp mohl odklonit jako ochranná nebo útočná zbraň.

3) Tři zánártní (metatarzální) kosti jsou po celé délce nesrostlé a jejich vzájemné uspořádání vytváří tzv. arktometatarzální stav opět typický pro teropody (třetí – střední je proximálně značně zúžen a je zakryt bočními kostmi 2. a 4.).

4) Nově se také ukazuje, že anatomicky první prst není plně odvrácen (jde o první prst – vratiprst) jako u moderních ptáků, jak se až dosud předpokládalo. Z toho vyplývá, že nohy archeopteryxe ještě nebyly schopny uchopit větev tak jako nohy dnešních ptáků (zvláště při přistávání) a že archeopteryx tedy nebyl plně přizpůsoben

28 Rekonstrukce archeopteryxe

Archaeopteryx lithographica v suchomilném porostu araukárií, křovinatých sukulentních jehličnanů rodů *Brachyphyllum* a *Palaeocyparis* a kapradiny rodu *Cycadopteris*, které jsou doloženými rostlinnými druhy v oblasti litografických vápenců. Orig. P. Major



ke stromovému životu. Co se týče opeření, přináší thermopolský exemplář přesný počet 11 primárních letek, přičemž 11. je nejkratší a 4. nejdelší.

Znaky archeopteryxe odpovídají maniraptorním teropodům

▫ Jednoduché zoubky v alveolách čelisti (tékodontní typ chrupu) s mezizubními destičkami, současně mohla být vyvinuta prvotní podoba rohovinového zobáku.

▫ Dlouhý ocas vyztužený 20–23 ocasními obratli bez pygostylu (útvár na konci zkráceného ocasu, typický pro ptáky).

3) Jednoduchá žebra bez příčných (uncinálních) výběžků.

▫ Jsou vyvinuta břišní žebra (gastralia). Až do objevu sedmého jedince označovaného jako nový druh *A. bavarica* se zdálo, že prsní kost u archeopteryxe nebyla vyvinuta, nebo byla pouze chrupavčitá.

▫ Na kostře křídla nejsou kosti zápěstní a zápěstí ještě vzájemně sloučeny a redukovány a samostatné články 2., 3. a 4. prstu jsou zakončeny ostrými srpovitými drápy podobně jako prsty na nohou.

▫ Kostí zánártní a distální nártní nejsou dosud srostlé – typický ptačí tarzometatarsus ještě není vytvořen.

▫ Kostra odpovídá celkově typu drobných teropodních maniraptorů (obr. 26), což je skupina drobných dravých dinosaurů pohybujících se bipedně a používajících k lovu nezkrácené přední končetiny (viz dále).

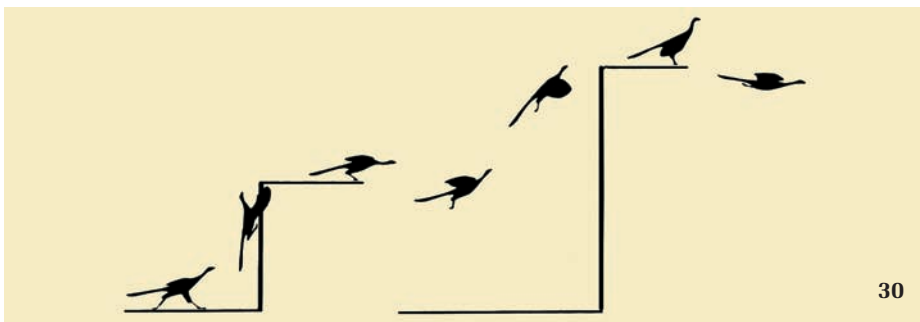
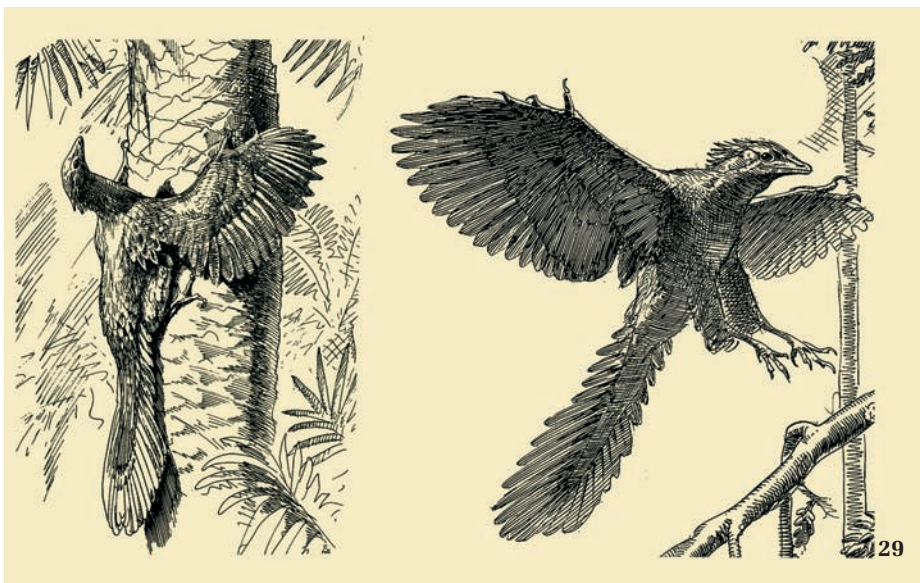
Zajímavé je, že ještě nedávno byly u archeopteryxe uváděny znaky, které měly svědčit o jeho příslušnosti k ptákům. Také v těchto případech se však nyní ukázalo, že jsou s maniraptorními teropody společné – přítomnost peří a jeho dokonalá struktura diferencovaná na typy běžné u ptáků, která je dobře známa a ostře kontrastuje s celkově starobyloou úrovní kostry (viz dále), sloučení obou kostí klíčních do kosti vidličné – přítomnost tibiotarzu – kosti nártu (hleznová a patní) spojené s kostí holenní.

