

## Pariplanation und Eluvium der Nordalbhochfläche

### Pariplanation and eluvium on the plateau of the Northern Franconian Alb

WOLFGANG SCHIRMER<sup>1</sup>

SCHIRMER, W. (2014): Pariplanation und Eluvium der Nordalbhochfläche. – Geologische Blätter für Nordost-Bayern, **64**: 181-194, 4 Abb., 2 Tab., Erlangen.

*»Was ungleich ist, soll eben,  
und was höckerig ist,  
soll gerade werden« (Jesaja 40: 4)*

**Kurzfassung.** Die Albhochfläche der Frankenalb zeigt neben höckerigem Karstrelief weiterhin sanfte Ebenheiten im Hochflächen- und flachen Hangbereich. Diese Einebnungen wurden vor allem im Eiszeitalter durch Solifluktuationsplanation und Kryoplanation bewirkt, in internen flachen Albbecken auch durch Äquiplanation. Als Spezialfall dieser Äquiplanation wird hier eine Pariplanation vorgestellt, bei der Dolomit-Karsthöcker und dazwischenliegende Karsthohlformfüllungen gemeinsam an ebener Oberfläche enden (lat. par, gleich, gleich hoch). Das Ergebnis der Pariplanation ist ein Niveaueausgleich bei Verfüllung der Karsthohlformen mit Löss und kryoturbater Vermengung des Lösses mit eluvialem Steininventar der Karstoberfläche. Eiszeitliche Windüberwehung formt Oberflächenglättung und Windkanter. – Menschliche Zutat der Einebnung andernorts auf der Alb ist die Agropianation.

Die Karsthohlformfüllungen enthalten ein reiches Inventar an Eluvia, Rückstände der Karbonatgesteinsauflösung und der Ausspülung von Dolomitgrus und Sandstein. Seit der Unterkreide entstanden auf der Nordalbhochfläche vier Eluvium-Generationen: Karbonatauflösung zur Zeit der Unterkreide (Eluvium 1), Sandsteinabtrag von der höheren Oberkreide

<sup>1</sup>ehemals Abt. Geologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

Postanschrift: D-91320 Wolkenstein 24 — schirmer@uni-duesseldorf.de

bis ins Tertiär (Eluvium 2), Karbonatauflösung des exhumierte Karstes im Tertiär (Eluvium 3), eiszeitliche Ausspülung von Sandstein und Dolomitgrus (Eluvium 4).

▪ **Schlüsselwörter:** *Pariplanation, Äquiplanation, Agroplanation, Eluvium, Löss, Karst, Terra fusca*

**Abstract.** The plateau of the Northern Franconian Alb exhibits craggy karst topography as well as widespread smooth planation surfaces on the plateau and in the upper drainage basins of dry valleys. These planations were preferably caused by solifluctional planation and cryoplanation. In internal basins of the Alb plateau equiplanation is present. Here in addition, a pariplanation is added as a special type of equiplanation, where both dolomite uprisings and karst-fill are topped by an even plain (lat. par, engl. equal). The karst cavities are filled by solifluctional loess cryoturbated with stones and boulders, which represent eluvium of the karst surface. The planation of the surface was caused by loess infill into the cavities and wind erosion, which also formed ventifacts. – Elsewhere on the Alb plateau a man-made act of planation, here called agroplanation, is smoothing and enlarging field areas.

The eluvial stone inventory can be traced back to four eluvial phases of the history of the Franconian Alb plateau since early Cretaceous: During Lower Cretaceous dissolution of the Upper Jurassic carbonate rocks resulted in eluvium 1 with chert, clay and quartz-free limonite. – During early Upper Cretaceous some hundred meters of marine and fluvial sand and minor clay were deposited on top of the subsiding carbonate plateau. During later Upper Cretaceous and Tertiary new tectonical uplift of the plateau caused disintegrating of the sandstone and Jurassic carbonate rocks below that resulted in eluvium 2 with quartzite, quartz-rich limonite and chert. – During Tertiary by continued unroofing, exhumation of the Jurassic carbonate rocks resulted in eluvium 3 with chert, clay, and ± quartz-bearing limonite. – During Quaternary, disintegration and removal of grusified dolomite, sandstone and sand under periglacial conditions resulted in eluvium 4 with chert and ± quartz-bearing limonite. Eluvium 1–4 can only be differentiated when preserved buried. In case of recent surficial eluvium it may be a mixture of all four or of the younger eluvia.

▪ **Keywords:** *pariplanation, equiplanation, agroplanation, eluvium, loess, karst, chromic cambisol*

## 1. Einführung

Die Albhochflächen über dem Karbonatgestein, ob horizontal oder leicht geneigt, leicht geschwungen, zeigen sich manchmal sehr eben. Das steht im Gegensatz zum Karstrelief freigelegter Karbonatgesteine, das sich durch höckeriges Aussehen auszeichnet. Also gab es Vorgänge, die das höckerige Karstrelief einebneten. Sehr wesentlichen Einfluss auf die Einebnung üben die sandig-pelitischen Decken auf der Albhochfläche aus. Sie bestehen bekanntlich aus Kreidesand und Kreideton, aus Karbonatgesteinsverwitterungslehm, wie Terra rossa und Terra fusca, und schließlich aus Löss und Lösslehm.

