

## **Tiefreichende Erdfälle im Buntsandstein der Windleite als schutzwürdiger geologischer Aufschluß (Kreis Sondershausen, Thüringen)**

MICHAEL BRUST, Sondershausen und MANFRED KUPETZ, Sielow

### **1. Einleitung**

Natur- und Landschaftsschutz haben in den meisten Fällen die Bewahrung von in ihrer Existenz bedrohten Tieren und Pflanzen (Fauna und Flora) sowie ihrer Lebensräume (Standorte und Biotope) zum Ziel. Nur relativ selten sind dagegen geologische Aufschlüsse als Naturdenkmale geschützt. Ein Beispiel dafür sind die hier behandelten "Erdfälle im Bendelebener Holz" bei Sondershausen. Mit dem Beschluß Nr. 162-24/58 des Rates des Kreises Sondershausen (als seinerzeit zuständiger Behörde) wurden sie 1958 zum Naturdenkmal erklärt. Nach Inkrafttreten des Vorläufigen Thüringer Naturschutzgesetzes wurde der Status des Naturdenkmals übernommen und fortgeschrieben.

Anfang 1977 wurden große Teile der östlichen Windleite zum (militärischen) Sperrgebiet erklärt. Ein Betreten des Erdfallgebietes war damit ausgeschlossen. Heute gehört es zum erweiterten militärischen Sicherheitsbereich der Bundeswehr, und ein Betreten des Gebietes mit Erlaubnis der zuständigen Dienststelle ist wieder möglich.

Durch Schüler des IRMISCH - Gymnasiums Sondershausen unter Leitung ihres Lehrers Jörg EGGERT wurde 1991/92 in Zusammenarbeit mit dem Standortältesten des Verteidigungskreiscommandos 712 ein kulturgeschichtlich - naturkundlicher Lehrpfad in diesem Gebiet angelegt. Der 14 km lange Ringweg beginnt östlich des Schersenteiches an der Landstraße Sondershausen - Badra (Einweihung 05.06.1992). Er berührt u.a. auch die Erdfallgruppe im Bendelebener Holz, so daß aus diesem Anlaß dort eine Erläuterungstafel aufgestellt worden ist. Im Zusammenhang mit der Ausarbeitung des Tafeltextes wurde einer der Autoren (M. BRUST) im Oktober 1991 durch die Untere Naturschutzbehörde ersucht zu klären, ob in den letzten Jahren Veränderungen an den Erdfällen stattgefunden haben und welcher geowissenschaftliche Kenntnisstand gegenwärtig vorliegt. Darüber hinaus besteht ein Interesse daran, den Schutzstatus des Naturdenkmals im Kontext eines möglichen Biosphärenreservates Südharz/Kyffhäuser (vgl. BRUST, KNOLLE & KUPETZ 1991; VLADI 1991) zu aktualisieren. Da bis heute eine eingehende Darstellung der Erdfallgruppe im Bendelebener Holz fehlt, soll dies im vorliegenden Artikel erfolgen.

### **2. Karstgeologisches und karstmorphologisches Umfeld**

Die Zechstein- und Triaslandschaft Nordthüringens wird durch mehrere großflächige, ihrem morphogenetischen Charakter nach unterschiedliche Karstgebiete geprägt. Im Norden liegt das klassische Gebiet des Sulfatkarstes des südlichen Harzvorlandes sowie der westlichen und südlichen Abdachung des Kyffhäusers (STOLBERG 1926, BIESE 1931, GÜNTHER 1971,

KUPETZ & BRUST 1993, u.a.). Es wird gebildet durch einen etwa 2 - 5 km breiten, sich W - E bis NW - SE erstreckenden Ausbiß von vorwiegend Gips- und Anhydritgesteinen des Zechstein. Das Gebiet gehört in vegetationskundlicher, faunistischer, geomorphologischer und karstgenetischer Hinsicht zu den traditionell am intensivsten untersuchten Karstlandschaften Mitteldeutschlands.

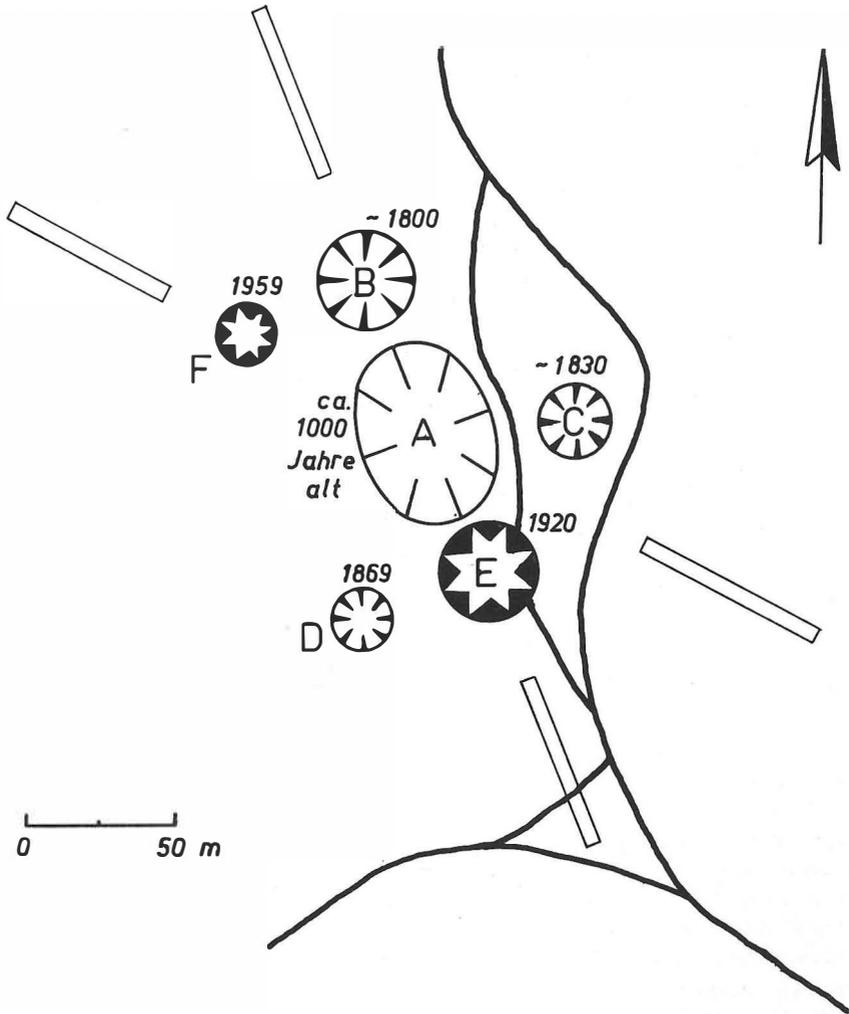


Abb. 1: Die Erdfälle im Bendelebener Holz, Situation im Oktober 1991

Nach Süden schließt sich das Thüringer Becken an. Sein Rand besteht aus klastischen Festgesteinen des Buntsandstein (Untere Trias). Er prägt das Landschaftsbild im Eichsfeld, auf der Windleite und der Finne. Unterlagert wird der Buntsandstein durch die salinaren Folgen des Zechstein, bestehend aus Kalksteinen, Anhydrit (untergeordnet auch Gips) sowie Stein- und Kalisalzen. Unter der Buntsandsteinbedeckung sind der Anhydrit bzw. Gips, vor allem aber die Salzgesteine großflächig verkarstet (Subrosion).

