

ERKUNDUNG MINERALISCHER ROHSTOFFE IN BAYERN

Heft 4



ERKUNDUNG MINERALISCHER ROHSTOFFE IN BAYERN

Heft 4

**Sandsteine und Tone der Haßberge und des
Obermaingebietes (Rhät-Lias und Buntsandstein)**

von

A. DOBNER, R. GILG, M. PIEWAK, S. WAGNER,

S. WAMSLER, H. WEINIG, A. ZWERGER

München 2005



Bearbeitung: Bayerisches Geologisches Landesamt

im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie

Anschrift der Autoren: Dr. ALBERT DOBNER, ROBERT GILG, Dr. SEBASTIAN WAGNER, STEPHAN WAMSLER, Dr. HERMANN WEINIG, ARMIN ZWERGER: Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstraße 128, D-80797 München
MANFRED PIEWAK: Piewak & Partner GmbH, Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz, Jean-Paul-Str. 30, 95444 Bayreuth

Kartengrundlagen: Geobasisdaten des Bayerischen Landesvermessungsamtes 1996,
<http://geodaten.bayern.de>, Nutzungserlaubnis vom 6.12.2000, AZ.: VM 3860 B - 4562

Umschlagbilder vorne : Aufbereitete Buntsandstein-Sande im Sandwerk Görschnitz bei Weidenberg
Abbau von Lias-Sanden im Fräsverfahren, südwestlich Creussen

Umschlagbilder hinten : Renaturierte Grubenteile im Sandabbaugebiet Creussen

Alle Rechte vorbehalten

© Bayerisches Geologisches Landesamt 2005

Herausgeber: Bayerisches Geologisches Landesamt (GLA)
im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur,
Verkehr und Technologie – Februar 2005 –

Redaktion: Stephan Wamsler

Grafik: Sebastian Wagner, Stephan Wamsler, Armin Zwerger

Satz, Layout: Anna Feldtkeller

Druck: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft,
Infrastruktur, Verkehr und Technologie

Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstraße 128, 80797 München

Tel.: 089 / 9214-2600

Fax: 089 / 9214-2647

E-mail: poststelle@gla.bayern.de

Internet: <http://www.geologie.bayern.de>

Inhalt

Vorwort	5
1 Problematik und Zielsetzung	6
2 Durchgeführte Arbeiten	7
3 Ergebnisse	10
3.1 Rhät und Lias	11
3.1.1 Überblick, Grundsätzliches	11
3.1.2 Erkundungsgebiete	25
3.1.2.1 Erkundungsgebiet 1: Haßberge	25
3.1.2.2 Erkundungsgebiet 2: Oberes Itztal	34
3.1.2.3 Erkundungsgebiet 3: Ebersdorf-Sonnefeld	38
3.1.2.4 Erkundungsgebiet 4: Kulmbach West	39
3.1.2.5 Erkundungsgebiet 5: Thurnau	46
3.1.2.6 Erkundungsgebiet 6: Bayreuth Nord	48
3.1.2.7 Erkundungsgebiet 7: Bayreuth–Creussen	56
3.2 Buntsandstein	63
3.2.1 Überblick, Grundsätzliches	63
3.2.2 Erkundungsgebiete	69
3.2.2.1 Erkundungsgebiet 8: Pechgraben	69
3.2.2.2 Erkundungsgebiet 9: Weidenberg–Kemnath	70
3.3 Sandsteinkeuper	82
3.3.1 Erkundungsgebiet 10: Sandsteinkeuper Obermain	82
4 Literaturverzeichnis	85

Vorwort

Es gehört zu den Zielen einer verantwortungsbewussten Wirtschafts-, Rohstoff- und Umweltpolitik, die einheimischen mineralischen Rohstoffe so zu sichern und zu nutzen, dass eine langfristige und kostengünstige Versorgung ermöglicht wird und Konflikte mit anderweitigen Flächennutzungen sachgerecht behandelt werden können. Eine wesentliche Grundlage hierfür ist die möglichst genaue Kenntnis der Rohstoff-Vorkommen. Die lagerstättenkundliche Untersuchung des Staatsgebietes gehört zu den Aufgaben des Geologischen Landesamtes. Seit 1977 führt das Amt im Auftrag und mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (früher für Wirtschaft und Verkehr) systematische Erkundungen auf Vorkommen mineralischer Rohstoffe durch. Mit einem 2002 aktualisierten Rohstoffprogramm hat das Ministerium neue konzeptionelle Vorgaben hierzu entwickelt, insbesondere durch ein 10-Jahresprogramm zur Rohstofferkundung. Es geht um

- die flächendeckende Aufnahme der in Bayern vorkommenden nutzbaren Rohstoffe sowie um
- eine laufende Orientierung an aktuellen und neu auftretenden Fragestellungen.

Das Programm nennt eine Reihe von Rohstoffen, bei denen Verknappungen möglich sind, wie regionale Vorkommen von reinen Kalksteinen, Sandsteinen und Sanden, Tonen, Kiesen und Hartsteinen. Auch wenn es sich dabei um sogenannte „Massenrohstoffe“ handelt, sind sie regional ungleich verteilt, geometrisch begrenzt und oft aufgrund anderweitiger Ansprüche nicht nutzbar.

Mit vorliegendem Heft wird über die Erkundung von Bausanden, Werksandsteinen und keramischen Tonen der Haßberge und des Obermaingebietes berichtet. Nutzbare Rohstofflagerstätten gibt es dort nur in begrenztem Umfang.

Die in diesem und in den vorangegangenen Heften vorgestellten Ergebnisse können detaillierte Untersuchungen seitens der rohstoffgewinnenden Betriebe nicht ersetzen. Eine verbesserte Kenntnis der geologischen Verhältnisse in den jeweiligen Gebieten einschließlich der rohstoffkundlichen Belange stellt aber sicher einen wichtigen Standortfaktor dar, der geeignet ist, die Wirtschaft flankierend zu unterstützen. Die Daten werden in modernen Informationssystemen gespeichert und sind wichtige Grundlagen für eine nachhaltige Entwicklung.



Prof. Dr. Hubert Schmid
Präsident

1 Problematik und Zielsetzung

Für die Versorgung der Bauindustrie mit dem wichtigen Rohstoff Sand sind in Bayern sehr unterschiedliche natürliche Voraussetzungen gegeben. Während südlich der Donau im allgemeinen kein Mangel an verbrauchsnahe gelegenen Sandvorkommen besteht, kommen potentiell nutzbare Sande in Nordbayern nur in begrenztem Umfang vor. So treten quartäre Tal- und Terrassensande nur innerhalb schmaler Talzüge des Flusssystemes Main–Regnitz und der Naab auf. Ebenso sind Flugsande auf wenige Räume begrenzt. Talzüge stellen zudem wichtige Siedlungs- und Verkehrsachsen dar und sind bereichsweise für wasserwirtschaftliche und ökologische Belange von Bedeutung, woraus sich erhebliche Nutzungsbeschränkungen ergeben. Zusammen mit bereichsweise weit fortgeschrittenem Sandabbau führen diese Umstände zu einer Verknappung des unverzichtbaren Rohstoffes Sand, der als Massenrohstoff keine langen Transportwege verträgt und möglichst verbrauchsnahe gewonnen werden muss.

Neben den Talsanden werden v.a. im Gebiet des Obermains seit langem mürbe Sandsteine der Schichtstufen abgebaut und zu Sand aufbereitet. Diese Sandvorkommen bilden meist Hochlagen und liegen damit im Normalfall außerhalb des Grundwasserbereiches.

Mit zunehmender Verknappung der Tal- und Terrassensande wird die Gewinnung von Mürbsandsteinen an Bedeutung gewinnen. Allerdings erfordern Aufsuchung, Abbau und Aufbereitung dieser im Vergleich zu Tal- und Terrassensanden sehr unregelmäßig aufgebauten und verteilten Lagerstätten einen erheblich höheren wirtschaftlich-technischen Aufwand. In vielen Fällen sind die Sandsteinvorkommen wegen ungünstiger geologischer Gegebenheiten wirtschaftlich nicht gewinnbar.

Ziel der vorliegenden Erkundungen war es, die für die Gewinnung von Mürbsandstein in Frage kommenden Schichtglieder über die bisher bekannten Lagerstätten hinaus nach nutzbaren Rohstoffgehalten zu untersuchen. Im Vordergrund der Untersuchungen standen dabei die Schichten des obersten Keupers und des untersten

Jura, des sog. Rhätolias. Diese Abfolge ist sehr heterogen aufgebaut und führt neben mürben bis halbfesten Sandsteinen auch gut verfestigte Sandsteine, die Werksteinqualität besitzen. Im Verband mit der sandigen Abfolge treten zudem feuerfeste feinkeramische Tone auf. Alle drei Rohstoffarten werden und wurden teils in räumlich getrennten Schwerpunktgebieten, teils aber auch nahe beieinander abgebaut.

Die Erkundungen wurden demnach auf den gesamten höffigen Schichtenverband des „Rhätolias“ bzw. auf alle darin enthaltenen Rohstoffarten angesetzt. Der Erkundungsraum betrifft deren Hauptverbreitungsgebiet, das die Haßberge und das Obermaingebiet umfasst.

In enger Nachbarschaft zu den Schichtgliedern des Rhät und Lias treten Einheiten des Buntsandstein auf. Diese enthalten vor allem im Mittelteil der Abfolge grobe, mürbe Sandsteine, die in günstigen Fällen als Substitut für lockere Talsande gelten können. Auch diese Abfolge, die bereits an einigen Stellen genutzt wird, war Gegenstand von Erkundungen.

Neben diesen wesentlichen und höffigen Einheiten wurden versuchsweise und in begrenztem Umfang einige Lokalitäten im Bereich des Sandsteinkeupers untersucht, um die Erfolgsaussichten weiterer Erkundungen abzuklären.

Der vorliegende Bericht stellt insgesamt die Fortführung früherer Arbeiten und Mitteilungen zur Thematik „Substitution von quartären Tal- und Terrassensanden durch mesozoische Mürbsandsteine“ dar (vgl. „Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern“, Heft 1 und 2, HADAMITZKY et al., 1990 und DOBNER et al., 1994, ebenso DOBNER et al., 2000).

Die Erkundungen wurden im Auftrag und mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie durchgeführt. Sie sind Teil der seit vielen Jahren von diesem Ressort geförderten Arbeiten zur rohstoffgeologischen Landesaufnahme.

2 Durchgeführte Arbeiten

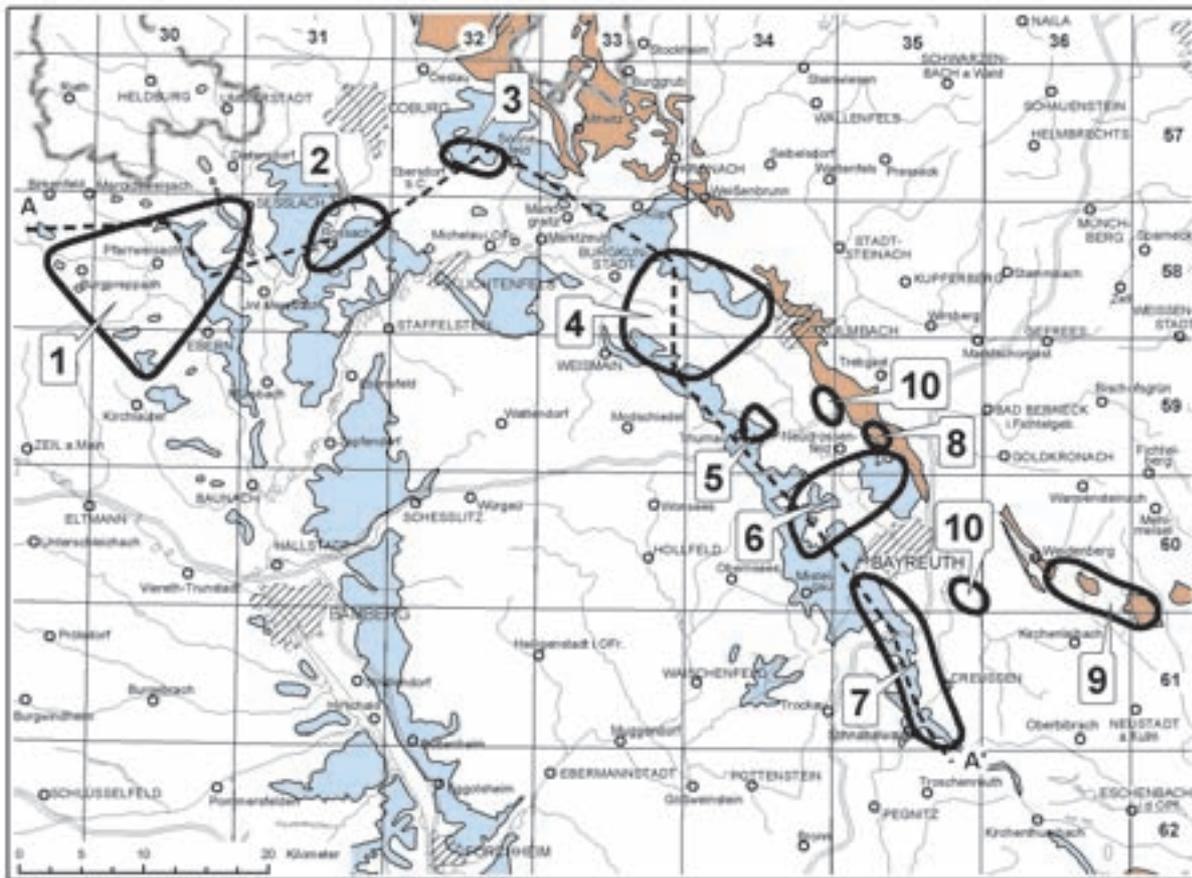
Der Erkundungsraum berührt ca. 20 Blätter der Topographischen Karte von Bayern im Maßstab 1 : 25.000 und erstreckt sich von den Haßbergen nach Osten in den Raum Ebersdorf–Sonnefeld, von dort über Kulmbach und Bayreuth bis nach Creussen bzw. Kemnath. Er besitzt damit eine Längserstreckung von 100 km und gliedert sich in mehrere Teilgebiete. Auf der Basis der bestehenden und ehemaligen Abbausituation (Sandgruben, Steinbrüche, Tongruben), des geologischen Kenntnisstandes (Geologische Karten, Geländebegehungen) und nach Wertung anderweitiger Belange (z.B. Ausschluss von Gebieten mit Schutzstatus) wurden Lokationen für insgesamt 71 Kernbohrungen festgelegt. Die gesamte Bohrstrecke beträgt 2.971 Meter. Zur Übersicht

und zur Strukturierung des Raumes wurden nach räumlichen und geologischen Kriterien 10 Teilräume unterschieden (s. Abb. 1). Die thematische und geologische Zuordnung der Erkundungsgebiete ist aus Tab. 1 zu ersehen. Eine Zusammenstellung aller niedergebrachten Bohrungen zeigt Tab. 2.

Ausgewählte Bohrstrecken und Gewinnungsstellen wurden beprobt und nach Stoffbestand und Nutzbarkeitskriterien untersucht. Auf diese Art gewonnene Daten lassen zusammen mit Erfahrungswerten aus der betrieblichen Praxis eine Beurteilung der Nutzbarkeit des erbohrten Schichtenverbandes zu.

Tab. 1: Thematische und geologische Zuordnung der Erkundungsgebiete.

	Erkundungsgebiet	Thematischer Schwerpunkt	Geol. Einheit
1	Haßberge	Werksandstein	Rhät-Lias
2	Oberes Itztal	Ton	Rhät-Lias
3	Ebersdorf–Sonnefeld	Ton	Rhät-Lias
4	Kulmbach West	Mürbsandstein	Rhät-Lias
5	Thurnau	Ton	Rhät-Lias
6	Bayreuth Nord	Mürbsandstein	Rhät-Lias
7	Bayreuth–Creussen	Mürbsandstein	Rhät-Lias
8	Pechgraben	Mürbsandstein	Buntsandstein
9	Weidenberg–Kemnath	Mürbsandstein	Buntsandstein
10	Sandsteinkeuper Obermain	Mürbsandstein	Sandsteinkeuper



Rhät-Lias (Sand- / Mürbsandsteine, Tone)

- 1. Haßberge
- 2. Oberes Iltztal
- 3. Ebersdorf-Sonnefeld
- 4. Kulmbach West
- 5. Thurnau
- 6. Bayreuth Nord
- 7. Bayreuth-Creussen

Buntsandstein (Mürbsandst.)

- 8. Pechgraben
- 9. Weidenberg-Kemnath

Keuper (Mürbsandst.)

- 10. Sandsteinkeuper Obermain

- Rhät-Lias
- Mittlerer Buntsandstein
- Erkundungsgebiet
- Blattschnitt TK 25, Bezifferung randlich
- Landesgrenze
- Profilelinie

Abb. 1: Verbreitung der Rhät-Lias-Übergangsschichten und des Mittleren Buntsandstein mit Lage der Erkundungsgebiete; Profilinie vgl. Abb. 3.

Tab. 2: Zusammenstellung der Erkundungsbohrungen

Erkundungsgebietsnummer	Bohrung (Bo)	Name	Stratigraphie	TK 25	Rechtswert	Hochwert	Ansatzhöhe (m ü. NN)	Endteufe (m u. Flur)
1	90/09	Burgpreppach	Rhät-Lias	5829	4401900	5557400	400	46,00
1	90/16	Albersdorf	Rhät-Lias	5930	4407550	5551880	422	47,00
1	90/17	Reutersbrunn	Rhät-Lias	5930	4408960	5549200	435	48,50
1	90/10	Altenstein	Rhät-Lias	5830	4411550	5560050	455	61,40
1	89/17	Lichtenstein II	Rhät-Lias	5830	4412260	5557570	435	33,00
1	89/18	Lichtenstein III	Rhät-Lias	5830	4412200	5557570	434	23,00
1	90/11	Lichtenstein IV	Rhät-Lias	5830	4413500	5557240	425	67,80
1	90/12	Lichtenstein V	Rhät-Lias	5830	4413580	5557290	421	52,00
1	89/16	Lichtenstein I	Rhät-Lias	5830	4413500	5556510	425	32,50
1	90/14	Rothenhan	Rhät-Lias	5830	4413720	5555880	415	65,00
1	90/13	Buch	Rhät-Lias	5830	4414550	5557100	415	67,00
1	89/15	Heilgersdorf	Rhät-Lias	5830	4415600	5560720	302	48,60
2	90/15	Großheirath II	Rhät-Lias	5831	4426550	5560540	317	48,70
2	89/10	Großheirath III	Rhät-Lias	5831	4427400	5560700	368	40,00
2	89/11	Großheirath I	Rhät-Lias	5831	4424570	5561520	309	45,00
2	89/12	Schleifenhan	Rhät-Lias	5831	4423250	5557700	308	41,00
3	89/14	Ebersdorf	Rhät-Lias	5732	4434140	5566500	371	69,70
3	89/13	Sonnefeld	Rhät-Lias	5732	4436550	5565750	386	47,00
4	90/06	Kirchlein	Rhät-Lias	5833	4450480	5557000	396	61,00
4	89/09	Eichberg	Rhät-Lias	5834	4453000	5555440	426	61,00
4	90/05	Gärtenreuth	Rhät-Lias	5834	4452500	5555580	440	46,00
4	94/23	Lindig	Rhät-Lias	5834	4457920	5553380	405	25,00
4	94/21	Mainecker Forst	Rhät-Lias	5933	4448260	5551490	473	25,50
4	90/07	Geutenreuth I	Rhät-Lias	5933	4449600	5551260	448	32,00
4	94/22	Geutenreuth II	Rhät-Lias	5933	4449880	5551050	440	30,30
4	90/08	Wüstenbuchau	Rhät-Lias	5934	4452840	5549100	378	61,00
5	89/08	Oberwolfsknock	Rhät-Lias	5934	4458000	5544620	401	41,30
6	90/04	Pechgraben I	Rhät-Lias	5935	4466900	5541500	412	50,00
6	94/12	Theta II	Rhät-Lias	5935	4467540	5540580	418	36,80
6	94/13	Theta III	Rhät-Lias	6035	4466940	5540200	455	43,00
6	89/05	Theta I	Rhät-Lias	6035	4466940	5540000	458	49,00
6	94/10	Obergräfenthal I	Rhät-Lias	5935	4468520	5541160	395	40,00
6	94/11	Obergräfenthal II	Rhät-Lias	5935	4468820	5541040	416	13,60
6	94/14	Heinersgrund	Rhät-Lias	5935	4469320	5540840	410	40,00
6	89/04	Hochtheta	Rhät-Lias	6035	4468120	5538600	439	36,00
6	89/07	Jöslein	Rhät-Lias	6034	4462960	5539450	402	50,00
6	89/06	Simmelbuch	Rhät-Lias	6034	4461800	5537700	423	47,00
6	94/20	Oberwaiz	Rhät-Lias	6034	4462220	5534720	419	28,80
7	94/05	Zeckenmühle	Rhät-Lias	6035	4466500	5531050	416	32,50
7	94/04	Forkendorf	Rhät-Lias	6035	4468460	5530480	440	50,00
7	94/03	Kleinweiglareuth II	Rhät-Lias	6135	4470800	5524060	478	19,50
7	89/03	Rödendorf I	Rhät-Lias	6135	4469680	5528720	463	40,00
7	90/01	Bocksrück I	Rhät-Lias	6135	4470420	5526820	490	41,00
7	89/02	Bocksrück II	Rhät-Lias	6135	4470650	5526100	502	30,00
7	94/01	Kleinweiglareuth I	Rhät-Lias	6135	4470380	5524090	489	27,00
7	90/03	Rödendorf II	Rhät-Lias	6035	4468780	5529380	444	56,00
7	94/02	Gottsfeld I	Rhät-Lias	6135	4470500	5523500	484	35,60
7	94/15	Gottsfeld II	Rhät-Lias	6135	4470710	5522150	468	30,00
7	90/02	Preunersfeld II	Rhät-Lias	6135	4471500	5520200	470	42,00
7	89/01	Preunersfeld I	Rhät-Lias	6135	4473250	5519350	528	15,50
8	94/17	Pechgraben III	Buntsandstein	5935	4467570	5543580	355	20,00
8	94/16	Pechgraben II	Buntsandstein	5935	4467900	5543050	358	20,00
9	94/08	Kirchenpingarten	Buntsandstein	6036	4483425	5532445	551	50,00
9	95/07	Oberstübles I	Buntsandstein	6036	4482740	5532310	540	47,00
9	96/08	Oberstübles II	Buntsandstein	6036	4482570	5531865	538	40,00
9	96/11	Oberstübles III	Buntsandstein	6036	4483325	5531800	534	41,00
9	96/09	Unterstübles I	Buntsandstein	6036	4483235	5531560	532	41,00
9	95/10	Unterstübles II	Buntsandstein	6036	4482940	5531480	530	50,50
9	96/12	Unterstübles III	Buntsandstein	6036	4483360	5531110	524	41,00
9	95/13	Unterstübles IV	Buntsandstein	6036	4483290	5530920	521	45,00
9	94/09	Schnackebühl	Buntsandstein	6036	4485050	5530820	516	55,00
9	95/01	Fuchsbau I	Buntsandstein	6037	4488340	5530360	521	40,00
9	95/02	Fuchsbau II	Buntsandstein	6037	4488660	5529980	511	76,60
9	95/03	Fuchsbau III	Buntsandstein	6037	4488170	5529690	508	41,00
9	95/04	Forch-Hau	Buntsandstein	6036	4487910	5529420	494	45,00
9	95/06	Hadermetz	Buntsandstein	6037	4488870	5529190	494	30,00
9	95/05	Luderegert	Buntsandstein	6137	4488900	5528820	487	20,00
10	94/19	Schwingen II	Blasensandstein	5934	4463460	5546410	368	15,00
10	94/18	Schwingen I	Blasensandstein	5934	4463800	5545540	403	25,00
10	94/06	Lehen I	Blasensandstein	6035	4474440	5530820	402	50,60
10	94/07	Lehen II	Blasensandstein	6035	4475400	5530350	402	40,00

3 Ergebnisse

Die Erkundungsergebnisse sind getrennt nach geologischen Abfolgen dargestellt (Kap. 3.1 bis 3.3). Die Teilerkundungsgebiete werden in der oben gekennzeichneten Reihenfolge behandelt (vgl. Abb. 1, Tab. 1). Die Rhät-Lias-Gebiete (Nr. 1 bis 7) sind dabei unabhängig von Themenschwerpunkt und Umfang der Ergebnisse jeweils

in die Abschnitte „Sandsteine“ (Werksandstein oder Mürbsandstein) sowie „Tone“ untergliedert.

Für eine übersichtliche Zusammenstellung der Ergebnisse wurden die Bohrungen der einzelnen Erkundungsgebiete graphisch dargestellt (Legende siehe Abb. 2) und soweit möglich stratigraphisch miteinander korreliert.

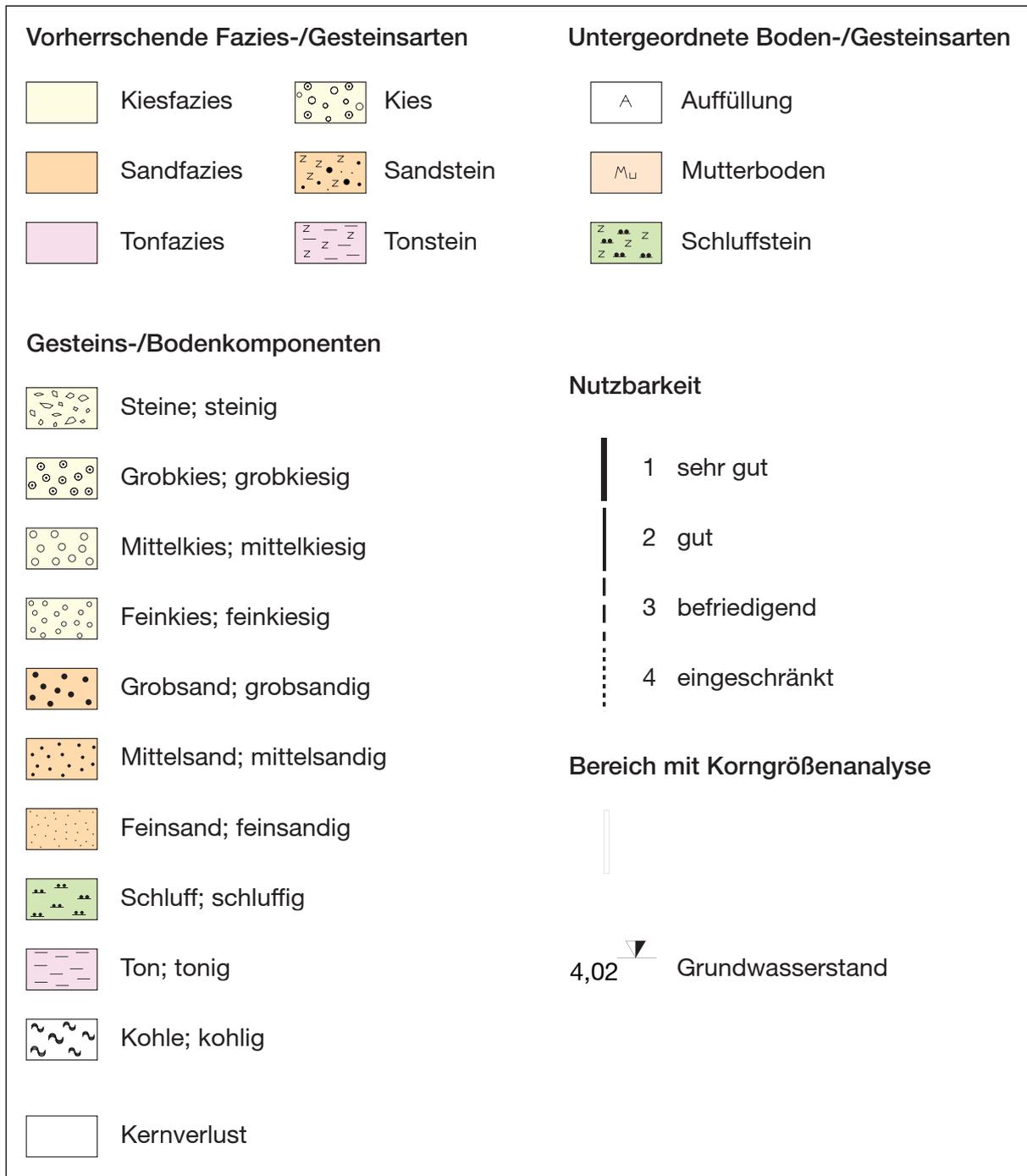


Abb. 2: Legende zu den Bohrprofilardarstellungen.

Die Beurteilung der Nutzbarkeit einzelner Profile ist aus speziellen Kennzeichnungen rechts neben der Profilsäule zu ersehen. Die Abstufungen dieser Beurteilung sind über die Mitteilung in der Legende (Abb. 2) hinaus nachfolgend zusätzlich erläutert:

1	sehr gut	Außergewöhnlich gut; Rohstoff in idealer Ausbildung vorliegend.
2	gut	Normalfall ortsüblicher guter Nutzbarkeit.
3	befriedigend	Nutzbarkeit eingeschränkt durch mindernde Kriterien (z.B. Zwischenlagen), die aber noch hinzunehmen sind.
4	eingeschränkt	Eher im Grenzbereich der Nutzbarkeit liegend.

Die vorgenommenen Beurteilungen beruhen auf Materialuntersuchungen und auf dem Vergleich mit den in diesem Raum in Abbau stehenden Rohstoffen, für die Erfahrungswerte zu Gewinnung, Aufbereitung und Verwendung vorliegen. Die Bewertungen beziehen sich zunächst auf das isoliert betrachtete Profil, d.h. sie berücksichtigen nicht eventuelle Abraumschichten. Diese reduzieren sich dann, wenn die Bohrprofile in den hangseitigen Ausstrich projiziert werden. Die in der Regel einzeln bzw. in großem Abstand voneinander niedergebrachten Bohrungen liefern orientierende Ergebnisse, die Firmen dazu anregen (oder davon abhalten) sollen, eigene Untersuchungen vorzunehmen. Detaillierte firmenseitige Erkundungen und Qualitätsbeurteilungen sind immer dann notwendig, wenn ein Abbau vorbereitet werden soll. Ein Teil der Bohrungen diene dazu, das weitere Umfeld bestehender Sand- oder Tonabbaugebiete hinsichtlich mittel- bis längerfristig nutzbarer Rohstoffvorräte zu erkunden. In diesen Fällen flossen die Ergebnisse in die Vorschläge zur Ausweisung oder Neuabgrenzung von Rohstoffsicherungsflächen im Zuge der Regionalplanung ein (v.a. Region Oberfranken Ost).

3.1 Rhät und Lias

3.1.1 Überblick, Grundsätzliches

Die Schichtglieder von Rhät (Oberster Keuper) und Lias Alpha (Unterster Schwarzjura) umfassen einen insgesamt 40 bis 70 m mächtigen Sedimentstapel, der wie alle Baueinheiten des fränkischen Schichtstufenlandes sanft gegen Südosten einfällt. Sein tieferer Teil (Rhät) bildet die Dachflächen der westlichen und nördlichen Zeugenberge und Rücken der Haßberge, während weiter östlich der zwischen Itz und Main bereits vollständig erhaltene Schichtenstoß der Nördlichen Frankenalb vorgelagert ist. Er streicht dort im Anstieg zur Weißjuratafel aus und bildet ebenso die Plateaubereiche größerer „Lias-Inseln“, die durch die Talzüge des Mains von der Frankenalb abgetrennt sind. Das Untersuchungsgebiet betrifft hier den rohstoffgeologisch interessanten Nord- und Ostrand der Frankenalb, nicht dagegen deren Anstieg im Westen.

Zumindest südlich von Bamberg enthalten die Rhät-Lias-Schichten die bezeichneten Rohstoffe wohl nur noch selten in nutzbarer Ausbildung.

Die im Bereich wirtschaftlichen Interesses stehenden Schichten des Rhät und des Lias besitzen generell einen äußerst heterogenen Aufbau, weshalb die Suche nach nutzbaren Schichtgliedern erschwert ist. Diese ungünstigen Prospektionsbedingungen ergeben sich aus dem Umstand, dass unser Untersuchungsraum marine, terrestrische (festländische) und dazwischenliegende küstennahe Faziesbereiche umfasst, die alle eng neben- und übereinander auftreten und Mischformen bilden. Diese Faziesvarianz äußert sich auch über kurze Entfernungen hinweg in einem veränderten Schichtenaufbau. Bohrprofile sind zwar teils unter Zuhilfenahme von Zusatzinformationen miteinander korrelierbar, aber kein Profil gleicht dem anderen!

Allgemein besitzen auf dem Festland gebildete Sedimente im Vergleich zu marinen Schichten ein wesentlich größeres Maß an Unregelmäßigkeiten, da ihr Bildungsraum eher kleinräumig strukturiert ist und häufigen Veränderungen unterliegt. Gerade die hier interessierenden Rohstoffe, Sandsteine und Tone, sind v.a. an küstennahe terrestrische und gemischte limnisch-marine Flachwassersedimente gebunden, die sich mit rohstoffarmer küstennaher Marinfazies verzahnt.

Geologische Arbeiten, hier die Suche nach Rohstoffen, sind an den natürlichen Rahmenbedingungen zu orientieren. Abb. 3 bietet einen stark vereinfachten Profilschnitt durch das Erkundungsgebiet, aus dem die wesentliche Verteilung nutzbarer und nicht nutzbarer Einheiten ersichtlich ist. Abb. 4 bringt eine schematische Profildarstellung, aus der die regionale Faziesverzahnung und die Rohstoffhöflichkeit abzuleiten ist. Eine relativ gut gesicherte Orientierung bietet der liegende „Feuerletten“: mächtige rote, illitische Schluffsteine, die pedogene Karbonatknollen führen und hier in der Regel frei von Sandsteinen sind. Den oberen Rahmen bildet der meist ebenfalls gut anzusprechende „Ariensandstein“ (Lias Alpha 3), der selbst als Sand nutzbar ist: 2 bis 4 m mächtige, hier meist mürbe Grobsandsteine mit typisch kantigem Quarkorn, teils oxidisch bräunlich, bisweilen quarzitisches oder karbonatisch verfestigt. Eine weitere, teils im Gelände und im Bohrprofil anzusprechende Orientierung bildet im Westen die nur wenig (bis dm-Bereich) mächtige „Sohlbank des marinen Lias“, im Osten eine grobsandig-kiesige konglomeratische Lage mit eisenoxidischen Verfärbungen an der Basis der fluviatilen (i.d. Regel liasischen) Mürrsandsteine.

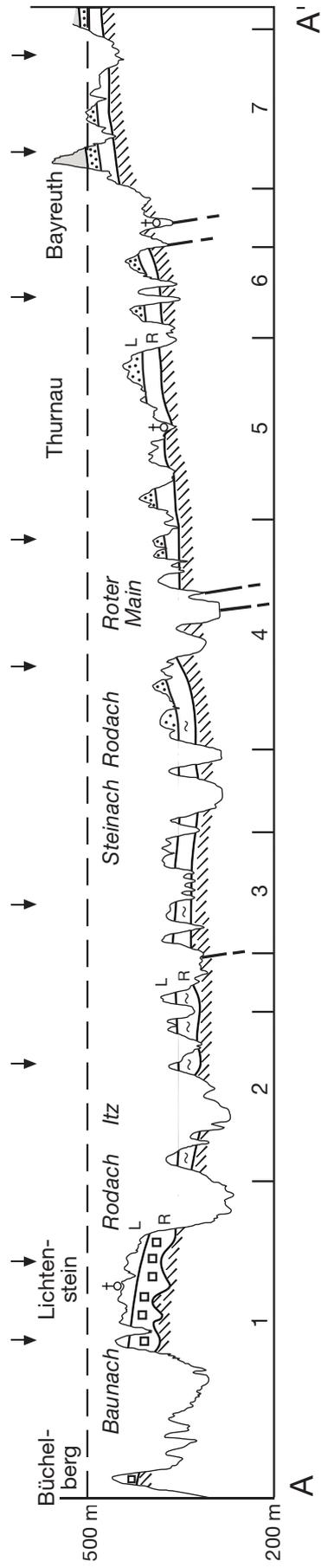
Die Schichten des Rhät können zu einem Teil, die des Lias im Idealfall vollständig als Rohstoffe ausgebildet sein. Insofern sind die Gesamtmächtigkeiten beider Schichtglieder von Bedeutung. Der Lias Alpha erreicht dort, wo vollständig ausgebildet, folgende Mächtigkeiten: Raum Kulmbach West (Erkundungsgebiet 4): 28 m bis 32 m,

Raum Bayreuth Nord (Erkundungsgebiet 6): ziemlich konstant 30 m, Raum Bayreuth–Creussen (Erkundungsgebiet 7): wechselnde, in der Tendenz nach Süden abnehmende Mächtigkeiten zwischen 27 m und 17 m.