Wo noch sandig-tonige Kreidesedimente auf der Karbonathochfläche erhalten sind, haben diese das höckerige Karstrelief verfüllt und eine ebene Sandlandschaft darüber angelegt. Sie wurde dazu im Pleistozän nachträglich noch periglazial ge-

glättet. Nur sehr wenig Einebnung erlebt das Karsthöckerrelief durch den Karbonatgesteinsverwitterungslehm. Eher bewirkt er Abdichtung des Karstes durch tonige Plombierung der Karsthohlformen. Hohen Anteil an der Gestaltung der Ebenheiten hat der Löss. Dieser Löss liegt in vielen Fällen nicht mehr autochthon auf der Albhochfläche, sondern ist verflossen, verspült und sekundär verweht. Dabei gibt es verschiedene Formen:

1. Das Höckerkarstreliefs wird mit Löss durch Einwehung und Bodenfließen eben überdeckt. Hierbei stößt man unter der Solifluktsdecke des Lösses im Untergrund auf das höckerige Karstrelief. Dessen Mulden sind zusätzlich von Terrae calcis ausgekleidet. Die Solifluktsdecke aus Löss verhüllt dann alle älteren Flächenstrukturen. Das soliflukktiv geglättete Relief der Oberfläche entstand also durch Soliflukts-Planation. Dieser Vorgang hat das ältere Karsthöckerrelief, das Subplanationsrelief, begraben.

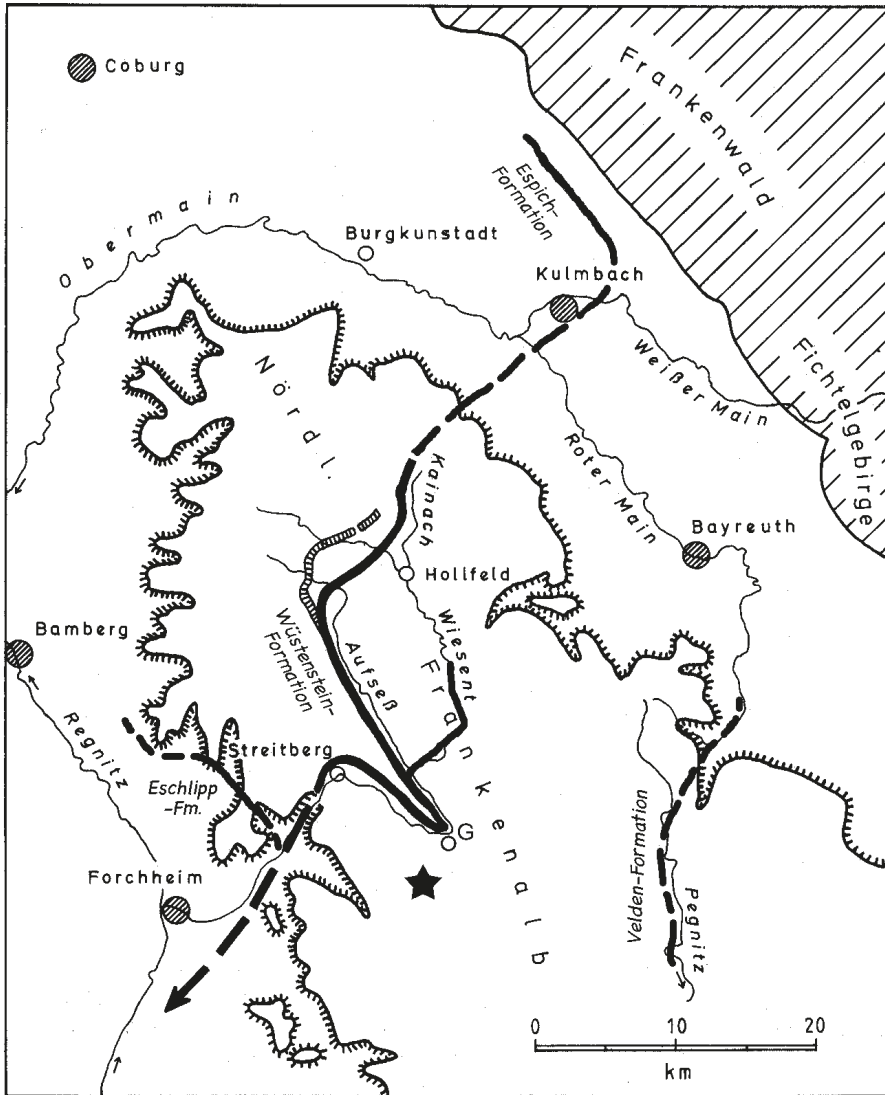
### Kasten 1

**Definition:** Pariplanation ist ein Fall von Einebnung auf horizontalen oder leicht geneigten Oberflächen. Ihr Charakteristikum ist, dass sie ein Kuppenrelief, das durch Lockergestein verfüllt ist, im Niveau der Kuppen ausgleicht. Kuppen und Füllung reichen etwa gleich hoch (lat. par) bis zur Einebnungsfläche hinauf.

Ursache kann nur eine sehr ruhige Morphodynamik sein. Denn die Steine in der Lockergesteinsfüllung der Hohlformen sind kryoturbar bewegt und an ihrer Oberseite windgeschliffen. Das sollte jüngstens im späten Glazial geschehen sein. Windschliffwirkung dürfte auch wesentlich zur Glättung der Oberfläche beigetragen haben.