Südlich des Buntsandstein setzt sich das Thüringer Becken als flach nach Süden einfallende Mulde fort. Sie besteht aus Kalksteinen des Oberen, Mittleren und Unteren Muschelkalk (Mittlere Trias). Bei etwa 400 m NN hat sich hier ein plateauartiges Kalkkarstgebiet mit einer Ausdehnung von rund 500 km<sup>2</sup> entwickelt.

Auf relativ kleinem Raum existieren in Nordthüringen dementsprechend drei sehr unterschiedliche Karsttypen nebeneinander:

1. nackter und wenig bedeckter Gipskarst (Sulfatkarst) im Zechsteinaustrich des Harzsüdrandes und der Kyffhäuserumrandung,
2. bedeckter Gips- und/oder Salzkart im Zechsteinsalinar unter mächtiger Buntsandsteinbedeckung sowie
3. nackter und wenig bedeckter Kalkkarst im Muschelkalk des Thüringer Beckens.

Zu dem unter 2. genannten Karsttyp gehören die Bereiche, in denen der Buntsandstein bewaldete Höhenzüge bildet (Harzvorberge, östliche (Buntsandstein-) Hainleite, Windleite u. a.), aber auch ausgedehnte Niederungsgebiete (Helme - Unstrut - Niederung: "Goldene Aue", Frankenhäuser Tal u. a.). Die unterschiedliche morphologische Wirksamkeit des Buntsandstein liegt in den Subrosionsprozessen begründet, die in den ihn unterlagernden Zechsteinfolgen stattfinden.

Die flächenhafte Auslaugung der sehr leicht wasserlöslichen Stein- und Kalisalze führte zur Bildung der Niederungsgebiete. Ausgehend vom Zechsteinaustrich am Harzsüdrand drangen sie langsam, aber kontinuierlich nach Süden vor. Belegt werden die langzeitlichen Auslaugungsprozesse durch die tertiären Sedimentablagerungen in der Umrandung des Kyffhäusers und die relativ mächtigen, quartären Sedimente in den Niederungsgebieten. Hinweise auf die noch immer ablaufenden Auslaugungen sind die Existenz von abflußlosen Senken und Riedgebieten sowie Erdfällen und Solquellen. Eine Zusammenfassung der älteren Literatur zu diesem Problemkreis gibt MÜCKE (1959).

Die Subrosion von Gips und Anhydrit hat seltener flächenhafte Absenkungen als viel eher kleinräumige Senkungsprozesse verbunden mit Erdfallbildungen zur Folge. Dabei spielt es eine wichtige Rolle, daß wasserwegsame tektonische Brüche die hydrologische Verbindung von der Erdoberfläche durch die überdeckenden Schichten hindurch herstellen und dadurch die Subrosion erst ermöglichen.

Diese beiden Idealbilder sind vereinfachte Darstellungen der in der Natur sehr viel komplizierteren geologischen und hydrologischen Randbedingungen und Einflüsse. Außerdem existieren zwischen beiden Entwicklungen mannigfaltige Übergänge. Die oben beschriebene Modellvorstellung arbeitete erstmals WEBER (1930) in seiner systematischen Gliederung der Auslaugungserscheinungen mit Bezug auf ihr Verhältnis zur Erdoberfläche heraus. WEBER unterscheidet:

I : reguläre Auslaugung - erfolgt auf Sattelflanken vom Tagesausstrich her und schreitet in Fallrichtung der Schichten fort, und

II: irreguläre Auslaugung - erfolgt innerhalb intakter Lagerungsverhältnisse durch Wasserzutritt von Störungs- und Zerrüttungszonen aus.

JANKOWSKI (1964) stellt darüberhinaus in seiner geologischen Darstellung der Tertiärbecken des südöstlichen Harzvorlandes die Verbindung zwischen dem Auslaugungssubstrat im Untergrund und der Größe bzw. Art der sich an der Erdoberfläche bildenden Einsenkungsform her. Bezogen auf die Ab- und Auslaugungsvorgänge des Salinars unterscheidet JANKOWSKI für die Lagerungsverhältnisse der Tertiärbecken einen Halittyp, einen Sulfattyp und einen Halit-Sulfattyp. Der Halittyp entsteht durch die Auslaugung von Steinsalz und charakterisiert relativ großräumige Becken (km - Bereich) mit gleichmäßiger, ruhiger Einsenkung (Beispiel: Tertiärbecken von Riestedt). Der Sulfattyp bildet sich durch die Subrosion von Anhydrit und Gips. Diese Becken sind relativ kleinräumig (100 m - Bereich) und durch die Sedimentation in dolinen- oder erdfallartigen Teilbecken gekennzeichnet (Beispiel: Tertiärbecken von Helbra-Benndorf).

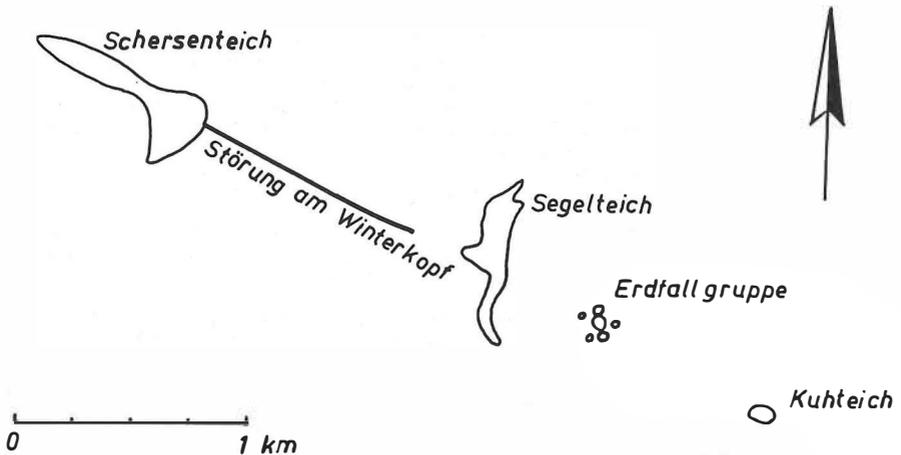


Abb. 2: Subrosionserscheinungen im Streichen der Störung am Winterkopf (Grundlage DOCKTER 1961); Lage der isolierten Holozänvorkommen am Schersenteich, Segelteich (See) und Kuhnteich zu Erdfallgruppe im Bendelebener Forst

### 3. Die Erdfälle im Bendelebener Holz

#### 3.1. Zur Lokalität

Nordöstlich der Kreisstadt Sondershausen in Thüringen liegt der Gutsforst Bendeleben. Er bedeckt nahezu den gesamten östlichen Ausläufer der Windleite (TK 1 : 25 000 Sondershausen 2673, Königl. Preuß. Landesaufnahme 1903. Herausgegeben 1905). Im sogenannten Brandholz, unweit des Segelteiches (ca. 0,5 km westsüdwestlich des Mittelberges), befindet sich das in Rede stehende Erdfallgebiet. Es liegt wenige Meter nördlich eines markanten Gedenksteines am Fahrweg in Richtung Kuhteich/Bendeleben und ist am besten durch das Müllertal ab Landstraße Sondershausen - Badra zu erreichen. Seit Juni 1992 ist an der Erdfallgruppe eine Erläuterungstafel aufgestellt.

Einer der Verfasser (M. BRUST) hatte erstmals am 25. Dezember 1976 die Gelegenheit zu einer Befahrung der Erdfälle. Die in Abbildung 1 wiedergegebene Aufnahme der Geländesituation erfolgte am 28. März 1992. Zwei erneute Besichtigungen fanden am 5. Juni und 8. August 1992 statt.