Podrobný rozbor vlastností archeopteryxe udivuje kontrastem mezi dokonalostí peří prakticky na úrovni dnešních ptáků a celkově primitivní plazi kostrou. Také jeho svalové vybavení pro létání je poměrně skrovné a dovolovalo pouze nepříliš obratný způsob letu, který byl spíše plachtěním než silovým máváním. Navíc jeho ostré drápy na třech prstech křídel sloužily nepochoybně ke šplhání. Nesmírně složitá struktura peří (které již není výlučným znakem ptáků) proto nevznikla pod tlakem aerodynamických výhod při vývoji letu, šlo spíše obecně o tělní kryt různých účelů (péče o vejce na hnízdě, izolace, barevné signály, odpuzování vody apod.), který vznikl mnohem dříve a k létání byl využit teprve později jako preadaptace.

Přestože se archeopteryx v rámci maniraptorních teropodů odchýlil od počátečního vývoje ptáků, zůstává rekonstrukce jeho vlastností a způsobu života stále jediným vodítkem alespoň pro přibližný obraz nejstaršího ptáka na sklonku jury.

Po důkladné analýze dosavadních kosterních dokladů badatelé shrnuli vlastnosti archeopteryxe:

▫ rozpětí křídel 51–60 cm, celková nosná plocha křídel cca 500 cm²



▫ hmotnost 200–300 g (londýnský nález se odhaduje až na 468 g, ještě větší je eichstättský nález z r. 1987 popsany *A. Elzanowskím* jako nový rod *Wellnhoferia*)

▫ délka ocasu je 28–29 cm (Londýn), 20 cm (Berlín) a 18 cm (Mnichov, *A. bavarica*), plocha ocasu 170 cm² (Londýn) a 110 cm² (Berlín)

▫ délka per křídla 8,7 cm (Berlín), maximálně 15,6 cm (Londýn), délka primárních letek 13,0–13,5 cm.

Uchycení letek známé u dnešních ptáků *Neornithes* jako hrbolky na kostech křídla nejsou na žádné z koster křídla archeopteryxe patrné, spojení letek s kostrou zde tedy bylo volnější než u dnešních ptáků. Přestože je u archeopteryxe doložena tepelná izolace – peří, byla jeho termoregulace zhruba mezi hodnotami dnešních poikilotermních a homoiotermních obratlovců. Úroveň metabolismu byla zřejmě nižší než u moderních ptáků.

Způsob života archeopteryxe

O životě archeopteryxe byla vyslovena řada úvah, vždy v nich převládá buď stromový, nebo pozemní způsob. Dnešní názory se ustálily na závěru, že šlo o hbitého pozemního sběrače potravy s dobrými šplhavými vlastnostmi, který se do výšky dostával v ohrožení při útěku, při sběru potravy a snad i při hnízdění. Vlastní silou křídel (letem) dosahoval archeopteryx výšky jen obtížně. Na zemi se pohyboval spíše pomalu jako dnešní malí a střední kurovití, při běhu dosahoval rychlosti nejvýše 2 m za sekundu. Z vyšších poloh používal buď klouzavý, nebo poměrně rychlý aktivní let máváním, odhaduje se zhruba 6 mávnutí za sekundu, ke stabilitě letu přispíval oboustranně opeřený ocas vyztu-

žený asi 23 obratli bez pygostylu na konci. Vždy však šlo o let na krátké vzdálenosti a bez hbitých zákrutů. Vzhledově i způsobem letu archeopteryx připomínal samce malého bažanta. Určitě se nemohl pohybovat letem v korunách stromů a měl problémy s přistáváním jak ve větvích, tak na zemi. Při hmotnosti 250 g dosahoval minimální rychlosti kolem 8 m za sekundu, nebyl vybaven pro vytrvalý a energeticky náročnější pomalý let.

Archeopteryx – a spolu s ním prvotní ptáci na počátku vývoje – se živil při svém pohybu v araukáriových lesích (obr. 28) a v podrostu kapradin sběrem drobných členovců (zejména hmyzu), resp. jejich larvami. Mezi jeho nepřátele patřily příbuzné rody teropodů jako např. o něco větší rod *Compsognathus* – rychlý predátor doložený hojně ve svrchnojurských vápencích solnhofenské oblasti. Před útokem se archeopteryx zachraňoval rychlým šplháním po kmenech stromů. O způsobu rozmnožování či hnízdění panují bez veškerých bližších dokladů pouze teoretické úvahy, které připouštějí existenci hnízda a péči o mláďata v korunách stromů.

29 Šplhání a přistávání archeopteryxe podle M. Reichela (1977), upraveno
30 Chování archeopteryxe v ohrožení při útěku nebo na cestě do hnízda. Běh a následně šplhání do startovací zvýšené polohy např. z větví na stromech, krátký aktivní let do bezpečné vyšší polohy a následně přistání. V poslední době se prosazuje aktivita archeopteryxe spíše jako pozemního sběrače a rychlého běžce. Pobyt na stromech (arborikolie) se vyvinul až později. Upraveno podle A. Elzanowského (2002)