Pariplanation steht der Äquiplanation (CAIRNES 1912a, b) am nächsten und ist vermutlich eine Subvariante von ihr.

2. Eine weitere Einebnungsform ist die Auffüllung des höckerigen Karstreliefs durch Löss gerade bis zur Oberfläche der Karbonatgesteinshöcker. Sie wird hier Pariplanation genannt: von par, lateinisch gleich, gleich hoch. Diese Planation begrenzt harte Karstköpfe und weiche Karstfüllungen in gleicher Ebene und behandelt harten und weichen Untergrund gleichermaßen (Kasten 1). Ein solcher Fall wird im Folgenden von der Hochfläche 3 km südwestlich von Gößweinstein beschrieben (Abb. 1).



**Abb. 1:** Umriss der Nördlichen Frankenalb mit der Bearbeitungsstelle Hartenreuth-Heiligenäcker (schwarzer Stern). G = Gößweinstein. Dicke Linien: Einstige Flusswege des Moenodanuvius mit dessen Espich-, Wüstenstein-, Eschlipp- und Velden-Formation.

**Fig. 1:** Outline of the Northern Franconian Alb with the location of Hartenreuth-Heiligenäcker (black star). G = Gößweinstein. Thick lines: Primeval river courses of the Moenodanuvius River with its Espich, Wüstenstein, Eschlipp and Velden Formations.



**Abb. 2:** Flur Heiligenäcker an leicht geneigtem Hang einer flachen Geländemulde auf der Hochfläche der Wiesentalb bei Hartenreuth südwestlich Gößweinstein mit dunklem Aushub der Grabungsschnitte. Foto: W. Schirmer 02.10.2008.

**Fig. 2:** Local place »Heiligenäcker« at a gentle slope of a flat internal hollow on top of the plateau of the Franconian Alb close to Hartenreuth southwest of Gößweinstein, with dark excavation waste of the pit. Photo: W. Schirmer 02.10.2008.

## 2. Das ebene Relief der Albhochfläche bei Hartenreuth (Pariplanations-Fläche)

### 2.1. Befund

Südlich von Hartenreuth, in der Flur Heiligenäcker, neigt die sehr ebene, nur ganz leicht bewegte Albhochfläche im Oberlauf einer breiten Trockentalfurche mit 5% zur Azimutrichtung 108° (Abb. 2).

Im September 2008 ließ die Kreisarchäologin des Landkreises Forchheim, Linda Spoletschnik, in dieser Flur zwei Grabungsschnitte von rund 15 Metern Länge, 80 cm Breite und 0,5 m Tiefe anlegen. SW-Ecke der Grabung: R 4050185, H 5511415. Die Geländehöhe liegt etwa um 510 m ü. NN. In den Schnitten (Abb. 3) war dicht unter der Oberfläche der höckerige Karbonatgesteinskarst angeschnitten.

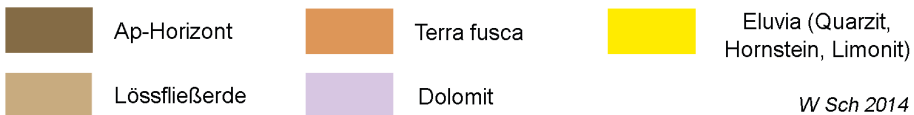
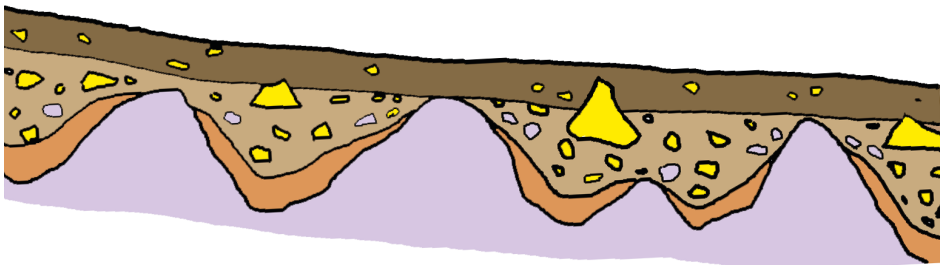


**Abb. 3:** Grabungsschnitt in der Flur Hartenreuth-Heiligenäcker. Schnittbreite: 80 cm. Grau: Lösslehm, orange: Terra fusca um weiße steinige Zentren aus Dolomit. Foto: W. Schirmer 02.10.2008.

**Fig. 3:** Excavation pit at the toponym Hartenreuth-Heiligenäcker. Width of the pit: 80 cm. Grey: loess loam, orange: chromic cambisol mantling light, stony dolomite uprisings. Photo: W. Schirmer 02.10.2008.

Die Kuppen bestanden aus Dolomitauftragungen mit rundlich verwitterten, stark angelösten Dolomitsteinen. Sie waren von orangebrauner toniger Terra fusca umhüllt. In die Senken zwischen den Kuppen legte sich Lösslehmfließerde mit eingearbeiteten Steinen und Blöcken von Quarzit, Limonit, Dolomit und Hornstein (Abb. 4). Der hier verwendete Begriff Hornstein ist identisch mit den Bezeichnungen Feuerstein, Flint, Silex oder Kieselkonkretion.