### 3.2. Historisches

Die Erdfälle im Bendelebener Holz werden in der Literatur vergleichsweise häufig erwähnt. Dennoch beschränken sich weitergehende Aussagen oft auf allgemeine und dem Eindruck nach ohne Quellenangabe zitierte Feststellungen. Für das Verständnis der weiteren Ausführungen sind zwei Veröffentlichungen von besonderer Bedeutung, so daß sie auszugsweise wiedergegeben werden sollen. In der Tageszeitung "Der Deutsche" vom 01.11.1920 schreibt ein unbekannter Autor (A.A. 1920):

"Der große Erdfall im Bendelebener Wald, am 15. August entstanden, ist jetzt wissenschaftlich untersucht worden. Es galt die Erforschung einer großen Höhle, die sich unter einem Schlot von 8 Meter Durchmesser und 75 Meter Tiefe gebildet hatte. Die technische Vorbereitung war von der Bendelebener Gutsherrschaft mustergültig getroffen. Außer dem Legationsrat von Krause gingen Dr. Berg, der Leiter des Heimatmuseums Frankenhausen, Dr. Albrecht, Direktor vom Kaliwerk "Günthershall", Baumeister Reichenbach aus Frankenhausen und Bankier Bohnert am schwanken Seil in die Tiefe. Das wissenschaftliche Ergebnis ist die Feststellung, daß sich über dem Stein- und Kalisalzländchen ein Gipshut wölbt, der an vielen Stellen durch die lösende Kraft der Tageswässer zerstört wird. So bilden sich Höhlen, über denen die hangenden Gesteinsmassen zu Bruch gehen. So wurde denn auch - zum ersten Mal durch den Augenschein festgestellt, daß eine große, nun ausgefüllte Höhle im Gips den Erdfall ausgelöst hatte. ..."

Es sei angemerkt, daß Dr. Alfred BERG ein geologisch ambitionierter Gymnasiallehrer und mit Höhlen und Karst vertraut war. Er verfaßte zum Beispiel die bis heute umfangreichste Beschreibung der Barbarossahöhle (BERG 1924). Dr. Arthur SCHMIDT veröffentlichte in der derselben Zeitung am 27.11.1920 folgendes:

"Ein Erdfall von bedeutenden Ausmaßen wurde verschiedene Male in dieser Zeitung erwähnt. Es ist der im August 1920 im Bendeleber Forst entstandene, der unser besonderes heimatkundliches Interesse verdient. Etwa 400 m südlich des Jagdhäuschens am Segelteich gelangt man in ein Gebiet, das sich durch eine Reihe 25 - 30 m tiefer Trichter auszeichnet. Ich zählte deren drei. Daß diese zu verschiedenen Zeiten entstanden sind, läßt sich unschwer erkennen. Die beiden ältesten links und rechts des Weges sind im Meßtischblatt „Sondershausen“ bereits eingetragen. Die südliche Wand des westlich liegenden ist der Erosion anheim gefallen. Die Hangformen haben sich etwas ausgeglichen und Buchenstämme von bedeutendem Umfang kennzeichnen den Einbruch als den ältesten. Der zweite liegt jenseits des Weges. Die wohlerhaltene Trichterform, der steile Hang und der jüngere Buchenbestand bestimmen sein Alter. Gehen wir den eingeschlagenen Weg weiter, so kommen wir bald rechter Hand zum jüngsten Einbruch. Hinter diesem in südwestlicher Richtung liegt ein weiteres Senkungsgebiet, das um 1870 eingebrochen sein soll. .... Der jüngste Erdfall zeigte sich Mitte Oktober als ein ca. 5 qm großes Loch. Seine Wände gingen nach dem Erdinnern zu glockenförmig auseinander, verengten sich aber in einer Tiefe von ca. 30 m, um sich erneut zu einem größeren Hohlraum zu erweitern. ..."

In den topographischen Karten 1:25 000 (Sondershausen, 2673; Königl. Preuß. Landesaufnahme 1903, herausgegeben 1905 und Sondershausen - O, 1103-44; Ministerium des Innern, Stand der Unterlagen 1985) ist die Erdfallgruppe auf Grund des Maßstabes nur symbolhaft dargestellt. Die topographische Karte 1:10 000, Ausgabe für die Volkswirtschaft (Badra 1103-442; Ministerium des Innern, Stand der Unterlagen 1985) verzeichnet fünf Erdfälle in nicht ganz korrekten Lage- und Größenverhältnissen, wobei die Bearbeiter den Erdfall A wohl nicht als solchen erkannt haben. Als geologischer Aufschluß finden die Erdfälle ganz allgemeine Erwähnung in den Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der ersten (ECK 1884) und zweiten (DOCKTER 1963) Auflage sowie bei FULDA (1935). Etwas nähere Angaben zu den geologischen Verhältnissen macht nur SCHMIDT (1920). Zur Erdfallgenese äußern sich FULDA (1931), CRAMER (1941) und HUNDT (1951). Ausgewertet werden sie in den Abschnitten 3.5.2. und 3.5.4. Im Beschluß über die Erklärung zum Naturdenkmal (A. A. 1958) sind die Angaben zur Lokalität nur ungenau; auch nennt der begründende Text nur zwei Erdfälle.

Eine Recherche in den einschlägigen Archiven wurde durch die Verfasser nicht angestrengt. Bei der Bekanntheit der Erdfälle und der sprichwörtlichen Genauigkeit der bergbehördlichen Überwachung ist jedoch anzunehmen, daß zeitgenössische Bestandsaufnahmen erfolgt sind.

### 3.3. Beschreibung der Erdfälle

Die Erdfälle im Bendelebener Holz bilden eine Gruppe von sechs unmittelbar benachbarten Einzelobjekten auf der relativ kleinen Fläche von etwa einem Hektar. Sie liegen in der in Abb. 1 dargestellten Anordnung auf einem bewaldeten Südhang zwischen 300 und 310 m NN. Für die detaillierte Beschreibung werden die Erdfälle einzeln mit Großbuchstaben von A bis F bezeichnet. Ihre wichtigsten morphologischen Eigenschaften sind in Tab.1 zusammengestellt. Die Benennung beginnt bei den älteren schon stärker eingeebneten und endet bei den jüngeren noch steilwandig erhaltenen. Sollten im Laufe der Zeit weitere Erdfälle neu entstehen, läßt sich die Benennung logisch fortsetzen.

Wegen des Nachbrechens der Wandungen tritt bei Erdfällen allgemein mit zunehmendem Alter eine Verebnung ein. Daraus läßt sich zwanglos eine relativzeitliche Einteilung (Altersfolge) in einen älteren (A), drei mittlere (B, C und D) sowie zwei jüngere (E und F) ableiten. Bei den fünf jüngeren Erdfällen verhalten sich Durchmesser zu Tiefe wie annähernd 1 : 0,5. Davon weicht nur der flachmuldige, elliptische Erdfall A ab. Von einem ungeübten Betrachter kann er leicht übersehen werden. Mit seinem Rand berührt er fast unmittelbar seine Nachbarn B und E. Eine wesentliche Veränderung der Geländesituation war 1992 im Vergleich zu 1977 nicht zu beobachten. Lediglich an den Steilwänden von E (Abb. 3) und F dürfte es geringfügige Nachbrüche gegeben haben.

Tabelle 1 : Einzelbeschreibung der Erdfälle im Bendelebener Forst; bei den Größenangaben handelt es sich um gerundete Meßwerte.