Aus Bohrungen, die das gesamte Rhät durchteufen, geht hervor, dass dieses einem teils deutlich ausgeprägten Relief des Feuerletten aufliegt. Damit unterliegt die Gesamtmächtigkeit des Rhät erheblichen Schwankungen. Die Mächtigkeit der Rhätstufe schwankt in den Haßbergen zwischen ca. 25 m bis ca. 55 m, geht aber dann im Raum Großheirath auf ca. 20 m bis ca. 25 m zurück und bewegt sich auch weiter östlich und südöstlich (Kulmbach–Creussen) in ähnlichen Größenordnungen.

Die Rohstoffverteilung ist durch folgendes Grundprinzip erkennbar:

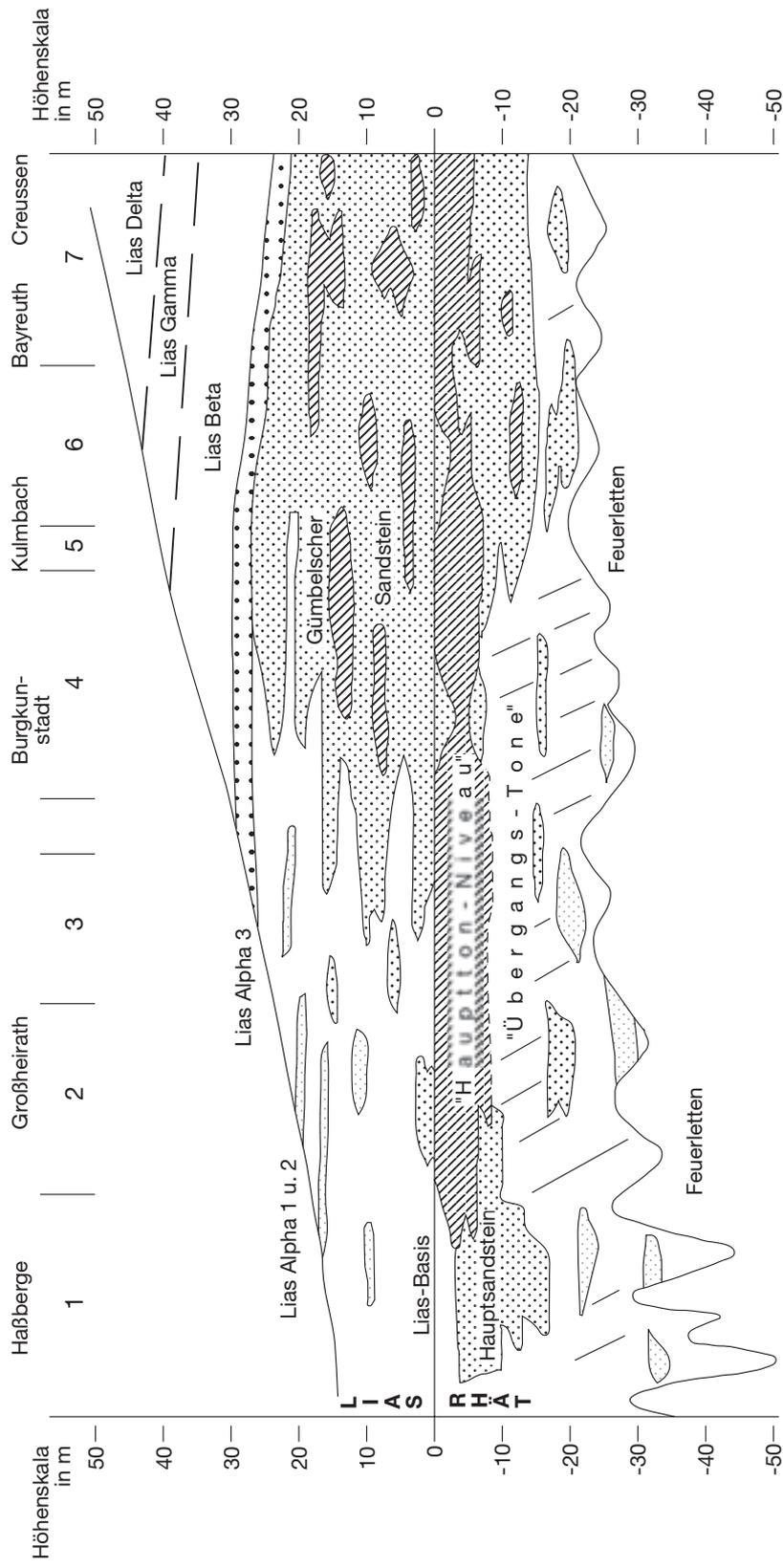
- Sande werden nach fluviatilen Transport aus einem im Südosten liegenden Hochgebiet als Rinnenfüllungen abgelagert. Diese Sandanlieferung hält wohl durchgehend an, allerdings erreicht sie im betrachteten Raum mehrere Spitzen, so v.a. im höheren Mittelteil des Rhät, ein Maximum aber während des gesamten Lias Alpha. Später werden die Sande in unterschiedlichem Maß zu Sandsteinen verfestigt. Die „Rinnensandsteine“ besitzen unregelmäßige räumliche Verbreitung. Sie können in nutzbarer Ausbildung vorliegen, aber auch lateral durch nicht nutzbare sandig-tonige Sedimente, im Rhät auch durch nutzbare Tone vertreten sein.
- Die rhätischen Sandsteine tragen beispielsweise je nach Lage im Profil die Bezeichnung „Hauptsandstein“ (bei normaler Rhätmächtigkeit etwa in Rhät-Mitte) oder „Oberer Sandstein“ (jüngstes Rhät). Wirklich äquivalente Korrelationen scheinen über größere Entfernungen hinweg nicht zulässig. Die vorwiegend liasischen, in tieferen Teilen auch oberrhätischen Sandschüttungen werden als „Gümbelscher Sandstein“ bezeichnet.



Rohstoff-Hauptverbreitung:

- Werksteine
- Sande (Mürbsandsteine)
- Tone
- jünger als Lias Alpha
- L Lias Alpha
- R Rhät
- ▨ Feuerletten
- 1 - 7 Erkundungsgebiete (vgl. Abb. 1)
- ! Störung
- ↓ Profilknick
- Profilinie s. Abb. 1

Abb. 3: Schematischer Profilschnitt durch das Erkundungsgebiet mit schwerpunktmäßiger Kennzeichnung der Rohstoffverbreitung, ca. 45-fach überhöht.



Faziesausbildung nutzbar

-  Sandsteine fluviatil; z.B. "Hauptsandstein" des Rhät (Werkstein) oder "Gümbelscher Sandstein", Lias (Sandgewinnung)
-  Tone kaolinisch, v.a. Hauptton-Niveau (feinkeram. Tone)
-  Tone des Typs "Übergangston"

Faziesausbildung im Allgemeinen nicht nutzbar

-  vorwiegend Feinsandstein, marin
-  vorwiegend tonige Feinsedimente, marin
- 0-Linie: Lias-Rhät-Grenze
- untere Profilbegrenzung: Untergrenze Rhät bzw. Übergangsbereich zum Feuerletten 1 bis 7: Abschnitte der Teilerkundungsgebiete (vgl. Abb. 1)

Abb. 4: Schematisches Faziesprofil durch den Erkundungsraum (ohne Berücksichtigung von Profilunterbrechungen durch Taleinschnitte).

- Zwischen den Sandmaxima setzt sich im Oberrhät oft die Ablagerung dunkler Tone gegenüber der Sandanlieferung durch („Hauptton“ im Gegensatz zu anderen, weniger markanten Tonlagen im Liegenden und Hangenden – im einzelnen s. u.).

Die fazielle Ausbildung bedingt zusammen mit Schichtfallen und Geländeoberfläche folgende regionale Rohstoffverteilung:

Werksteine:

Alte, im wesentlichen rhätische Sandrinnen bilden die hinreichend verfestigten Werksandsteine der Haßberge, die dort als Plateaukanten hervortreten und so leicht gewinnbar sind. Äquivalente Bildungen dürften im Osten (Raum Kulmbach–Bayreuth) durchaus vorhanden sein. Sie streichen dort aber in tieferen, überdeckten oder steilen Hanglagen aus, wodurch die Anlage von Steinbrüchen erschwert ist.

Mürbsandsteine zur Sandgewinnung:

Das junge, liasische Maximum der Sandschüttung bildet die mächtigen Sandsteine des Raumes Kulmbach-Creussen, die in der Regel wenig verfestigt sind und damit der Sandgewinnung dienen. Diese bis über 20 m mächtigen Schichten bilden hier wiederum Hangkanten und Plateaus und befinden sich so in einer Position, die die Anlage von Gruben begünstigt. Gegenüber mürben Sandsteinen treten hier feste, als Werkstein verwendbare Bildungen stark zurück. Sie werden heute nicht mehr abgebaut.

Feinkeramische Tone:

Die im Profil zwischen beiden Sandmaxima dominierenden Tone bilden auch räumlich zwischen den älteren (westlichen) und jüngeren (östlichen) Sandsteinen bevorzugt die Oberfläche. Dies ist v.a. zwischen Itz und Obermain der Fall, wo auch die Gewinnung von feinkeramischem Ton betrieben wird.

Die beschriebenen nutzbaren Gesteine stehen fast immer im Verband mit nicht nutzbaren Schichten, die insgesamt bei weitem vorherrschen. Als nicht nutzbare Abfolgen sind alle Wechselfolgen bzw. Schichten mit geringer

Mächtigkeit einzuordnen, auch wenn die Materialqualität eine Nutzung zuließe. Nicht nutzbar sind ebenso schluffig-sandige Mischglieder und dünnlagig wechselnde tonig-schluffig-feinsandige Schichten vorwiegend der marinen Fazies aber auch solche brackisch-limnischer Entstehung.

Allgemein ist festzustellen, dass die beschriebenen Verhältnisse zwar im Mittel zutreffen und die Verbreitung der nutzbaren Sedimente im Wesentlichen bestimmen. Allerdings kann generell jedes Gestein durch ein anderes ersetzt werden. Ideale Standardprofile sind nur selten anzutreffen. Eine Korrelierung entfernt liegender Lokalitäten ist nur unter Vorbehalt vertretbar.

Sandsteine

Die fluviatilen Bildungsbedingungen führten zu einer großen Vielfalt von Sandsteinvarianten, die auch beim Vergleich von Steinbruch- und Sandgrubenwänden auffallen. Die Unterschiede beziehen sich dabei vor allem auf das vorherrschende Korn, den Schichtaufbau bzw. den schichtinternen Lagenwechsel und auf die für die Nutzung als Werkstein wesentliche Festigkeit der Sandsteine und deren Bankung. Die folgende Charakteristik bezieht sich auf die üblicherweise genutzten bzw. auf die erbohrten Gesteine.

Die Kornsummencharakteristik geht aus den Darstellungen der Abb. 5 und Abb. 6 hervor. Danach handelt es sich um mittelkörnige Sande mit wechselndem Anteil an Fein- oder Grobsand. Der Schluff-Ton-Anteil liegt in der Regel zwischen 5% und 10%. Es bestehen alle Übergänge zu nicht genutzten schluffig-tonigen Feinsandsteinen. Die Kornsummenbänder betreffen jeweils Grubensande und potentiell nutzbar erscheinende Bohrkernstrecken. Die getrennte Darstellung erfolgte, um den Zusammenhang zwischen Nutzungspraxis und Aufsuchung herzustellen. Die Beprobung erfolgte in Gruben über längere Profilabschnitte oder aus gemischtem Haufwerk, bei Bohrprofilen wurden längere Kernstrecken beprobt. Die so erfolgte Homogenisierung des im Regelfall vorliegenden Lagenbaus entspricht damit der Praxis von Abbau und Weiterverarbeitung.

Die Sandsteine sind als „Quarzsandsteine“ zu bezeichnen. Sie bestehen in der Regel aus etwa 90% Quarz, gelegentlichem geringem Tonanteil und wenigen Prozent silikatischem Mischkorn, z.B. Gesteinsfragmenten. Vor allem die rhäti-

schen Sandsteine können in unterschiedlichem Maß bis zu wenigen Prozent Feldspat enthalten. Die Werksandsteine der Haßberge sind allerdings in der Regel feldspatfrei.

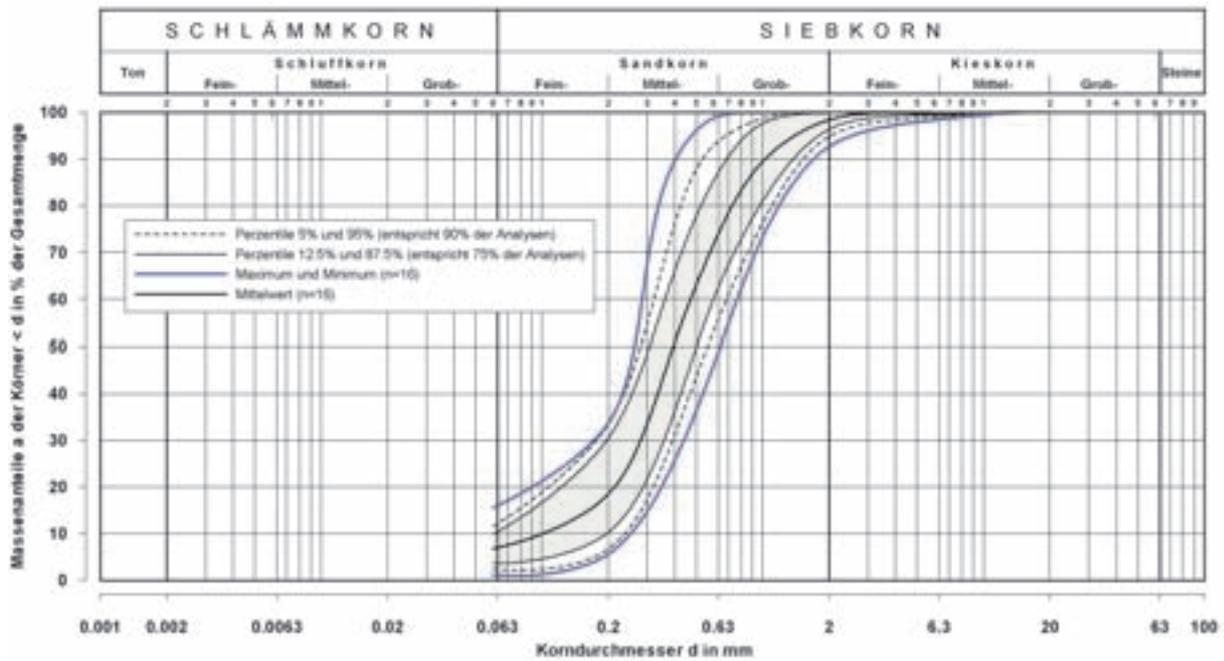


Abb. 5: Kornsummenkurven aus Sandgruben zwischen Kulmbach und Creussen (Probenanzahl: 16).

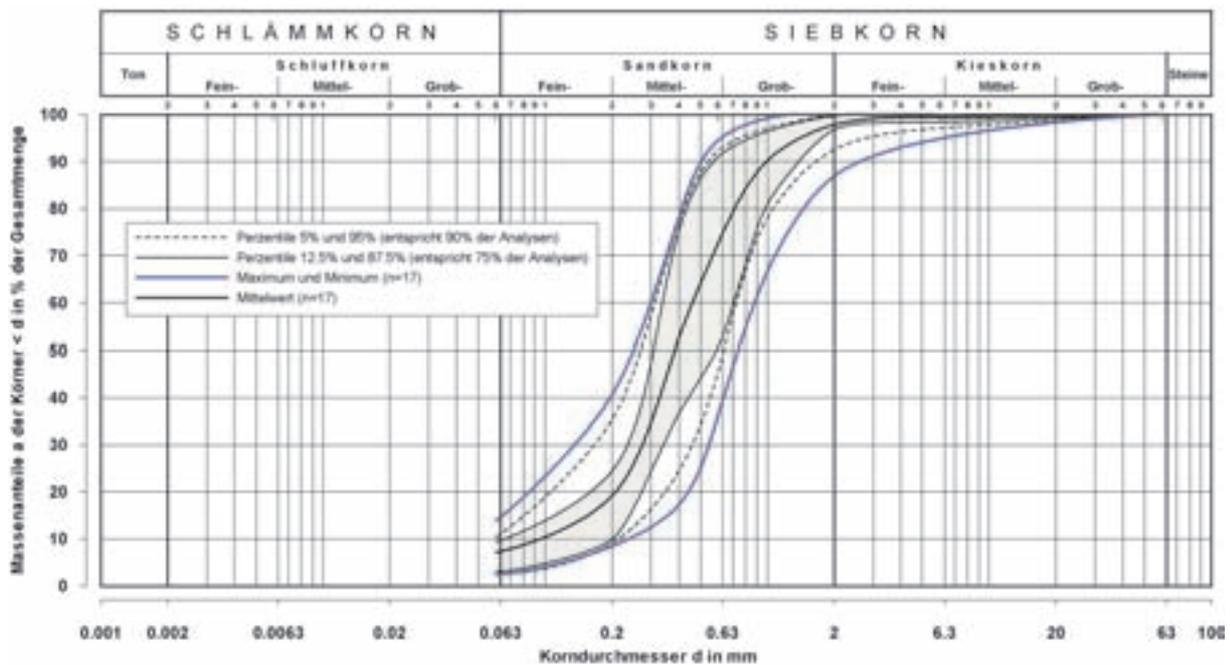


Abb. 6: Kornsummenkurven aus Bohrungen zwischen Kulmbach und Creussen (Probenanzahl: 17).

Eine chemische Charakteristik der Sandsteine bringt Tab. 3 ohne Differenzierung nach stratigraphischer Position. Auch die chemische Analytik weist die Sandsteine als weitgehend feldspatfreie Quarzsandsteine aus, die nahezu frei von kaolinitischen Tonanteilen sind.

Die Festigkeit der Sandsteine ist für ihre Verwendung von wesentlicher Bedeutung. Mürbe Sandsteine sind vornehmlich im Raum des Obermaingebietes anzutreffen (Lias bzw. Gübelscher Sandstein). Allerdings treten dort neben den als Sand genutzten Schichten auch feste Sandsteine auf, die zu Zeiten, da noch Massivsteine verbaut wurden, bis in die 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts an zahlreichen Stellen für den örtlichen Bedarf als Baumaterial gebrochen wurden. Zitat BAYER. OBERBERGAMT (1936): „Feste und mürbe Ausbildung wechseln rasch, so dass Steinbrüche und Sandgruben oft nahe beieinander liegen.“ Für eine systematische Zuordnung beider Ausbildungen nach räumlichen oder stratigraphischen Kriterien fehlen gesicherte Daten und spezielle Untersuchungen.

Die Häufung fester Werksteinbänke scheint an die rhätischen Sandsteine der Haßberge bzw. an das Gebiet zwischen Main und Itz gebunden zu sein, ebenso an den (nicht in die Erkundung einbezogenen) Raum Bamberg. Es fällt auf, dass Werksteinausbildung eher im Westen (gut ausgelesene Sande fern des Herkunftsgebietes), Mürbsteinausbildung dagegen eher im Osten (näher am Liefergebiet) auftritt.

Während unterschiedliches Korn bei der Sandgewinnung durchmischt wird, bilden Korngröße, Porenraum und interne Lagentextur die Charakteristik von Werksteinbänken.

Die verschiedenen Sandsteinvarianten der Haßberge umfassen das ganze Spektrum zwischen feinem und vorherrschend grobem Korn, repräsentiert z.B. durch die Werksteintypen Burgpreppach bzw. Heilgersdorf. Die Hauptvarianten betreffen den mittleren Kornbereich mit deutlichem Grobanteil. Die meisten Sandsteine sind geprägt von gradiertem Lagenwechsel der Korngrößen in Abständen vom Zentimeter- bis Dezimeterbereich.

Tab. 3: Chemische Charakteristik der Rhätsandsteine (Mittelwerte bezogen auf über der Nachweisgrenze liegende Werte).

Bohrung		Teufe		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	GV	Σ
		von	bis												
Nr.	Name	[m]		[Gew.-%]											
90/04	Pechgraben I	2,85	2,95	88,78	7,23	0,51	0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,14	0,41	0,02	2,66	99,76
90/04	Pechgraben I	21,00	22,00	92,80	4,34	0,53	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,11	0,16	0,02	1,73	99,69
90/04	Pechgraben I	36,45	36,50	97,53	1,86	0,24	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,11	0,09	<0,02	0,86	100,69
90/06	Kirchlein	12,50	12,55	98,95	1,12	0,09	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	<0,05	0,07	<0,02	0,51	100,74
90/06	Kirchlein	17,50	17,70	94,85	1,68	1,21	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,07	0,18	0,02	1,00	99,01
90/06	Kirchlein	23,70	23,80	93,97	3,64	0,37	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,06	0,18	<0,02	1,45	99,67
90/06	Kirchlein	25,60	25,65	94,96	2,45	0,71	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,07	0,17	0,02	1,11	99,49
90/11	Lichtenstein IV	40,95	41,00	88,90	3,27	0,39	<0,01	0,89	1,56	<0,2	0,06	0,05	0,03	3,14	98,29
90/14	Rothenhan	5,30	5,35	97,57	1,02	0,11	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	<0,05	<0,05	0,02	0,49	99,21
90/14	Rothenhan	8,60	8,65	97,44	0,87	0,10	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	<0,05	<0,05	<0,02	0,45	98,86
94/03	Kleinweiglareuth II	5,30	14,50	91,35	4,39	1,41	0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,16	0,24	0,05	1,90	99,51
94/04	Forkendorf	3,70	19,30	94,38	3,19	0,60	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,13	0,24	0,03	1,32	99,89
94/04	Forkendorf	20,30	27,00	96,63	1,63	0,34	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,05	0,10	0,02	0,71	99,48
94/10	Obergräfenthal I	24,00	35,70	86,05	6,55	3,32	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,15	0,33	0,04	2,87	99,31
94/12	Theta II	11,50	31,10	86,27	8,33	0,55	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,26	0,45	0,03	3,03	98,92
94/13	Theta III	12,00	20,00	96,11	1,65	0,43	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	<0,05	0,09	<0,02	0,72	99,00
94/20	Oberwaiz	3,50	6,50	96,67	1,55	0,18	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	<0,05	0,10	0,02	0,68	99,20
94/20	Oberwaiz	15,00	24,00	95,68	2,02	0,27	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,06	0,12	0,02	0,84	99,01
94/23	Lindig	3,00	9,00	91,90	4,44	0,54	<0,01	<0,2	<0,1	<0,2	0,15	0,20	0,03	1,68	98,94
Mittelwert				93,73	3,22	0,63	0,01	0,89	1,56	---	0,11	0,19	0,03	1,43	99,40

Verursacht durch Schichtwechsel, aber auch durch laterale Veränderungen, ergibt sich z.T. Werksteinvarianz im gleichen Steinbruch. Die Farbe der Sandsteine spielt um die Töne blassbeige bis gelbbraun. Als Sammelbezeichnung war daher der Begriff „Gelber Mainsandstein“ gebräuchlich. Die Variantenvielfalt führte zu steinbruchbezogenen Handelsbezeichnungen wie z.B. „Lichtensteiner“, „Heilgersdorfer Quarzsandstein“, „Gereuther Schloßsandstein“, „Buchener Sandstein“, „Burgpreppacher Sandstein“.

Die in den Handel gelangenden Sandsteine besitzen technische Eigenschaften, die eine Verwendung im Innen- wie im Außenbereich erlauben.

Die Festigkeiten der Sandsteine sind bedingt durch kantiges bis scharfkantiges Quarzkorn, das sperrig verzahnt ist und an den Kontaktstellen kieselige Bindung besitzt. Die Druckfestigkeiten der Sandsteine liegen in der Regel zwischen 35 und 50 N/mm², feinkörnige Varietäten können wesentlich höhere Werte annehmen (z.B. bis 90 N/mm²).

Der Porenraum der Sandsteine bewegt sich zwischen 15 und über 20 Vol.-%.

Insgesamt sind die technischen Gesteinsdaten je nach Bindung und Zusammensetzung des Kornes starken Schwankungen unterworfen. Selbstverständlich unterliegen die heute zur Anwendung kommenden Sandsteine bereits beim Abbau Auswahlkriterien, ebenso häufigen prüftechnischen Qualitätskontrollen, so dass die technischen Eigenschaften in aller Regel die dem Verwendungszweck angemessenen Anforderungen erfüllen.

Tone

Wie oben dargelegt, waren Sande und Werk-sandsteine das Hauptziel des Erkundungsprogramms. Ausgehend von den Tonabbaugebieten bei Großheirath, Ebersdorf, Sonnefeld und Thurnau wurde aber auch versucht, die Vorkom-

men der Rhättone der Untersuchungsgebiete 1 bis 7 unter verschiedenen Gesichtspunkten zu erfassen. Dazu gehörte vor allem

- die laterale Entwicklung der Tonhorizonte und ihre Verzahnungen mit der sandigen Fazies,
- die Abgrenzung gegen hangenden Lias und liegenden Feuerletten,
- der vertikale Profilaufbau nach geochemischen und mineralogischen Inhalten,
- die Auswirkungen dieser Parameter auf die keramotechnischen Eigenschaften.

Die Feinsedimente des hier untersuchten Rhät liegen in den Bohrungen überwiegend in verfestigter Form als Tonstein vor. Auch bildet der Tonanteil, der nach DIN 4022 auf die Fraktion < 2µm beschränkt ist, häufig nicht deren Hauptbestandteil. Da aber das Material in der Praxis als plastische Masse eingesetzt wird, spricht man generell von Ton. In den Profiltafeln wurde die Lias-Basis als Bezugshorizont vorgegeben. Trotz der nicht immer eindeutig festzulegenden Grenze bietet diese Art der Darstellung einen guten Überblick über die laterale und vertikale Faziesentwicklung. Einfallen der Schichtstufen und mögliche Verwerfungen bleiben dabei unberücksichtigt und sind fallweise zu klären.

Für die Lagerstättensuche ist neben der Gesamtmächtigkeit des Rhät der Anteil der Tone am Gesamtprofil und deren Mächtigkeitsverteilung von Bedeutung.

Unter diesen Gesichtspunkten sind die Untersuchungsräume 2 bis 4 am besten zu bewerten. In den Bohrprofilen werden hier meist über 80% von Tonen eingenommen. Im Untersuchungsgebiet 1 (Haßberge) vermindert sich der Tonanteil im Gesamtprofil auf ca. 50% bis 60%. Über die südöstlichen Untersuchungsgebiete 5 bis 7 lassen sich mangels ausreichender Datengrundlage kaum Angaben machen. Es scheint aber, dass der Anteil der Sandsteine im Profil wieder die Oberhand gewinnt.

Dem Profilaufbau des Rhät und der Position von Spezialtonen im Gesamtbohrprofil kommt entscheidende Bedeutung zu. Von wesentlicher anwendungsorientierter Bedeutung sind ebenso die Erkenntnisse zu Mächtigkeitsschwankungen der einzelnen Tonlagen und deren qualitative Differenzierung.

Die Grenzziehung zum Lias ist in der Regel scharf (z.B. Abb. 28) und wird durch die Lias-Sohlbank als Basis des marinen Lias oder von einem stark eisenschüssigen, konglomeratischen Sandsteinhorizont an der Basis des Gumbelschen Sandsteins deutlich markiert.

Die Grenze zum liegenden Feuerletten, die sich durch geochemische Befunde (Fe_2O_3 , CaO und K_2O) belegen lässt (s. Abb. 24 und Abb. 31), ist im Gelände für den Lagerstättenprospektor nicht klar zu erkennen. Ursache hierfür ist der Hangschutt aus den überlagernden Sandsteinschichten, die auch im Rhät auftretende Rotfärbung der Tone und die nicht unvermittelt einsetzende Karbonatführung des Feuerlettens.

Die Schwierigkeit, dem Rhät eine über größere Entfernung gültige, differenzierte Gliederung nach petrographischen Kriterien zuzuordnen, wurde bereits dargelegt. In den folgenden Bohrbeschreibungen wird bei den obersten ca. 10 m des Rhät vom „Hauptton-Niveau“ gesprochen. Der sog. „Hauptton“ wird hier aus praktischen und qualitativen Gründen durch einen K_2O -Gehalt von unter 1,3 Gew.-% definiert. Der „Übergangston“ mit 1,3 bis 2,0 Gew.-% K_2O liegt vornehmlich im mittleren und unteren Profilbereich und leitet an der Rhät-Basis zum Feuerletten über. Diese Einteilung ist praxisbezogener Art. Sie stellt gegenüber stratigraphischen, ortsbezogenen Profilschemata eine Vereinfachung dar.

Die geochemischen und mineralogischen Untersuchungen zeigen an, dass in allen Profilabschnitten fast alle Tonvarietäten vorkommen können. Allerdings zeichnet sich die deutliche Tendenz ab, dass qualitativ hochwertige Rohstoffe bevorzugt in den obersten Rhätschichten auftreten, das sind hoch kaolinithaltige, eisenarme, karbonatfreie Tone.

Tonmineral - Bestimmungen der Fraktion $< 2 \mu\text{m}$ ergaben bei den hellbrennenden Tonen einen hohen Kaolinitanteil, während andere Tonminerale stark in den Hintergrund treten. Auch bei hellrot brennenden Tonen mit K_2O -Gehalten unter 1 Gew.-% ist der Kaolinitanteil meist hoch. Daraus ist zu schließen, dass der erhöhte Eisengehalt als Eisenoxid vorliegt. Erst steigende K_2O - und MgO-Gehalte deuten auf einen höheren Gehalt an quellfähigen Tonmineralen (Mixed-Layer und Illit) hin. Der für ein limnisch-fluviatiles Ablagerungsmilieu kennzeichnende wechselnde Sandgehalt, der fast ausschließlich aus Quarz besteht, lässt somit auch die absoluten Prozentzahlen der übrigen Elemente schwanken, wodurch der Eindruck wechselnder Mineralfazies entstehen kann. Die besondere Struktur des Kaolinites kann besonders bei guter Kristallisation dazu führen, dass dieser in der Feinstfraktion nicht vollständig erfasst ist. Dies ist bei der Beurteilung mineralogischer Analysen zu berücksichtigen.

Eisen liegt überwiegend in dreiwertiger Form vor. Die Fe_2O_3 -Gehalte liegen in der Regel zwischen 2 und 8, nur selten über 10 Gew.-%. Diese meist nur wenige Zentimeter bis Dezimeter mächtigen Lagen mit hohen Eisengehalten mindern nicht nur die Gesamtqualität eines großen Profilabschnittes sondern liegen bei homogen aufbereiteten Massen noch als kleine Körnchen vor, die nach unseren Beobachtungen ab 1150°C Brenntemperatur kleine, qualitätsmindernde Schmelzkügelchen bilden.

Steigender **Kalium**-Gehalt wird auf zunehmenden Anteil quellfähiger Tonminerale zurückgeführt, der sich generell in steigender Plastizität und Trockenschwindung ausdrückt. In vielen Fällen ist auch die Trockenbiegefestigkeit erhöht.

Hoher **Aluminium**-Gehalt weist bei entsprechender Feinheit der Tone auf hohen Kaolinitgehalt und geringen Sandanteil hin. Die Feuerfestigkeit wird dadurch erhöht.

Steigende **CaO**- und **MgO**-Gehalte deuten auf die Anwesenheit quellfähiger Tonminerale bzw. Chlorit und auf Karbonatgehalte hin.

Die geochemische Analyse, bezogen auf die getrocknete Substanz, lässt nur zusammen mit anderen Faktoren eine überschlägige Beurteilung zu, sie erfasst aber sehr deutlich die Qualitätsschwankungen im Profil.

Weiterhin wurden folgende keramotechnischen Eigenschaften der Tone an ungebrannten Proben untersucht und in die Qualitätsbeurteilung einbezogen:

- Plastizität (nach PFEFFERKORN und DIN 18122-1)
- lineare Trockenschwindung (TS)
- Trockenbiegefestigkeit (TBF) mit dem Biegefestigkeitsprüfgerät (Modellreihe 401) der Firma Netzsch / Selb

Die beiden letztgenannten Parameter sind in Tabellen dargestellt. Die Kornverteilung ist in Abb. 7 wiedergegeben, wonach die Tone durch ihren hohen Feinkornanteil für hochwertige Produkte, z.B. Dünnwanddeckensteine, geeignet wären.

An gebrannten Probekörpern wurde gemessen:

- Lineare Brennschwindung (BS)
- Wasseraufnahme des Scherbens bei Atmosphärendruck (WA-N)
- Wasseraufnahme des Scherbens bei Vakuum (WA-V)
(in Anlehnung an DIN EN 993-1)

Die Brenntemperatur der Prüfkörper reichte von 940°C (Aufheizgeschwindigkeit 2 K / min) in 20°C-Schritten bis mindestens 1000°C, bei feuerfesten Tonen auch darüber.

Weiterhin wurden die Neigung zur Reduktionskernbildung und zum Blähen sowie die Anfälligkeit zur Rissbildung untersucht. Die Brennfarbe wurde verglichen und nach DIN 6164 sowie nach C.E.C. (Fédération Européenne des Fabricants de Carreaux Céramiques) dokumentiert. Alle Prüfkörper wurden mittels einer Labor-Vakuum-Strangpresse hergestellt.

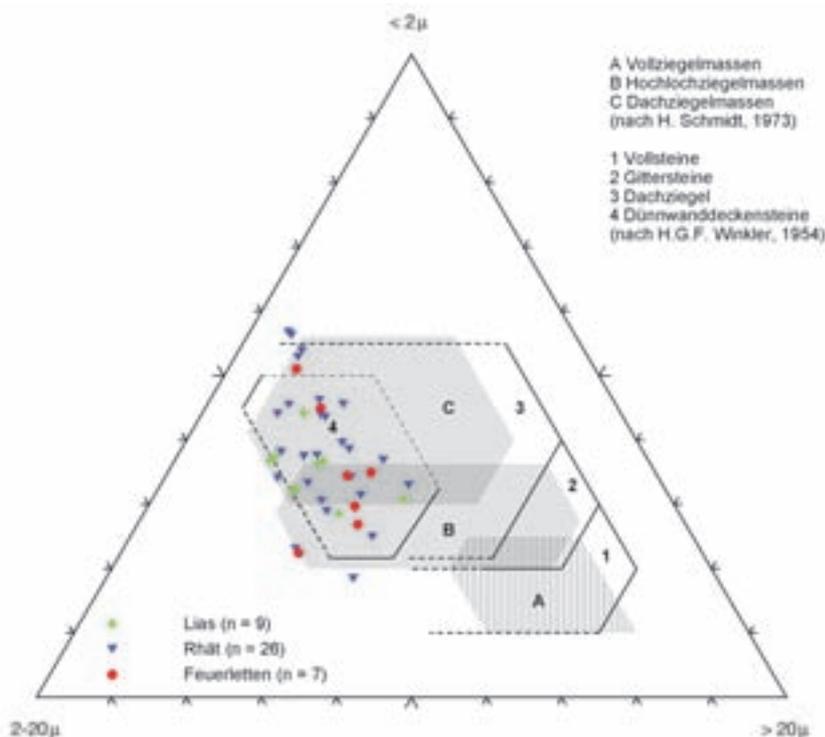


Abb. 7: Korngrößenzusammensetzung von Tonen des Lias, Rhät und Feuerletten (nach Gew.-%) mit Verwendungsgrenzen für grobkeramische Massen.

Von den 33 mittels RFA bestimmten Elementen wurden jeweils 5 keramotechnisch relevante (K_2O , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO) in die Tabellen übernommen. Soweit Messungen und Beobachtungen beim Trocknungs- und Brennverhalten für die Qualität relevant waren, wurden solche bei der Beurteilung der Bohrergebnisse berücksichtigt.