Alle Gesteine aus der Lössfließerde außer Dolomit wurden ausgelesen, vermessen und analysiert (Tab. 1). An 77 Gesteinen beteiligte sich Quarzit mit 44%, Hornstein mit 31% und Limonit mit 25%. Der Limonit setzte sich aus 19% sandführendem Limonit und 6% sandfreiem Limonit zusammen. Der Dolomit wurde nicht mitgezählt, da er aus den Dolomitauftragungen und aus dem Untergrund mit in die



**Abb. 4:** Schematischer Schnitt der Grabungssituation Hartenreuth-Heiligenäcker auf der Wiesentalb. Er zeigt das Bild der Pariplanationsfläche, an der Hartgesteinsköpfe (Dolomit) wie Karstfüllung eben enden.

**Fig. 4:** Schematic cross section of the excavation area Hartenreuth-Heiligenäcker on top of the Wiesentalb. It shows the situation called pariplanation plane, where the plane is delimiting hardrock heads and karst-fill between them.

Fließerdedecke hinein verschleppt wurde. Nach der Karte von MEYER (1972) gehört der Dolomit dem Weißjura  $\epsilon$  (Oberes Kimmeridgium) an; das ist die Torleite-Formation nach NIEBUHR & PÜRNER (2014).

Der Quarzit ist hellgelb bis weiß, feinkörnig bis feinkiesig. Die Ränder der Blöcke und Steine sind rot, rostbraun und schwarz verwittert oder mit glattem, braunem Gesteinslack überzogen (Eisen-Mangan-Ton-Überzug, auch »Wüstenlack« genannt). Größere Stücke zeigten an der Oberseite zum Teil deutlichen Windschliff (5 von 34 Quarziten; eines davon war als Dreikanter ausgebildet). Das beweist, dass sie anthropogen nicht bewegt wurden.

	Quarzit	Hornstein	Limonit, sandhaltig	Limonit, sandfrei	gesamt
Anzahl	34	24	14	5	77
Anzahl %	44	31	18	7	100
Mittl. Größe	15,1	9,5	5,8	5	11
Max. Größe	55	18	12	8	55

**Tabelle 1:** Analyse der Eluvialgesteine in der Grabung Hartenreuth-Heiligenäcker/Nördliche Frankenalb.

**Table 1:** Analysis of the eluvial rocks of the excavation pit Hartenreuth-Heiligenäcker/Northern Franconian Alb.

Der Hornstein ist feinkörnig bis dicht, grau bis weiß, selten rötlich, hat häufig Hohlräume von ausgelösten Fossilien. Ein 18 cm großes Stück zeigt auch oberseitigen Windschliff.

Der Limonit tritt in zweierlei Varianten auf: Am häufigsten vertreten sind mit 75% Limonitkrusten aus Kreidesandstein, zum Teil grobsandige bis feinkiesigen Varietäten, zum Teil mit anhängenden Sandsteinresten, bzw. Übergängen zu Sandstein. Der zweite Typ (25% des Limonitanteils) ist oft konzentrisch lagiger quarzfreier Limonit, reiner Rückstand der Karbonatgesteins-Verwitterung.

## 2.2. Eluvium

Hornsteine auf der Alb sind neben den Terrae calcis verbreitete Rückstände der Karbonatauflösung. Ihr Bildungsort ist der Weißjura-Dolomit oder -kalkstein. Sie treten darin häufig als Reihen kieseliger Konkretionen auf. Ein weiterer Auflösungsrückstand ist auch der sandfreie Limonit, der sein Eisen vornehmlich aus Pyrit im Karbonatgestein bezog und sich in Karsthohlformen niederschlug. Ehemals wurden auf der Alb solche Brauneisenerze, »Alberze«, abgebaut (BOGL 1936: 327).

Beim Quarzit handelt es sich um verkieselte Anteile der sandigen Oberkreidedecke auf der Alb. Im hier beschriebenen Gebiet dürfte es sich um die sandige Verschüttung vom östlichen Böhmischem Land her, vor allem durch die Roding- und

Hessenreuth-Formation, handeln (NIEBUHR et al. 2009). Größere Blöcke dieses Quarzits werden auf der Alb als **Kallmünzer** bezeichnet, die in der näheren und weiteren Umgebung von Hartenreuth reichlich vorkommen – eine Quarzitblock-Anhäufung, von der bereits GÜMBEL (1891: 451) berichtet.

Der sandige Limonit entstammt ebenfalls dem Oberkreide-Sandstein, meist als fossile Grundwasserbildung.

Alle genannten Gesteine stellen Eluvium dar, also Reliktgesteine ehemaliger Karbonatgesteinsauflösung und Dolomitvergrusung, beziehungsweise Relikte des Zerfalls und der Abspülung einstiger die Alb bedeckenden Gesteine der Oberkreidezeit.

Hornsteine, Terrae calcis und sandfreier Limonit bezeugen, dass über der heutigen Karbonatgesteinsoberfläche (Weißjura  $\epsilon$ ) ein ehemals mächtiger oberjurassischer Karbonatgesteinsstapel folgte, der aufgelöst worden ist. Teile von ihm finden sich heute noch 3 km östlich im Waidacher Forst weit vollständiger erhalten (siehe Karte in MEYER 1972).