Bezeichnung	Größe (m)	Tiefe (m)	Form	Böschungsausbildung	relatives Alter
A	65 x 30	5	elliptisch	schüsselförmige Mulde	alt
B	30 x 30	15	kreisrund	trichterförmig	mittel
C	25 x 25	12	kreisrund	trichterförmig	mittel
D	20 x 20	10	kreisrund	trichterförmig	mittel
E	30 x 30	15	kreisrund	steilwandig	jung
F	20 x 20	10	kreisrund	steilwandig	jung

### 3.4. Alter der Erdfälle

In Verbindung mit dem nach dem morphologischen Erhaltungszustand eingestufenen relativen Alter erlaubt die Auswertung des heimatkundlichen Schrifttums die Ableitung der genauen Altersfolge der sechs Erdfälle. Für drei konnten exakte Daten für ihr Niedergehen ermittelt werden. Das Ergebnis faßt Tabelle 2 zusammen.

Tabelle 2: Alter der Erdfälle im Bendelebener Forst

Bezeichnung	Alter des Erdfalls
A	nicht genau bekannt; einige Hundert Jahre
B	etwa um 1800 gefallen
C	etwa um 1840 gefallen
D	gefallen 1869 nach ECK (1894)
E	gefallen am 15.08.1920 (A.A. 1920)
F	Mitte Mai 1959 (KRAUSE, frndl. mdl. Mitt.) oder Anfang Juli 1959 (LANGE 1959)

Der jüngste Erdfall (F) ist nach LANGE (1959) Anfang Juli 1959 gefallen (Abbildung 2). Laut Befragungen, die Herr Jörg EGGERT, Sondershausen, im Zusammenhang mit der Anlage des bereitserwähnten Lehrpfades vorgenommen hat, soll er bereits Mitte Mai 1959 entstanden sein. Diese Angabe bestätigte Herr Horst KRAUSE, Sondershausen (mündliche Mitteilung vom 15. Juni 1992). Sein inzwischen verstorbener Vater war damals im betreffenden Revier als Forstmeister tätig. Er konnte sich erinnern, daß der Erdfall kurz nach seiner Entstehung einen Durchmesser von 5 bis 6 m und eine Tiefe von 8 bis 10 m hatte.

Ein weiterer Erdfall ist am 15. August 1920 niedergegangen (A.A. 1920). Seine Besonderheit besteht in der nichtalltäglichen Tiefe. Die oben zitierte Befahrungsbeschreibung kann als hinreichender Beweis dafür angesehen werden, daß der Erdfall tatsächlich eine Tiefe von 75 m hatte und nicht etwa eine journalistisch überhöhte Darstellung vorliegt. BECKER spricht fünf Jahre später (1925) von einem 80 m tiefen Einbruchsschacht. Da sich nicht nachvollziehen läßt, wie BECKER zu dieser Zahl gekommen ist, sollte die Tiefe von 75 m als die nachweisbare Bestand haben. PAUL (1940) beschreibt den 1920er Erdfall noch einmal, bezieht sich dabei aber anscheinend auf die Ausführungen von SCHMIDT.

Bei dem Erdfall von 1920 handelt es sich um den zweitjüngsten und mit E (Abb. 3) bezeichneten. Dafür sprechen sein Durchmesser und seine Steilwandigkeit, vor allem jedoch die Tatsache, daß er deutlich erkennbar einen alten Forstweg schneidet. Dieser Weg ist auf der topographischen Karte 1:25 000 von 1905 noch in seinem ursprünglichen Verlauf eingezeichnet. Das Meßtischblatt von 1934 dagegen zeigt bereits die heutige Situation.

Zu den übrigen Erdfällen liegen nur noch lückenhafte Informationen vor. ECK (1884) erwähnt die Erdfälle "im Gebiete des Bunten Sandsteins in der Gegend des Segel-Teiches nordwestlich von Bendeleben ..., von denen der eine erst 1869 entstanden ist". Er fügt aber keine weiteren Angaben zu Anzahl, Alter und Abmessungen hinzu. Nach SCHMIDT (1920) soll auch schon "um 1870" einer der Erdfälle im Bendelebener Holz gefallen sein. Beide Jahreszahlen beziehen sich wahrscheinlich auf ein und dasselbe Ereignis.

Durch logische Kombination lassen sich jedoch das Ereignis von 1869 räumlich zuordnen und gleichzeitig zwei weitere Erdfälle ungefähr datieren. Wegen ihrer gesicherten Datierung kommen E und F nicht mehr in Betracht. A ist auf Grund seiner fortgeschrittenen Einebnung mit Sicherheit der älteste aller Erdfälle und entfällt ebenfalls. Damit bleiben B, C und D übrig. Bereits in Tabelle 1 wurden sie bezüglich des relativen Alters gemeinsam in ein "mittleres

Alter" eingestuft, da es nach ihrem heutigen Erhaltungszustand nicht mehr möglich ist, zwischen den Dreien weitere Unterteilungen vorzunehmen. Hier erlaubt jedoch die bereits oben zitierte Beschreibung von SCHMIDT (1920) eine weitere zeitliche Auflösung des Geschehens. Bei genauem Lesen seines Textes wird deutlich, daß SCHMIDT von Norden nach Süden laufend die einzelnen Erdfälle als drei "Trichter" beschreibt und den neuen von 1920 als vierten und jüngsten anfügt. Den Erdfall A hat er nicht als solchen erkannt oder wenigstens nicht mitgerechnet.

Nach der Beschreibung von SCHMIDT (Zitat s. Abschnitt 3.2.) liegt westlich des Weges der älteste Erdfall, bewachsen mit Buchenstämmen von "bedeutendem Umfang". Nehmen wir ein damaliges Baumalter von ca. 70 Jahren an, so ergibt sich für diesen Erdfall (B) eine Entstehungszeit etwa um das Jahr 1800. "Jenseits des Weges", also östlich desselben, liegt der nächstjüngere Erdfall (C) mit "jüngeren Buchenbestand". Unter der Annahme, diese Bäume seien ca. 40 Jahre alt gewesen, leitet sich eine Einbruchzeit etwa um das Jahr 1830 ab. "Gehen wir den eingeschlagenen Weg weiter, so kommen wir bald rechterhand zum jüngsten Einbruch." Gemeint ist hiermit der Erdfall "E" von 1920. "Hinter diesem in südwestlicher Richtung liegt ein weiteres Senkungsgebiet, das um 1870 eingebrochen sein soll." Dieses ist demnach Erdfall "D".

Der älteste Erdfall (A) läßt sich nicht datieren. Selbst unter der Annahme, daß er "sehr viel älter" als die anderen mit 73 bzw. etwa 134 Jahren ist, dürfte ein Alter von mehr als 1000 Jahre vor heute unrealistisch sein. Die Altersbestimmung "mehrere Hundert Jahre" charakterisiert die Situation sicher am besten.

### **3.5. Die geologische Position der Erdfälle**

#### **3.5.1. Die Lage des Salzspiegel**

Südlich des Kyffhäusergebirges hat sich bei etwa -170 m NN, das entspricht etwa 300 m unter Gelände bei 130 m NN, durch Ablaugung ein Salzspiegel entwickelt. Die Folge davon war die Ausbildung des Frankenhäuser Tals als abflußlose Senke. Fast modellhaft klar kommt diese Situation im Randprofil des Blattes Bad Frankenhausen der geologischen Karte zum Ausdruck (SCHRIEL & BÜLOW 1925). In westnordwestlicher Richtung läuft das Frankenhäuser Tal spitzwinklig ("pflaumenkernartig") aus. Nach Westen schließt sich an das Tal (Bad Frankenhausen etwa 130 m NN, Rottleben noch etwa 140 m NN, Bendeleben etwa 160 m NN) die Buntsandsteinhainleite in Form ihres nördlichen Vorläufers der Windleite an. Im betrachteten Bereich erreicht der Buntsandsteinrücken am Winterkopf eine Höhe von 351 m NN und überragt das Frankenhäuser Tal damit um ca. 200 m ! In dieser orographischen Position liegen die Erdfälle im Bendelebener Holz. Mit einer Einbruchtiefe von 75 m entspricht ihr tiefster beobachteter Punkt einem Niveau von etwa 230 m NN.