In den Abb. 8 bis 11 sind einige der Messungen und ihre Auswirkungen auf die keramotechnischen Eigenschaften dargestellt.

Abbildung 8 zeigt das unterschiedliche Brennverhalten. So weisen z.B. die Rhätone bei 1000°C eine Brennschwindigkeit von unter 2% auf, wogegen die Proben aus dem Feuerletten bzw. mit Feuerlettenanteil etwa den doppelten Wert ergeben. Weiter ist ein Bläheeffekt mit zunehmender Temperatur ab etwa 1040°C beim Feuerletten

zu erkennen. Der hier graphisch ablesbare Bläheeffekt (z.B. Bo 90/11: 56 bis 66 m) zeigt sich an der Oberfläche auch durch leichte Bläschenbildung (Abb. 9) bei bereits 1000°C.

Die Gegenüberstellung einer Auswahl von getrockneten und gebrannten Massen in Abb. 9 macht deutlich, dass eine Beurteilung des gebrannten Scherbens (z.B. Farbe, Brennschwindigkeit und Wasseraufnahme) kaum nach der Farbe des Rohstoffs im Gelände vorgenommen werden kann. Die Farbpalette der gebrannten Scherben in Abb. 9 bringt Beispiele für unterschiedliche Qualität, vom hellbrennenden Schamotteton bis zum blähenden, stark schwindenden Feuerletten.

Über das Plastizitätsverhalten der einzelnen Tone gibt Abb. 10 Auskunft. Die nach DIN 18196 übliche Einteilung lässt erkennen, dass es sich fast

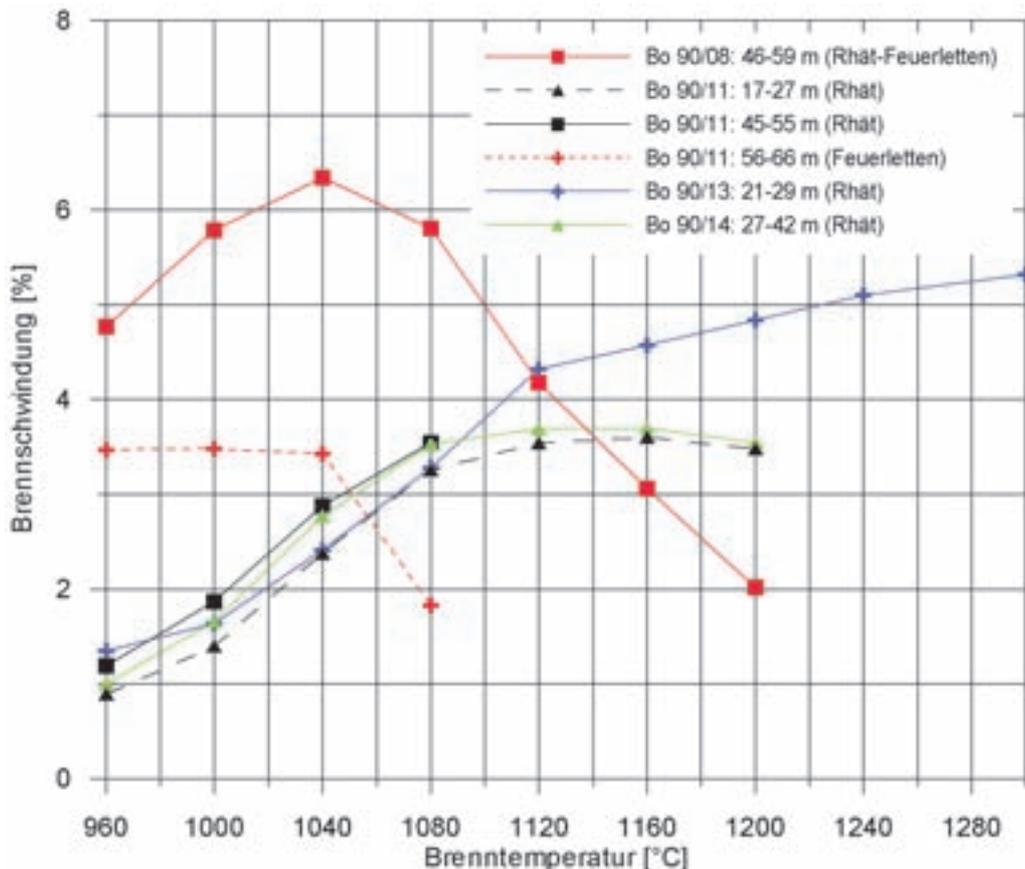


Abb. 8: Brennschwindigkeit in Abhängigkeit von der Brenntemperatur (ausgewählte Tonproben).

ausschließlich um mittelplastische bis ausgeprägt plastische Tone handelt. Eine Unterscheidung nach Eisengehalt oder stratigraphischer Einstufung ist hier nicht eindeutig nachzuweisen.

Die Abhängigkeiten des Glühverlustes vom K_2O - und Al_2O_3 -Gehalt (Abb. 11a und 11b) zeigen deutliche Unterschiede. Während der überwiegend kaolinitische Rhätton mit niedrigem K_2O -Gehalt keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Glühverlustes zum Illit- und glimmerreichen Feuerletten aufweist (Abb. 11a), kann man in Abb. 11b mit steigendem Al_2O_3 -Gehalt ins Auge

fallenden Anstieg des Glühverlustes verfolgen. Der Al_2O_3 -Gehalt steht hier für eine allgemeine Zunahme des Tonanteils.

Abbildung 11c und 11d zeigen den Einfluss des Kalziums und der glimmerähnlichen Minerale auf die Scherbenbildung beim Brand. Das Dichtbrennen, d.h. geringer werdende Wasseraufnahme mit zunehmendem Gehalt an Kalzium, das als Flussmittel wirkt, ist in Abb. 11c dargestellt. Der steigende Eisengehalt (Abb. 11d) ist hier ein Indiz für den allgemein wachsenden Flussmittelgehalt im Scherben.



Abb. 9: Auswahl von Probekörpern unterschiedlicher Tonqualität zur Bestimmung von Farbe und Schwindung.

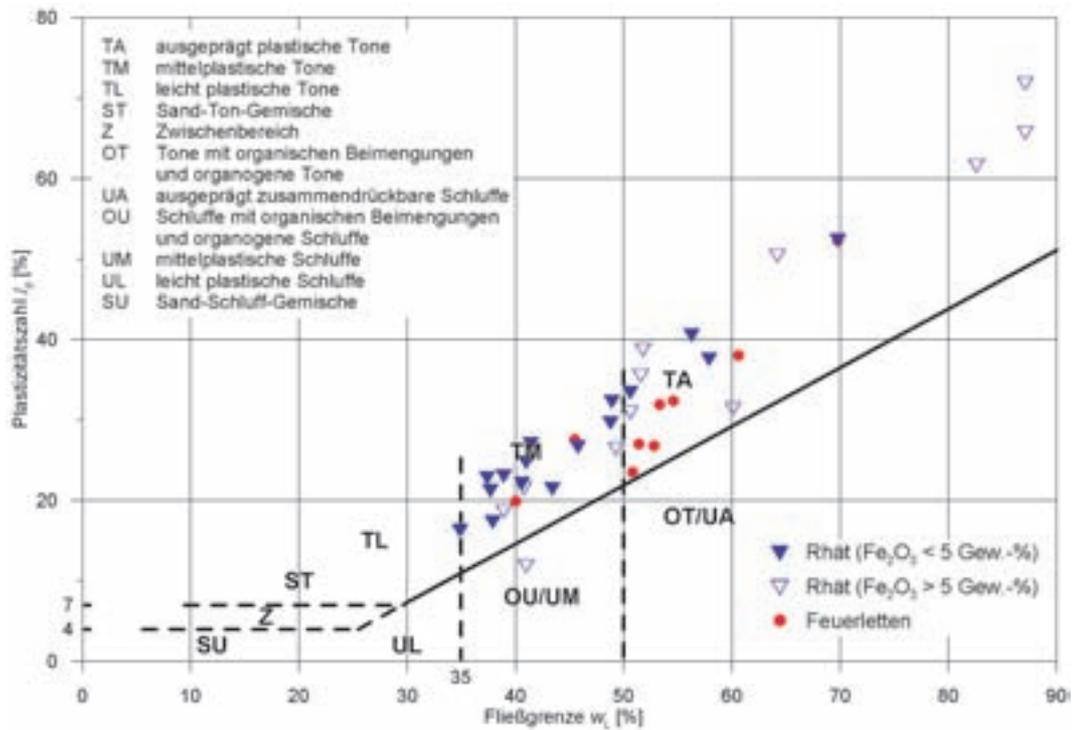


Abb. 10: Tone des Rhät und Feuerletten im Plastizitätsdiagramm mit Bodengruppen (DIN 18 196).

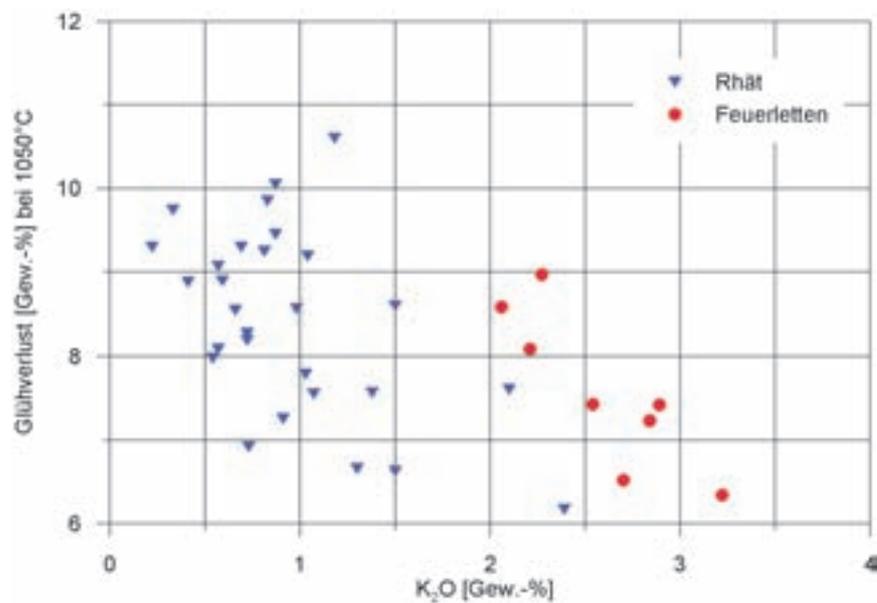


Abb. 11a: Abhängigkeit des Glühverlustes vom K_2O -Gehalt.

Abb. 11b:
Abhängigkeit des Glühverlustes vom Al_2O_3 -Gehalt.

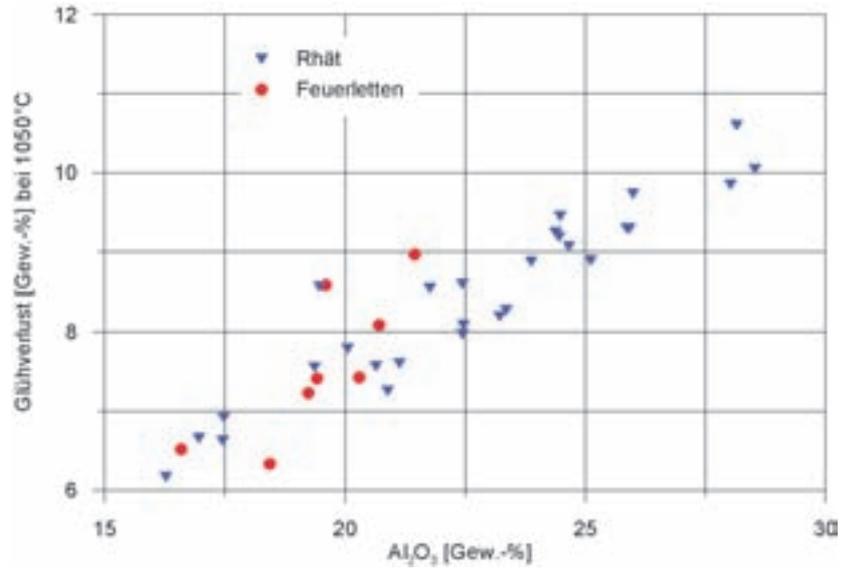


Abb. 11c:
Abhängigkeit der Wasseraufnahme des gebrannten Scherbens unter Vakuum vom CaO-Gehalt.

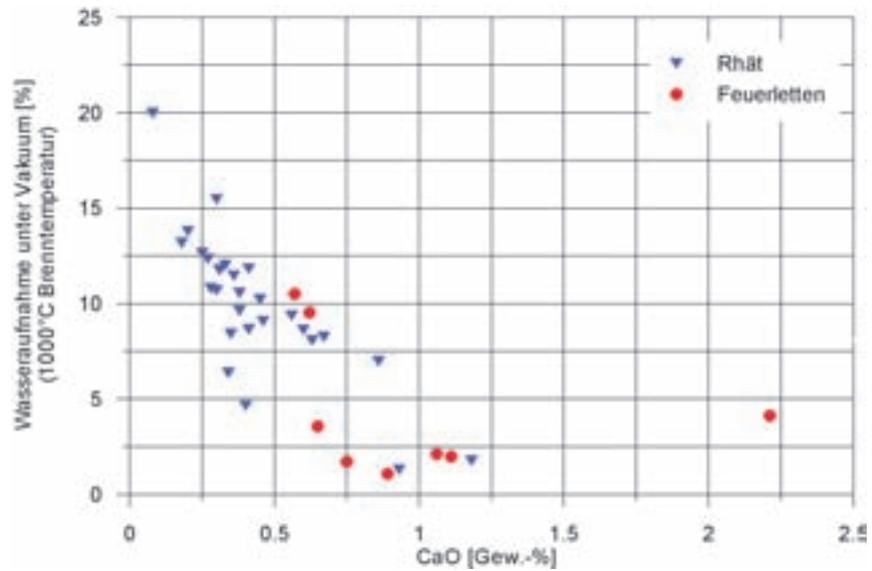
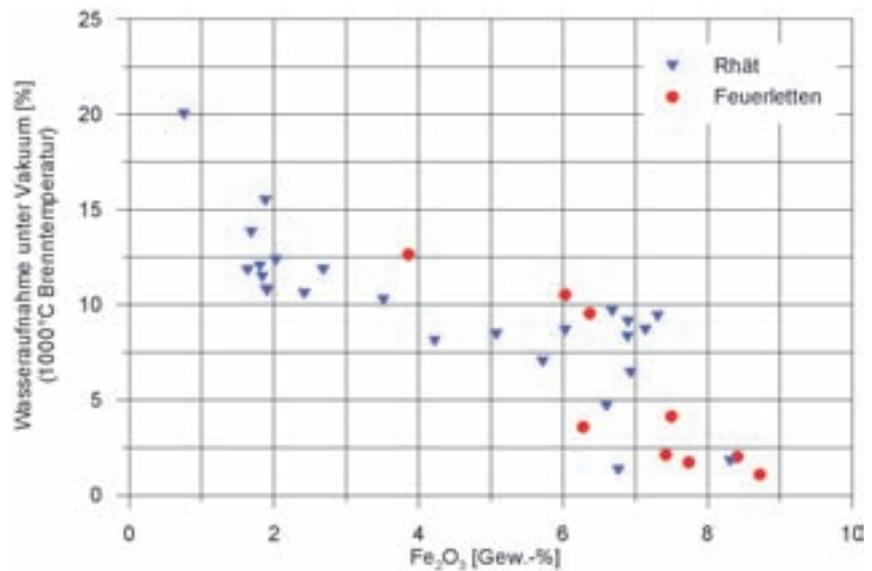


Abb. 11d:
Abhängigkeit der Wasseraufnahme des gebrannten Scherbens unter Vakuum vom Fe_2O_3 -Gehalt.



3.1.2 Erkundungsgebiete

3.1.2.1 Erkundungsgebiet 1: Haßberge

Die Bohrungen dieses Erkundungsraumes stehen im Bereich aufragender Insel- oder Tafelberge der Haßberge, deren Existenz mit den krönenden Sandsteinen in ursächlichem Zusammenhang steht. Drei der insgesamt 12 Bohrungen stehen auf westlich vorgelagerten Restflächen, acht auf dem langen Rücken zwischen Itz- und Baunachgrund, eine auf einem kleinen Teilrücken östlich davon. Die Bohrungen sollen teils unbekannte Schichten oder Räume erschließen, z.T. stehen sie im weiteren Umfeld bzw. im Fortstreichen aufgeschlossener und als Werkstein genutzter Areale. Lage und Bohrprofilardarstellung sind in den Abbildungen 12 bzw. 13 wiedergegeben.

Sandsteine

Bohrungen

Bo 90/09

Ziel der Erkundung war das Liegende der ehemals am Rauhberg abgebauten Werksteine. Die-

ses ist vorwiegend tonig ausgebildet und führt keine nutzbaren Sandsteine. Die Bohrung erfasst oben noch die Basislagen der Werksteine (hier 6 m).

Bo 90/16

Die Bohrung steht auf der Anhöhe „Steinert“ ca. 800 m östlich eines Werksteinbruches. Sie erfasst 6,5 m mächtige Sandsteine (26,2 bis 32,7 m), die denen im Steinbruch abgebauten qualitativ vergleichbar sind. Damit ist zu vermuten, dass eine größtenteils nutzbare Werksteinlage auf diesem Höhenrücken auf einer Strecke mindestens 2 bis 3 km umlaufend ausstreicht (Abb. 14). Diese Vermutung wird auch durch die scharf geschnittene südliche Hangkante des „Steinert“ (Namel) gestützt.

Bo 90/17

Die Bohrung sollte den bisher völlig unbekannt Schichtenaufbau des Höhenzuges „Haßwald Nord“ orientierend erkunden. Das erbohrte Profil ergab unter der Liasbasis zwar 10 m sandige Äquivalente der rhätischen Werksandsteine, die hier aber Tonzwischenlagen enthalten, wenig fest und nicht dickbankig ausgebildet sind und damit außerhalb der Nutzbarkeit liegen. Allerdings



Abb. 12: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 1, Haßberge.

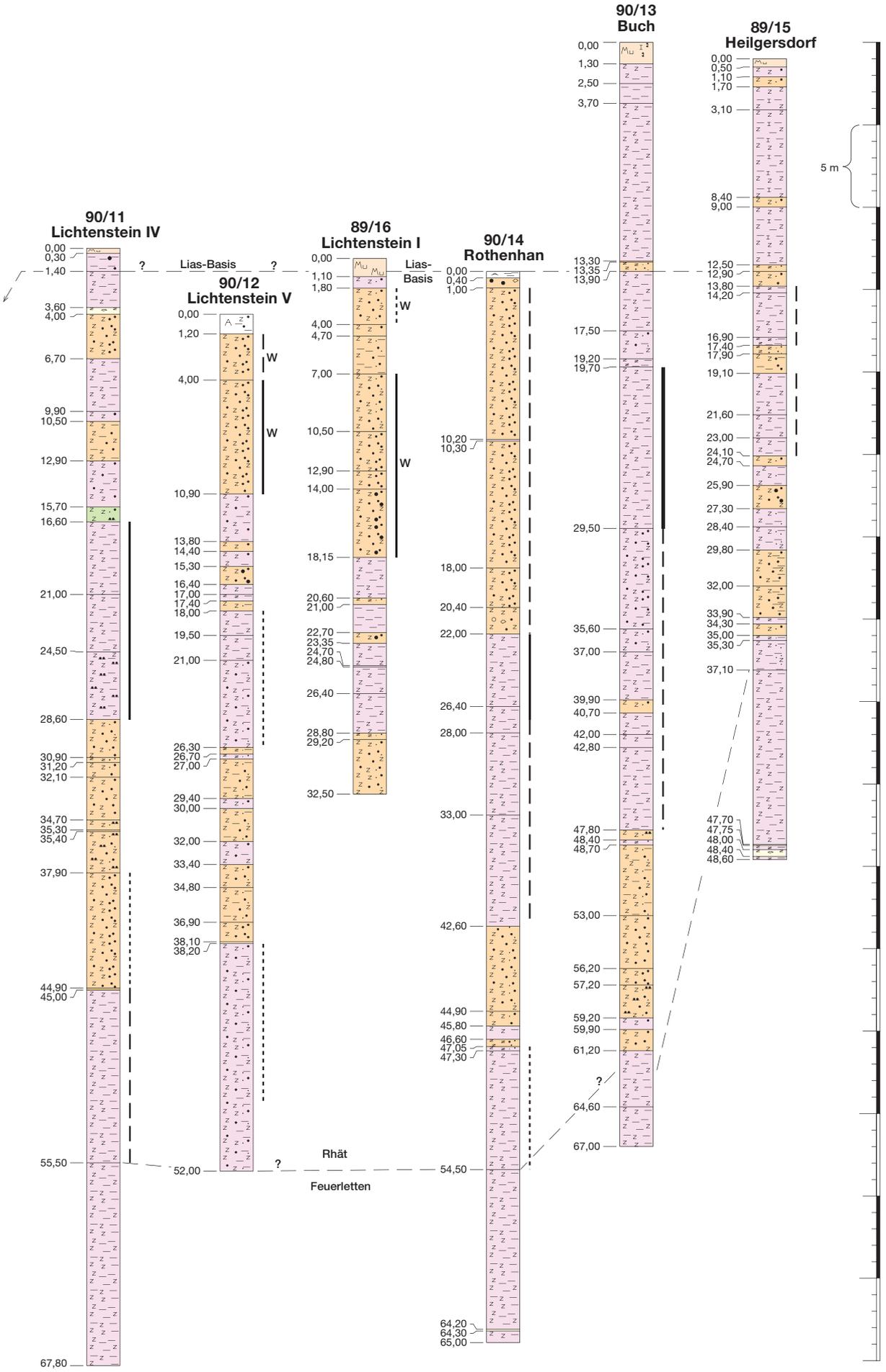




Abb. 14: Vermutlicher Ausstrich der Werksteinlage am „Steinert“ mit Lage der Bohrung 90/16.

muss dieser Befund nicht auf die gesamte Erhebung „Haßwald Nord“ übertragen werden. Zur endgültigen Beurteilung dieses Höflichkeitsgebietes wären weitere Aufschlüsse erforderlich.

Die folgenden Bohrungen 90/10 bis 90/14 und 89/16 bis 89/18 (insgesamt 8 Bohrungen) stehen durchweg auf dem Nordteil des zwischen Itz und Baunach liegenden, 20 km langen Höhenrücken,

dessen Dachfläche durch Rhät-Lias-Gesteine gebildet wird und an deren Rand Steinbrüche auf „Gelben Mainsandstein“ angelegt sind.

Bo 90/10

Die Bohrung erfasst unter tonigem Lias eine 12 m mächtige, durch eine Schlufflage (1 m) geteilte Sandsteinfohle. Deren oberen Teil stellen 5,5 m nutzbare Werksandsteine dar, die un-



Abb. 15: Vermutlicher Ausstrich der Werksteinlage östlich Altenstein mit Lage der Bohrung 90/10.



Abb. 16: Vermutlicher Ausstrich der Werksteinlage im Gebiet um Lichtenstein mit Lage der Bohrungen.

tere Hälfte bilden hier wenig feste, braunfleckige, nur eingeschränkt nutzbare Sandsteine. Die Liegendschichten führen keine Sandsteine von praktischer Bedeutung. Die am Rothügel erbohrten Sandsteine bilden die scharf geschnittene Hangkante des Plateaus östlich Altenstein und wären dort an landschaftsverträglichen Stellen gewinnbar. Ansatzstellen ergäben sich vermutlich aber auch im Bereich der nördlichen Hangkante. Generell ist das Äquivalent der gesamten erbohrten Sandsteinstrecke (14,2 m bis 29,0 m) als mögliche Werksteinfazies anzusehen, deren Nutzbarkeit fallweise festzustellen wäre.

Bo 89/17 und Bo 89/18

Die Bohrungen stehen in der Nähe von nicht mehr einsehbaren Altaufschlüssen, die an der Hangkante des Lichtensteiner „Sandsteinplateaus“ angelegt waren. Die hier bis 22 m Tiefe erbohrte Sandsteinfazies ergab im Mittelteil von Bo 89/18 Sandsteine mit 4 bis 5 m Mächtigkeit in guter Werksteinqualität, die sonst häufig durch dünne Tonzwischenlagen beeinträchtigt ist, ein weiterer Hinweis auf die Wechselhaftigkeit der Sandsteinausbildung.

Bo 90/11 und Bo 90/12

Durch diese Bohrungen sollten die Korrelierbarkeit eng benachbarter Bohrprofile und die Konstanz der Nutzbarkeit getestet werden. Die Bohrungen stehen wenig oberhalb bzw. auf der auskartierten Obergrenze der obersten rhätischen Sandsteine, die im Fortstreichen auch als Felsbildungen hervortreten.

Während eine stratigraphische Korrelierung beider Profile möglich ist, wechseln Faziesverhältnisse und Sandsteinqualitäten erheblich. Die in Bo 90/12 mit ca. 10 m Mächtigkeit angetroffenen guten oberen Werksteinlagen sind in Bo 90/11 nur noch angedeutet.

Beide Bohrungen weisen in tieferen Teilen Sandsteinfazies nach (28,6 bis 45,0 m bzw. 26,3 bis 38,2 m), die jedoch nicht im Bereich der Nutzbarkeit liegt. So ergab eine dickbankig homogen ausgebildete Sandsteinlage aus Bo 90/11 nur unzureichende technische Werte (Druckfestigkeiten zwischen 8,5 und 28 MPa aus 30 Proben, die der Frost-Tauwechselprüfung nicht standhielten). Der Nachweis nutzbarer Werksandsteine gelang in diesem Profilbereich nicht.

Bo 89/16 und Bo 90/14

Die Bohrung 89/16 steht im östlichen Fortstreichen des im Steinbruchgebiet südöstlich Lichtenstein abgebauten Vorkommens. Sie erfasste unter 7 m sandig-tonigen Abraumschichten 11 m Werksteine guter Qualität.

Bohrung 90/14 steht in gleicher stratigraphischer und morphologischer Position 700 m weiter im Süden. Sie ergab insgesamt 21 m bankige Sandsteine, deren Festigkeiten (im Mittel 13 bis 37 MPa) zwar im Grenzbereich der Nutzbarkeit liegen. Allerdings spricht die Frost-Tauwechselprüfung gegen die Nutzung dieser Sandsteine als Werkstein. In diesem Fall wäre eine Verarbeitung der mürben, kaum gebundenen Sandsteine zu Sand möglich. Insgesamt ist hier eine zwischen beiden Lokalitäten, vielleicht auch weiter nach Süden durchhaltende Sandsteinfazies zu vermuten, deren Qualität und Nutzbarkeit als Werkstein oder als Sand jeweils örtlich zu prüfen wäre.

Bo 90/13

Die Bohrung sollte die Kenntnisse über den nördlichen, durch zwei Steinbrüche und mehrere Felsbildungen dokumentierten Sandsteinaustrich verbessern. Die aufgeschlossenen Sandsteine sind durch extrem schräg geschichtete Schüttung sowie unregelmäßige Bankungsfugen charakterisiert, die viele Meter mächtige, massive Sandsteinkörper trennen. Diese Sandsteine werden in der nur 100 m entfernten Bohrung nicht mehr angetroffen! Sie sind dort vollständig durch Schluffsteine ersetzt.

Bo 89/15

Die auf der Anhöhe Ziegelberg stehende Bohrung traf Sandsteine nur als geringmächtige Bänke an, die im Wechsel mit vorherrschenden Schluff-Tonsteinen auftreten. Die Abfolge liegt außerhalb jeglicher Nutzbarkeit.

Zusammenfassende Bewertung

Die Haßberge, hier im Besonderen die als Inselberge oder geschlossene Rücken hervortretenden Plateauberge, gelten als klassisches Gebiet der Gewinnung von „Gelbem Mainsandstein“. Die an ausgewählten Lokalitäten niedergebrach-

ten Bohrungen bestätigen das Vorkommen fester, als Werkstein nutzbarer Sandsteine, die hier durchweg, da unter der kartierbaren Sohlbank des marinen Lias auftretend, als „Rhät-Sandsteine“ zu bezeichnen sind. Die vorwiegend an das Rhät bzw. an die Haßberge gebundene Ausbildung fester Sandsteine bestätigte sich. Die deutlich hervortretenden Hangschultern bieten zunächst gute Anhaltspunkte für die Ausbildung von Sandsteinfazies (vgl. Abb. 16). Allerdings sind die Kriterien der Nutzbarkeit (Festigkeit bzw. Kornbindung, Bankstärken, Mächtigkeit) starken, den Praktiker überraschenden Veränderungen unterworfen. Sandsteinlager, die für eine Gewinnung in Frage kommen, treten in kaum der Hälfte der untersuchten Örtlichkeiten auf. Dies ist bei der Weiterführung der Aufsuchung von Werksteinen zu berücksichtigen.

Fluviatile mittel- bis grobkörnige Sandsteine treten in unterschiedlicher Mächtigkeit (0 bis über 20 m) über nahezu das gesamte Rhätprofil auf, nutzbare Ausbildung liegt jedoch eher in der oberen Hälfte bzw. nahe der Lias-Sohlbank vor. Die Anwendung des stratigraphischen Begriffs „Hauptsandstein“ scheint somit zumindest aus praktischer Sicht nicht immer berechtigt. Eher scheint dieser Sandstein im Gebiet der Haßberge den sog. Hauptton zu vertreten, der sich gegenüber der Sandsteinfazies nur in Bohrung Bo 90/13 durchsetzt.

Tone

Bohrungen

Bo 90/09

Die auf Sandstein angesetzte Bohrung erreicht unter den Basislagen des Werksteins Tone, die bis in eine Tiefe von 34,4 m nur von einzelnen dünnen Sandsteinlagen durchzogen werden. Zwischen 7,1 m und 15,0 m ist der Ton dem Haupttonniveau zuzuordnen. Darunter folgen unter einer stark sandigen Tonschicht von 1 m Mächtigkeit bis Teufe 30,4 m die Übergangstone zwischen Feuerletten und Hauptton.

Ausbildung, Mächtigkeit und vergleichbares stratigraphisches Niveau lassen die Bewertung

„befriedigend“ zu. Die unmittelbar an den hangenden Sandstein ab ca. 7 m Teufe anschließenden Lagen dürften noch zur Bewertungsklasse „gut“ tendieren.

Unter einer weiteren Sandsteinlage treten bereits Tone auf, die zum Feuerletten überleiten und somit für eine Nutzung nicht mehr in Frage kommen.

Bo 90/16

Die Bohrung durchteufte unter dem Rhätsandstein noch das Haupttonniveau (32,7 bis 44,1 m). Infolge der deutlichen Sandführung im Wechsel mit tonigen Sandsteinlagen dürfte die Nutzung derartiger Tone eingeschränkt sein.

Bo 90/17

Die Bohrung traf den Hauptton nur ca. 2 m mächtig an (28,00 m bis 30,3 m). Dieser ist daher nicht bauwürdig. Die Tone unter dem liegenden Sandstein sind nach ihrem Aussehen schon den Übergangstonen zuzuordnen, deren Nutzbarkeit mit „eingeschränkt“ beurteilt wird.

Bo 90/10

Wie in Bohrung 90/17 ist auch in der Bohrung 90/10 anzunehmen, dass sich der Haupttonhorizont auf wenige Tonzwischenlagen innerhalb mächtigerer Sandsteine beschränkt und die Ton- und Schluffsteine zwischen 29,2 m und 42,5 m bereits die Übergangstone darstellen, die hier nur eingeschränkt nutzbar sein dürften. Diese wie-

derum leiten dann unter einer Sandsteinschicht ab 46 m zum Feuerletten über.

Bo 89/17 und Bo 89/18

Beide Bohrungen trafen Tone nur in geringer, nicht bauwürdiger Mächtigkeit an.

Bo 90/11

In Bohrung 90/11, in der die Rhätstufe mit 47 m überdurchschnittlich mächtig entwickelt ist, tritt unter der Lias-Basis hellbrennender Hauptton verteilt auf mehrere geringmächtige Lagen auf. Darunter wurden jeweils zwei mächtige Schichten von Übergangstonen untersucht. Die obere reicht von ca. 17 m bis ca. 29 m, die untere von 45 m bis ca. 56 m. Der darunter folgende Feuerletten wurde ebenfalls mit einer Mischprobe aus dem Teufenbereich 56 m bis 66 m in das Untersuchungsprogramm aufgenommen (Tab. 4a und Tab. 4b).

Der Ton zwischen ca. 17 m und ca. 29 m zeigt schon durch seinen Chemismus und die keramotechnischen Eigenschaften (Tab. 4a und 4b) die Verwandtschaft mit dem Hauptton. 1,5 Gew.-% K_2O und ein Al_2O_3 -Gehalt von 17,5 Gew.-% machen dies deutlich. Der Fe_2O_3 -Anteil von 6,7 Gew.-% bedingt bei 1000°C eine kräftig ziegelrote Brennfarbe. In der Tonfraktion, deren Anteil an der Gesamtmasse 38,6% beträgt, herrscht Kaolinit (64%) vor, Illit ist mit 7%, die quellfähigen Minerale (Mixed-Layer, Smektit-Illit) sind mit 15% vertreten. Sie verleihen der Rohmasse eine

Tab. 4a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K_2O [Gew.-%]	Fe_2O_3 [Gew.-%]	Al_2O_3 [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 90/11	17,0-27,0	1,5	6,4	17,2	0,4	1,3	Rhät
Bo 90/11	45,0-55,0	2,4	4,7	16,2	0,3	2,3	Übergangston
Bo 90/11	56,0-66,0	2,7	6,6	15,5	5,3	5,4	Feuerletten

Tab. 4b: Keramotechnische Eigenschaften.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 90/11	17,0 – 27,0	8,7	9,5	1,4	8,5	9,7	Rhät
Bo 90/11	45,0 – 55,0	9,8	8,9	1,9	5,5	8,4	Übergangston
Bo 90/11	56,0 – 66,0	8,4	10,7	3,5	1,6	6,0	Feuerletten

Plastizität (Plastizitätszahl nach PFEFFERKORN i.H.: 23,4), die für die maschinelle Verarbeitung noch ausreichend ist.

Der „untere“ Übergangston besitzt bereits einige Merkmale, die auf den Übergang zum Feuerletten hinweisen. In der Fraktion < 2µm fällt der Kaolinitgehalt (30%) gegenüber dem Anteil an Mixed-Layer-Mineralen (33%) zurück. Während der K₂O-Gehalt deutlich ansteigt (2,4 Gew.-%), geht der Fe₂O₃-Anteil gegenüber den hangenden Tonen auf 5,1 Gew.-% zurück. Letzterer bedingt hier eine hellrote Brennfarbe bei 1000°C. Eine Plastizitätszahl (nach PFEFFERKORN i.H.) von 25,2 erlaubt eine Zuordnung dieses Profilitails zu den mittelplastischen Tonen.

Der hier über eine Kernstrecke von 10 m beprobte Feuerletten weist einen weiteren Anstieg des K₂O-Gehaltes (2,7 Gew.-%) und einen wieder ansteigenden Fe₂O₃-Gehalt (6,5 Gew.-%) auf. Eine deutliche Zunahme der quellfähigen Tonminerale (Mixed-Layer) auf 53% und der geringe Kaolinit-Gehalt (10%) haben Einfluss auf die Plastizitätszahl, die mit 27,6 (nach PFEFFERKORN i.H.) schon zu den ausgeprägt plastischen Massen überleitet. Das Auftreten von Karbonat (CaO: 5,9 Gew.-%; MgO: 5,7 Gew.-%), das in Korn- und Stückform vorliegt, verursacht Abplatzungen und Aufwölbungen an der Scherbenoberfläche. Dies macht diesen Rohstoff als Zuschlagstoff in hochwertigen keramischen Massen unbrauchbar.

Bo 90/12

In Bohrung 90/12 sind die Tone im Haupttonniveau durch Sandsteine ersetzt bzw. von mehreren Sandsteinlagen durchzogen. Dasselbe gilt

für die Tone bis zum Übergangsbereich Rhät-Feuerletten. Die Tone weisen zudem über weite Kernstrecken einen z.T. deutlichen Sandgehalt auf. Spezielle Untersuchungen waren daher nicht lohnend. Eine Einstufung der Nutzbarkeit als „eingeschränkt“ dürfte am ehesten zutreffen.