Quarzit und sandiger Limonit zeugen von einer einstigen oberkretazischen sandigen Eindeckung dieses Gebietes, wie sie ebenfalls in der östlich anschließenden Albulde, zum Beispiel im Veldensteiner Forst, noch gut erhalten ist.

### 3. Der Vorgang der Einebnung auf der Albhochfläche

#### 3.1. Wechsel von Aufschüttung, Einebnung und Abtragung unter Bildung von Eluvium (Tab. 2)

1. Eluvium-Generation: Die Auflösung des Karbonatgesteinsstapels hat bereits in der Landzeit der Unterkreide begonnen. Die jurassische Karbonatplatte wurde dabei wesentlich dezimiert. Es bildete sich im Karbonatgestein ein Karsthöckerrelief, das stellenweise auch Turmkarst hinterließ (CRAMER 1928: 263, PFEFFER 1986: 72). Den Rückstand der Karbonatgesteinsauflösung, der sich am Boden der Auflösung sammelte, bildeten kieselige Hornsteine, Limonit und Terrae calcis. Sie bilden die 1. Eluvium-Generation auf der Albhochfläche.

Oberkretazische Verschüttung: Die oberkretazische Überflutung und die fluviatile Verschüttung durch die sandige Roding- und Hessenreuth-Formationen fanden demnach schon diese 1. Lage eluvialer Auflösungsrelikte des Oberjuras vor. Marine Überflutung und fluviatile Überschüttung haben die Eluvialdecke hier beseitigt und dort zugedeckt; inwieweit bei dieser Transgression Einebnungen entstanden sind, ist bisher schwer zu belegen (BURGER 1982: 105, PFEFFER 1986: 72, 2000: 112, PETEREK 2008: 23, SCHIRMER 2009: 12).

Mit dem Abschluss der fluviatilen klastischen Eindeckung der Alb von der Böhmisches Masse her dürfte die damalige Albulde eine erste ausgeprägte Ebenheit ihrer Oberfläche erfahren haben, auf der sich frühestens in der späten Kreidezeit das



ausgedehnte Flusssystem des Moenodanuvius ausbreitete (SCHIRMER 2014a und Abb. 1). In dieser Zeit hohen Grundwasserstandes in der sandbedeckten Alb dürften auch wesentliche Limonitlagen als Go-Horizonte in den klastischen Gesteinen der Kreide entstanden sein, die heute als verhärtete Eluvia die Albhochfläche bedecken. Ferner bildeten sich innerhalb der Sanddecke lokale Einkieselungen als Quarzitknollen und -lagen (MENCKHOFF et al. 2012: 164), die Kallmünzer. Auch die Verkarstung des begrabenen Karbonatgesteins schritt unter der Oberkreidebedeckung zu gewissem Grad subterran fort (KÖHLER 1903).

Chronostratigraphie	Sedimentärer Zyklus	Bildung von Eluvium
Holozän ab Atlantikum	Agroplanation	
Quartär	Neosedimentation von Löss, Bodenbewegungen unter Kryoplanation, Solifluktsplanation und Pariplanation	Abtrag und Durchmischung älterer Eluvium-Generationen
	Mechanische Ausräumung von Sandstein, Sand und Dolomitgrus	4. Eluvium-Generation: Hornstein, ±sandiger Limonit
Tertiär	Gesteigerte Fortbildung der Karbonatgesteinsauflösung und Dolomitvergrusung bei Wiederfreilegung der Karstoberfläche	3. Eluvium-Generation: Hornstein, Terrae calcis, ±sandiger Limonit
Tertiär bis Oberkreide	Durch Hebung der Alb fluvialer Abtrag der Kreidesedimente und des Dolomitgruses und älterer Sedimente	2. Eluvium-Generation: Quarzit, bevorzugt sandiger Limonit, Hornstein
Oberkreide	Neosedimentation von Sandstein und Ton unter abschließender fluvialer Planation	
Unterkreide	Karbonatgesteinsauflösung, Dolomitvergrusung	1. Eluvium-Generation: Hornstein, Terrae calcis, sandfreier Limonit
Oberjura	Karbonatsedimentation	

**Tabelle 2:** Zeitschema von Sedimentation, Verwitterung und Abtrag auf der Alb

**Table 2:** Chronostratigraphical listing of sedimentation, weathering and unroofing in the Northern Franconian Alb

2. Eluvium-Generation: Ab später Oberkreide wurde dann die Sanddecke, in der sich Quarzit und Limonit gebildet hatten, teilweise abgespült. Das gilt besonders für die tektonisch hochgebogenen Flanken der Albmulde, die südwestliche und die nordöstliche, die bis heute fast gänzlich von der Sanddecke befreit wurden. SCHIRMER (1984: 70, 2014a) belegte, dass diese Abspülung schon zur Zeit der Ablagerung der Eschlipp-, Wüstenstein- und Velden-Formation der Moenodanuvius-Gruppe (Abb. 1) sehr fortgeschritten war; das sollte zeitlich im Oligo-/Miozän gewesen sein. Die härtesten Anteile in der Oberkreidedecke, die Quarzitknollen aller

Größen und die sandigen Limoniteinkrustungen blieben dabei als Eluvia zurück. Quarzite und quarzreiche Limonite bilden also die 2. Eluvium-Generation auf der Albhochfläche.