Von Bad Frankenhausen aus nach Westen steigt der Salzspiegel generell an. Nach den Randprofilen der geologischen Karten (Blätter Frankenhausen und Sondershausen) und der angetroffenen Salinaroberkante in den Bohrungen Thüringen Nord 19 mit -154,70 m sowie Thüringen Nord 20 mit -87,60 m NN (DOCKTER 1963) ist ersichtlich, daß der Salzspiegel nicht horizontal liegt, sondern geneigt ist. Das heißt, es liegt eigentlich ein Salzhang vor. Im Gebiet der Erdfallgruppe hat der Salzspiegel etwa ein Niveau von -100 m NN und die Grenze der Salinarverbreitung verläuft dicht nördlich von ihr.

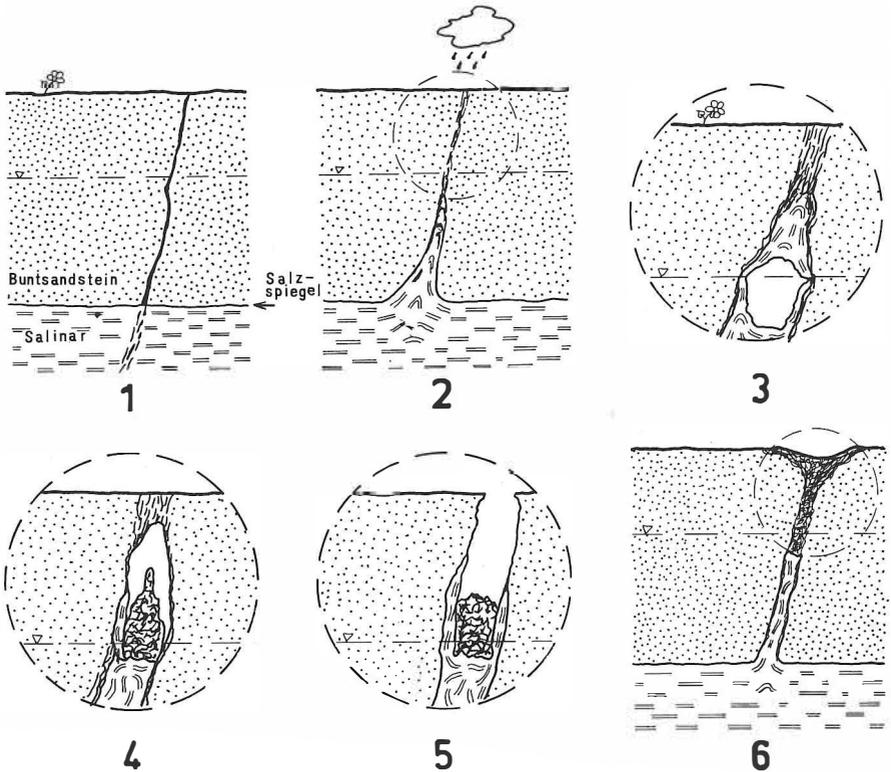


Abb. 3: Erdfallgenese im Bundelebener Forst (schematisch, unmaßstäblich)

- 1 - Anlage der tektonischen Störung
- 2 - Öffnung der Störung, Salzaufpressung und vertikaler Wasserzutritt
- 3 - Hohlraumbildung
- 4 - "Hochbrechen" des Hohlraumes
- 5 - Erdabfallbildung im engeren Sinne
- 6 - Verebnung

### 3.5.2. Ausbildung und Mächtigkeit des Buntsandsteinprofils

Das Schichtenprofil in der Umgebung der Erdfälle umfaßt den Unteren und Teile des Mittleren Buntsandsteins. Aus dem oben Gesagten resultiert eine ungefähre Gesamtmächtigkeit des Buntsandsteins von 400 m. Der Untere Buntsandstein baut sich aus der Übergangsfolge ("Bröckelschiefer"), der Unteren Folge (tonige Sandsteine und sandige Tonsteine) und der Oberen Folge (Sandstein - Tonstein - Wechselfolge) auf. Darüber schließt sich der Mittlere Buntsandstein, am Ort der Erdfälle der Volpriehausen - Folge, an. Sie beginnt mit einem 17 - 23 m mächtigen Basissandstein, über dem als Rotweiße Wechselfolge erneut eine Sandstein - Tonstein - Wechselfolge erscheint.

Vergleicht man dieses Profil mit der Beschreibung des Erdfalles E von SCHMIDT (1920) und dem geologischen Kartenbild, so läßt sich zwanglos ableiten, daß die Verengung des Erdfalls in einer Tiefe von ca. 30 m dem Horizont des relativ festen Basissandsteins entspricht. Für die Mächtigkeitsbetrachtung ergeben sich daraus ca. 350 m für den gesamten Unteren und ca. 50 m für den unvollständig erfaßten Mittleren (Volpriehausen - Folge) Buntsandstein.

In geologisch vergleichbarer Position liegt etwa 3,1 km südöstlich der Erdfälle die Bohrung Thüringen Nord 19. Sie hat 369,35 m Unteren (gesamtes Profil) und 69,05 m Oberen Buntsandstein (unvollständiges Profil) durchteuft, so daß die vorstehende Schätzung plausibel erscheint. Abgesehen von unbedeutenden Karbonatgehalten (meist Dolomit) im Unteren Buntsandstein enthält die Schichtenfolge kein verkarstungsfähiges Gestein (DOCKTER 1963). Unterlagert wird der Buntsandstein durch das Zechsteinsalinar. In noch subsosiv unbeeinflusster Form wurde es etwa 1,6 km südsüdwestlich der Erdfälle angetroffen und mit einer Mächtigkeit von 207,2 m nicht durchteuft (Tab.3). Wie weit die Subrosion das Profil reduziert hat, kann nicht beurteilt werden. In der Vergleichsbohrung Thüringen Nord 19 ist der Profilabschnitt oberhalb des Hauptanhydrits ausgelagert und auf 14,50 m Einsturz- und Residualbrekzie reduziert.

Tabelle 3: Zechsteinsalinar in der Bohrung Thüringen Nord 20 (DOCKTER 1963)

Stratigraphische Bezeichnung	Symbol	Mächtigkeit [m]
- Oberste Zechsteinletten	T4r	8,55 m
- Grenzanhydrit	A4r	0,05 m
- Allersteinsalz	Na4	17,20 m
- Pegmatitanhydrit	A4	0,70 m
- Roter Salzton	T4	16,10 m
- Leinsteinsalz	Na3	62,20 m
- Hauptanhydrit	A3	37,80 m
- Grauer Salzton	T3	39,60 m
- Kaliflöz Staßfurt u. Staßfurtsteinsalz	Na2	>25,00 m

### 3.5.3. Tektonische Position

Die markante örtliche Häufung von sechs großen und tiefen Erdfällen auf kleinstem Raum rechtfertigt die Annahme, daß zwischen ihnen ein genetischer Zusammenhang besteht. Die Betrachtung im Grundriß läßt eine Orientierung der Erdfälle B, A und E in NNW - SSE - Richtung erkennen, die durch die Asymmetrie von A besonders unterstrichen wird. Im geologischen Kartenbild (Blatt Sondershausen) ist darüber hinaus die Lage der Erdfallgruppe ca. 800 m in SE - Verlängerung einer 1 km langen NW - SE - streichenden Bruchstörung im Buntsandstein des Winterkopfes auffällig (Abb. 4). Auf die mögliche Fortsetzung der Störung bis in den Bereich der Erdfälle weist das gegensätzliche Einfallen der Buntsandsteinschichten unmittelbar hin.