Bo 89/16

Die in der Bohrung 89/16 angetroffenen Tone treten gegenüber den Sandsteinen im Profil stark zurück und sind selbst wieder von Sandsteinlagen durchzogen. Die Tone sind daher ohne wirtschaftliche Bedeutung.

Bo 90/14

Unter 22 m Rhätsandsteinen stehen hier bis in eine Teufe von 42 m Tone an. Auch über dem Feuerletten wurde von 47 m bis 54,5 m nochmals eine durchgehende Tonstrecke erbohrt.

Von diesen Schichten liegen, jeweils über größere Strecken, bis hinein in den Feuerletten chemische Analysen vor (Tab. 5), aus denen Anhaltspunkte für die technischen Parameter abzuleiten und Rückschlüsse auf die wirtschaftliche Verwertbarkeit zu ziehen sind: So steigt der K₂O-Gehalt kontinuierlich nach unten an, woraus eine entsprechende Abnahme des Kaolinites gefolgert werden kann. Der Eisengehalt, bestimmender Bestandteil für die Brennfarbe, verhält sich z.T. gegenläufig, ähnlich das Aluminium. Der deutliche Anstieg von CaO im unteren Profildbereich lässt im Teufenbereich um 55 m auf den Übergang zum Feuerletten schließen.

Während die unmittelbar unter dem Sandstein folgenden Tone bis ca. 28 m eindeutig dem Hauptton zuzuordnen sind und eine blassorange

Tab. 5: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 90/14	22,0 – 26,0	0,9	3,3	19,9	0,2	0,6	Hauptton
Bo 90/14	27,2 – 36,0	1,2	7,7	17,6	0,4	1,4	Übergangston
Bo 90/14	38,0 – 42,0	1,5	6,4	15,8	0,3	1,7	Übergangston
Bo 90/14	47,5 – 54,5	2,3	5,0	17,3	1,6	3,2	Übergangston
Bo 90/14	55,0 – 64,0	3,0	6,8	17,0	2,2	4,0	Feuerletten
Bo 90/14	47,5 – 64,0	2,7	6,3	17,2	1,9	3,6	Rhät / Feuerl.

Brennfarbe zeigen, sind die darunter erbohrten Tonlagen als Übergangstone zu bezeichnen. Sie versprechen über dem Sandstein anhand der geochemischen Charakteristik durchaus ansprechende technische Eigenschaften (Tab. 5). Erst gegen den Feuerletten dürften sie an Qualität einbüßen.

Bo 90/13

Die Bohrung 90/13 zeigt ein von den übrigen Bohrungen in diesem Erkundungsraum abweichendes Schichtenbild. Unter der Lias-Basis fehlen bis 47 m die sonst in diesem Niveau ausgebildeten mächtigen Sandsteinlagen. Hier beginnt der Hauptton mit einer mindestens 8 m mächtigen Tonlage (21 m bis 29 m) von ausgezeichneter, weißbrennender Qualität. Schon die chemischen Werte mit niedrigem K_2O - (0,81 Gew.-%) und Fe_2O_3 -Gehalt (2,0 Gew.-%) sowie der hohe Al_2O_3 -Anteil (24,4 Gew.-%) weisen darauf hin, dass es sich hier um einen kaolinitreichen, nach DIN 51060 feuerfesten Ton handelt. Die nach DIN EN 993-12 und EN 993-13 ermittelten Segerkegelfallpunkte liegen über dem Fallpunkt von Kegel 27. Die Tonfraktion enthält neben 85% Kaolinit nur 3% Illit und 12% Chlorit. Das Fehlen der quellfähigen Tonminerale bedingt eine Plastizitätszahl von 23,0 (nach PFEFFERKORN i.H.).

Die geochemische Charakteristik und die keramotechnischen Werte sind in den Tabellen 6a und 6b denen eines Übergangstones aus Bo 90/14 gegenübergestellt.

Die im Liegenden ab etwa 29 m folgenden Tone sind bis 47,8 m über größere Strecken etwas sandig ausgebildet und von 39,9 bis 40,7 m von einer Sandsteinlage durchzogen. Sie sind den Übergangstonen zuzuordnen und ihre Qualität ist als befriedigend einzustufen. Der Übergang zum Feuerletten beginnt unmittelbar unter der Sandsteinschicht bei ca. 62 m.

Bo 89/15

Die hier erbohrten Tone des Rhät sind häufig von Sandsteinlagen unterbrochen. Allenfalls könnte den Tonlagen zwischen 13,8 m und 17,4 m sowie zwischen 19,1 m und 24,1 m eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung zukommen. Voraussetzung dafür wäre ein entsprechend mächtiger Ausstrich der Tone unter wenig Abraum.

Zusammenfassende Bewertung

Im Untersuchungsgebiet Haßberge konnten in einigen Bereichen qualitativ hochwertige Tone erbohrt werden, die z.B. in der Steinzeugherstellung eingesetzt werden können. Sie treten bevorzugt unmittelbar unter der Rhät-Lias-Grenze auf. Die häufige Verzahnung mit Sandsteinschichten, vor allem aber die Vorherrschaft von Sandsteinen gegenüber den Feinsedimenten bedingen stark schwankende Mächtigkeiten und schränken eine großtechnische Gewinnung in der Regel ein.

Tab. 6a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K_2O [Gew.-%]	Fe_2O_3 [Gew.-%]	Al_2O_3 [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 90/14	27,0 – 42,0	1,3	7,1	17,0	0,4	1,4	Übergangston
Bo 90/13	21,0 – 29,0	0,8	2,0	24,4	0,3	0,7	Hauptton

Tab. 6b: Wichtige keramotechnische Eigenschaften.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 90/14	27,0 – 42,0	9,7	9,4	1,7	7,4	8,7	Übergangston
Bo 90/13	21,0 – 29,0	3,6	7,4	1,6	11,5	12,3	Hauptton

3.1.2.2 Erkundungsgebiet 2: Oberes Itztal

Dieses Erkundungsgebiet umfasst einen Raum beiderseits des Itztales, in dem vornehmlich tongeprägte Schichten des Rhät und Lias ausstreichen. Eine deutliche Tonvormacht lassen bereits die Landschaftsformen vermuten, die im Gegensatz zu den scharf geschnittenen Kanten der Sandsteinplateaus der Haßberge hier von hügeligen Formen bestimmt sind. Im Raum Großheirath werden seit langem keramische Tone abgebaut. Durch die Bohrungen sollten bisher unerschlossene Teilgebiete erkundet werden. Aus zahlreichen Möglichkeiten wurden insgesamt vier Lokalitäten ausgewählt. Zwei davon orientieren sich an aktuellen Erfordernissen und liegen in der weiteren Umgebung der heute betriebenen Tongrube Großheirath. Zwei weitere Bohrungen sollten Kenntnisse zu neuen Lokalitäten erbringen. Lage und Bohrprofilardarstellung sind in den Abbildungen 17 bzw. 18 wiedergegeben.

Sandsteine

Alle vier Bohrungen belegen die diesen Raum prägende Tonvormacht. Die in den Haßbergen noch deutlich vertretenen rhätischen Sandsteine sind hier nur durch geringmächtige, nicht nutzbare Äquivalente vertreten.

Tone

Bohrungen

Bo 90/15

Unter den Lias-Schichten, die gegen das Liegende mit einer 2 m mächtigen Sandsteinlage abgeschlossen werden, beginnt die Rhätstufe mit hellbrennenden Tonen. Ab 27,5 m werden diese deutlich feinsandig und gehen bei 30,7 m in eine dünne Feinsandlage über. Die anschließend bis 34 m erbohrten Tone bilden den Abschluss des Haupttonniveaus. Die ab 36,5 m wieder einsetzenden Tone zeigen ab 39,2 m auch rote Farbvarietäten und Feinsandgehalt. Sie vertreten wohl schon das Niveau der Übergangstone. Unter einer weiteren Sandsteinlage beginnen dann die Feuerletten mit ihrer typischen Karbonatführung.

Tabelle 7 gibt einen guten Einblick über die Gehalte der keramotechnisch wichtigsten chemischen Elemente sowie deren Verteilung im Schichtaufbau, die sich auch in der Qualitätseinstufung ausdrücken. Zum Vergleich ist eine Analyse aus den überlagernden Lias-Tonen (7 m bis 13 m) aufgenommen.

Bo 89/10

Die Bohrung 89/10 lässt sich nach ihrem Schichtaufbau mit Bohrung 90/15 vergleichen.



Abb. 17: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 2, Oberes Itztal.

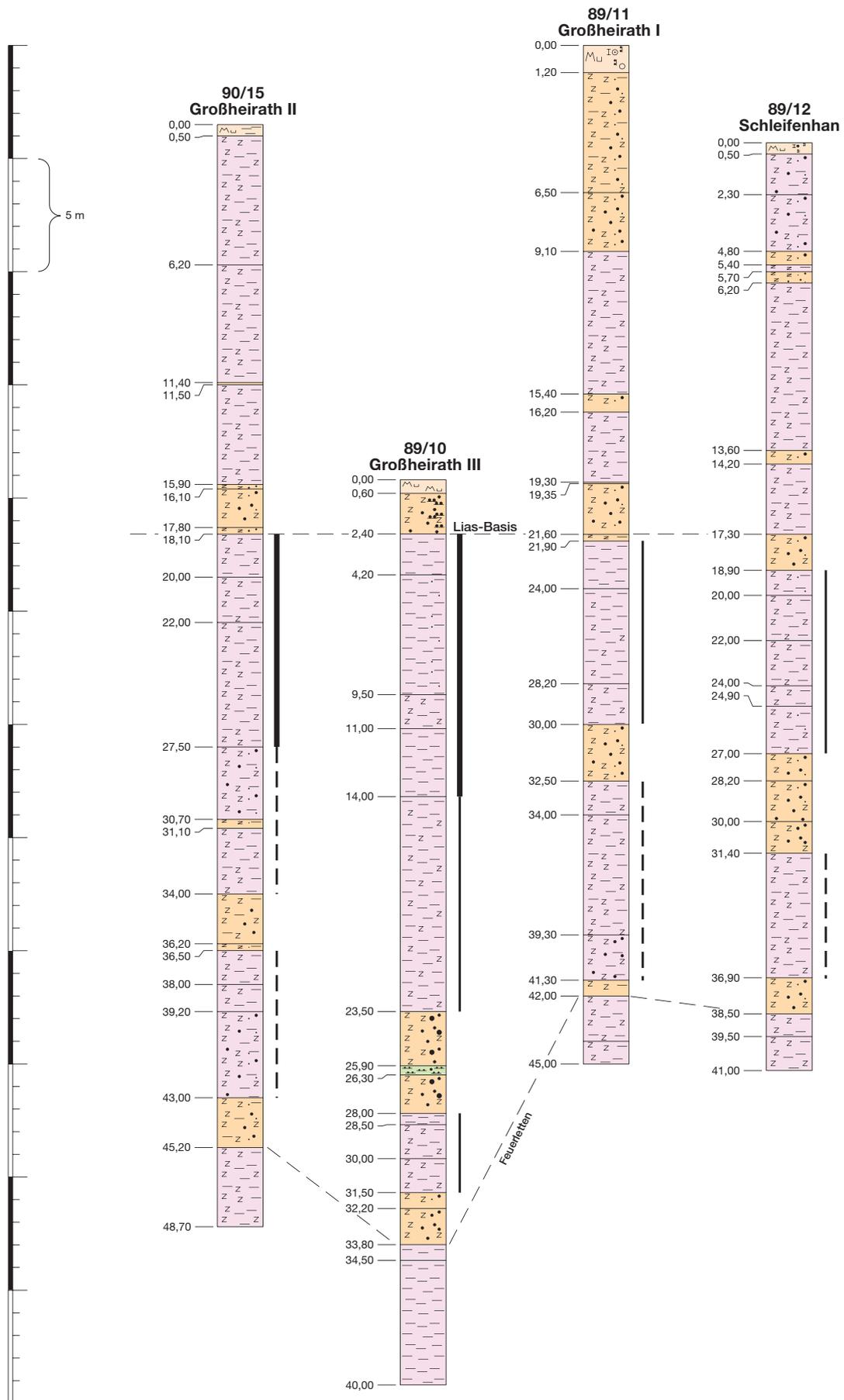


Abb. 18: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 2, Oberes Itztal.

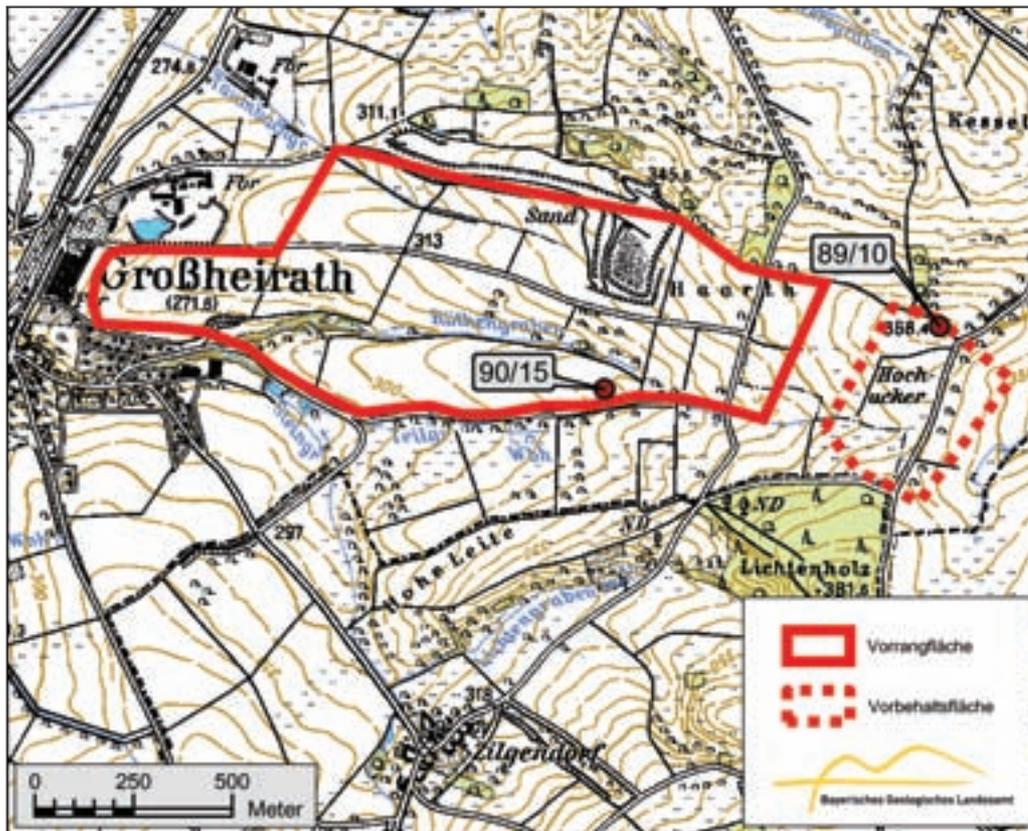


Abb. 19: Vorschläge für Rohstoffsicherungsflächen im Tonabbaugebiet Grobheirath mit Lage der Bohrungen

Nach dem Chemismus nimmt hier der Hauptton – soweit er nicht von Sandsteinen vertreten wird – den gesamten Profilbereich ein, wenn man die Grenze bei < 1,3 Gew.-% K_2O festlegt. Der ab einer Teufe von ca. 14 m erhöhte Eisengehalt zeigt den Übergang zum Feuerletten an.

Die Tabellen 8a und 8b geben einen Überblick über die wichtigsten chemischen Elemente und die keramotechnischen Daten. Sie bilden die Grundlage für die in Abb. 18 dargestellten Qualitäten.

Bo 89/11

Die Bohrung 89/11 erfasst im oberen Profilteil noch den untersten Lias. Ab etwa 22 m unter Gelände beginnt die Rhätstufe mit einer 8 m mächtigen Tonschicht, die dem Haupttonniveau zuzuordnen ist. Dies wird aus der Bohrkernansprache deutlich, in der die Schichten einheitlich mit „Ton“ und „Tonstein, grau“ bezeichnet werden. Unter einer Sandsteinlage zwischen 30,0 m und 32,5 m Teufe ist der Übergangston mit knapp 9 m Mächtigkeit erbohrt. Diese Schicht wird nach unten durch eine wenige Dezimeter mächt-

Tab. 7: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K_2O [Gew.-%]	Fe_2O_3 [Gew.-%]	Al_2O_3 [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 90/15	7,0 – 13,0	2,4	6,2	19,3	0,9	2,0	mariner Lias
Bo 90/15	18,5 – 28,0	0,8	2,6	24,1	0,3	0,7	Hauptton
Bo 90/15	28,0 – 30,8	0,9	2,0	20,5	0,3	0,7	Hauptton
Bo 90/15	31,2 – 33,9	0,7	3,4	21,4	0,5	1,4	Hauptton
Bo 90/15	36,5 – 42,0	1,2	5,8	17,8	0,7	1,8	Übergangston

Tab. 8a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 89/10	2,5 – 4,15	0,8	1,8	28,0	0,3	0,5	Hauptton
Bo 89/10	4,15 – 5,3	0,6	1,8	25,1	0,4	0,5	Hauptton
Bo 89/10	5,3 – 9,5	0,5	2,4	22,4	0,4	0,6	Hauptton
Bo 89/10	9,5 – 11,2	0,9	5,7	24,5	0,9	1,7	Hauptton
Bo 89/10	11,2 – 14,0	1,0	4,2	24,5	0,6	1,5	Hauptton
Bo 89/10	14,0 – 18,0	0,7	13,8	19,9	0,7	1,9	Übergangston
Bo 89/10	18,0 – 21,4	1,0	6,0	20,1	0,6	1,5	Übergangston
Bo 89/10	28,7 – 31,0	0,7	6,9	21,8	0,7	1,4	Übergangston
Bo 89/10	34,0 – 36,0	2,7	7,4	16,6	1,1	2,7	Feuerletten

Tab. 8b: Wichtige keramotechnische Eigenschaften.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 89/10	2,5 – 4,15	5,5	8,1	2,4	11,9	12,0	Hauptton
Bo 89/10	4,15 – 5,3	4,9	7,9	2,1	11,1	11,5	Hauptton
Bo 89/10	5,3 – 9,5	6,4	8,3	2,1	10,4	10,6	Hauptton
Bo 89/10	9,5 – 11,2	8,4	10,7	3,4	6,0	7,0	Hauptton
Bo 89/10	11,2 – 14,0	9,6	10,5	1,8	7,2	8,1	Hauptton
Bo 89/10	14,0 – 18,0	7,9	9,5	2,3	8,7	10,0	Übergangston
Bo 89/10	18,0 – 21,4	9,6	10,2	2,4	7,8	8,6	Übergangston
Bo 89/10	28,7 – 31,0	9,2	10,2	2,6	7,3	8,3	Übergangston
Bo 89/10	34,0 – 36,0	7,8	11,7	6,4	1,1	2,1	Feuerletten

tige Sandsteinlage gegen den Feuerletten abgeschlossen. Spezielle Untersuchungsergebnisse liegen nicht vor, aber der in allen Bohrungen im Untersuchungsgebiet 2 ähnliche Schichtenaufbau lässt Ergebnisse erwarten, die denen in den Bohrungen 90/15 oder 89/10 vergleichbar sind.

Bo 89/12

Bohrung 89/12 ist mit Bohrung 89/11 gut korrelierbar. Ihr Schichtaufbau ist allerdings viel weniger homogen ausgebildet. Zwar sind die Schichten ab 18,9 bis 27 m dem Haupttonniveau zuzuordnen, jedoch treten hier bereits ab 22 m deutlich rot gefärbte Feinsedimentlagen auf, so dass nur die obersten 3 m (19 bis 22 m) hellbrennende Qualität aufweisen dürften. Zwischen 31,4 m und 36,9 m sollten entsprechend ihrer Nähe zum Feuerletten die Übergangstone liegen. Die graue bis dunkelgraue Farbe schließt

hier einen hell brennenden Scherben nicht aus. Entsprechend dem Profilaufbau wurden auch die Qualitäten eingestuft.

Zusammenfassende Bewertung

Die im Erkundungsgebiet Oberes Itztal niedergebrachten Bohrungen ergaben hinsichtlich der Mächtigkeit der Tonlagen und deren Qualität die besten Ergebnisse. Alle dem Hauptton des Rhät zuzuordnenden Tone können mit gut bis sehr gut bewertet werden. Die hellbrennenden Schamottetone liegen auch hier unmittelbar unter der Lias-Basis. Darunter folgen Steinzeugtone unterschiedlicher Qualität bis zum Feuerletten. Damit konnte für die seit langem in Abbau stehenden Tone eine langfristig ausreichende Rohstoffbasis nachgewiesen werden (vgl. Abb. 19).

3.1.2.3 Erkundungsgebiet 3: Ebersdorf-Sonnefeld

Dieses Gebiet betrifft den Südwestrand der großen „Lias-Insel“ östlich von Coburg. Dieser Raum gehört noch zu dem deutlich durch Tone geprägten Faziesbereich des Rhät wie auch des Lias. Dies äußerte sich in einer Reihe von Abbauebenen auf keramische Rohstoffe, die die Grundlage für eine entsprechende Industrie bildeten. Tongruben befanden sich östlich Blumenrod, südöstlich Rödenthal, nördlich Ebersdorf bei Coburg sowie im Mönchsholz nördlich Sonnefeld. Neben den Rhättonen treten aber auch Lias-Sandsteine auf, die vor allem im Raum Einberg-Spittelstein als Sand, sonst stellenweise in kleinen Steinbrüchen auch als Baustein genutzt wurden. Lage und Bohrprofilardarstellung sind in den Abbildungen 20 bzw. 21 wiedergegeben.

Die beiden bei Ebersdorf angesetzten Bohrungen waren v.a. auf die Erkundung von Ton im Raum Ebersdorf-Sonnefeld angesetzt.

Sandsteine

Die gegenüber den Tonen stark zurücktretende Sandsteinfazies liegt in keinem Fall als nutzbare Ausbildung vor. Im Lias handelt es sich im überwiegenden Maß um feste, grauweiße bis gelbliche, feinkörnige, marine Bildungen. Zwischen 15,0 m und 18,2 m (Bo 89/13) dürfte es sich um gröbere, fluviatile Sandsteine handeln, die andernorts zu nutzbaren Mächtigkeiten anschwel-

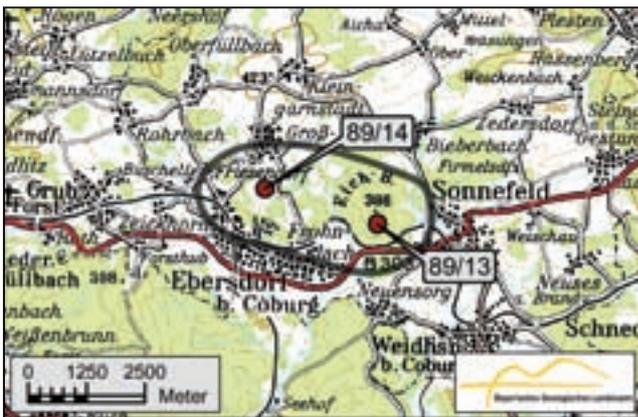


Abb. 20: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 3, Ebersdorf-Sonnefeld.

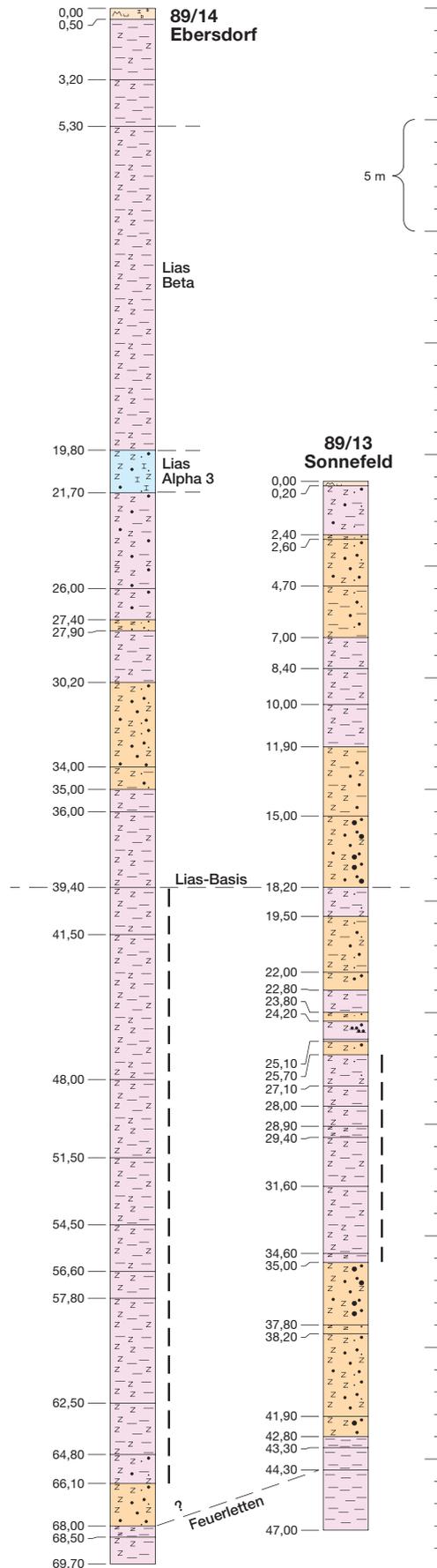


Abb. 21: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 3, Ebersdorf-Sonnefeld.

len können. Auch die rhätischen Sandsteine sind vornehmlich fein, grau bis grünlich und entsprechen nicht den gelben rhätischen Bausandsteinen der Haßberge.

Tone

Bohrungen

Die Bohrungen 89/14 und 89/13 sollten im Erkundungsgebiet Ebersdorf–Sonnefeld die in der Tongrube Ebersdorf aufgeschlossenen Schichten nach NE verfolgen und die Entwicklung ihrer Mächtigkeit klären.

Bo 89/14

Bohrung 89/14 durchteufte mächtige Lias-Schichten, bevor sie bei einer Teufe von 39,4 m das obere Rhät erreichte. Die bis 66,1 m ange-troffenen Tone zeigen nach Farbe und Reinheit unterschiedliche Ausbildung, sodass ihre Qualität insgesamt eher als befriedigend einzustufen ist. Bereits unter der Lias-Basis treten bunte und rote Tone auf, die keinen weißbrennenden Scherben erwarten lassen, sodass eine Abgrenzung des Haupttonniveaus nach unten nicht vorgenommen werden kann. Es ist anzunehmen, dass der unter einer Sandsteinlage (66,1 m bis 68,0 m) durchteufte Ton bereits dem Feuerletten angehört.

Bo 89/13

Bohrung 89/13 liegt nur wenige Kilometer östlich der Bohrung 89/14, zeigt aber einen anderen Schichtaufbau und eine wesentlich geringere Tonmächtigkeit im Rhät. Die Tone sind nach

Untersuchungen von mittlerer Qualität, die wichtigsten Elemente und technischen Eigenschaften sind denen des Feuerletten in den Tabellen 9a und 9b gegenübergestellt. Es ist anzunehmen, dass der Hauptton hier nur von der mit Sandsteinen durchsetzten Schicht zwischen 18,2 m und 25,1 m vertreten wird.

Zusammenfassende Bewertung

Die bereits makroskopisch sichtbare große Variabilität der Tone in Bo 89/14 wird auch in den Analyseergebnissen der Mischprobe aus Bo 89/13 deutlich, die für die erbohrten Tone nur die Bewertung „befriedigend“ zulassen.

3.1.2.4 Erkundungsgebiet 4: Kulmbach West

Das Erkundungsgebiet Kulmbach West umfasst die „Lias-Insel“ zwischen Kulmbach und Küps nördlich des Mains (4 Bohrungen) sowie den entsprechenden Plateaubereich im Anstieg zur Albtafel südlich des Mains bzw. östlich von Weißmain (4 Bohrungen). Beide Teilräume, obgleich durch das Maintal getrennt, sind aus geologischer Sicht zu einem Erkundungsraum zusammenzufassen. Die rohstoffhöffigen Bereiche bilden wiederum durch Sandsteine bedingte, hervortretende Hangschultern bzw. die Kanten der hochgelegenen Plateaubereiche. Lage und Bohrprofilardarstellung sind in den Abbildungen 22 bzw. 23 wiedergegeben.

Tab. 9a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 89/13	32,0 – 34,0	0,7	7,3	17,5	0,6	1,5	Übergangston
Bo 89/13	44,3 – 46,4	1,0	8,3	19,5	1,2	2,7	Feuerletten

Tab. 9b: Wichtige keramotechnische Eigenschaften

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 89/13	32,0 – 34,0	10,8	10,6	1,4	8,3	9,4	Übergangston
Bo 89/13	44,3 – 46,4	3,8	13,8	6,4	1,6	1,8	Feuerletten

Sandsteine

Bohrungen

Bo 90/06

Die Bohrung setzt auf der Hochebene südlich Kirchlein im verwitterten Arietensandstein an und erfasst darunter 25 m Sandsteinfazies, die von tonlagiger, nicht nutzbarer Ausbildung in wenig feste, reine Sandsteine übergeht, die eine Sandgewinnung zulassen. Die Qualität der Sandsteine (untere Hälfte: Mittel-Grobsande mit wenig Feinanteil, vgl. Abb. 23) entspricht etwa derjenigen der ehemals in der großen Sandgrube südlich Gärtenroth abgebauten Schichten. Unterhalb der Liasbasis liegt vollkommen tonige Fazies vor (s. u.).

Bo 89/09

Die das Plateau des Bohlenberges orientierend erkundende Bohrung schließt den gesamten Lias Alpha in Sandsteinfazies auf, der über eine Strecke von fast 24 m (Oberfläche bis Teufe 23,8 m) überwiegend gute Nutzbarkeit aufweist. Es handelt sich um mittelkörnigen Sandstein mit wechselnder Fein- oder Grobsandbeimengung. Das Bohrprofil lässt sich gut mit Bo 90/06 korrelieren.

Zwischen beiden Bohrungen befindet sich die aktive Sandgrube Gärtenroth. Auch hier liegen unterhalb der Liasbasis überwiegend Tone vor.

Bo 90/05

Die auf der Oberkante des Rhät angesetzte Bohrung traf bis zum Feuerletten keine Sandsteine mehr an, die von praktischer Bedeutung wären. Wie schon bei Bo 90/06 und 89/09 herrschen hier Tone vor.

Bo 94/23

Ziel dieser Bohrung war das Auffinden fester Sandsteine, die den nördlich von Burghaig ehemals in mehreren Steinbrüchen abgebauten Werksteinen vergleichbar sind. Nahe der Oberfläche wurden tatsächlich etwa 8 m mächtige, allerdings wechselnd feste Sandsteine angetroffen, die Werksteinen im heutigen Sinn nur teilweise vergleichbar sind. Die überwiegend grobsandige Basislage wäre qualitativ zur Sandgewinnung nutzbar. Allerdings reicht hier die Mächtigkeit von nur 5 m nicht aus. Die Bohrung belegt das Vorhandensein fester und mürber Sandsteine im selben Profil bzw. in enger räumlicher Nachbarschaft.



Abb. 22: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 4, Kulmbach West.

Insgesamt sind die Sandsteine eher als potentielle Sandvorkommen einzustufen, die sich hier mangels ausreichender, durchgehender Mächtigkeit im Grenzbereich der Nutzbarkeit befinden.

Die Bohrungen 94/21, 90/07 und 94/22 stehen auf dem Höhenrücken des Mainecker Forstes im Norden von Geutenreuth, der abgesehen von wenigen kleinen alten Steinbrüchen vollkommen unerschlossen ist. Teils scharf geschnittene, gegen den Sandsteinkeuper bzw. zum Maintal hin abfallende Stufen lassen Sandsteinfazies vermuten.

Bo 94/21

Die stratigraphische Einordnung der Bohrung ist nicht gesichert. Sie erfasst oben (4,10 m bis 9,40 m) ca. 5 m feste Sandsteine, die im Grenzbereich der Nutzbarkeit als Werkstein liegen (heterogener Schichtaufbau, ggf. aufgehende Schichtfugen). Im Mittelteil der Bohrung (12,2 m bis 21,0 m) folgen 8 m teils feste, überwiegend feine, unten (2,5 m) auch feinkiesig grobe Sandsteine. Insgesamt wäre die Strecke zwischen 4 m und 21 m (17 m abzüglich knapp 3 m Tonzwischenlage) im Ausstrich eher zur Sandgewinnung geeignet.

Bo 90/07

Die Bohrung erfasste die gesamte Liasabfolge. Diese besteht oben (knapp 20 m) aus einer nicht verwertbaren Wechselfolge von Sandstein und unterschiedlich sandigem Ton-Schluffstein. Im unteren Teil folgt unter feinem, schlufflagigem Sandstein (19,0 m bis 22,0 m) eine feste, quarzitisches gebundene, dickbankige Werksteinlage von 5 m Mächtigkeit (22,0 m bis 27,0 m). Diese wäre im nahegelegenen Ausstrichbereich neu zu orten und unter reduzierten Abraumschichten nutzbar.

Bo 94/22

Die mit Bo 90/07 korrelierbare Bohrung erfasst unter 8 m heterogener Wechselfolge von 8,2 m bis 15,6 m sowie von 20,3 m bis 29,9 m jeweils Sandsteinfazies von oben 7,5 m, unten knapp 10 m Mächtigkeit. Die Trennschicht beider Lagen bildet ein 5 m mächtiger Ton-Schluffstein.

Die Sandsteine (oben: wechselnd fest, überwiegend fein- bis mittelkörnig, unten: mittel- bis grobkörnig) ließen sich zu Sand verarbeiten. Allerdings wäre dabei die Aufbereitung der teils festen Sandsteine erschwerend.

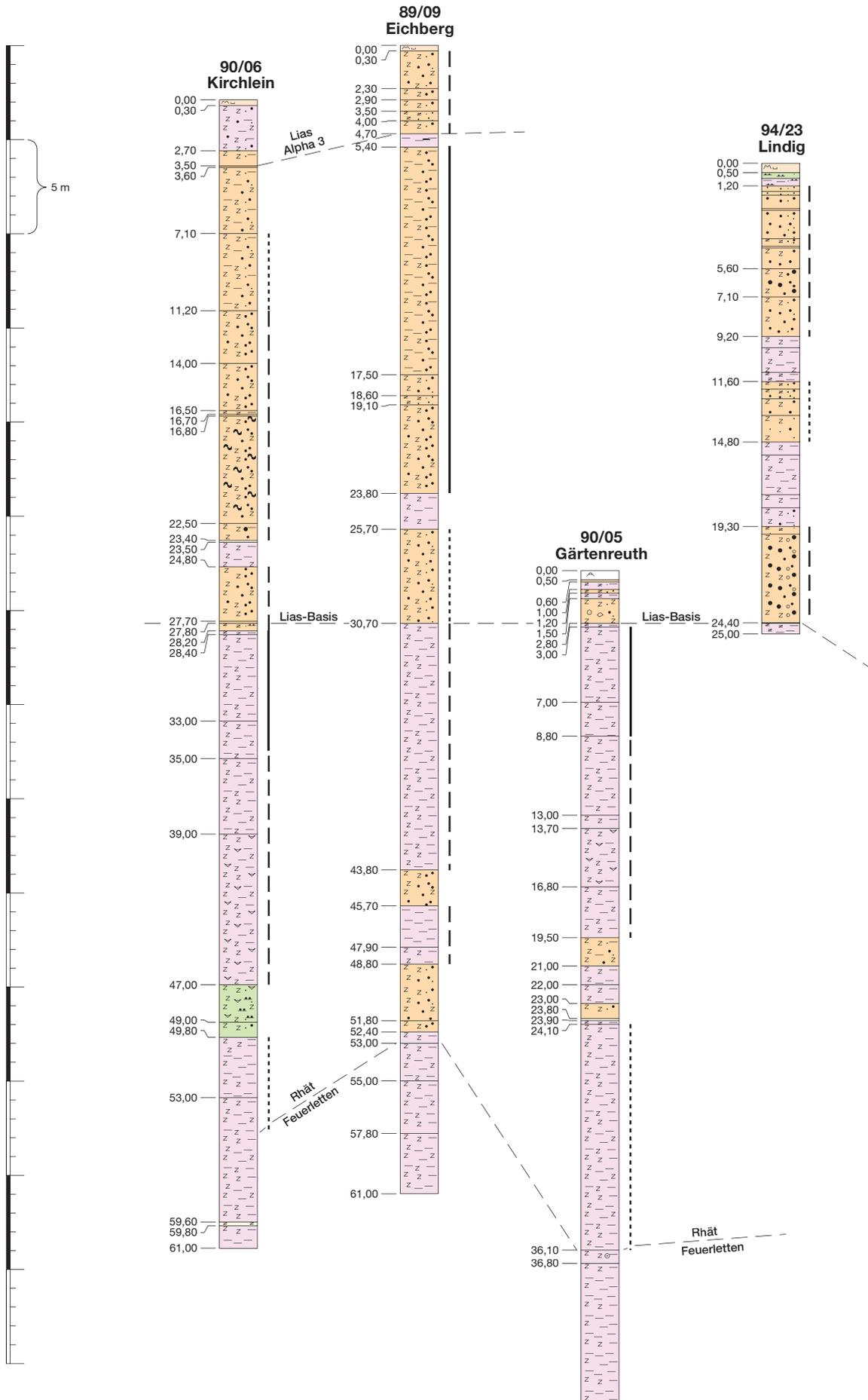
Zwischen 23,0 m und ca. 30,0 m liegen 7 m feste Sandsteine vor, für die ggf. auch eine Werksteingewinnung in Frage käme. Diese Lage korrespondiert mit dem in Bo 90/07 in gleicher Position angetroffenen Sandstein.