In den Bereichen der Ausräumung der oberkretazischen klastischen Decke wurde die Oberfläche unterkretazischer Karbonatauflösung wieder freigelegt. Die Karbonatlösung konnte erneut einsetzen. Das geschah unter anderem auch an dem hier betrachteten Hang in der Flur Hartenreuth-Heiligenacker. In deren weiterem Umkreis vermerkt MÜLLER (1959) Sandgruben, in denen der oberkretazische Sand noch erhalten geblieben war.

Jetzt lagen theoretisch auf der wieder freigelegten Karsthöckeroberfläche die Gesteinsrelikte der ersten und 2. Eluvium-Generation beieinander — vorausgesetzt, dass von der 1. Eluvium-Generation noch Hartgesteinsrelikte den kretazischen Transgressions- und Abspüfungsgeschehen entgangen waren.

Eluvium-Generation

Die nun wieder einsetzende Auflösung der freigelegten Karsthöckeroberfläche erzeugte weitere Relikte der Karbonatlösung, kieselige, tonige und limonitische, also Hornsteine, Terrae calcis und  $\pm$  sandfreien Limonit. Die neu freigelegten Hornsteine sind natürlich von den früheren nicht unterscheidbar. Die Terra fusca, die sich um die Dolomithöcker legt (Abb. 3 und 4), ist sicher dieser neuen Verkarstung zuzurechnen.

Die neue Limonitgeneration aus der Verkarstung müsste eigentlich primär auch sandfrei sein. Da der Limonitniederschlag aber in Trichtern und Fugen des Karbonatgesteins entsteht, konnten sich jetzt, postkretazisch, auch Sandrelikte in diese Karstformen mit eingemischt haben. Somit gibt es vermutlich sowohl sandfreien wie auch sandführenden Limonit in dieser 3. Eluvium-Generation. Diese beiden Typen sind auch im Hartenreuther Gesteinsinventar überliefert (Tab. 1).

### 3.2. Bodenfließen und Lösseinwehung im Eiszeitalter

Die bewegte Karsthöckeroberfläche mit der 3. Eluvium-Generation erlebt erst viel später, im Eiszeitalter, ab etwa zweieinhalb Millionen Jahren vor heute, eine neue Geschichte. Im humiden Klima des Eiszeitalters findet starke mechanische Ausräumung des vergrusten Dolomits der Oberfläche statt (SCHIRMER 2013, POROS et al. 2013). Dabei mischt sich eine 4. Eluvium-Generation, nämlich die Hornsteine aus dem Dolomitgrus, mit der auf der damaligen Gruslandschaft aufliegenden 3. Eluvium-Generation zu einem weiteren zeitlich nicht auflösbaren Eluvium. Der größte Teil dieses Eluviums wird natürlich dem periglazialen und fluviatilen Prozess einverleibt, abtransportiert, und damit dem lokal verbliebenen Eluvium entzogen.

Zusätzlich erlebt die Karsthöckeroberfläche jetzt Lösseinwehung, dazu Bodenfließen (Solifluktion), Bodenmischung an Ort und Stelle durch vertikale Durchmischung (Solimixtion) und turbulente Bodenbewegung (Kryoturbation). Diese Staubeinwehung im Wechsel mit Fließ- und Bewegungsvorgängen erzeugt zusam-

men mit sandstrahlartiger Auswehung der Flächen eine erneute Einebnung der Albhochflächen. Bei Lössüberdeckung der Karsthöckeroberfläche wäre dies eine Soliflukts-Planation. Im Hartenreuther Falle deckt die Einebnungsfläche die Karsthöcker und die Füllung der Karsthohlformen dazwischen gerade eben ab. Karstköpfe und Füllung berühren gemeinsam die Oberflächenebene (Abb. 4), daher Pariplanation.

### 3.3. Äquiplanation und Pariplanation

Die Einebnung zeigt in Hartenreuth drei Hauptmerkmale:

- Die Einebnung streicht gerade über die Karsthöckerköpfe und über die Füllung der dazwischen liegenden Hohlformen.
- Die Füllung der Hohlformen besteht aus Lösslehm und Steinen.
- Die Steine (2-6,3 cm Ø) und Blöcke bis 55 cm Größe sind regellos in die Lösslehmfüllungen eingemischt, also nicht darin sortiert, etwa schwer unten, leicht oben. Es gibt auch keinen Hinweis auf hangabwärts gerichtetes Bodenfließen. Es ist also anzunehmen, dass in den Kesselfüllungen zwischen den Karstköpfen Kryoturbation die weiche klastische Füllung durchbewegt hat. Größere Blöcke zeigen Windkanterformen, die, sofern noch in situ angetroffen, nach oben zeigten. Diese Steine oder Blöcke in den Füllungen sind also nach dem Windschliffereignis nicht noch einmal kryoturbat bewegt, auch nicht anthropogen gestört worden.

Die Frage, ob die ebene Fläche vorher einmal eine Soliflukts-Planationsfläche war, also früher einmal höher von Löss überdeckt war, und dann auf das heutige Niveau erniedrigt wurde, lässt sich nicht ablesen. In jedem Falle hat die heutige Planationsfläche bereits zur späten Eiszeit bestanden. Denn die unregelmäßige und zum Teil hohe Lage der Blöcke in den Hohlformen bezeugt Kryoturbation, und die Windschliffe bezeugen kahle, eiszeitlich überwehte Landoberfläche. Die Planationsfläche ist also das Ergebnis des letzten Aktes der Einebnung, wie sie heute vorliegt.