Damit liegt die Erdfallgruppe des Bendelebener Holzes im Schnittpunkt zweier Lineationen, einer NNW - SSE - streichenden und einer WNW - ESE - streichenden (Abbildung 1). Die WNW - ESE - Richtung ist mit Sicherheit eine Störung (Ruptur) im Buntsandsteindeckgebirge. Sie ist eine Parallelstörung zu der etwa 4 km südwestlich verlaufenden Wippertalstörung, die ihrerseits wiederum die nordwestliche Fortsetzung der Finnestörung darstellt (HOPPE 1957). Die NNW - SSE Richtung ist lediglich eine Erdfallreihung, die einen richtungsgleich verlaufenden Hohlraumbildungsprozeß in der Tiefe nachzeichnet. Obwohl diese Richtung bei der bruchtektonischen Analyse der benachbarten Kalilagerstätte Sondershausen keine Rolle spielt (NACHSEL & FRANZ 1983), wird die Richtung hier als lokale Bruchstörung interpretiert. Denkbar ist zum Beispiel eine Fiederspalte zur Winterkopfstörung.

### 3.5.4. Genetische Interpretation

Als verkarstungsfähige Gesteine kommen im vorliegenden Beispiel nur die Salze bzw. Anhydrite des Zechsteins in Frage. Im Normalfall wird wegen der besseren Löslichkeit zunächst das Salzgestein aufgelöst. Sofern diese Auflösung flächenhaft erfolgt, geschieht das im Bereich des Salzspiegels, und es ist in aller Regel eine flächenhafte Absenkung die Folge. Erdfallbildung verlangt jedoch eine lokal begrenzte Gesteinsauflösung verbunden mit Hohlraumbildung (Abb. 5-3). Die örtliche Begrenzung ist hier durch die vertikale Wasserführung entlang des Störungskreuzes gegeben (Abb. 5-1). Das Nachbrechen der Decken und Wände führt dann zu einem, an der Oberfläche vorerst nicht erkennbaren, allmählichen "Emporwachsen" des Hohlraumes (Abb. 5-4). Es bildet sich unterirdisch ein glockenförmiger Raum, dessen Volumen von der Menge des aufgelösten Gesteins abhängig ist und der schließlich bis zur Erdoberfläche durchbricht (Abb. 5-5). Der ursprünglich vorhandene unterirdische Raum wird dabei mehr oder weniger verfüllt, und es bilden sich an der Oberfläche zunächst schachtförmige, später trichter- bis schüsselartige Formen, die zunehmend verebnen (Abb. 5-6). Die oben zitierte Beschreibung von SCHMIDT (1920) gibt davon ein anschauliches Bild.

Im Sinne von WEBER (1930) handelt es sich bei den Bendelebener Erdfällen daher um Erscheinungen der irregulären Auslaugung. Vor dem Hintergrund der extremen Tiefenlage des Subrosionsniveaus (Salzspiegel) ist diese genetische Deutung allein jedoch nicht schlüssig. Das hydrographische Niveau der Frankenhäuser Senke liegt bei ca. 130 - 150 m NN. Die Grundwasserleiter der Windleite sind im Buntsandstein und dort nicht tiefer als 200 m NN anzutreffen (vgl. DOCKTER 1963). Das heißt, die das Zechsteinsalinar auflösenden Salzwässer müßten innerhalb der Buntsandstein-Überdeckung um einen Betrag von etwa 250 - 300 m auf natürliche Weise aufsteigen. Eine Sole würde vielmehr auf Grund ihrer höheren Dichte gegenüber Wasser über dem vorhandenen Salzgestein liegen und damit die weitere Auslaugung verhindern. Das sehr langsame Abfließen von Solen über weiträumige Bewegungen verbunden mit Verdünnungsprozessen und Dichteänderungen infolge von Temperaturdifferenzen ist möglicherweise noch zu erklären (für Prozesse der regulären Auslaugung). Nicht plausibel ist aber ein derartiger Soleaustausch für ein sehr lokales Erdfallgeschehen.

Die Erdfälle im Bendelebener Forst werden von FULDA (1931) als Beispiel für den Einsturz von Hohlräumen in sehr großer Tiefe angeführt. Er nimmt an, daß sie durch Auslaugung des Jüngeren Steinsalzes zwischen den Klippen des Hauptanhydrites etwa in 350 m Tiefe unter Gelände entstanden sind. Auf eine "allmähliche Auslaugung durch überaus träge bewegtes Tiefengrundwasser" führt CRAMER (1941) ganz allgemein die Ausbildung von besonders

großen Hohlräumen in leicht löslichen Gesteinen unter der Erosionsbasis zurück, und er verweist in diesem Zusammenhang exemplarisch auf die Ansicht von FULDA (1931) zum Erdfallgebiet im Bendelebener Holz. Die Erwähnung bei HUNDT (1950) folgt wörtlich ohne Quellenangabe der genetischen Deutung von FULDA (1931).

Eine alternative Interpretation ergibt sich aus der sehr hohen Mobilität von Salzen bei tektonischer Beanspruchung. Die Detailuntersuchungen der Kalilagerstätte Sondershausen von NACHSEL & FRANZ (1983) haben gezeigt, daß das Wippertal - Störungssystem abschiebenden und damit raumschaffenden Charakter besitzt. Das gegenüber dem Anhydrit relativ plastischere Salz reagiert auf die Druckentlastung in diesem Falle mit Injektionen (Einpressungen) in das Hangende. NACHSEL & FRANZ (1983) haben das in mehreren Abbildungen dokumentiert. Es ist ohne weiteres vorstellbar, daß derartige Salzinjektionen bis in den Buntsandstein vordringen (Abb. 5-2). Wenn sie im Gebiet der Erdfälle ein Niveau von 75 - 100 m unter Gelände bzw. 200 - 225 m NN erreichen, so würde das Salinar im Einflußbereich des normalen Grundwassers liegen und die o.g. Subrosion könnte von der Theorie her problemlos erklärt werden.

In dem oben zitierten Zeitungsartikel von A.A. (1920) ist in nicht sehr klarer Formulierung sinngemäß ausgesagt, daß als wissenschaftliches Ergebnis der Erdfallbefahrung mit Augenschein eine ausgefüllte Höhle im Gips festgestellt wurde. Diese zunächst unverständliche Mitteilung erhält vor dem Hintergrund einer Salz- (und teilweisen Anhydrit- bzw. Gips-) Aufpressung einen realistischen Kern: Das Salz wurde zunächst in die sich öffnende Störung eingepreßt. Gleichzeitig mit der Raumschaffung für den Salzaufstieg wurde die Wasserwegsamkeit der Störung für absteigendes Grundwasser hergestellt. In der Folge wurde das Salz hohlraumbildend ausgelaugt. Zurück blieb der weniger gut lösliche Gips, und der Einsturz der "Gipshöhle" verursachte den Erdfall. Die Mehrphasigkeit des Vorganges führte schließlich zur Bildung einer Gruppe geringfügig altersverschiedener Erdfälle.

Der geschilderte Mechanismus scheint für die Entstehung tiefreichender Erdfälle sowohl zeitlich als auch räumlich größere Bedeutung zu besitzen. BAECKER (1982) beschreibt einen fossilen Erdfall dieser Art ausführlich und referiert eine Reihe weiterer Beispiele.