Bo 90/08

Die auf die Sandsteinhochfläche „Vordereichich“ südlich Wüstenbuchau angesetzte Bohrung erfasst den gesamten Lias Alpha, dessen untere Hälfte überwiegend sandig ausgebildet ist. Die mürben, mittel- bis grobkörnigen Sandsteine sind qualitativ gut zur Sandgewinnung geeignet, die allerdings durch zwei Ton-Schlufflagen (20,3 m bis 21,8 m: 1,5 m sowie 28,4 m bis 31,2 m: 2,6 m) erschwert wird. Ein Aushalten der Zwischenschichten (rosafarbene Liastone im Gumbelschen Sandstein, d. s. 23% des Gesamtstoßes) dürfte vertretbar sein. Das Rhät liegt in toniger Fazies vor (s.u.).

Zusammenfassende Bewertung

Im Erkundungsgebiet Kulmbach West liegt bereits deutlich durch fluviatile Sandfazies geprägter Lias vor, der von eher fein- bis mittelkörnigen Mürbsandsteinen bestimmt wird. Allerdings treten neben mächtigen, von Tonlagen freien Sandsteinen auch Wechselfolgen mit hohem Tonanteil auf, die eine Sandnutzung ausschließen oder nur bei günstigen Ausstrich- und Abraumbedingungen erlauben. Verhältnisse letzterer Art finden sich vor allem südlich des Mains. Dabei ist festzuhalten, dass wenige Bohrungen keine gesicherte statistische Beurteilung zulassen. Eine Aufsuchung bauwürdiger Sande erfordert in diesem Raum einen hohen Aufwand, ist aber möglich und unter Zuhilfenahme wenig aufwändiger Vorerkundungen (Schürfe, Spezialkartierung) vertretbar. Unterhalb der Rhät-Lias-Grenze findet sich ganz überwiegend tonige Ausbildung.



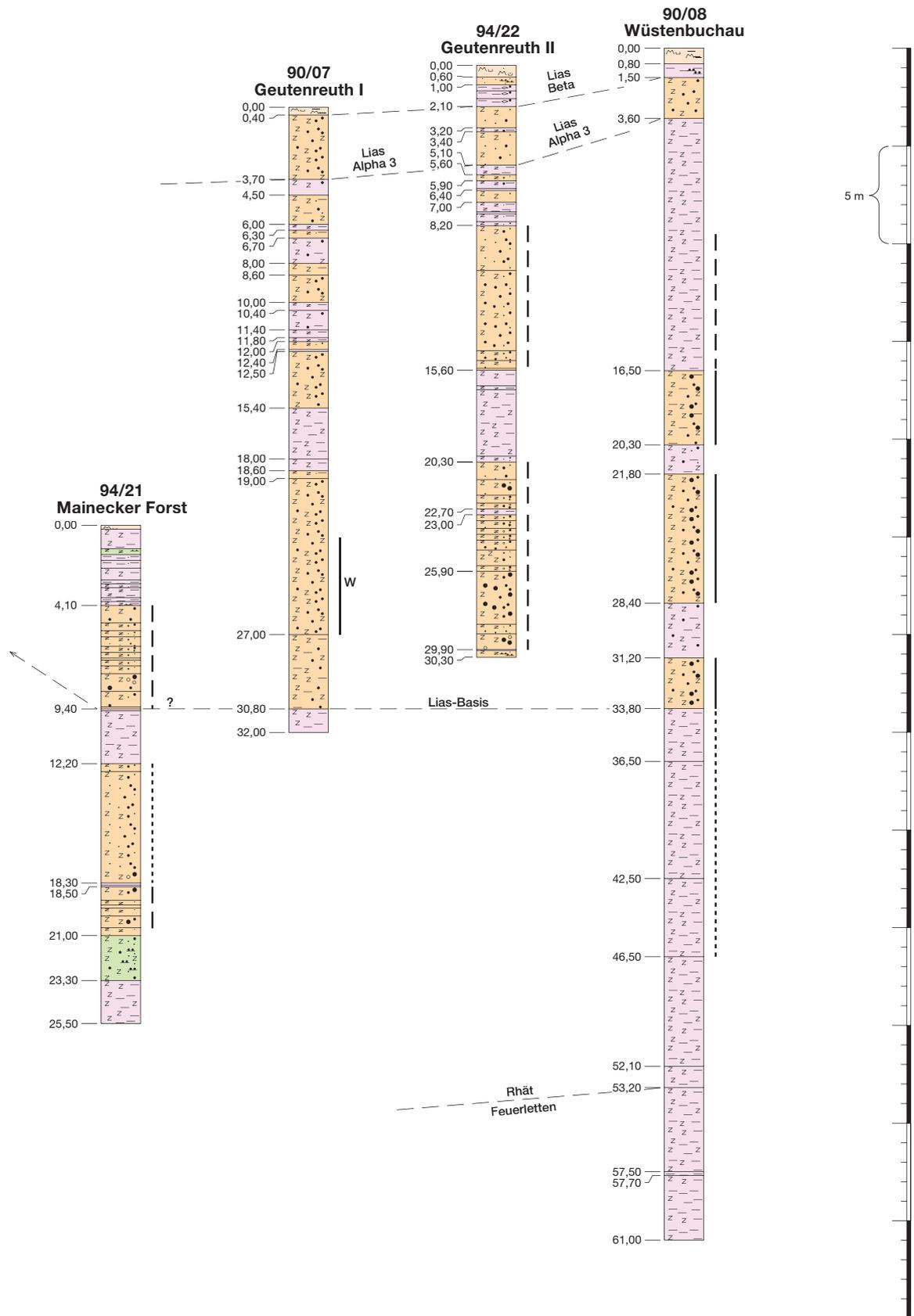


Abb. 23: Bohrprofilarstellung im Erkundungsgebiet 4, Kulmbach West.

Tone

Bohrungen

Im Untersuchungsgebiet Kulmbach West durchfahren von acht Bohrungen vier das gesamte Rhät. Dieses erreicht Mächtigkeiten zwischen ca. 20 m und ca. 33 m, wovon die tonige Fazies den weit überwiegenden Anteil einnimmt.

Bo 90/06

In Bohrung 90/06 setzt bei 28,2 m, wenige Dezimeter unter der Lias-Basis, das Rhät mit mächtigen Tonen ein. Diese sind bis zum Feuerletten nur bei 47 m durch eine 2,8 m mächtige, schluffig-sandige Zwischenlage unterbrochen. Ab etwa 54 m geht der Rhätton in den Feuerletten über. Um die qualitative Variabilität der Tone abschätzen zu können, wurden 37 chemische Analysen relativ gleichmäßig über diese Kernstrecke bis in den Feuerletten verteilt (s. Abb. 24). Unter der Lias-Basis, die hier durch eine dünne, sandige und eisenreiche Lage gekennzeichnet ist, beginnt eine eisen- und kaliumarme, aluminiumreiche Tonschicht von etwa 3 m Mächtigkeit. Chemismus und helle Brennfarbe lassen eine gute Qualität der Tone erwarten. Darunter folgen bis ca. 34 m Tone mit etwas erhöhtem Eisengehalt. Ein nach unten weiter ansteigender Eisengehalt und bereichsweise K_2O -Gehalte

bis ca. 2 Gew.-% sind Anzeiger quellfähiger Tonminerale, die die Feuerfestigkeit dieser Tone negativ beeinflussen. In dieses Niveau wäre auch die Grenze Hauptton/Übergangston zu legen. Ab 54 m ist am allmählich ansteigenden Karbonat-Gehalt der Übergangsbereich zum Feuerletten zu erkennen, dem keine wirtschaftliche Bedeutung zukommt.

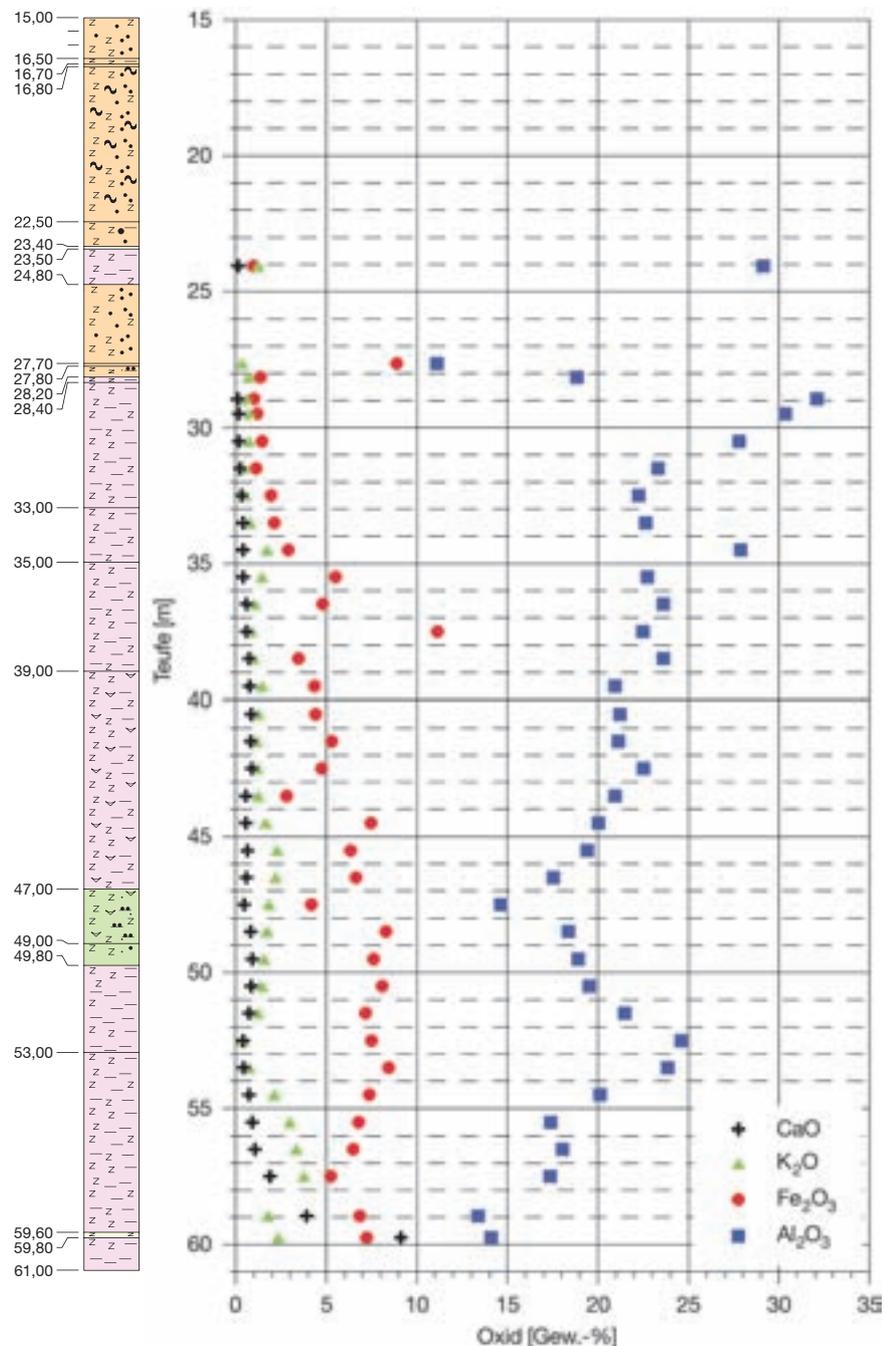


Abb. 24: Bohrprofil Bo 90/06 mit teufenbezogenem Chemismus.

Bo 89/09

Die Bohrung 89/09 erreicht das Rhät bei 30,7 m unter Gelände. Das obere Rhät wird vertreten durch mächtige Tonlagen bis in eine Teufe von 43,8 m. Unmittelbar unter der Rhät-Lias-Grenze weisen geringe K_2O - und Fe_2O_3 -Gehalte auf gute, hellbrennende Tone hin. Analog zu anderen Bohrungen ist anzunehmen, dass ab ca. 36 m der Eisengehalt nach unten weiter zunimmt. Nach einer Analyse der untersten Tone erreichen die Fe_2O_3 -Werte über dem Feuerletten bereits um die 7 Gew.-%. Im darunter liegenden Feuerletten steigt dann auch der Anteil an Flussmittel (K_2O , CaO), was einen früh sinternden Scherben ergibt (s. Tab. 10a und Tab. 10b). Eindeutige Kriterien, die eine Unterscheidung von Haupt- und Übergangston ermöglichen würden, fehlen hier ebenso wie in Bo 90/05.

Bo 90/05

Die Bohrung 90/05 erfaßt zwei Tonschichten, die zwischen 19,5 m und 23,9 m durch eine Sand-/Tonstein-Wechselfolge getrennt sind. Wie in den vorgenannten Bohrungen stehen unter der

Lias-Basis mehrere Meter qualitativ gute, eisenarme und hellbrennende Tone an, die nach unten an Eisen und Kalium zunehmen, sodass die Gesamtschicht von 3 m bis 19 m bereits einen Fe_2O_3 -Gehalt von 3,7 Gew.-% aufweist. Ab Teufe 23,9 m steigen die Fe_2O_3 - und K_2O -Werte bis in die Schichten des obersten Feuerletten, der vor allem am erhöhten CaO-Gehalt zu erkennen ist. Überträgt man diese Werte auf die Qualität der Tone, ist mit eingeschränkter Nutzbarkeit zu rechnen.

Bo 90/08

Mit Bohrung 90/08 (Tab. 12a und Tab. 12b) wurde zwischen den Sandsteinen des Lias eine ungewöhnlich mächtige Tonsteinlage erbohrt (3,6 m bis 16,5 m). Der obere Teil davon ist karbonatführend und nicht brauchbar. Der untere Teil besitzt als vermutlich terrestrische Ablagerung einen mittleren Kaolinitanteil und bringt nach derzeitigem Kenntnisstand mittlere Qualität. Die Rhättonne zeigen nur unmittelbar unter dem Lias hellbeige Brennfarbe. Nach wenigen Metern nimmt der Eisengehalt stark zu, sodass die Tone in ihren

Tab. 10a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K_2O [Gew.-%]	Fe_2O_3 [Gew.-%]	Al_2O_3 [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 89/09	32,0 – 33,0	0,7	1,9	23,2	0,3	0,5	Hauptton
Bo 89/09	46,0 – 48,0	1,1	6,9	19,4	0,5	1,2	Übergangston
Bo 89/09	53,0 – 55,0	2,5	7,4	20,3	0,8	1,5	Feuerletten
Bo 89/09	58,0 – 60,0	2,9	8,4	19,4	1,1	2,8	Feuerletten

Tab. 10b: Wichtige keramotechnische Eigenschaften.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 89/09	32,0 – 33,0	5,7	8,2	2,2	10,6	10,7	Hauptton
Bo 89/09	46,0 – 48,0	8,4	10,1	2,4	8,4	9,1	Übergangston
Bo 89/09	53,0 – 55,0	8,3	11,3	5	1,8	1,7	Feuerletten
Bo 89/09	58,0 – 60,0	8,0	12,4	6,8	1,2	2,0	Feuerletten

Tab. 11: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K_2O [Gew.-%]	Fe_2O_3 [Gew.-%]	Al_2O_3 [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 90/05	3,0 – 19,0	1,1	3,7	22,5	0,3	0,6	Übergangston
Bo 90/05	29,0 – 44,0	2,4	7,9	18,6	1,3	2,2	Rhät / Feuerl.

Tab. 12a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 90/08	4,0 – 16,0	1,5	5,7	23,5	0,4	0,8	Lias
Bo 90/08	34,0 – 42,0	2,1	6,8	21,1	0,9	1,5	Übergangston
Bo 90/08	46,0 – 59,0	2,1	7,5	19,6	2,2	2,3	Rhät / Feuerl.

Tab. 12b: Wichtige keramotechnische Eigenschaften.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 90/08	4,0 – 16,0	3,6	6,0	2,7	15,1	17,8	Lias
Bo 90/08	34,0 – 42,0	10,6	10,1	5,1	0,8	1,3	Übergangston
Bo 90/08	46,0 – 59,0	6,9	11,0	5,8	2,4	4,1	Rhät / Feuerl.

technischen Eigenschaften und der Brennfarbe bereits hier dem Feuerletten ähnlich sind. Bis 46,5 m könnten sie aber noch in keramischen Massen als „Sinter-ton“ eingesetzt werden

Zusammenfassende Bewertung

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind im Erkundungsgebiet Kulmbach West bereichsweise bedeutende Lagerstätten an hochwertigen, aluminiumreichen, jedoch nur selten eisenarmen Tönen zu erwarten. Die Tonfazies ist meist sehr mächtig entwickelt.



Abb. 25: Lage des Bohrpunktes im Erkundungsgebiet 5, Thurnau.

3.1.2.5 Erkundungsgebiet 5: Thurnau

Dieses Gebiet wird durch die Bohrung 89/08 repräsentiert, die auf dem zwischen Hutschdorf und Thurnau liegenden Bergsporn Oberwolfsknock ansetzt. Ziel der Bohrung war die Auffindung des „Hutschdorfer Tones“, der für seine gute Qualität (Thurnauer Keramik!) bekannt war und auf den bis in die 50er Jahre des 20. Jahrhunderts untertägiger Abbau umging. Gleichzeitig sollte die Bohrung vermutete Sandsteine erfassen, weshalb sie im Lias ansetzte. Lage und Profildarstellung der Bohrung sind in den Abbildungen 25 bzw. 26 wiedergegeben.

Sandsteine

Die Bohrung 89/08 erfasst zwei mächtigere Lagen wenig fester Sandsteine, die für eine Sandgewinnung in Frage kommen.

Die obere Folge besitzt einen qualitativ guten, 8 m mächtigen, mittel- bis grobsandigen Mittelteil, der von 2 bis 3 m mächtigen Feinsandsteinen über- und unterlagert wird.

Unter der liegenden 12 m mächtigen Tonfolge (s.u.) mit trennender Sandlage (1,8 m) liegt ein geschlossener, wiederum 8 m mächtiger mittelkörniger Sandstein.

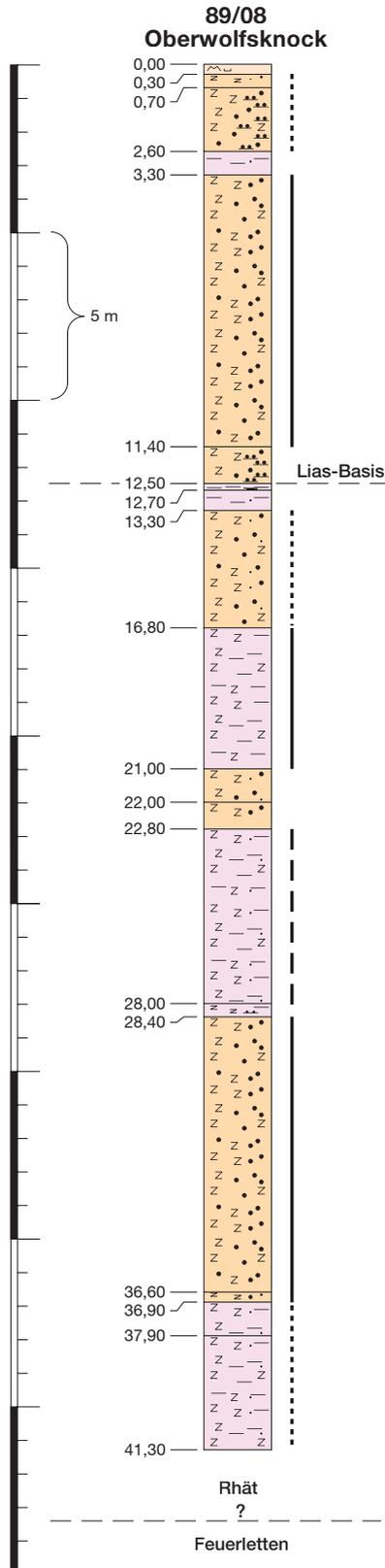


Abb. 26: Bohrprofilardarstellung der Bohrung 89/08 im Erkundungsgebiet 5, Thurnau.

Tone

Die Bohrung erreicht in einer Teufe von 16,8 m den hier blaugrauen „Hauptton“ in einer Mächtigkeit von 4 m. Der gelblich-rosa brennende Ton hat aufgrund seines geringen Eisengehaltes (Fe_2O_3 : 1,9 Gew.-%) und Flussmittelanteils (z.B. K_2O : 0,9 Gew.-%) gute keramotechnische Eigenschaften. Die geringe Brennschwindung (1,8% bei 1000°C) und die Wasseraufnahme des Scherbens unter Vakuum von über 12% (1000°C) lassen einen hohen Sinter- und Schmelzpunkt erwarten. Die erbohrte Tonlage entspricht dem bekannten „Hutschdorfer Ton“.

Die zwischen den Teufen 22,8 m und 28,4 m erbohrten Tone verlieren durch ihren Feinsandgehalt an Qualität und sind nach Untersuchungen an vergleichbaren anderen Kernstrecken als Übergangstone zu illitischen Tonen einzustufen. Spezielle Untersuchungen liegen nicht vor.

Die zwischen 36,9 m und der Endteufe auftretenden Tonsteine und Tone zeigen schon durch die rote Farbe der Rohmasse und die dunkelrotbraune Brennfarbe (1000°C) hohen Eisengehalt (Fe_2O_3 : 6,9 Gew.-%) an. Der mittlere Gehalt an Flussmittel (z.B. K_2O : 1,4 Gew.-%) und die dadurch bedingte frühe Sinterung (Wasseraufnahme unter Vakuum: 4,1% bei 1000°C) weisen auf den Übergang zum knapp unter Endteufe zu erwartenden Feuerletten hin.

Die Tone in Haupttonniveau können qualitativ als gut eingestuft werden. Ihre Mächtigkeit von 3 m würde aber einen großtechnischen Abbau nur bedingt zulassen. Es ist zu erwarten, dass dieser Horizont am Hang des Geländeplateaus um Oberwolfsknock zwischen Neidsmühle und Hutschdorf in ähnlicher Mächtigkeit ausstreicht.

Den tieferliegenden Tonen kommt dagegen nur eine vergleichsweise untergeordnete Bedeutung zu. Da nutzbare Tone und Sandsteine unmittelbar aufeinanderfolgen, wäre im Ausstrich eine Gewinnung beider Rohstoffe denkbar.

3.1.2.6 Erkundungsgebiet 6: Bayreuth Nord

Dieses Erkundungsgebiet umfasst zwei durch das Tal des Roten Mains getrennte Teilräume, die jedoch geologisch zusammengehören. Der östliche Teilraum betrifft die durch den Roten Main und die Trebgast isolierte, vielfach gebuchtete „Lias-Insel“ zwischen Bayreuth im Süden und Pechgraben am Nordende (8 Bohrungen). Westlich des Roten Mains befinden sich mehrere durch Taleinschnitte getrennte, vielfach zerlappete Plateaubereiche mit meist scharf geschnittenen, durch Sandfazies verursachten Randkanten (3 Bohrungen). Vor allem an diesen abfallenden Hangkanten sind beide Räume durch zahlreiche Sandgruben und heute ruhende Steinbrüche erschlossen. Die Bohrungen stehen in den bisher im Schichtaufbau nicht näher bekannten bzw. in den zwischen den Aufschlüssen liegenden Räumen. Lage und Bohrprofilardarstellung sind in den Abbildungen 27 bzw. 29 wiedergegeben.

Sandsteine

Bohrungen

Bo 94/12

Die Bohrung, im Fortstreichen bisher genutzter Sande angesetzt, brachte unter ca. 8 m Abraumschichten (Lias Beta-Tone und Arietenschichten)

oben mittel- bis feinkörnigen, unten mittel- bis grobkörnigen Sandstein, der vier Ton-Schluff-Lagen enthält. Diese Feinsedimente (von oben nach unten: 1,2 m; 1,1 m; 0,9 m; 1,6 m) machen 20% des 23 m mächtigen Stoßes (7,9 m bis 31,1 m) aus. Dieses Schichtprofil liegt noch im nutzbaren Bereich (s.u.).

Bo 94/13

Die Bohrung durchfährt unter den im Normalfall nicht vom Abbau berührten Tonen des Lias Beta eine 28 m mächtige Abfolge nutzbarer Mürb-sandsteine des Mittel- bis Grobkornbereiches, aus denen sich zwei Ton-Schluff-Lagen (1,2 m und 2,1 m) gut aushalten lassen (s.u.).

Bo 89/05

Die Bohrung erfasst unter oberflächennahem Arietensandstein mit geringer Nutzbarkeit fast 25 m mächtige, fein- bis grobkörnige, mürbe Sandsteine, aus denen zwei Tonlagen (1,4 m und 0,5 m) gut auszuhalten sind.

Der von zwei mächtigen Tonlagen umgebene rhätische Sandstein (fein- bis grobkörnig, hart) deutet auf das Vorhandensein von Werksteinbänken in diesem Profiltteil hin.

Insgesamt lässt sich aus den Bohrungen 94/13 und 89/05 das Vorhandensein einer Sandlagerstätte von mehr als 20 m Mächtigkeit im Ausstrichbereich des Gumbelschen Sandsteins besonders im südlichen Fortstreichen des bestehenden Sandabbaugebietes ableiten. Auf die Bohrung 94/12 sollte ohne zusätzliche Sondierung allerdings kein Abbau gegründet werden.

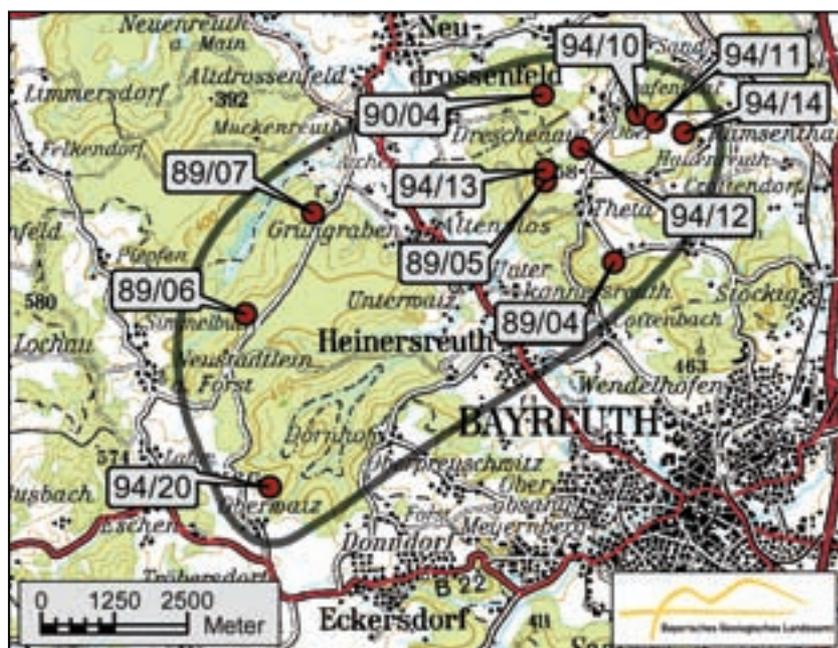


Abb. 27:
Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 6, Bayreuth Nord.

Bo 94/10

In diesem Profil liegt Gumbelscher Sandstein zwar in qualitativ guter Ausbildung (mittel- bis grobsandig, mürbe) jedoch nur in reduzierter Mächtigkeit (13 m) vor. Sandgewinnung wäre damit nur im Bereich eines schmalen Ausstriches im NO des Bohrpunktes denkbar. Diese Möglichkeit wird auch durch die ehemalige Sandgrube „Heinersgrund“ belegt.

Bo 94/11

Die Bohrung wurde aus technischen Gründen eingestellt. Ausgehend vom erbohrten Niveau des Lias Alpha 3 lässt sich die Basis des Gumbelschen Sandsteins bei etwa 35 m unter Ansatzpunkt annehmen.

Bo 94/14

Die Bohrung, die eventuell Sande im Süden der ehemaligen Sandgrube Heinersgrund feststel-

len sollte, traf einen sehr uneinheitlichen Profilaufbau an. Qualitativ gute Mürb-sande zwischen 18,0 m und 23,4 m sowie zwischen 29,3 m und 34,5 m reichen für eine Nutzung dieses Profils nicht aus.

Bo 89/04

Die Bohrung traf heterogene Verhältnisse an, die ggf. eine Nutzung etwa 8 m mächtiger Mürb-sandsteine (23,5 m bis 31,6 m) im Ausstrichbereich zuließen. Die Befunde deuten also nur ein Sandvorkommen geringen Umfangs an. Auch die im Bereich Theta Süd (Hohe Birke) und Theta West (Fürstenleite) in unterschiedlichen Höhenlagen angelegten Kleingruben finden durch die Befunde der Bohrung (Sandstockwerke mit trennenden Ton- und Sand-Ton-Lagen) eine Erklärung. Damit unterscheidet sich dieser Raum erheblich von den guten Sandlagern nördlich von Theta (vgl. Bo 94/13 und Bo 89/05).

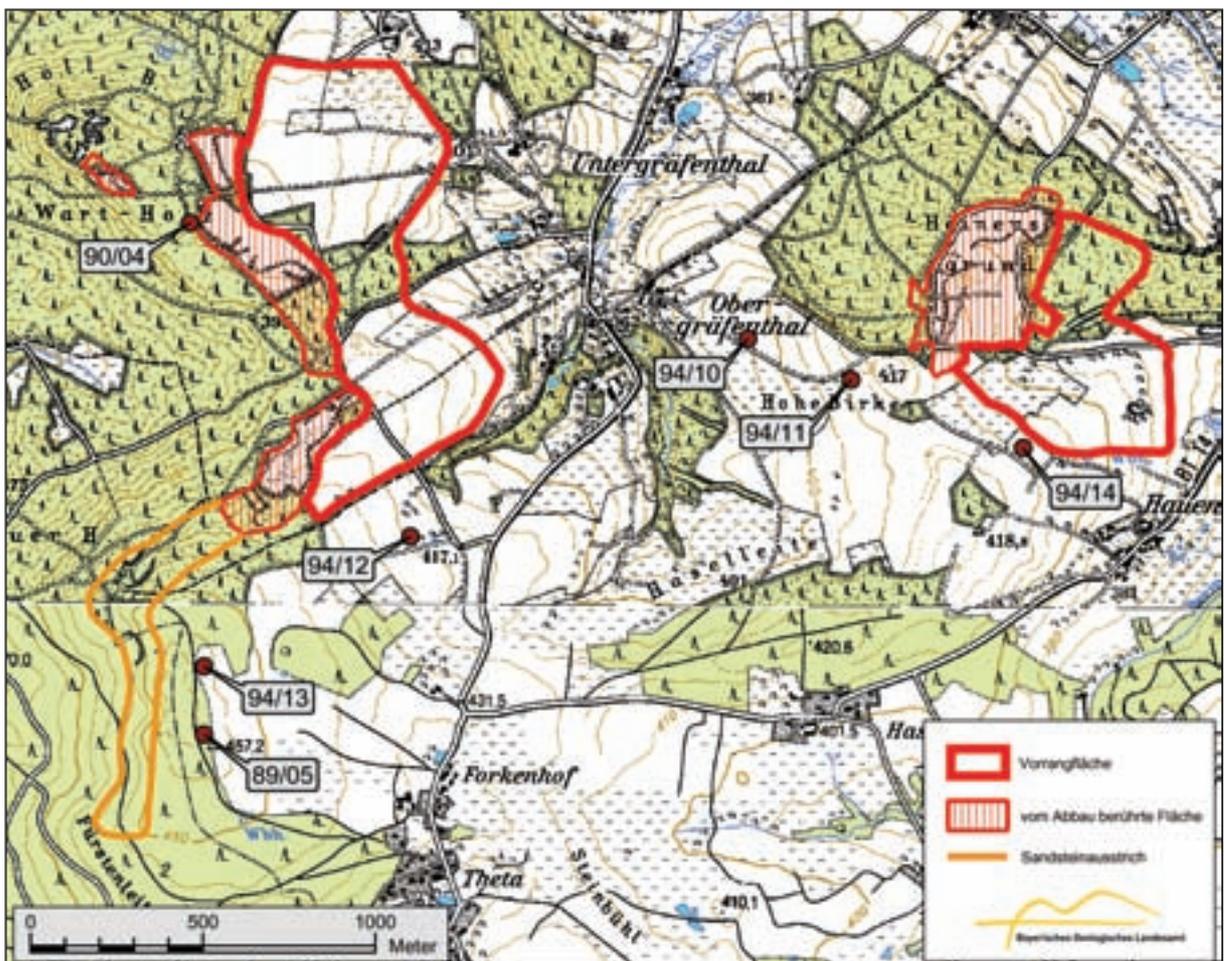


Abb. 28: Vermutlicher Ausstrich der Mürb-sandsteine nordwestlich Theta mit Vorschlägen für Rohstoffvorrangflächen im Raum Obergräfenthal und Lage der Bohrungen.