Diese Art der Einebnung fällt unter den genetischen Begriff der **Äquiplanation** im Sinne von CAIRNES (1912a, b) (engl. equiplanation) als Planation ohne wesentliche Materialzufuhr in das interne Albhochflächen-Muldensystem hinein und Abfuhr aus ihm heraus. Sie findet in einem Internrelief der Albhochfläche statt, das keinen großen Abzug in die Talsysteme aufweist, die die Alb spärlich durchziehen und reichlich umziehen. Da die Äquiplanation ein weites Feld verschiedener Spielarten von Vorgängen umfasst, möchte ich den vorliegenden Fall als **Pariplanation** benennen, von lat. par, gleich, gleich hoch. Im beschriebenen Fall grenzen die harten Dolomitzköpfe und weichen Füllungen in etwa gleicher Höhe gerade an die Planationsfläche. Pariplanation stellt also ein als klares Bild zu beschreibendes Ergebnis der ansonsten prozessbetonten Äquiplanation dar.

Diese seit der letzten Eiszeit im Wesentlichen ruhende Fläche mit geringer Ausgleichsbewegung zwischen Karstkuppen und Karstfüllungen wäre bei stärkerem flächenhaftem Abtrag hoch anfällig dafür, dass das kuppige Karstrelief dicht unter der Pariplanationsfläche, herausmodelliert würde.

Sicherlich tritt andernorts auf der Albhochfläche noch eine gewisse Einebnung durch Aktionen der Flurbereinigung der 70er Jahre. Während der wurden Ackerterrassen entfernt, zahlreiche Riffköpfe, die aus den Feldern ragten, im Volksmund sogenannte Knöcke (SCHIRMER 2014b), abgetragen und mit ihrem Material Wege angelegt und Dolinen verfüllt. Ich nenne diesen Vorgang **Agroplanation**. Im besprochenen Aufschluss gibt es davon keine Spuren, zumal hier noch Windkanter in situ bis zum humosen Oberboden der Oberfläche hochragten.

MÜLLER (1959: 26) kartiert auf der Geologischen Karte Blatt Ebermannstadt den Hang der Heiligenäcker als Oberkreide-Sandstein. Er glaubt, dass »Reste kretazischer Sedimente besonders« dort zu vermuten sind, wo »Dolomithöcker weit auseinander treten und sich größere landwirtschaftliche Nutzflächen ausdehnen, in denen auch Lesesteine von anstehendem Jurauntergrund fehlen.« Er sieht es also als eine Gesetzmäßigkeit an, dass Ebenheiten durch Kreidesedimente bedingt sind. Das kann vorkommen, ist aber keine Regel. Tatsächlich liegt hier ein durch Lösslehm und eiszeitliche Bodenbewegung und Windwirkung geglätteter Hang in der Dolomithöckerlandschaft vor.

## 4. Ergebnis

Am Ende der oberkretazischen Sandverschüttung der Alb wird eine Einebnung der Hochflächen angenommen, auf der sich das Flusssystem des Moenodanuvius ausbreitete (SCHIRMER 2014a: 101).

PFEFFER (2000: 116) konstruiert in der Pegnitzalb drei ehemalige Niveaus tertiärer Flächenbildung ausgehend von flachen Sätteln zwischen Karbonatgesteinskuppen im Wasserscheidenbereich von Trockentalsystemen. Sie liegen in 570, 540 und 500 m üb. NN. Diese seien reliktsch erhalten.

Davon losgelöst betrachtet der vorliegende Text geglättete Oberflächen der heutigen Nordalb, geglättet zu horizontalen oder leicht geneigten Hangformen. Diese Planationen erweisen sich weitgehend als im Eiszeitalter entstanden. Daran beteiligen sich Kryoplanation, Solifluktsions-Planation und die hier beschriebene Pariplanation.

Die Pariplanationsfläche ist eine ebene Fläche, mit der eine verkarstete Dolomithöckeroberfläche aus Karsthöckern und Karsthohlformfüllungen nach oben endet. Die Karsthohlformfüllungen bestehen aus Lössfließerde und Steinen aller Größen von Quarzit, Hornstein und Limonit. Die Steine stellen Eluvium dar. Diese Eluvia sind das Ergebnis verschiedener Eluvialperioden der Albhochfläche seit der Unterkreide. Deren Geschichte ist unter Ziff. 3.1 und 3.2 kurz umrissen (Tab. 2).

Dabei durchlief die Albhochfläche einen Wechsel von Auflösung, Abtragung und Neusedimentation. Vier Auflösungsperioden – zwei der Karbonatgesteinsauflösung, und zwei der Abspülung von Sandstein und Dolomitgrus – erzeugten vier Eluvium-Generationen. Sofern die Eluvia fossil, also begraben erhalten sind, sind sie den einzelnen Generationen zeitlich zuordenbar. Bleiben sie jedoch an der heutigen Oberfläche zurück, sind sie theoretisch ein Gemisch aller vier Generationen. Das gilt auch für die hier beschriebene Lokalität Hartenreuth-Heiligenacker.