### **3.5.5. Geologische Bedeutung des Aufschlusses**

Geologisch interessant ist abschließend noch ein anderer Aspekt, nämlich die Frage des sehr jungen (rezenten) Alters des Erdfallprozesses. Die Weitung des Störungskreuzes als Ursache für die Salzaufpressung von unten ermöglichte zwangsläufig etwa zeitgleich den Wasserzutritt von oben und den Beginn der lokal begrenzten Auslaugung und das nachfolgende Erdfallgeschehen (Abb. 5-2). Letzteres ist damit ein direkter Hinweis auf rezente bruchtektonische Bewegungen. Betrachtet man hierzu noch einmal die WNW - ESE - Störung im Kartenbild und der Geländemorphologie so zeigt sich, daß es weitere Subrosionserscheinungen gibt, die einen räumlichen Zusammenhang zu der Störung am Winterkopf aufweisen (Abb. 4):

- Unmittelbar nordwestlich an die Störung schließt sich der Schersenteich, eine künstlich trockengelegte Senke an,
- etwa 400 südöstlich der Störung ist der Segelteich gelegen, dessen Quellen über das Müllertal den Badraer bzw. Thaleber Bach speisen, wobei hohe Wasserführung für Spaltenquellen typisch ist, und
- ca. 400 m südöstlich der Erdfallgruppe stellt der Kuhteich eine abflußlose Senke dar.

Damit ergibt sich eine ca 3,5 km lange Aufreihung von Subrosionserscheinungen entlang bzw. in Fortsetzung der NW - SE - streichenden Störung am Winterkopf, die rezentes Alter haben oder in der geologischen Karte als isolierte (i.W. abflußlose) Alluvionen ausgehalten wurden. Die Subrosionserscheinungen am Winterkopf können deshalb als Hinweis auf rezente bruchtektonische Bewegungen an dieser Störung angesehen werden.

#### **4. Begründung der Schutzwürdigkeit**

Erdfälle sollten generell geschützt werden, weil sie eine direkte Verbindung zwischen der Erdoberfläche und dem oft tief liegenden Karstwasserleiter darstellen. Damit ist über diese hydrologische Verbindung die Möglichkeit einer direkten Kontamination des Grundwassers von Natur aus gegeben. Dies kann schon unbewußt dadurch geschehen, daß offene Erdfälle durch Anwohner mit Bauschutt oder Müll verfüllt werden, um die "Gefahr des offenen Loches" zu beseitigen. Vergleichend sei daraufhingewiesen, daß in einem normalen Lockergesteinsboden (z. B. Sand oder Löß) bereits eine etwa 1 m mächtige Schicht über dem Grundwasserleiter ausreicht, um die versickernden Wässer aus Hauskläranlagen zu reinigen. Diese Filterfunktion des Bodens fehlt hier fast vollständig.

Obwohl Erdfälle im Gipskarst des Südharz- und Kyffhäusergebietes zum verbreiteten Inventar gehören, ist die Erdfallgruppe im Bendelebener Holz aus geologischen Gründen für eine Unterschutzstellung prädestiniert:

1. Es handelt sich um eine Gruppe von sechs urprünglich tiefreichenden Erdfällen auf engstem Raum.
2. Morphogenetisch sind verschiedene Entwicklungsstadien vom frisch gefallenem Erdfall bis zur muldenartigen Verebnung vorhanden.
3. Geologisch gesehen sind alle Erdfälle als rezent einzustufen, da sie erst in historischer Zeit gefallen sind. Für drei von ihnen konnten exakte Entstehungsdaten ermittelt werden, für die drei weiteren kann das Entstehungsalter relativ sicher abgeschätzt werden.
4. Der relativ hohe Kenntnisstand der geologischen Verhältnisse erlaubt eine modellhafte karstgenetische Interpretation und gibt darüber hinaus einen Hinweis auf die Existenz rezenter bruchtektonischer Bewegungen.
5. Nicht zuletzt ist der ausgezeichnete naturbelassene Erhaltungszustand der Erdfallgruppe hervorzuheben.

Mit Blick auf ein konzipiertes Biosphären-Reservat Südharz/Kyffhäuser kann das Anliegen, karstmorphologische Einzelformen unterschiedlicher Genese als geologische Naturdenkmale in ein übergreifendes Schutzkonzept einzubeziehen, durch die Erdfallgruppe im Bendelebener Holz sinnvoll ergänzt werden. Die Anschaulichkeit des Naturdenkmals würde allerdings über die vorhandene Beschilderung und Einfriedung hinaus durch Entbuschung bzw. Ausholzen erheblich verbessert werden. In Abwägung mit dem Arten- und Biotopschutz sollten entsprechende Prioritäten gesetzt werden.

#### **5. Zusammenfassung**

Es wird eine Gruppe eng beieinanderliegender Erdfälle im Buntsandstein der Windleite (Kreis Sondershausen/Thüringen) beschrieben. Ziel der Arbeit ist die Ermittlung des exakten Alters der in historischer Zeit niedergegangenen Erdfälle und die Begründung der Schutzwürdigkeit als geologischer Aufschluß.

Durch Auswertung zeitgenössischer Quellen konnten die Entstehungsdaten von drei Erdfällen exakt ermittelt und von den drei weiteren ungefähr abgeschätzt werden. Danach ist der älteste einige Hundert Jahre alt (nicht älter als 1000 Jahre), die anderen sind zwischen den Jahren 1800 (ungefähr) und 1959 gefallen. Die Erdfälle hatten eine maximal beobachtete Tiefe von 75 m und sind auf Subrosionsprozesse (irreguläre Auslaugung nach WEBER) im Zechsteinsalinär zurückzuführen. In der genetischen Interpretation wird eine störungsgebundene Salinar-aufpressung in ein karsthydrologisch wirksames Stockwerk wahrscheinlich gemacht und ein Hinweis auf die Existenz rezenter bruchtektonischer Bewegungen an einer lokalen Störung gefunden.

## Dank

Das Betreten des militärischen Sicherheitsbereiches wurde freundlicherweise durch den Standortältesten des Verteidigungskreiskommandos 712, Herrn Oberstleutnant WYTRIECKUS, ermöglicht. Herr Ulrich HENZE, Landratsamt Sondershausen (Untere Naturschutzbehörde), gewährte uns Einsicht in den Beschluß zur Unterschutzstellung. Auf eine Pressemitteilung hinsichtlich des jüngsten der Erdfälle wies uns deren Verfasser, Herr Siegfried LANGE, Badra hin. Herr Jörg EGGERT, Sondershausen informierte uns zum Ergebnis der Befragung älterer Einwohner der Gemeinde Bendeleben. Allen Genannten möchten wir vielmals für die geleistete Unterstützung danken.