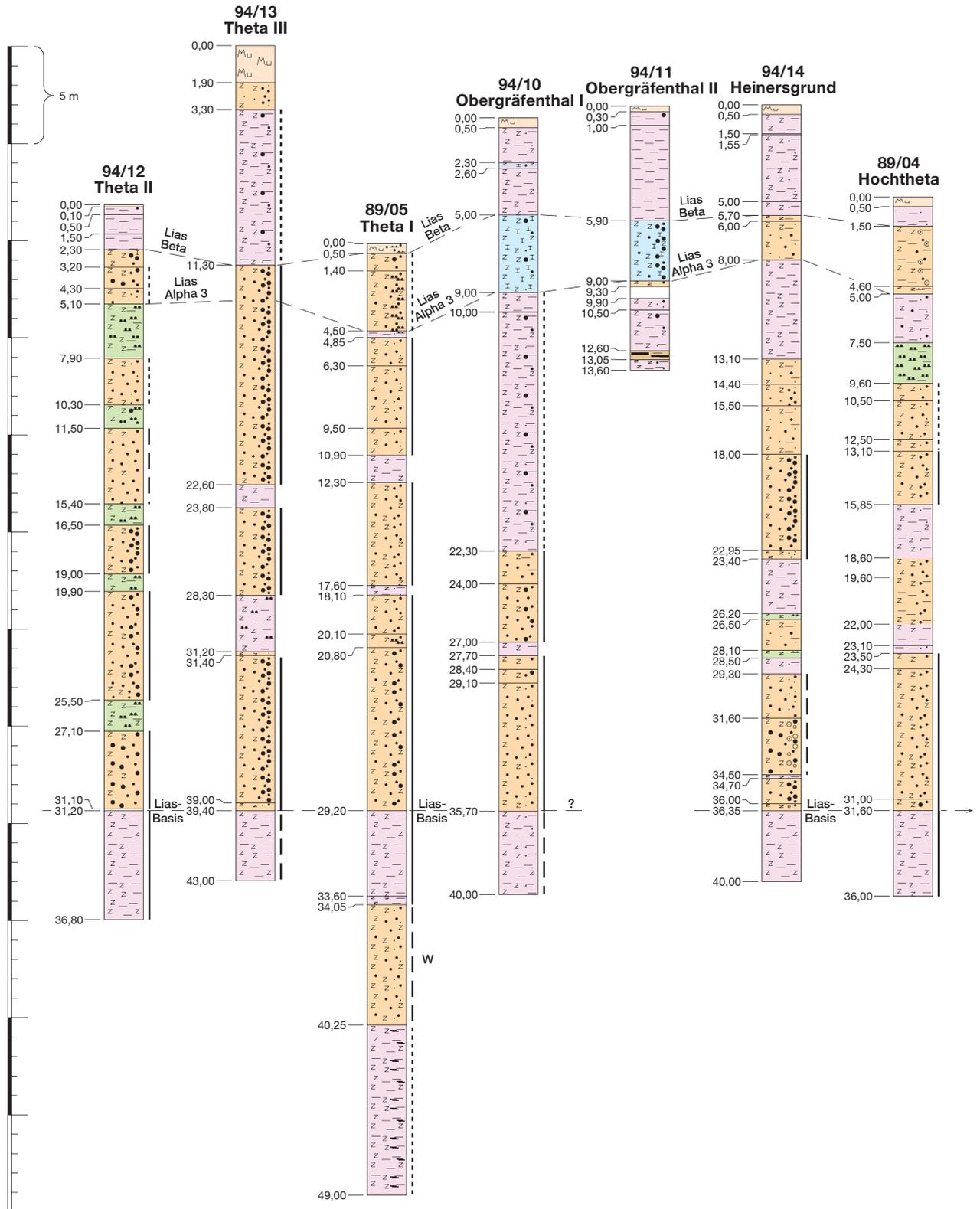
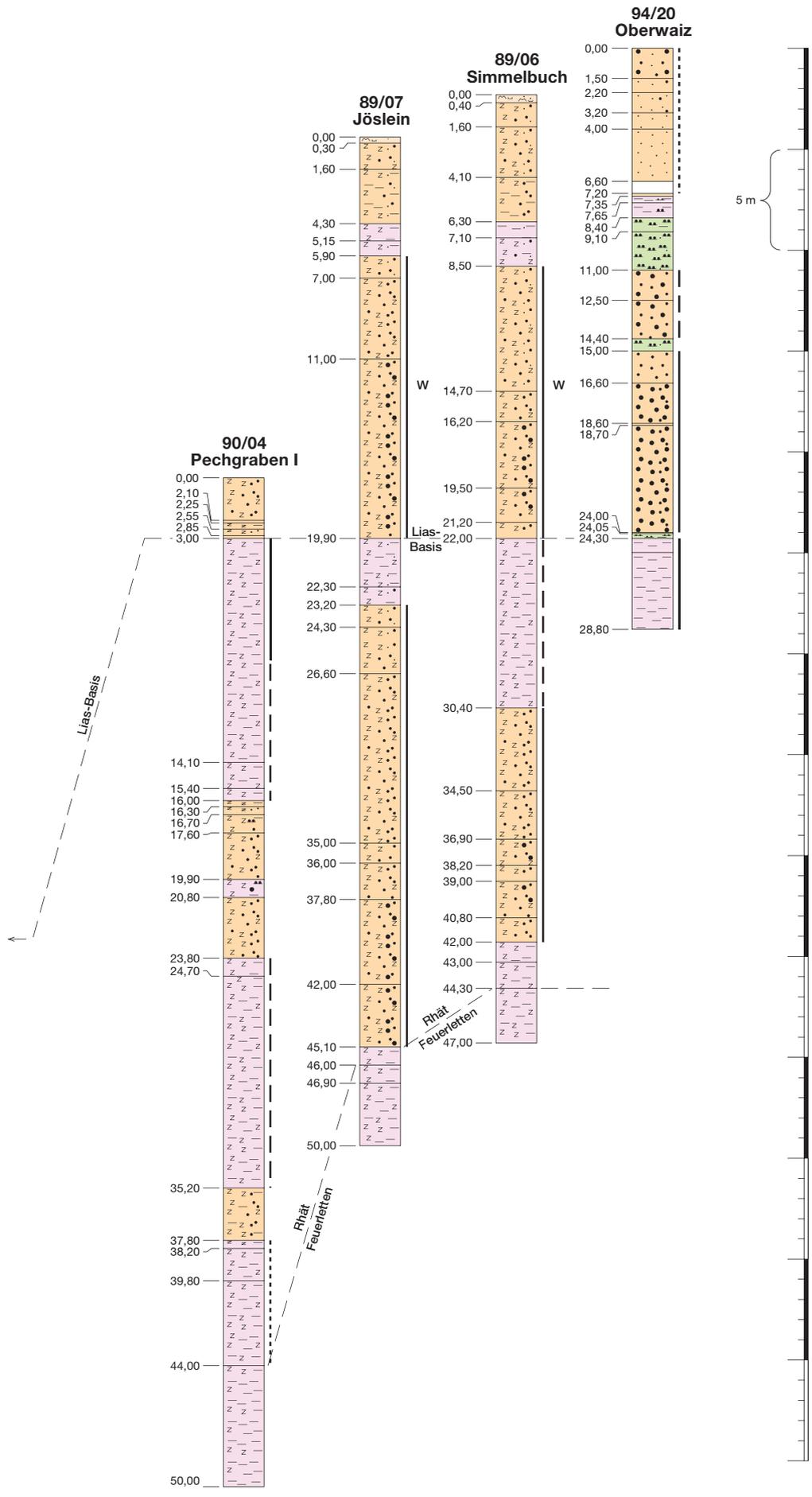


Abb. 29: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 6, Bayreuth Nord.



Bo 90/04

Die Bohrung setzt im Niveau der Grubensohle der Sandgrube Pechgraben Süd an. Sie sollte das bisher dort nur wenig bekannte Liegende des Gumbelschen Sandsteins aufschließen. Das über 40 m mächtige Rhät ist vorwiegend tonig entwickelt (s.u.). Qualitativ gute Mittel- bis Grobsandsteine zwischen 16,0 m und 23,8 m mit trennender Tonlage (ca. 1,0 m) erreichen keine nutzbare Mächtigkeit.

Diese Sandsteine bilden jedoch das Äquivalent der etwa 500 m nordwestlich der Bohrung, ehemals am „Höll-Berg“ abgebauten rhätischen (!) Werksandsteine, deren Qualität in Bo 90/04 allerdings nicht mehr vorhanden ist. Umgekehrt schlug eine Gewinnung von Sand im alten Bruchgebiet fehl (Material zu fest, Mächtigkeit gering).

Nach den Erfahrungen aus 90/04 konzentrieren sich die übrigen Bohrungen im Raum Bayreuth Nord auf die Erkundung des Lias Alpha, der sandige Fazies erwarten lässt.

Die Bohrungen 89/07, 89/06 und 94/20 stehen im Bereich der weiten bewaldeten Ebenen bzw. „Sandsteinplatten“ Limmersdorfer Forst und Neustädtlein am Forst. Die gut korrelierbaren Bohrungen 89/07 und 89/06 setzen im oberen Drittel des Lias Alpha an und erfassen auch das bisher hier nicht bekannte Rhät.

Bo 89/07

Über der Liasbasis liegt zwischen 5,9 m und 19,9 m ein 14 m mächtiger Stoß fester, vorwiegend mittelkörniger, oben weißgelber, unten gelbbrauner, bankiger Sandsteine. Die Ausbildung dieser Sandsteine spricht für ihre Eignung und Verwendung als Werkstein.

Unter dem Hauptton folgen 22 m mächtige (23,2 m bis 45,1 m) vorwiegend mürbe, mittel- bis grobkörnige Sandsteine, die zur Sandgewinnung geeignet wären. Es ist bemerkenswert, und als Ausnahme zu bewerten,

dass hier das gesamte Rhät zwischen Hauptton und Feuerletten rein sandig in nutzbarer Ausbildung vorliegt.

Bo 89/06

Diese Bohrung trifft innerhalb 13,5 m mächtiger Liassandsteine feste Bänke an, die für eine Verwendung als Werkstein in Frage kommen. Die Sandsteine sind Äquivalente der in 2 km Entfernung in Bo 89/07 angetroffenen Lagen, besitzen also eine beachtliche Konstanz (s.u.).

Die in 89/07 angetroffene Sandfazies des Rhät liegt hier zwar zugunsten hangender und liegender Tone in reduzierter Mächtigkeit von ca. 11 m bis 12 m vor. Dies genügt zwar nicht für Sandgewinnung in großem Flächenumfang, reicht aber für Gruben aus, die dem hangseitigen Ausstrich folgen.

Bo 94/20

Die Bohrung erfasst den größten Teil des Lias Alpha, der zwar nicht in idealer Weise, aber weitestgehend sandig ausgebildet ist. Nach 7 m Sandfazies, die sich eher im Grenzbereich der Nutzbarkeit bewegt, folgen unter trennenden Schluffsteinen immerhin 13 m mächtige Mürb-sandsteine vorwiegend grober Ausbildung, die das Gesamtprofil erheblich aufwerten und dieses insgesamt für einen Abbau geeignet erscheinen lassen. Dies führte zum Vorschlag, in diesem Raum eine Vorrangfläche für Sandabbau auszuweisen (Abb. 30).

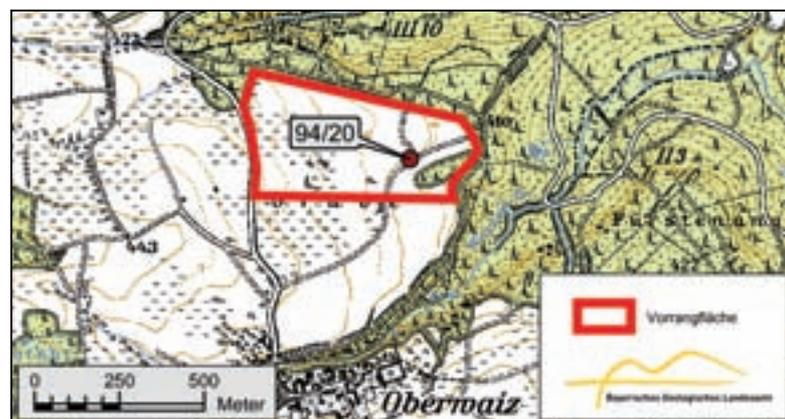


Abb. 30: Vorschlag für Rohstoffvorrangfläche mit Erkundungsbohrung nördlich Oberwaiz.

Zusammenfassende Bewertung

Im Erkundungsraum Bayreuth Nord setzt sich Sandfazies des Lias deutlich durch. Nur selten sind größere Profilteile ganz durch Tone geprägt oder es treten solche als Zwischenglieder so häufig auf, dass eine Nutzung nicht mehr in Frage kommt. In der Regel sind Tonzwischenlagen auszuhalten.

Im Bereich der „Lias-Insel“ nördlich Bayreuth sind also nach bisheriger Erfahrung (bestehende und ehemalige Sandabbaue) und nach den vorliegenden Bohrergebnissen große Sandvorräte vorhanden, die mit gutem Erfolg aufzusuchen sind. Die Schichten des Rhät gehörten, da in ungünstiger Position im Hangbereich auftretend, nicht zum Hauptziel der Erkundung. Bohrung 90/04 weist diesen Abschnitt als vorwiegend tonig aus. Anzumerken ist auch, dass die Basis des fluviatilen Liassandsteins nahezu regelmäßig von Tonfazies gebildet wird (s.u.).

Südlich des Mains liegt die Sandsteinfazies des Lias teilweise, vielleicht sogar überwiegend in fester Werksteinausbildung vor. Regelmäßige Kantenbildungen könnten hier als verhältnismäßig konstante Sandsteinbildungen gedeutet werden. In den Waldgebieten „Neustädtlein“ und „Limmersdorf“ ist unter der Werksteinfazies auch das Rhät durch mächtige Mürbsandsteine geprägt. Sandvorkommen größerer Ausdehnung müssten aber erst durch weitere Bohraufschlüsse bestätigt werden. Immerhin ist festzuhalten, dass Bo 89/07 eine nahezu geschlossene Abfolge von 40 m reiner Sandsteine ergab.

Tone

Die keramischen Tone des Rhät werden hier in nur wenigen Bohrungen durchteuft, sodass meist nur über die Tonschichten unmittelbar unter der Lias-Basis Untersuchungen vorliegen. Vergleichende Qualitätskriterien stehen auch von einigen Proben aus dem oberen Feuerletten zur Verfügung. Detaillierte chemische Analysen wurden in der Bohrung 89/04 durchgeführt.

Bohrungen

Bo 90/04

Die Bohrung 90/04 erschließt drei deutlich ausgeprägte Tonhorizonte (Tab. 13, Abb. 29 und 31), die durch Sandstein- bzw. Sandpakete getrennt sind. Diese Bohrung zeigt als einzige im Untersuchungsgebiet Bayreuth Nord die tonige Fazies des Rhät in mächtiger Ausbildung. Dies gab Anlass, die gesamte tonige Kernstrecke durch viele Einzelproben chemisch zu erfassen. Im Haupttonniveau unter der Lias-Basis wurden die Proben nochmals verdichtet.

Die Analysen zeigen, wie aus Untersuchungen an anderen Profilen schon zu vermuten war, dass die Grenze vom Rhät zum Feuerletten nicht scharf gezogen werden kann, sondern sich nur auf eine Übergangszone von etwa 3 m bis 5 m einengen lässt. Die rote Farbe der Tone ist dabei das am wenigsten zu gewichtende Kriterium, da rote Tone in einzelnen Lagen bereits weit über dem Feuerletten vorkommen. Wie der örtlich hohe Eisengehalt verdeutlicht, finden sich solche Horizonte sogar im Haupttonniveau.

Dagegen lässt sich unter Einbeziehung anderer Untersuchungsergebnisse feststellen, dass das oberste Rhät mit einer relativ scharfen Grenze von wenigen Zentimetern bis Dezimetern gegen den Lias abgesetzt ist. Diese Grenze verläuft hier zwischen einem aluminiumreichen, hellbrennenden und feuerfesten Ton und einer darüber folgenden eisenreichen sandigen Lage. Der Ton, dessen Fe_2O_3 -Anteile nicht über 2,5 Gew.-% ansteigen, reicht bis in eine Tiefe von 4,5 m unter Lias-Basis.

Darunter folgen eisen- und kaliumreichere, zugleich aluminiumärmere Tone, die dadurch an Qualität verlieren.

Unter einer stark von Sandsteinen dominierten Sand-Ton-Wechselagerung setzen ab ca. 23,8 m die guten Tone mit hohen Aluminiumgehalten wieder ein. Betrachtet man aber das gesamte Schichtpaket bis 35,2 m, so kann man insgesamt von einer nur mittleren Qualität ausgehen, wozu ab ca. 28 m auch Feinsandführung beiträgt.

Tab. 13: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 90/04	3,5 – 15,0	1,4	3,8	21,5	0,4	0,8	Hauptton
Bo 90/04	26,5 – 33,0	1,6	4,5	13,3	0,3	0,8	Übergangston
Bo 90/04	38,5 – 49,0	2,6	7,9	17,7	1,8	3,1	Rhät / Feuerl.

Die zum Feuerletten überleitende Tonlage zwischen 37,8 m und 44,0 m zeigt durchschnittlichen Fe₂O₃-Gehalt von 8 Gew.-% und nach unten stark abnehmenden Aluminiumgehalt, sodass diese Schichten als „gerade noch brauchbar“ gelten können.

Der darunter liegende Feuerletten zeigt durch seine CaO- und MgO-Gehalte sowie den Anstieg des Glühverlustes deutlichen Karbonatgehalt an, weshalb diese Schichten in hochwertigen Keramikmassen nicht mehr eingesetzt werden können.

Bo 89/05 bis 89/07

Diese drei Bohrungen erschließen das Haupttonniveau nur in relativ geringer Mächtigkeit (ca. 3 m bis 8 m), da Tone weitgehend durch Sandsteine bzw. Sand vertreten sind. Hellbrennende Tone findet man nur bereichsweise. Über größere Kernabschnitte liegt meist eine Qualitätsminderung durch höhere Eisengehalte vor. Die Tone unter den Sanden liegen in Bo 89/05 bereits im Übergangsbereich zum Feuerletten und sind wegen des hohen Eisengehaltes nur sehr eingeschränkt brauchbar.

In den Bohrungen 89/06 und 89/07 beginnt der Feuerletten knapp bzw. unmittelbar unter den Sanden des Rhät.

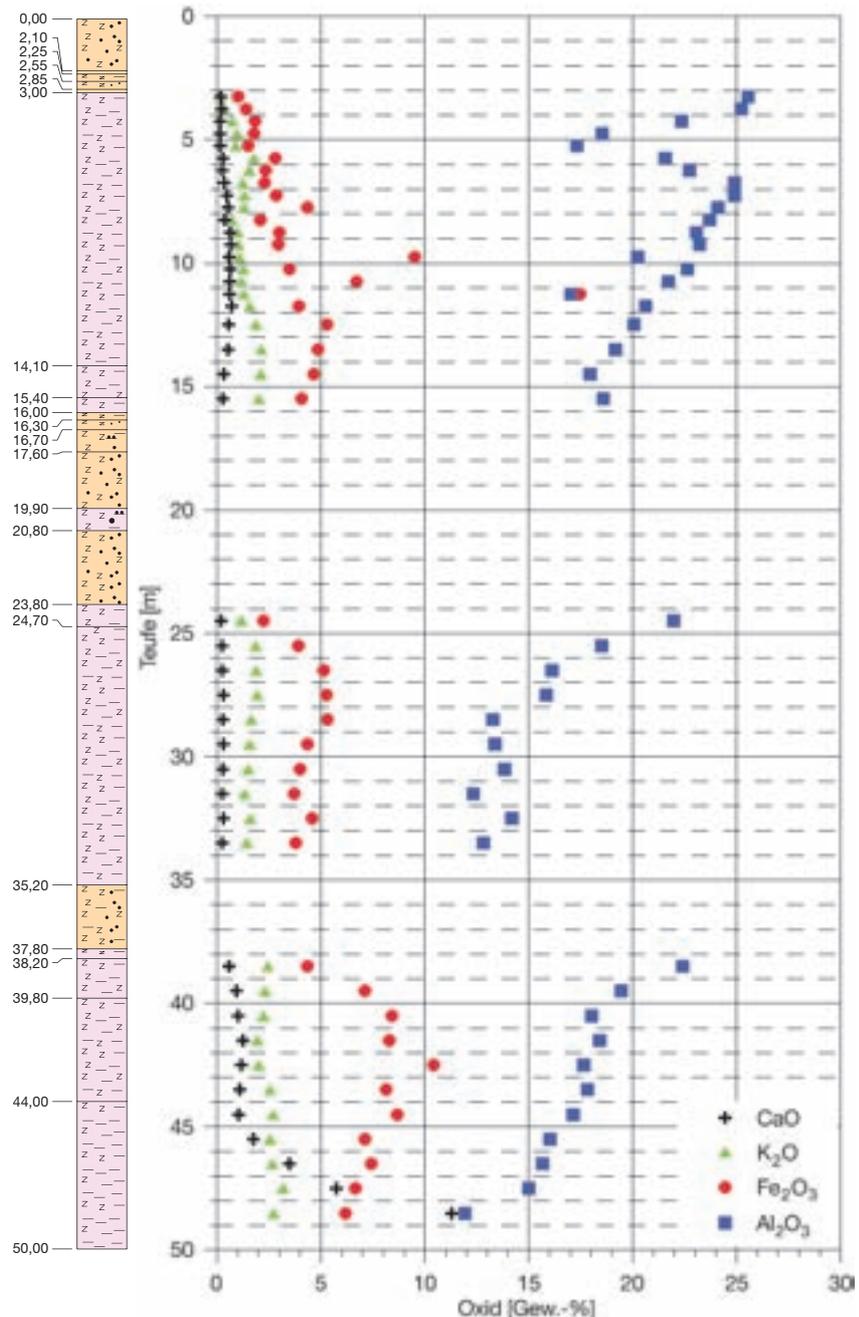


Abb. 31: Bohrprofil Bo 90/04 mit tiefenbezogenem Chemismus.

Bo 94/10, /12 bis /14, Bo 89/04 und Bo 94/20

Die oben genannten Bohrungen dringen nur wenige Meter in das Haupttonniveau des Rhät vor.

Die chemischen Analysen der obersten Rhättone zeigen, soweit diese erbohrt wurden, einen sehr inhomogenen Aufbau sowohl im Einzelprofil als auch beim Vergleich der Bohrprofile. Entsprechend schwanken die Qualitäten von „gut“ bis „brauchbar“. Die Analyse aus dem z.T. stark sandigen Lias wurde zum Vergleich in Tab. 15a aufgenommen.

Zusammenfassende Bewertung

Soweit die Schichten des oberen Rhät durch die Bohrungen erschlossen sind, scheinen sie über größere Profillbereiche durch Sandsteine vertreten zu sein. Zwar weisen auch hier die erbohrten Tone häufig gute Qualität auf, aber die geringen Mächtigkeiten der Tonhorizonte dürften nur bei günstigen Geländebedingungen eine Gewinnung zulassen. Eher wäre eine Mitgewinnung der Tone beim Sandabbau denkbar, so wie dies bei Pechgraben bereits praktiziert wurde.

Tab. 14a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 89/05	30,0 – 33,0	0,7	1,7	25,9	0,2	0,2	Hauptton
Bo 89/05	41,0 – 43,0	1,5	6,6	22,4	0,4	0,8	Übergangston
Bo 89/07	20,0 – 24,0	0,7	1,9	23,4	0,3	0,5	Hauptton
Bo 89/07	46,0 – 48,0	3,2	6,3	18,4	0,7	2,2	Feuerletten
Bo 89/07	48,0 – 50,0	2,8	8,7	19,3	0,9	2,7	Feuerletten

Tab. 14b: Wichtige keramotechnische Eigenschaften.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 89/05	30,0 – 33,0	5,1	8,2	1,8	13,5	13,8	Hauptton
Bo 89/05	41,0 – 43,0	9,3	10,3	3,8	4,6	4,7	Übergangston
Bo 89/07	20,0 – 24,0	4,1	7,4	2,4	15,4	15,5	Hauptton
Bo 89/07	46,0 – 48,0	7,7	11,6	4,9	2,2	3,6	Feuerletten
Bo 89/07	48,0 – 50,0	9,3	12,1	6,6	2,0	2,1	Feuerletten

Tab. 15a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 94/10	9,0 – 24,0	1,3	3,8	17,2	0,2	0,6	Lias
Bo 94/10	35,7 – 40,0	1,5	5,1	22,4	0,3	0,3	Hauptton
Bo 94/12	31,1 – 36,8	0,7	1,8	25,0	0,3	0,4	Hauptton
Bo 94/13	39,5 – 43,0	1,7	5,1	22,2	0,5	1,0	Hauptton
Bo 94/20	24,0 – 28,8	0,9	2,6	24,1	0,6	0,8	Hauptton
Bo 89/04	33,0 – 36,0	0,6	1,5	22,5	0,2	0,2	Hauptton

Tab. 15b: Wichtige keramotechnische Eigenschaften

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 89/04	33,0 – 36,0	6,1	8,3	1,2	13,1	13,2	Hauptton

3.1.2.7 Erkundungsgebiet 7: Bayreuth–Creussen

Dieser Erkundungsraum ist hinsichtlich der Verbreitung der Sandfazies der bedeutendste, da er dem Liefergebiet der Sande am nächsten gelegen ist. Das Gebiet betrifft den südlichsten Teil des Rhät-Lias-Ausstrichs im östlichen Vorland der Frankenalb zwischen Bayreuth und Creussen. Durch vielfache Zertalung dieser Schichtstufe ist der Ausstrich verlängert. Es sind zahlreiche Bergrücken und Hangschultern ausgebildet, die Ansatzpunkte für Aufsuchung und Gewinnung von „Sanden“ und Sandsteinen bieten. Lage und Bohrprofilardarstellung sind in den Abbildungen 32 bzw. 35 wiedergegeben.

Weiter im Süden streichen diese Schichten wegen reduzierter Mächtigkeiten dann nur noch als schmales Band aus, bevor dieses nördlich Kirchenthumbach tektonisch unterdrückt ist.

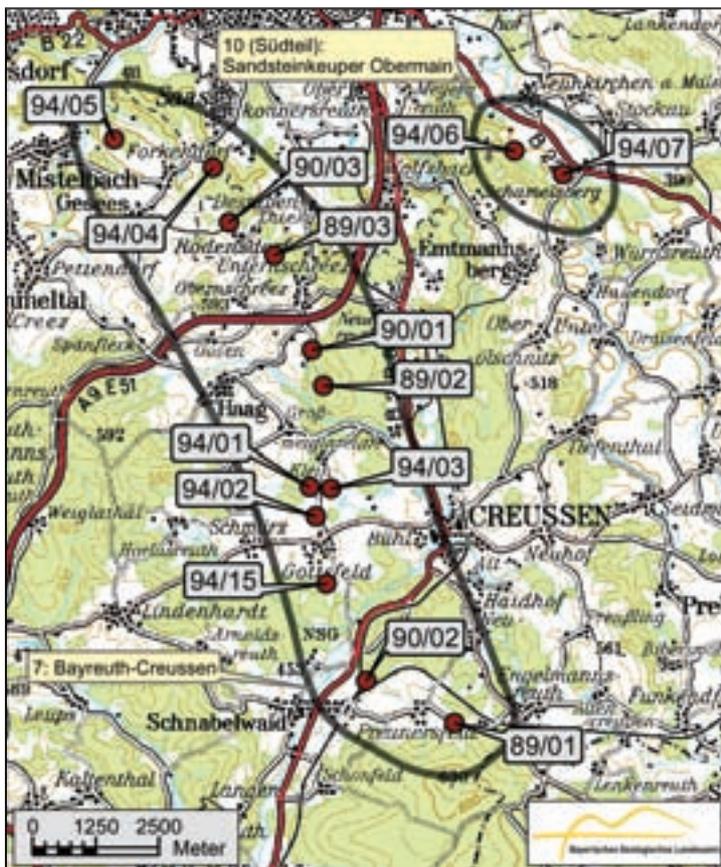


Abb. 32: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 7, Bayreuth–Creussen.

Die Bohrungen sind überwiegend auf die Erkundung der Sandfazies des Lias, den sog. Gümbelschen Sandstein angesetzt. Einige Bohrungen stehen auch in der bisher wenig aufgeschlossenen Schichtenfolge des Rhät, die den Steilhang bildet.

Sandsteine

Bohrungen

Bo 94/05

Die im Lias Beta angesetzte Bohrung traf unter toniger Fazies 13 m (17,6 m bis 30,6 m) qualitativ gute Sande an, die bei gleichbleibenden Verhältnissen am Zeckenberg umlaufend ausstreichen und dort unter wenig mächtigen Abraumschichten abgebaut werden könnten. Die Befunde führten zum Vorschlag der Ausweisung einer Vorrangfläche für Sandabbau (Abb. 33). Dieser Raum liegt in südwestlicher Nachbarschaft des großen „Sandrückens“, der sich vom „Buchstein“ nach Südosten erstreckt. Der dort seit langem betriebene Sandabbau geht mittelfristig zu Ende, da die nutzbaren Lagerstätten weitgehend erschöpft sind.

Bo 94/04

Die Bohrung traf ca. 26 m mürbe Sandsteine an, die trotz geringer Feinanteile als nutzbar einzustufen sind. Die südlich davon gelegenen Sandabbaugebiete können daher soweit wie möglich nach Norden weitergeführt werden. Limitierender Faktor ist hier das Wasserschutzgebiet („Kleine“ und „Große Ebene“) für das Wasserschutzgebiet Saas (Saaser Stollen).

Bo 90/03

Die Bohrung sollte den südlichen Teil des langen Sandsteinrückens zwischen „Buchstein“ und Rödendorf erkunden. Östlich Forkendorf geht seit langem Sandabbau um. Die Bohrung traf nahezu durchgehend (gut 25 m !) mittel- bis grobkörnige

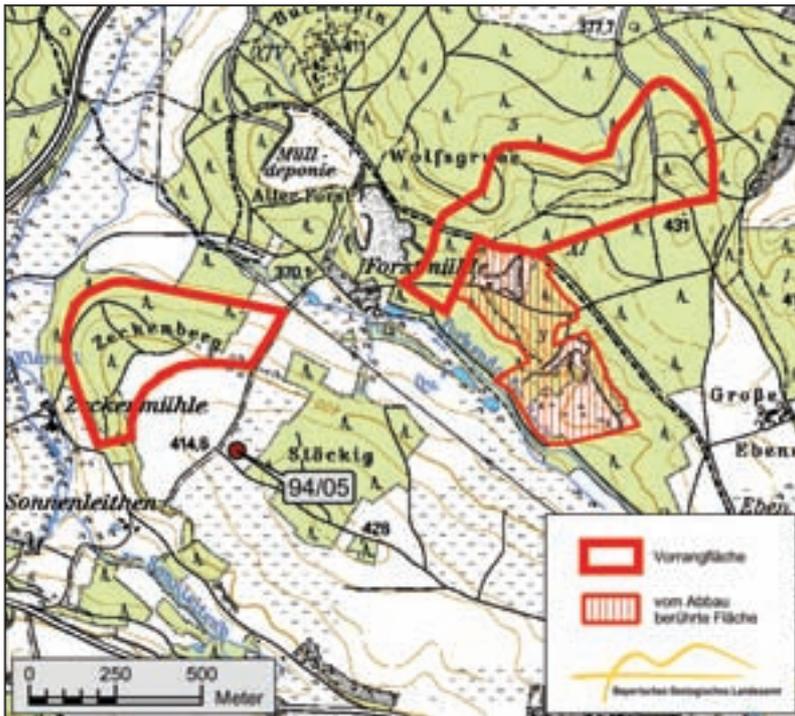


Abb. 33: Vorschläge für Rohstoffvorrangflächen Forstmühle und Zeckenmühle mit Lage der Bohrung 94/05.

sandige Fazies an (Idealtyp Gumbelscher Sandstein), die als gut nutzbar einzustufen ist. Die Ergebnisse berechtigen dazu, die den nördlichen Sandrücken betreffende Vorrangfläche bis an dessen Südende weiterzuführen (Abb. 34).

Die unter dem Hauptton (s.u.) liegenden Sandsteine entsprechen zwischen 46,5 m und 55,8 m in günstiger Position, nicht aber hier, den Kriterien der Nutzbarkeit als Sand.

Bo 89/03

Die Bohrung traf zwar überwiegend sandige Fazies an. Jedoch wird der Schichtaufbau von mehrfachem Lagenwechsel bestimmt, der sich sowohl in qualitativ unterschiedlichen Mürbsandsteinen wie auch

in Tonzwischenlagen äußert. Das Profil kann deshalb insgesamt eher mit gewissen Einschränkungen als nutzbar eingestuft werden, da es gegenüber den idealen „Sandprofilen“ dieses Raumes Abschnitte enthält, die Gewinnung (Aushalten von Tonlagen) und Aufbereitung (Feinanteile tonig-feinsandiger Art) erschweren.

Die Bohrungen 90/01 und 89/02 betreffen das Sandabbaugebiet Bocksrück südlich der Autobahn bei Unterschreez. Bo 90/01 wurde auf der Grubensohle der Sandgrube Bocksrück angesetzt mit dem Ziel, das Liegende des im Abbau stehenden Gumbelschen Sandsteins aufzuschließen. Bo 89/02 diente der Erkundung des südlichen „Bocksrücken“.

Bo 90/01

Die Bohrung durchteufte unter 9 m mächtigem Hauptton nahezu 20 m (12,0 m bis 31,0 m) Sandsteine, die in der Mitte

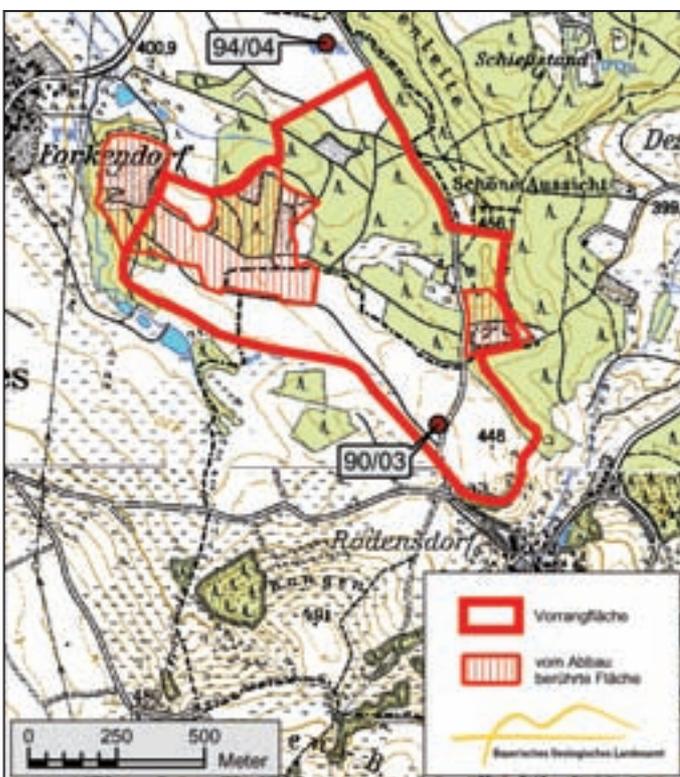
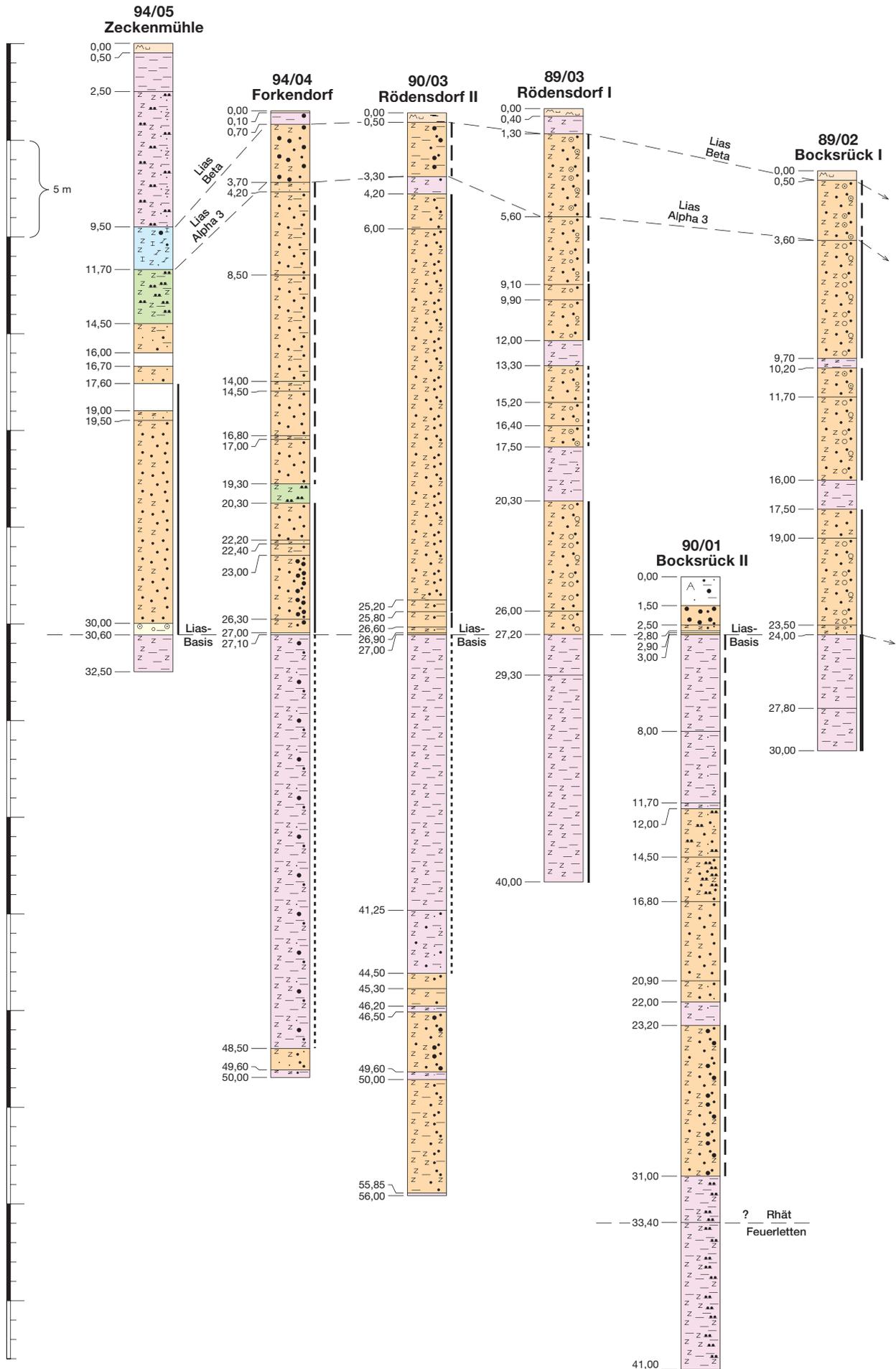


Abb. 34: Vorschlag für Rohstoffvorrangfläche östlich Forkendorf und Lage der Bohrungen.