Der Begriff Pariplanation ist ein vorzugsweise beschreibender. Karsthöcker und Karsthohlformverfüllungen dazwischen bilden eine ebene Oberfläche. Das vorfundene Bild der Pariplanation ist ein Ergebnis von Verfüllung der Karsthohlformen mit Löss und kryptoturbater Vermengung des Lösses mit eluvialem Steininventar der Karstoberfläche, zusätzlich starker eiszeitlicher Windüberwehung mit Glättung. Diese Pariplanation stammt jüngstens aus dem späten letzten Glazial (seit 18 ka vor heute).

Das Phänomen der Pariplanation existiert neben anderen Formen der Hangglättung an anderen Hangdispositionen, der Solifluktuationsplanation und Kryoplanation. Diese drei Planationen nehmen auf der sandfreien Albhochfläche sicherlich große Flächen ein. Sie treten vornehmlich innerhalb der morphodynamisch ruhigeren Hochflächen und Hangformen im Einzugsgebiet der zahlreichen Trockentalmulden auf.

Zu diesen drei eiszeitlichen Einebnungsprozessen tritt noch in junger Zeit die anthropogene Agroplanation. Sie dient der Vereinfachung der landwirtschaftlichen Bearbeitung durch große Geräte auf großen möglichst ebenen Flächen. Die Agroplanation zerstört natürlich das verbliebene Kleinrelief, das die Albhochfläche so typisch prägt und sie dem Wanderer so beliebt macht.

## 5. Dank

ERMELINDA SPOLETSCHNIK gilt mein herzlichen Dank für die Einladung zur Befundaufnahme an den Grabungsschnitten Hartenreuth.

## 6. Literatur

- BOGL (1936): Bayerisches Oberbergamt, Geologische Landesuntersuchung [Hrsg.]: Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns. 2: Franken, Oberpfalz und Schwaben nördlich der Donau. – 511 S., 1 Krt, 62 Abb., 25 Taf., 2 Krttaf. (mit Nachträgen zum Bd. 1), München.
- BURGER, D. (1982): Zur Dolomitverwitterung der Fränkischen Alb. – Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde, Reihe A, 17: 105-109. München.

- CAIRNES, D. D. (1912a): Differential erosion and equiplanation in portions of Yukon and Alaska. – *Bulletin of the Geological Society of America*, **23** (3): 333-348.
- CAIRNES, D. D. (1912b) Some suggested new physiographic terms. – *American Journal of Science*, **34**: 75-87.
- GÜMBEL, C. W. VON (1891): Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjurra) mit dem anstoßenden fränkischen Keupergebiete. 763 S., 6 Krt.; Kassel (Fischer).
- KOHLER, E. (1903): Die Amberger Erzlagerstätten. – *Geognostische Jahreshefte*, **15**, 1902, München.
- MENCKHOFF, K., GRIEBEL, S. & TIETZ, G. (2012): Zur Geologie und Schichtenfolge im Veldensteiner Forst mit dem Schwerpunkt der Bildung und Verfestigung kretazischer Sedimente (NO-Bayern). – *Geologische Blätter für Nordost-Bayern*, **62**: 153-179; Erlangen.
- MEYER, R. K. F. (1972): Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits (Malm). 1. Teil: Nördliche Frankenalb. – *Erlanger Geologische Abhandlungen*, **91**: 28 S., Taf. 1-5; Erlangen.
- MÜLLER, K. W. (1959), mit einem Beitrag von K. BRUNNACKER: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000 Blatt Nr. 6233 Ebermannstadt. – 58 S. und geol. Karte; München.
- NIEBUHR, B. & PÜRNER, T. (2014): Plattenkalk und Frankendolomit – Lithostratigraphie der Weißjura-Gruppe der Frankenalb (außeralpiner Oberjura, Bayern). – *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, **83**: 5-71, Hannover.
- NIEBUHR, B., PÜRNER, T. & WILMSEN, M. (2009): Lithostratigraphie der außeralpinen Kreide Bayerns. – *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, **65**: 7-58.
- PFEFFER, K.-H. (1986): Das Karstgebiet der nördlichen Frankenalb zwischen Pegnitz und Vils. – *Zeitschrift für Geomorphologie*, N. F. Supplement-Band **59**: 67-85, 1 Krt., Berlin.
- PFEFFER, K.-H. (2000): Zur Entstehung der Oberflächenformen der nördlichen Frankenalb. – *Bamberger Geographische Schriften, Sonderfolge* **6**: 109-125.
- POROS, Z., MACHEL, H.G., MINDSZENTY, A. & MOLNÁR, F. (2013): Cryogenic powderization of Triassic dolostones in the Buda Hills, Hungary. – *International Journal of Earth Sciences*, **102** (5): 1513-1539.
- SCHIRMER, W. (1984): Moenodanuvius und Aufseß. – *Hollfelder Blätter*, **9** (4): 67-74; Hollfeld.
- SCHIRMER, W. (2013): Dolomitfelsen und Dolomitverwitterung. – *Die Fränkische Schweiz*, 2013 (3): 16-21, Ebermannstadt.
- SCHIRMER, W. (2014a): Moenodanuvius — Flussweg quer durch Franken. – *Natur und Mensch*, 2013: 89-146, Nürnberg.
- SCHIRMER, W. (2014b): Knöckla, Knock und Kelten. – *Die Fränkische Schweiz*, 2014 (3): 19-23, Ebermannstadt.