## Literatur

- A.A. (1920): Frankenhausen: Der große Erdfall im Bendelebener Wald. - Der Deutsche, Sondershausen, **107**, Nr. 256 (01.11.1920), S. 3.
- A.A. (Rat des Kreises Sondershausen, Bezirk Erfurt, Naturschutzverwaltung) (1958): Beschluß Nr. 162-24/58 über die Erklärung der beiden Erdfälle 600 m südöstlich des Segelteiches im Bendeleber Forst zu Naturdenkmälern vom 20.11.58. - Manuskript [maschinenschriftlich vervielfältigt], 2 S.
- BAECKER, P. (1982): Über die Entstehung tiefreichender Erdfälle und Höhlensysteme. - Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde; Reihe A, Heft 19. München, 82 S., 8 Abb.
- BECKER, H.K. (1925): Die Deutschen Höhlen. - [maschinenschriftlich vervielfältigtes] Manuskript, Teil I und II. Frankfurt/M.: Selbstverlag des Verf., 279 S.
- BERG, A. (1924): Führer durch die Barbarossahöhle im Kyffhäuser. - Rottleben: Selbstverlag der Höhlenverwaltung, 68 S., 8 Abb., 4 Tafeln
- BIESE, W. (1931): Über Höhlenbildung - I. Teil Entstehung der Gipshöhlen am südlichen Harzrand und am Kyffhäuser. - Abh. Preuß. Geol. LA, NF., Heft 137, Berlin, 71 S., 12 Taf., 46 Abb.
- BRUST, M.; KNOLLE, F. & KUPETZ, M. (1991): Interdisziplinäre Aspekte eines potentiellen Naturschutzgroßprojektes Zechsteinlandschaft Südharz / Kyffhäuser.- Veröff. Naturkundemuseum Erfurt, **10**, S. 88- 104.
- CRAMER, H. (1941): Die Systematik der Karstdolinen. Unter Berücksichtigung der Erdfälle, Erzschlotten und verwandter Erscheinungen. - Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beil.-Bd. **85** Abt. B, S. 293-382.
- DOCKTER, J. [Ed.] (1961): Geologische Karte der DDR Blatt Sondershausen, 4631. - Für die 2. Aufl. geol. aufgenommen von J. DOCKTER und K. P. UNGER 1958/59 unter Benutzung einer Teilkartierung von W. HOPPE 1931; Berlin: Zentrales Geologisches Institut.
- DOCKTER, J. (1963): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Deutschen Demokratischen Republik 1:25 000, Blatt Sondershausen 4631; mit Beiträgen von D. RAU, G. SEIDEL, A. SÖLLIG, E. STOLLE und K.P. UNGER. - Jena: Zentrales Geologisches Institut, mit Nachträgen 1964 [erschienen 1969]. 250 S., 9 Tab., 24 Abb., 1 Karte.
- ECK, H. (1884): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. Lieferung 9, Blatt Sondershausen. - Berlin: Schropp 1884. 16 S. 1 Karte.
- FULDA, E. (1931): Zusammenhänge zwischen Salzlagern, Gipshöhlen und Erdfällen. - Die Thüringer Höhlen I, **6**, S. 127-131.
- FULDA, E. [Ed.] (1935): Zechstein (Handbuch der vergleichenden Stratigraphie Deutschlands); bearbeitet von E. FULDA, W. GOTHAN, O. GRUPE, W. HAACK, K. PIETZSCH, L. RIEDEL, E. ZIMMERMANN., Berlin: Verlag von Gebrüder Borntraeger. XI+409 S., 100 Abb., 1 Karte.
- GÜNTHER, H. (1971): Auslaugungserscheinungen am Kyffhäuser-Südrand und ihre Auswirkungen in Bad Frankenhausen.- Veröff. Kreismuseum Bad Frankenhausen, **3**, S. 81- 106.

- HOPPE, W. (1957): Gliederung des Mittleren Buntsandsteins im Gebiet von Sondershausen in Thüringen. -Ber. Geol. Ges. DDR, Berlin, **2**, 3, S. 183-198.
- HUNDT, R. (1950): Erdfalltektonik. - Halle/Saale: Verlag Wilhelm Knapp, 145 S., 136 Abb.
- JANKOWSKI, G. (1964): Die Tertiärbecken des südöstlichen Harzvorlandes und ihre Beziehungen zur Subrosion.- Geologie, Berlin, **13**, Beiheft 43, 60 S., 16 Abb., 3 Tab.
- KUPETZ, M. & BRUST, M. (1993): Historisches zum Begriff der "Mansfeldischen Kalkschlotten" sowie ein Beitrag zur nomenklatorischen Bestimmung dieses Höhlentyps. - Karst und Höhle 1991/92 [Beiträge zur Geschichte der Karst- und Höhlenforschung in Deutschland (Teil 2)]; München: Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V., [im Druck].
- LANGE, S. (1959): Neuer Erdfall im Bendelebener Forst. - Das Volk [Ausgabe Sondershausen] vom 05. 08. 1959, Erfurt **14**, 181, S. 4.
- MÜCKE, E. (1959): Entwicklungsgang und Formenbildung der Salzauslaugung in NO-Thüringen. - Wiss.Z.Univ.Halle, Math.-Nat., Halle, **VIII**, 4/5, S. 641-650.
- NACHSEL, G. & FRANZ, E. (1983): Zur Ausbildung der Wippertal - Störungszone im Bereich der Grubenfelder des Kaliwerks "Glückauf" Sondershausen. - Z. geol. Wiss., Berlin, **11**, 8, S. 1005 - 1021.
- PAUL, O. (1940): Thüringen. [Kurzmitteilung über den Erdfall im Bendeleber Forst] - Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung, 's Gravenhage **H2-4**, S. 101.
- SCHMIDT, A (1920): Der Erdfall im Bendeleber Forst. - Aus der Heimat. Beilage des Sondershäuser Tageblattes "Der Deutsche" vom 27. November 1920; Sondershausen **1**, 1, S. 2-3.
- SCHRIEL, W. & v. BÜLOW, K. (1925): Geologische Karte von Preußen..., Blatt Frankenhausen 2674, 2. Auflage, Berlin.
- STOLBERG, F. (1926): Die Höhlen des Harzes. Band 1: Einleitung und Südharzer Zechsteinhöhlen. - Der Harz, 2. Sonderheft, Magdeburg: Eilers-Verlag, 40 S.
- VLADI, F. (1991): Biosphärenreservat in Planung: Gipskarstlandschaft Südharz/Kyffhäuser. Naturschutzkonzeption. Fachgutachtliche Kurzdarstellung der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege für die Gipskarstlandschaften der Landkreise Artern, Nordhausen, Osterode am Harz, Sangerhausen und Sondershausen (Länder Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen). - 9 S. [maschinenschriftliches Manuskript vervielfältigt], Osterode am Harz. Stand 12. Juni 1990, überarbeitet 17.06.1991.
- WEBER, Hans (1930): Zur Systematik der Auslaugung. - Z. Dt. Geol. Ges., Berlin, **82**, S. 179-186, 5 Abb.
- Nach Redaktionsschluß wurden anhand der Bibliographie der geologischen Wissenschaften für Thüringen (Veröffentlichungen der Jahre 1872 - 1922) noch folgende Titel ermittelt, in denen die Erdfälle eine Erwähnung finden. Eine Auswertung im Rahmen der vorliegenden Arbeit war leider nicht mehr möglich.
- A.A. (1926): [Erdfall im Walde bei Bendeleben]. - Nachr.-Bl. Vereinig. ehem. Schüler Realgymn. Frankenhausen, **6**, Nr. 22, S. 7.
- PICARD, K. (1892): Die Einwirkung der in Nord-Thüringen anstehenden Gesteine auf die Bodengestaltung. - Mitt. Ver. Erdk. Halle (= Arch. Landes- u. Volksk. Prov. Sachsen **2**), Halle, S. 173-188.

Anschrift der Verfasser:

Michael Brust  
Postfach 5  
D-99701 Sondershausen

Dr. Manfred Kupetz  
Cottbuser Straße 6d  
D-03055 Sielow

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Brust Michael, Kupetz M.

Artikel/Article: [Tiefreichende Erdfälle im Buntsandstein der Windleite als schutzwürdiger geologischer Aufschluß \(Kreis Sondershausen, Thüringen\) 20-34](#)