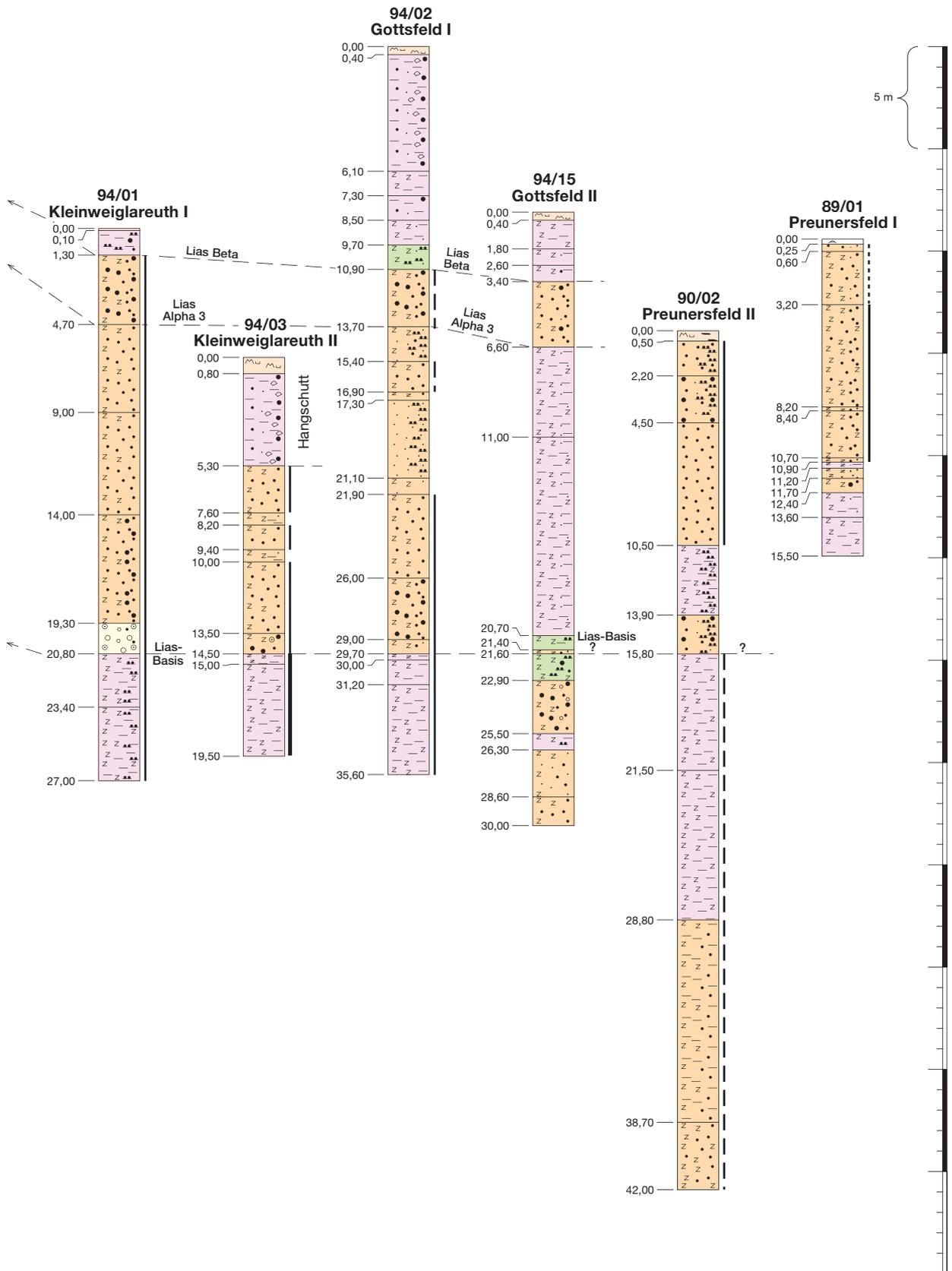


Abb. 35: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 7, Bayreuth-Creussen.

durch eine Tonsteinlage (1,2 m) geteilt sind. Im Vergleich zum abgebauten Mürbsandstein sind die rhätischen Liegendsandsteine von fester Konsistenz. Dies erschwert ihre Nutzung als Sand, die nur in Kombination mit der Gewinnung auch des Haupttons denkbar wäre. Die Sandsteine sind aber fein- bis mittelkörnig und etwas schluffig, unten zyklisch fein bis grob ausgebildet.

Die untere Hälfte (ca. 8 m) liegt dickbankig vor, allerdings könnten Zwischenfugen aufgehen. Gegen eine Verwendung als Werkstein sprechen auch verwitterte Feldspatanteile, die die Festigkeit des Sandsteins etwas herabsetzen dürften.

Bo 89/02

Die Bohrung erschließt nahezu ideale mittel- bis grobkörnige Mürbsandsteine, aus denen sich zwei Tonlagen (0,5 m und 1,5 m) gut aushalten lassen. Die gesamte Folge umfasst 24 m Gumbelschen Sandstein, womit die Fortsetzung der Lagerstätte nach Süden anzunehmen ist. Das Ergebnis fand seinen Niederschlag in der nach Süden weitergeführten Vorrangfläche für Sand (Abb. 36).

Die Bohrungen 94/01 bis 94/03 liegen zwischen Kleinweiglareuth und Gottsfeld, im Bereich eines flach abfallenden Rhätolias-Austriches, der bisher nicht aufgeschlossen war (vgl. Abb. 37). Bo 94/01 und Bo 94/02 erfassen den gesamten Lias Alpha, Bo 94/03 wurde mitten im Austrich angesetzt.

Bo 94/01

Die Bohrung ergab eine fast 20 m mächtige Folge mittel- bis grobkörniger, mürber Sandsteine, die gut für einen Abbau geeignet sind.

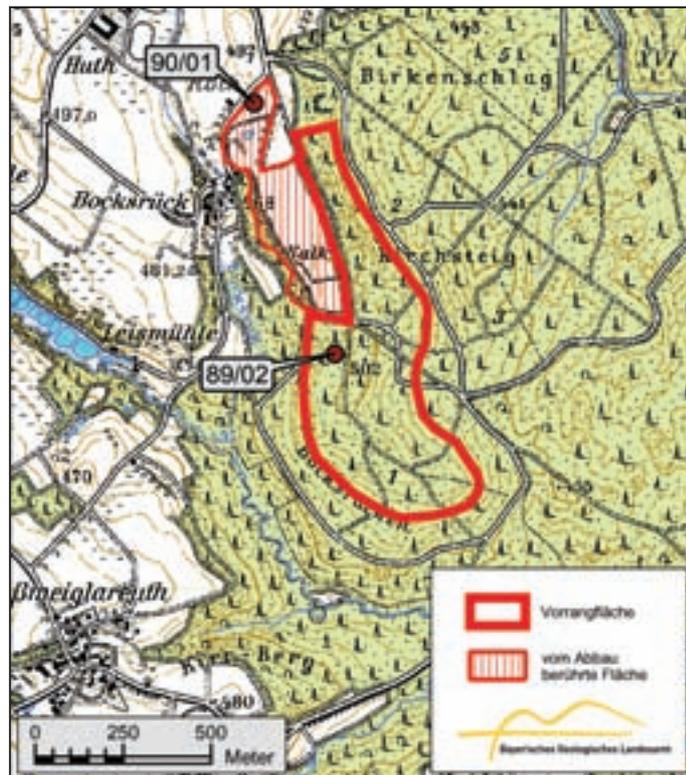


Abb. 36: Vorschlag für Rohstoffvorrangfläche Bocksrück und Lage der Bohrungen.

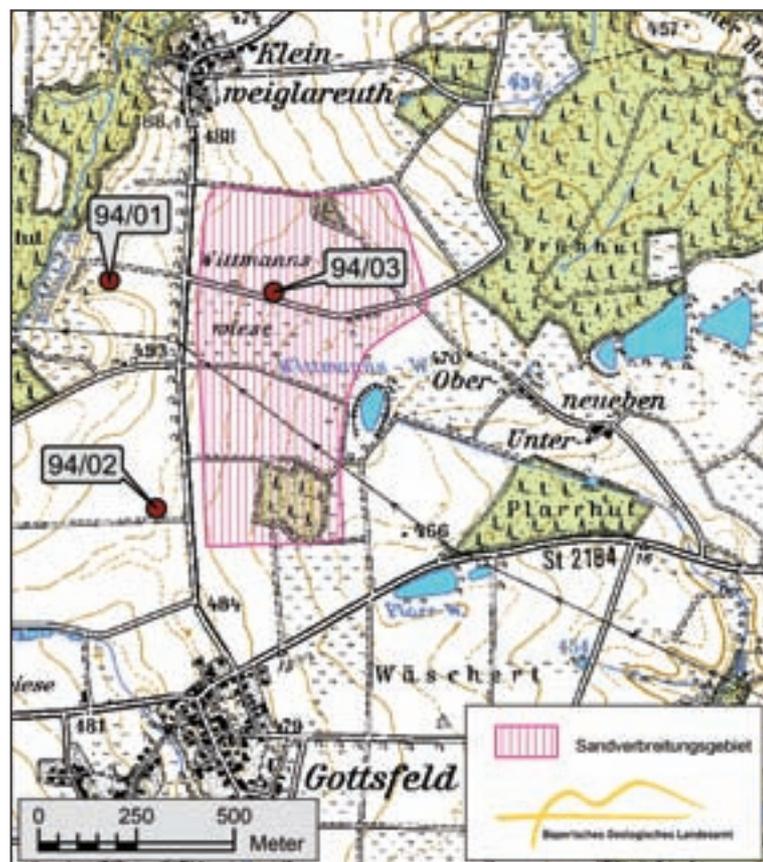


Abb. 37: Sandverbreitungsgebiet nördlich Gottsfeld und Lage der Bohrungen.

Bo 94/02

Die Befunde dieser Bohrung weichen insofern von Bo 94/01 ab, als die Mächtigkeit nutzbarer Sandsteine hier auf die unteren 8 m reduziert ist (21,9 m bis 29,7 m). Im Ausstrich läge damit jedoch unter entsprechend verminderten Abraumschichten ein nutzbarer Sandsteinstoß vor.

Bo 94/03

Das Bohrprofil lässt sich gut mit den äquivalenten Strecken aus Bo 94/01 und Bo 94/02 vergleichen: Unter 5 m Fließerde-Hangschutt folgen 9 m (5,3 m bis 14,5 m) mürbe, mittelkörnige Sandsteine, unten geröllführender Grobsandstein, dessen Nutzbarkeit durch zwei dünne tonige Feinsandsteinlagen (zweimal je 0,6 m) nur unwesentlich beeinträchtigt wird.

Bo 94/15

Die Bohrung traf im Gegensatz zu allen übrigen dieses Erkundungsraumes unter dem Arieten-sandstein (Lias Alpha 3) nur Feinsedimente an. Erst im Rhät, dessen Abgrenzung hier nicht ganz sicher ist, treten feste bis mürbe, helle, etwas kalinige Sandsteine auf. Diese tief im Profil liegenden, nur 7 m erbohrten Sandsteine liegen nach den vorliegenden Daten außerhalb wirtschaftlichen Interesses.

Die Bohrungen 90/02 und 89/01 stehen im Westen und Osten des langen Rückens von Preunersfeld mit Rhät-Lias-Ausstrich, der bisher völlig unerschlossen war. Dieser Rücken bildet die südöstliche Fortsetzung der zwischen Creussen und Schnabelwaid noch weitflächig ausstreichenden und dort in Abbau stehenden Sande. Weiter im Süden verringert sich die Möglichkeit nutzbarer Vorkommen anzutreffen wegen veränderter geologischer Rahmenbedingungen sehr stark.

Bo 90/02

Oben liegen noch 10 m nutzbare mürbe Lias-Sandsteine (mittelkörnig, oben auch kiesig). Die unter dem Rhätton folgende Sandfazies liegt für eine Nutzung zu tief unter Flur, hier zudem bereits im grundwassererfüllten Bereich. Im Ausstrich dagegen, z.B. Preunersfeld Nord, kämen

die mürben Fein- bis Mittelsandsteine für eine Nutzung in Frage.

Bo 89/01

Die Bohrung war auf den oberflächennahen Profilteil des „Rhätolias“ angesetzt. Dieser erwies sich in den oberen 10 m als sandig, oben leicht tonig, insgesamt aber als gut nutzbar. Damit ist eine Fortsetzung der östlich des Craimoos-Weihers abgebauten Sande auf den Preunersfelder Rücken anzunehmen.

Zusammenfassende Bewertung

Im Erkundungsraum südlich Bayreuth tritt im Vergleich zu den bisherigen nördlichen Teilgebieten (Nr. 1 bis 6) im Lias eine noch stärkere Sandvorkommensmacht auf. Dies fügt sich gut in die Vorstellung der Zunahme von Korngrößen und Sandanteil mit der Annäherung an das Liefergebiet der Sande im Süden. Dennoch treten auch hier Extreme auf: So ist z.B. die über 20 m mächtige Sandfolge der Bohrung 90/03 der ganz oder vorwiegend tonigen Ausbildung in Bohrung 94/15 äquivalent. Auch Wechsellagerung von oft typisch rosafarbenen Tönen und Sanden oder schluffig-feinsandige Mischglieder treten auf. Insgesamt sind aber im Lias dieses Raumes die besten Aussichten für die Auffindung nutzbarer Sandabfolgen gegeben. Allerdings zeichnet sich südlich der A9 (Bayreuth–Nürnberg) eine Verringerung der Mächtigkeiten ab.

Ziemlich regelmäßig liegen unter dem Sandstein (häufig mit grober, teils feinkiesiger Basislage) dunkle Tone („Hauptton“) des Rhät (s.u.).

Die unter dem Ton auftretende Sandfazies entspricht nur in günstigen Fällen den Kriterien der Nutzbarkeit. Die meist hellen, etwas Feldspat führenden rhätischen Sande sind im Vergleich zu den Sandsteinen des Lias in der Tendenz etwas feiner und enthalten einen höheren Anteil an feinen Zwischenlagen. Vor allem aber treten sie selten in nutzbarer Mächtigkeit auf. Sandgewinnung wird in diesem Niveau auf Ausnahmen beschränkt bleiben.

Tone

Im Untersuchungsgebiet Bayreuth - Creussen erreichen 11 Bohrungen die Rhätstufe. Die Bohrungen 89/01, 94/05 und 94/15 erschließen die Rhätschichten dagegen nicht oder nicht in nennenswert toniger Ausbildung.

Die Bohrungen, die den obersten Rhätton mit mindestens 5 m Kernlänge durchfahren, ohne seine Gesamtmächtigkeit zu durchteufen, werden im folgenden zu einer Gruppe zusammengefasst (Bohrungen 89/02, 89/03, 94/01, 94/02, 94/03), zu einer weiteren Gruppe diejenigen, welche die Gesamtmächtigkeit der obersten Tone aufschließen (Bohrungen 90/01, 90/02, 90/03, 94/04) bzw. tiefer ins Rhät hineinreichen.

Bohrungen

Bo 89/02, Bo 89/03, Bo 94/01 bis 94/03

Alle in dieser Gruppe zusammengefassten Bohrungen lieferten Bohrkerne der obersten Rhättonne von 5 m bis 12,8 m Mächtigkeit. Die Untersuchungsergebnisse (Tab. 16a und Tab. 16b) weisen hellbrennende, hoch aluminiumhaltige und damit feuerfeste Tone sehr guter bis guter Qualität in den oberen 5 bis 6 Metern nach, welche Rohstoffe für die Schamotteherstellung liefern könnten.

Tab. 16a: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 89/02	24,0 – 28,0	0,2	3,9	25,9	0,3	0,2	Hauptton
Bo 89/03	30,0 – 32,0	0,3	1,4	26,0	0,3	0,3	Hauptton
Bo 94/02	29,7 – 35,6	0,5	2,6	25,6	0,5	0,5	Hauptton
Bo 94/03	14,5 – 19,5	0,7	2,4	26,9	0,5	0,5	Hauptton

Tab. 16b: Wichtige keramotechnische Eigenschaften.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	TBF [N/mm ²]	TS 105°C	BS 1000°C	WA-N 1000°C	WA-V 1000°C	stratigraph. Niveau
Bo 89/02	24,0 – 28,0	4,9	8,4	2,7	12,6	12,7	Hauptton
Bo 89/03	30,0 – 32,0	7,8	10,3	2,7	10,7	11,8	Hauptton

Tab. 17: Geochemische Charakteristik nach ausgewählten Elementen.

Bohrung	Entnahmetiefe von – bis [m]	K ₂ O [Gew.-%]	Fe ₂ O ₃ [Gew.-%]	Al ₂ O ₃ [Gew.-%]	CaO [Gew.-%]	MgO [Gew.-%]	stratigraph. Niveau
Bo 90/03	28,0 – 35,0	0,9	2,7	25,1	0,7	0,8	Hauptton
Bo 90/03	35,0 – 43,0	2,3	6,0	18,8	0,7	1,3	Übergangston
Bo 94/04	27,1 – 48,5	1,6	4,5	19,4	0,5	0,9	Rhät

Bo 90/01, /02 und /03, Bo 94/04

Diese vier Bohrungen durchteufen die oberen Rhättonne bis zu den liegenden Sandsteinlagen in einer Mächtigkeit zwischen 9,0 m und 21,4 m. Die Untersuchungen bestätigen einmal mehr, dass die obersten Tone des Rhät (ca. 4 m bis 6 m) mit Al₂O₃-Gehalten von über 25 Gew.-% sowie niedrigen K₂O- und Fe₂O₃-Gehalten in ihrer Qualität hohen Ansprüchen genügen. Beprobt man dagegen die gesamte tonige Kernstrecke (Bo 94/04 bzw. den unteren Bereich der Bo 90/03 von 35,0 bis 43,0 m), mindern der Eisengehalt und der schwindende Kaolinitanteil die Qualität erheblich (vgl. Tab. 17).

Zusammenfassende Bewertung

Auch im Untersuchungsgebiet Bayreuth–Creussen sind in den obersten 4 bis 6 Metern des Rhät gute bis sehr gute Tonqualitäten zu erwarten. Reicht dagegen die tonige Fazies tiefer, mindert der nach unten zunehmende Eisengehalt die Qualität der unter dem Hauptton folgenden Tonlagen. Eine Gewinnung der Tone, etwa auch in Kombination mit Sandabbau, müsste daher in selektiver Weise erfolgen.

3.2 Buntsandstein

3.2.1 Überblick, Grundsätzliches

Wie schon einleitend erwähnt, wurden die Erkundungen auf (Mürb-) Sandsteine in Oberfranken nicht auf den Komplex der Rhätolias-Übergangsschichten beschränkt. Aus der räumlichen Nähe ergab sich, dass auch andere, potentiell geeignete Formationen erfasst wurden. So wurden im Raum zwischen Trebgast und Kemnath einige Bohrungen in den Abfolgen des Buntsandstein sowie der liegenden Rotliegendesedimente abgeteufte. Die Hauptaktivitäten lagen hierbei in einem Bohrgebiet zwischen Weidenberg und Kemnath, das in einen östlichen und einen westlichen Bereich untergliedert werden kann. Ergänzend wurden noch zwei Bohrungen nördlich von Bayreuth im Bereich Pechgraben–Lindau niedergebracht.

Der Buntsandstein wird aufgrund des Fehlens von Leitfossilien allein nach lithologischen Kriterien gegliedert, die überwiegend rhythmische Sedimentationszyklen widerspiegeln. Diese stellen ebenso das einzig in der Praxis anwendbare Einteilungskriterium dar, auch wenn die Sedimente häufig einen Interpretationsspielraum bieten. Terrestrische, klastische Ablagerungen wie der Buntsandstein besitzen in der Gesteinsausbildung grundsätzlich eine große Faziesvarianz. Dies erschwert im Einzelfall eine Zuordnung in das vorgegebene lithologische Klassifikationschema, da eine Ansprache nicht am Handstück, sondern meist nur über einen größeren Profilabschnitt getroffen werden kann. Klar erkennbare Schichtgrenzen sind die Ausnahme. Das derzeit gültige Schema wurde in den zentralen Bereichen des Sedimentationsbeckens des Buntsandstein erarbeitet (RICHTER-BERNBURG, 1974). Der Sedimenttransport erfolgte im wesentlichen in nördlicher Richtung, ausgehend von den Hochgebieten, die den Südrand des Germanischen Beckens bildeten. Zu den Beckenrändern hin ist diese lithologisch-stratigraphische Einteilung aufgrund der dort zunehmend variablen und unterschiedlichen Ablagerungsbedingungen nur noch mit großen Einschränkun-

gen übertragbar. Der Raum zwischen Coburg und Kemnath, in dem sich die Bohrgebiete befinden, gehört zu den östlichsten Randbereichen des Buntsandsteinbeckens in Bayern, in denen auch grobe, nutzbare Sandsteine zu erwarten sind. Östlich davon wird die gesamte Abfolge der mesozoischen Sedimente durch die Fränkische Linie, eine Störungszone, an der das Grundgebirge herausgehoben ist, abgeschnitten.

Im untersuchten Raum sind die Gesteine des Buntsandstein wie des Rotliegend meist nicht gut aufgeschlossen. Deshalb lässt sich der Buntsandstein in der geologischen Karte in der Regel nur in eine grobe Dreiteilung (Oberer – Mittlerer – Unterer Buntsandstein) aufgliedern. Die gesamte Abfolge des Buntsandstein ist im Raum Bayreuth–Weidenberg durchgehend als fein- bis grobkörniger, feldspathaltiger Sandstein von wechselnd weißgrauer bis roter Farbe ausgebildet. Nur wenige Kriterien erlauben eine kartierbare Untergliederung, die sich für praktische Belange anwenden ließe. Eine Verfeinerung des Profils (vgl. Abb. 38) ist nur in aufgeschlossenen Profilen möglich und nicht auf die Fläche übertragbar. Es ist deshalb für die Kenntnis der örtlichen Gesteinsausbildung und damit auch des Lagerstättenpotentials unumgänglich, diese Bereiche durch Bohrungen näher zu erkunden.

Der Obere Buntsandstein (so) zeigt verstärkt Tonsteineinschaltungen sowie einzelne Chalcedonkrusten und Karneollagen. Im Mittleren Buntsandstein (sm) nehmen die Tonlagen deutlich ab und es setzt eine Geröllführung ein, die zur Basis hin zunimmt. Dieser als „Kulmbacher Konglomerat“ bezeichnete Bereich stellt den markantesten Bezugspunkt im Schichtprofil dar. Er kann wahrscheinlich mit dem „Volpriehauser Geröllsandstein“ des zentralen Buntsandsteinbeckens parallelisiert werden (EMMERT & STETTNER, 1995). Im Unteren Buntsandstein (su) nimmt die Geröllführung etwas ab und zur Basis hin finden sich wieder zunehmend Tonsteinlagen. Die gesamte Abfolge des Buntsandstein entwickelt im NW des betrachteten Bereichs ihre größten Mächtigkeiten (bis ca. 500 m). Diese nehmen gegen SE deutlich ab (< 380 m).

Die permotriassischen Grenzschichten im Liegenden sind durch eine weitere Zunahme der Tonzwischenschichten sowie der Karneollagen

gekennzeichnet. Ebenso kommen dolomitisch gebundene Sandsteinlagen vor.

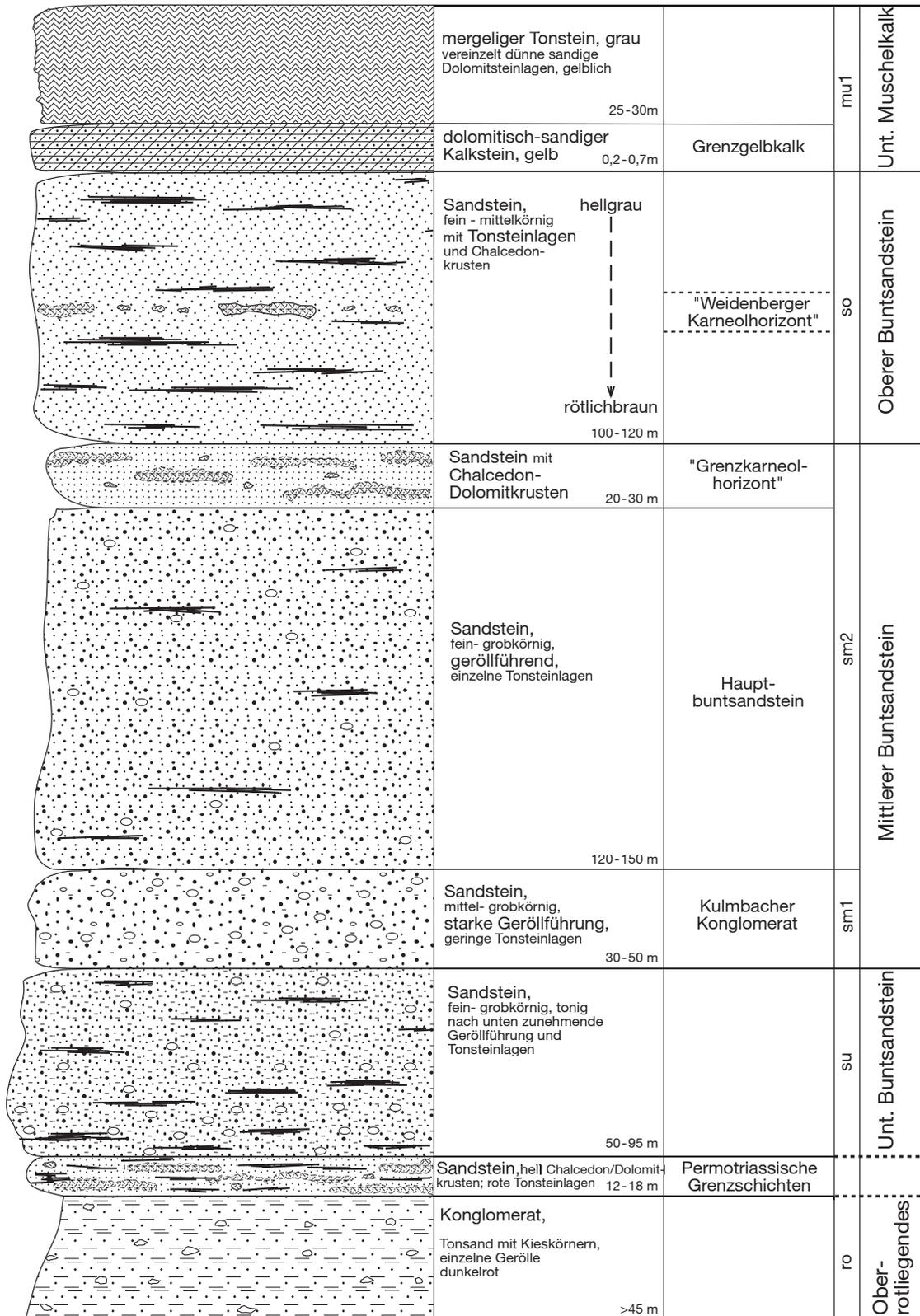


Abb. 38: Idealprofil des Buntsandstein im Raum Weidenberg-Kemnath.

Die Sedimente des Oberrotliegend werden als zum Teil fanglomeratische, rote Tonsande beschrieben. Diese Kenntnis beruht jedoch nur auf einigen wenigen Aufschlüssen, aus denen sich kein repräsentatives Bild ableiten läßt.

Aus dieser Übersichtsbeschreibung ergeben sich mit dem Mittleren Buntsandstein und den darunter liegenden oberen Abschnitten des Unteren Buntsandstein die für eine auf Sand ausgerichtete Rohstoffgewinnung günstigsten Bereiche. Der überwiegende Anteil der Erkundungsbohrungen wurde daraufhin auf diese Profilabschnitte ange-setzt.

Erfahrungsgemäß geben zunächst ehemalige und - selbstverständlich - betriebene Abbau-stellen einen guten Überblick über das nutzbare Rohstoffpotential. Im betrachteten Raum liegen hierzu folgende Informationen vor:

Im Untersuchungsgebiet wurden im Oberen Buntsandstein in früheren Zeiten einige Steinbrü-che zur Gewinnung von Werksteinen angelegt, die jedoch ausnahmslos stillgelegt sind. Es han-delt sich hierbei um eng begrenzte Vorkommen, in denen nach heutigen Maßstäben eine wirt-schaftliche Gewinnung nicht mehr wahrschein-lich ist. Zudem kommt der Obere Buntsandstein in meist exponierter Lage auf Anhöhen und Kup-pen vor, sodass bei größeren Abbauvorhaben mit Bedenken hinsichtlich einer Veränderung des Landschaftsbildes gerechnet werden muss.

Der Mittlere Buntsandstein steht momentan im größten Interesse der Rohstoffgewinnung. Im betrachteten Raum sind mehrere Gruben in Be-trieb, in denen Gesteine des Buntsandstein zur Sandgewinnung abgebaut werden. Es handelt sich überwiegend um das sogenannte „Kulmba-cher Konglomerat“, das dem unteren Abschnitt des Mittleren Buntsandstein (sm1) zugeordnet wird. Daneben werden auch Bereiche des Unte-ren Buntsandstein abgebaut.

Zu Abbautätigkeiten in den sogenannten permo-triassischen Grenzschichten liegen keine Infor-mationen vor.

Die Feinsedimente des Oberrotliegend wur-den in zwei historischen Gruben als Ziegelerde gewonnen. Eine Verwendungsmöglichkeit als Sand- und Kiesrohstoff besteht nach derzeitige-m Kenntnisstand nicht.

Im Jahr 1990 wurde im Raum zwischen Coburg und Bayreuth in drei ausgewählten Bohrgebieten das Rohstoffpotential des Mittleren Buntsand-stein im Bereich des Kulmbacher Konglomerates gezielt erkundet. Es konnten hierbei einige Berei-che abgegrenzt werden, die für eine wirtschaf-tliche Nutzung in Frage kommen. Die Ergebnisse dieser Übersichtserkundung sind in PÜRNER & DOBNER, 1994 veröffentlicht. Auf diese Ergeb-nisse aufbauend, wurden die Erkundungen in den Folgejahren auf weitere Gebiete ausgedehnt und auf den Unteren Buntsandstein sowie das Rotlie-gende erweitert.

Primäres Ziel der Erkundungen war es, Auf-schluss über den generellen Schichtaufbau und deren Nutzbarkeit zu bekommen. Diese Kennt-nis sollte dann idealerweise die Abgrenzung von Standorten ermöglichen, in denen eine wirt-schaftliche Gewinnung von Sanden und Kiesen möglich ist.

Eine Nutzbarkeit ist grundsätzlich gegeben, wenn es sich um eine mächtige Abfolge homo-gener Sandsteine mit möglichst geringer Korn-bindung handelt. Die Korngrößen müssen sich innerhalb der Sand- und Kiesfraktion in einem Spektrum bewegen, das die Erzeugung normge-rechter Produkte ermöglicht, daneben sollte das Rohmaterial einen möglichst geringen Anteil ab-schlammbarer Anteile aufweisen. Zudem hat die Abfolge weitgehend frei von störenden tonigen Zwischenlagen zu sein.

Diese Kriterien müssen in Relation zu den regio-nalen Gegebenheiten bewertet werden. Abb. 39 zeigt eine Zusammenfassung von 54 Siebana-lysen, die an Proben aus dem Buntsandstein durchgeführt wurden. Daraus ist zu erkennen, dass immer mit unverwertbaren Feianteilen zwischen 10 und 25% gerechnet werden muss. Zur Dokumentation, dass derartiges Material

durchaus wirtschaftlich gewonnen werden kann, sind zwei Summenkurven eingetragen, die die Zusammensetzung des in einer aktuell betriebenen Grube abgebauten Gesteins zeigen sowie die Summenkurve des daraus fraktionierten, verkaufsfertigen Produktes. Die Gesteinsproben der nicht von Natur aus rieselfähig mürben Sandsteine wurden vor dem Sieben händisch mit einem Gummihammer zertrümmert. Dies führt bei Sandsteinen mit mäßiger Kornbindung zu Aufbereitungsergebnissen, die gut mit denen der momentanen Standardgewinnungsmethode (Reißbagger, Trommelsieb) vergleichbar sind. Sandsteine mit guter Kornbindung lassen sich auf diese Weise nicht in das Einzelkorn zerlegen, hierzu wäre eine Aufbereitung mit Prallmühlen etc. notwendig (vgl. auch Abb. 39, Mischprobe 2).

Ein weiterer wesentlicher Faktor bei Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Lagerstätte ist das Grundwasser. Die verwertbaren Partien müssten idealerweise über dem Grundwasserspiegel liegen. Ein Nassabbau steigert nicht nur deutlich die Gewinnungskosten aufgrund der zunehmend

aufwändigeren Verfahren (Sprengung, Schwimmbagger mit speziellen Fräsköpfen), sondern würde voraussichtlich auch etwaige Planungs- und Genehmigungsverfahren schwieriger gestalten.

Die mittlere chemische Zusammensetzung der erbohrten Gesteine ergibt sich aus Tab. 18. In dieser Darstellung sind - nach stratigraphischen Einheiten untergliedert - die Mittelwerte der Ergebnisse von insgesamt 64 RFA-Analysen zusammengestellt.

Die hohen SiO_2 -Gehalte spiegeln den bei Sandsteinen naturgemäß zu erwartenden hohen Quarzanteil wider. Es ist jedoch deutlich zu sehen, dass dieser im Bereich der permotriassischen Übergangsschichten sowie des Rotliegend abnimmt. Damit korreliert aber nur untergeordnet eine Zunahme der tonigen Komponente (vgl. Al_2O_3 , K_2O). Hauptursache hierfür ist die zunehmende karbonatische Zementation der Sedimente, die sich aus den erhöhten CaO und MgO -Werten sowie dem stark angestiegenen Glühverlust (LOI) ableiten lässt.

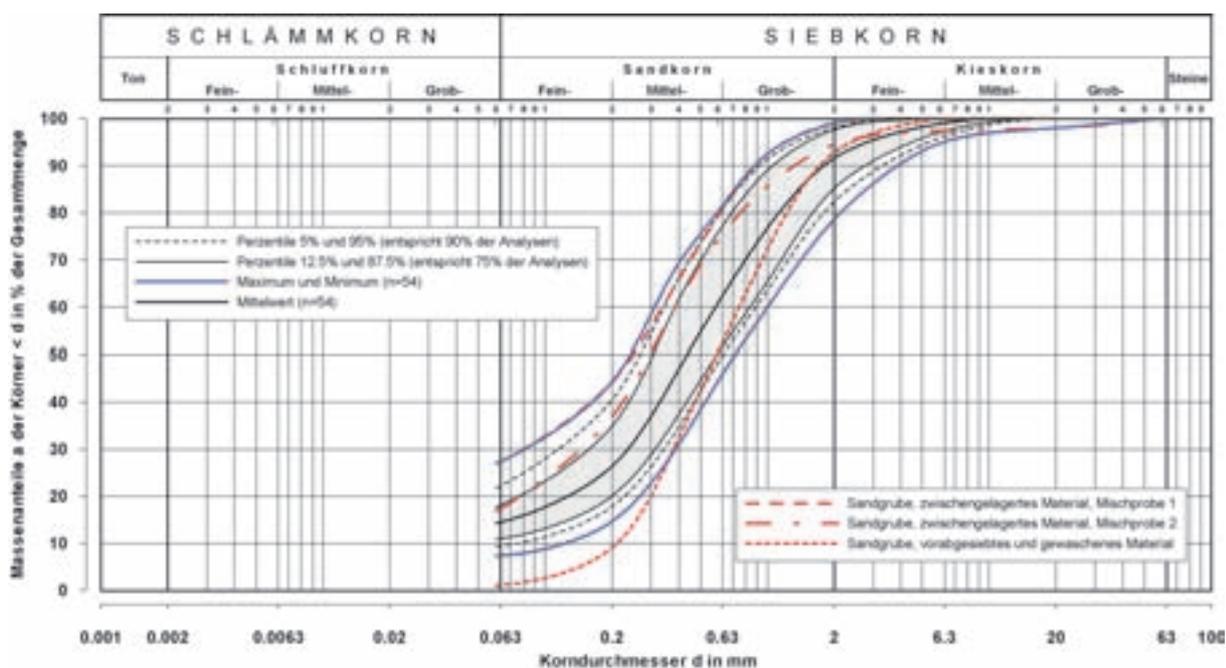


Abb. 39: Kornsummenkurven aus einer Sandgrube im Abbau im Vergleich zur generellen Kornverteilung des nutzbaren Buntsandstein.

Tab. 18: Chemische Zusammensetzung der erbohrten Gesteine.

		Buntsandstein		Permotrias	Rotliegend	Mittelwert
		Mittlerer (n=44)	Unterer (n=12)	(n=3)	(n=5)	(n=64)
SiO ₂	Gew.-%	81,14	84,07	74,98	76,57	79,19
Al ₂ O ₃	Gew.-%	9,81	7,81	8,28	10,02	8,98
Fe ₂ O ₃	Gew.-%	0,97	0,52	1,09	1,31	0,97
MnO	Gew.-%	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03
MgO	Gew.-%	0,35	0,45	2,22	1,29	1,08
CaO	Gew.-%	0,18	0,49	2,63	1,34	1,16
Na ₂ O	Gew.-%	0,31	0,34	0,37	0,35	0,34
K ₂ O	Gew.-%	4,89	4,40	4,60	5,29	4,79
TiO ₂	Gew.-%	0,20	0,11	0,17	0,19	0,17
P ₂ O ₅	Gew.-%	0,12	0,07	0,09	0,09	0,09
GV	Gew.-%	1,52	1,44	5,05	3,16	2,79
Σ	Gew.-%	99,34	99,47	99,49	99,64	99,48
Ba	ppm	788	761	771	766	771
Ce	ppm	72	nn	52	76	67
Co	ppm	12	nn	nn	nn	12
Cr	ppm	26	18	19	21	21
Ga	ppm	9	6	9	11	9
La	ppm	27	22	29	24	25
Nb	ppm	7	5	6	6	6
Nd	ppm	19	16	22	23	20
Ni	ppm	19	12	12	10	13
Pb	ppm	23	20	23	22	22
Rb	ppm	177	146	173	195	173
Sr	ppm	115	91	94	88	97
Th	ppm	13	11	nn	15	13
U	ppm	6	7	7	5	6
V	ppm	15	10	14	21	15
Y	ppm	14	10	13	15	13
Zn	ppm	21	13	15	18	17
Zr	ppm	193	169	169	185	179

Aus den chemischen Analysen geht hervor, dass die Sandsteine des Buntsandstein und des Rotliegend gegenüber denen des Rhät einen deutlich geringeren Quarzanteil besitzen (vgl. Tab. 3). Die im Gegensatz zu den Rhätsandsteinen immer vorhandene Feldspatführung drückt sich in höheren Gehalten an Al_2O_3 , K_2O sowie Na_2O aus.

Durchführung

Im Jahr 1994 wurden zunächst vier Bohrungen abgeteuft, 1995 wurde mit neun weiteren Bohrungen verdichtet und 1996 das Programm mit vier Bohrungen vorerst abgeschlossen. Die Endteufen dieser 17 Bohrungen lagen zwischen 20 und 77 m, insgesamt wurden knapp 652 Kernmeter erbohrt. Bei den neun Bohrungen des Jah-

res 1995 (Bo 95/01 bis /07, /10 und Bo 13/95) erfolgte die Betreuung der Bohrarbeiten durch ein beauftragtes Ingenieurbüro, das zudem einen Bericht mit Kernaufnahme und Kurzergebnissen erstellte. Die restlichen Bohrungen wurden durch das Bayerische Geologische Landesamt (GLA) betreut. Sämtliche Bohrkerne wurden nach der Feldaufnahme in das Bohrprobenarchiv des GLA gebracht und dort im Zusammenhang bearbeitet und beprobt.

An Proben dieser Bohrkerne wurden in den Labors des GLA 54 Siebanalysen zur Bestimmung des Korngrößenspektrums sowie 64 RFA-Analysen (siehe Tab. 18) zur Bestimmung des Gesamtgesteinschemismus durchgeführt.

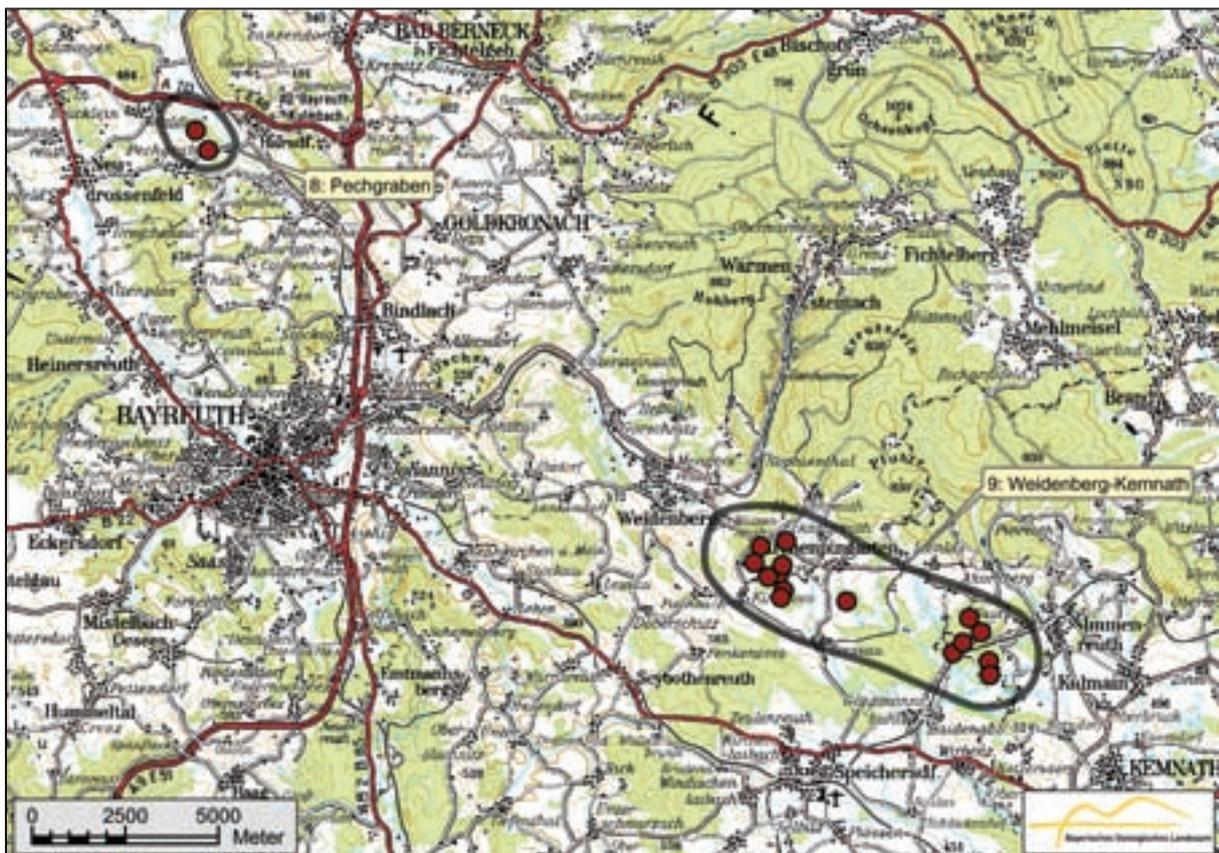


Abb. 40: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 8, Pechgraben und 9, Weidenberg–Kemnath (Bezeichnung der Bohrpunkte siehe Abb. 41, 44 und 50).

3.2.2 Erkundungsgebiete

3.2.2.1 Erkundungsgebiet 8: Pechgraben

Das Bohrgebiet Pechgraben befindet sich nördlich von Bayreuth auf dem Gradabteilungsblatt TK 25 5935 Marktschorgast zwischen den Ortschaften Pechgraben und Harsdorf (vgl. Abb. 41). In diesem Abschnitt des Trebgasttales bestanden günstige Voraussetzungen, nutzbare Sand- und Kiesvorkommen aufzufinden. Das Interesse galt dabei nicht nur den Mürbsandsteinen, sondern auch den quartären Schotterterrassen, die flussbegleitend die Gesteine des Buntsandstein überlagern (Abb. 42). Die Sandsteine wurden bzw. werden im betreffenden Gebiet an einigen wenigen Stellen in geringem Umfang abgebaut, wodurch eine generelle Eignung bereits nachgewiesen ist. In quartären Sedimenten befanden sich jedoch nur in den jüngsten Talschottern vereinzelt Gruben. Die höheren Terrassenschotter waren bislang noch nicht von einem Abbau betroffen, über Mächtigkeit und Ausbildung war somit wenig bekannt.

Eine kombinierte Gewinnung von Mürbsandsteinen wie auch Schottern würde die ausbringbaren Kubaturen erhöhen. Zudem wäre es möglich, ein insgesamt breiteres Spektrum an Körnungen zu erzeugen. Die Bohrungen sollten daher Informationen zu eventuell nutzbarer quartärer Auflage und zum überdeckten Buntsandstein liefern.

Bohrungen

Bo 94/16

Bohrung 94/16 erbrachte unter geringmächtigen Schottern (0,5 m) Konglomerate und Grobsandsteine,



Abb. 41: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 8, Pechgraben mit Vorschlag für Rohstoffvorrangfläche.

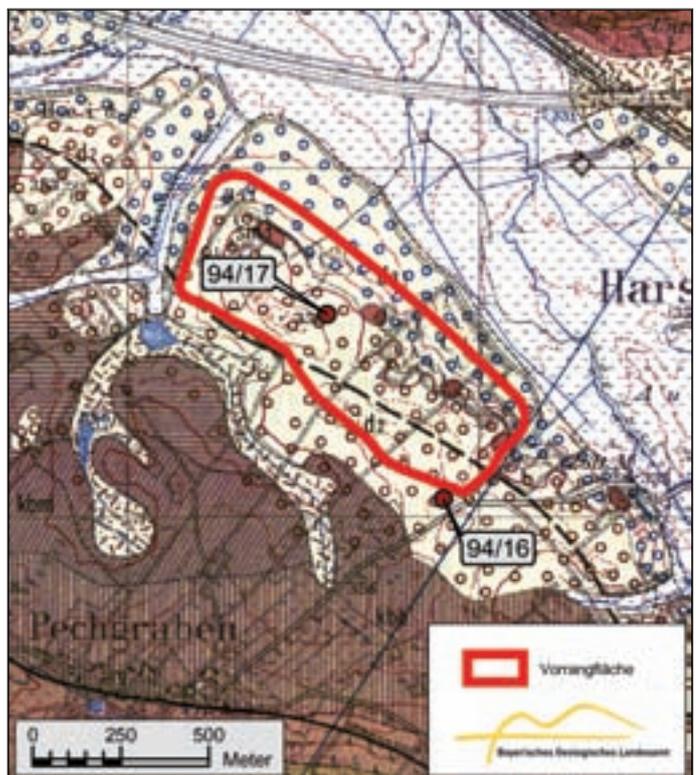


Abb. 42: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 8, Pechgraben mit Vorschlag für Rohstoffvorrangfläche; geologischer Überblick.

die bis 8,3 m mürbe, darunter fester ausgebildet sind. Diese lassen sich auf jedem Fall dem Buntsandstein zuordnen, weshalb die in der geologischen Karte an dieser Stelle vermutete Störung weiter im Westen verlaufen muss.

Bo 94/17

In Bohrung 94/17 sind über den konglomeratischen Lagen bis 4,0 m überwiegend mittelkörnige Sandsteine zu finden. Hier sind die Gesteine fast durchgehend mürbe. Der Grundwasserstand liegt in beiden Bohrungen etwa 15 m unter dem Ansatzpunkt (Abb. 43).

Beide Bohrungen zeigen, dass die hochgelegenen quartären Schotter nur äußerst geringmächtig ausgebildet und damit nicht von rohstoffwirtschaftlichem Interesse sind. Die überwiegend mürben Sandstein- und Konglomeratlagen des Unteren Buntsandstein erwiesen sich jedoch grundsätzlich als geeignet, zumal Mächtigkeiten vorliegen, die für eine Gewinnung im Trockenabbau ausreichen. Dieses Ergebnis führte unter anderem zur Aufnahme einer Rohstoffsicherungsfläche in den in Aufstellung befindlichen Regionalplan (vgl. Abb. 41 und 42) und zur konkreten Absicht, dort Sande abzubauen.

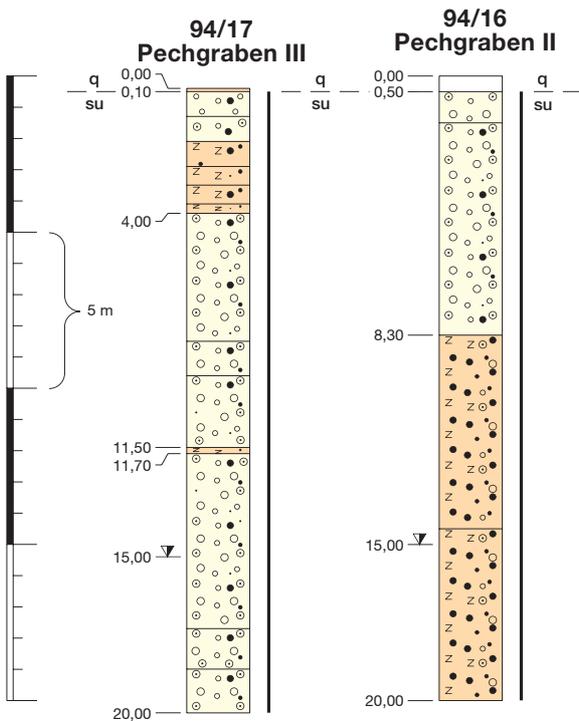


Abb. 43: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 8, Pechgraben.

3.2.2.2 Erkundungsgebiet 9: Weidenberg–Kemnath

Das Erkundungsgebiet 9 betrifft die Gesteine des Buntsandstein zwischen den Ortschaften Weidenberg und Kemnath. Es lässt sich nicht nur geografisch, sondern auch aufgrund der geologischen Verhältnisse in zwei Bereiche, einen westlichen und einen östlichen, unterteilen. Diese werden im Folgenden gesondert betrachtet. Im gesamten Erkundungsgebiet und dessen Umfeld existiert momentan keine einzige betriebene Gewinnungsstelle für Sand und Kies. Ebenso fehlen Kenntnisse über abbauwürdige oder verfügbare Vorkommen. Daraus ergab sich dringender Erkundungsbedarf.

Bohrgebiet Weidenberg–Kemnath, Westteil

Das Bohrgebiet Weidenberg–Kemnath West liegt in einem teils bewaldeten, teils landwirtschaftlich genutzten Bereich westlich von Kirchenpingarten. Lage und Bohrprofilardarstellung sind in den Abbildungen 44, 45 und 46 wiedergegeben.

Im Untersuchungsgebiet werden die im Untergrund anstehenden Gesteine von großflächig verbreiteten Sedimenten plio-/ pleistozänen Alters überlagert. Bei diesen jungen Ablagerungen handelt sich einerseits um Wanderschutt, andererseits um Hochschotter (vgl. Abb. 45). Nach der Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 6036 Weidenberg, waren unter dieser Überdeckung voraussichtlich Gesteine des Buntsandstein sowie des Rotliegend zu erwarten. Ziel der Bohrungen war es, einerseits die Mächtigkeiten der Überdeckung zu ermitteln sowie Einblick in den Aufbau der darunter liegenden permotriassischen Sedimente zu erhalten. Im vorliegenden Fall waren die plio-/ pleistozänen Ablagerungen voraussichtlich als Abraum zu werten. Alle bisherigen Erkenntnisse beschreiben sie als äußerst unsortierte Sedimente mit hohen Gehalten an Feinanteilen. Die Mächtigkeitsangaben schwanken stark von wenigen Dezimetern bis zu 3 m (Wanderschutt) bzw. bis über 6 m (Hochschotter).

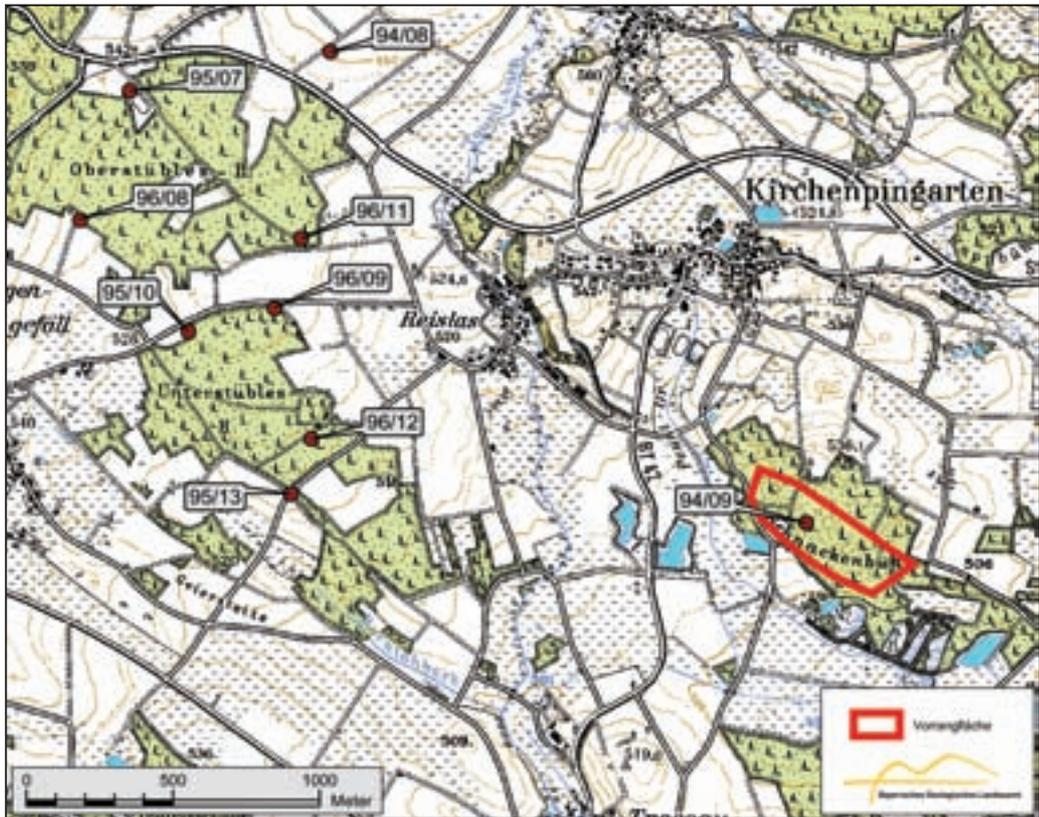


Abb. 44: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 9, Weidenberg–Kemnath, Westteil, und Vorschlag für Rohstoffvorrangfläche am Schnackenhühl.

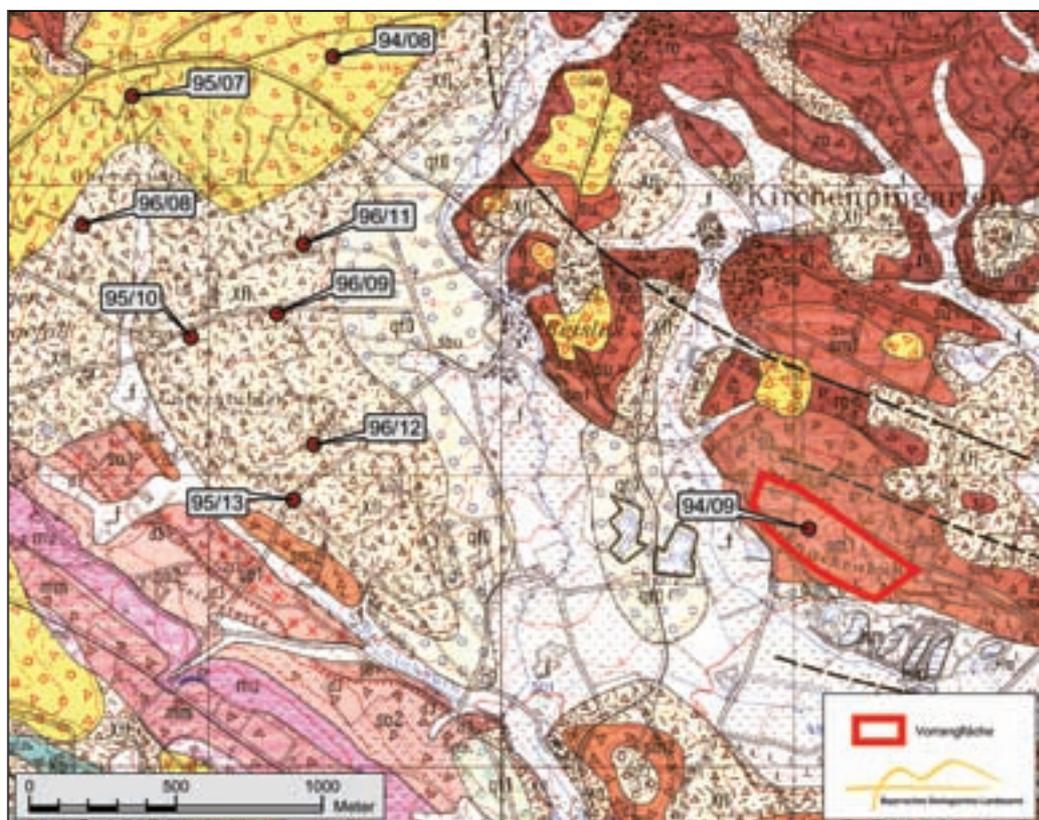


Abb. 45: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 9, Weidenberg–Kemnath, Westteil, und Vorschlag für Rohstoffvorrangfläche am Schnackenhühl; geologischer Überblick.

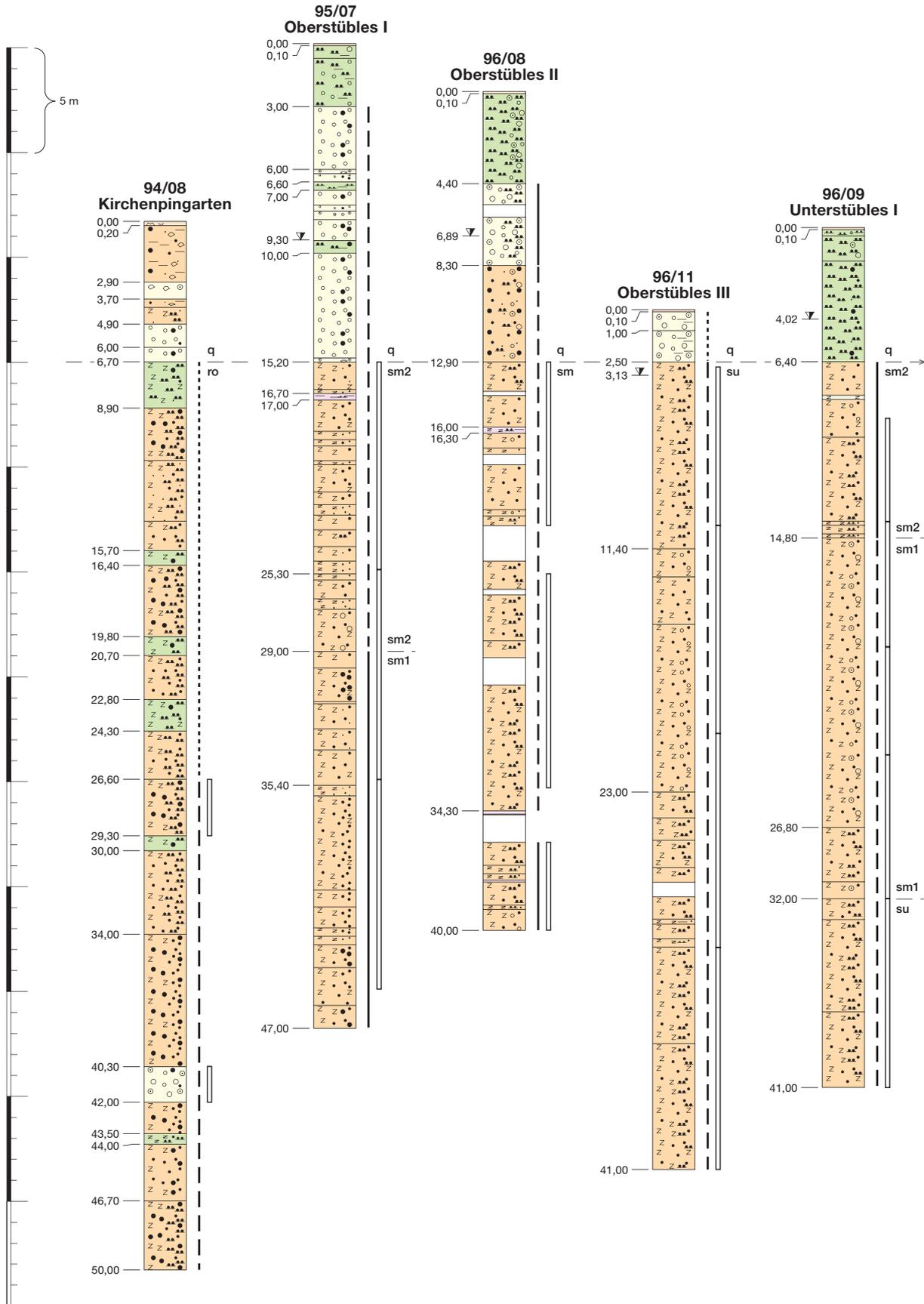
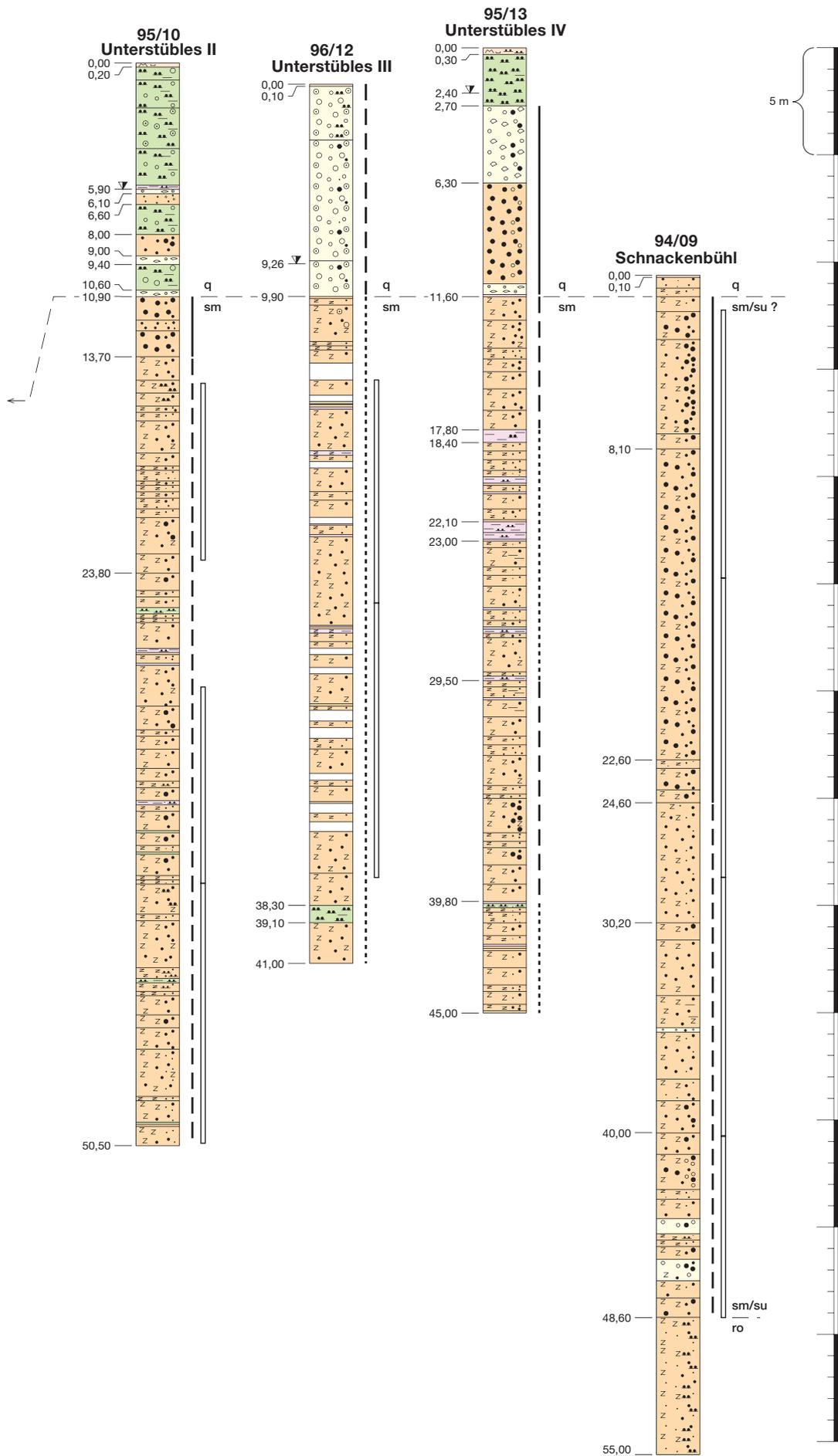


Abb. 46: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 9, Weidenberg-Kemnath, Westteil.



Die Talschotter der Haidenaab, die in zwei mittlerweile stillgelegten Kiesgruben südlich von Kirchenpingarten gewonnen wurden, waren nicht Ziel der Erkundungen. Es bestand auch kein aktueller Bedarf, da durch die Gruben die grundsätzliche Eignung dieser jüngsten und tiefstgelegenen, wenn auch geringmächtigen Schotter erwiesen war und zudem dort die Realisierung eines weiteren Nassabbaues kaum durchsetzbar erscheint.

Bohrungen

Die Bohrungen 94/08 sowie 95/07 wurden im Bereich der Hochschotter angesetzt.

Bo 94/08

In der östlichen der beiden Bohrungen (Bo 94/08) wurde das Rotliegend nach 6,7 m in überwiegend tonig-schluffiger und nicht verwertbarer Überdeckung erreicht. Dieses liegt bis zur Endteufe von 50 m in Form stark schluffiger, fein- bis grobkörniger, z.T. kiesiger Sandsteine vor, denen vor allem im oberen Bereich viele Schluffsteinlagen eingeschaltet sind. Da erst ab einer Teufe von etwa 26,6 m Gesteine von eher mäßiger Verwertbarkeit anstehen (vgl. Abb. 46 und 47), ist an diesem Standort keine Nutzbarkeit gegeben.

Bo 95/07

Die westliche Bohrung zeigt einen anderen Profilaufbau. Hier folgen auf 15,2 m Überdeckung Gesteine des Mittleren Buntsandstein. Die auflagernden Lockersedimente sind bis auf die Schluffe in den obersten 3 Metern im wesentlichen kiesig-sandig ausgebildet. Eine Nutzung wäre hier durchaus denkbar, ebenso bei den darauf folgenden mittel- bis grobkörnigen, teils kiesigen Sandsteinen. Diese besitzen eine nur geringe Kornbindung und akzeptable Schlamm- bzw. Feinkornanteile (vgl. Abb. 48), die mit zunehmender Teufe etwas weniger werden. Der Bereich unterhalb 29,0 m besteht aus mürben Konglomeraten, die mit dem Kulmbacher Konglomerat (sm1) korreliert werden können. Die Geröllkomponenten sind hier ebenfalls durch den Zerfall der Feldspäte bis in das einzelne (Sand-) Korn zersetzt. Dieser teilweise kaolinisierte Feldspatanteil ist bei der Aufbereitung zu berücksichtigen.

Bo 94/09

Bohrung 94/09 wurde am Schnackenbühl gezielt in einem Bereich mit geringer Überdeckung abgeteuft. Da hier nach 48,6 m Gesteine erbohrt wurden, die als Rotliegend angesprochen werden können, ist die darüber liegende Abfolge im

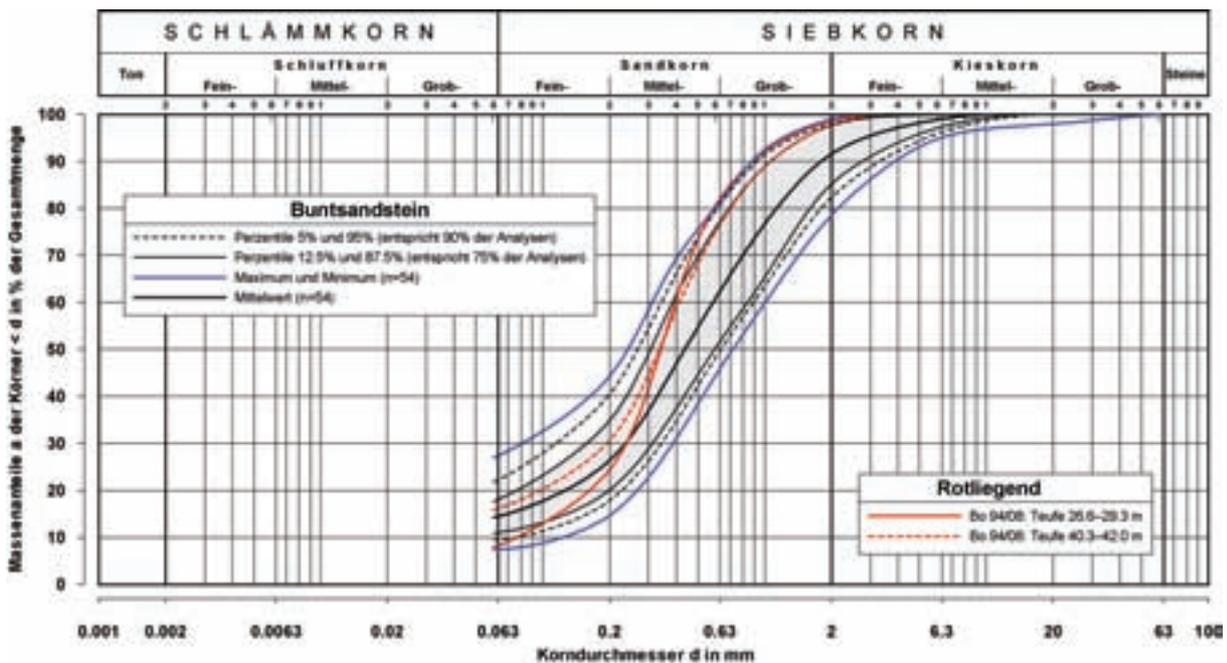


Abb. 47: Kornsummenkurven aus Bohrproben des Rotliegend im Vergleich zur generellen Kornverteilung des nutzbaren Buntsandstein.

Gegensatz zur geologischen Karte (vgl. Abb. 45) wohl vollständig dem Unteren Buntsandstein zuzuordnen. Die Gesteine des Rotliegend fallen für eine Gewinnung aufgrund ihrer stark feinsand-/schluffbetonten Ausbildung für eine Nutzung aus. Insbesondere der obere Abschnitt bis etwa 24,6 m Teufe wäre jedoch aufgrund seines Kornspektrums, das höhere Anteile grobsandig-feinkiesiger Komponenten (vgl. Abb. 49) bei gleichzeitig mäßiger Kornbindung enthält und wegen seiner Lage weitgehend oberhalb des Grundwasserspiegels für eine Rohstoffgewinnung interessant.

Die restlichen Bohrungen (Bo 96/08, 96/11, 96/09, 95/10, 96/12, 95/13) sollten die von Wanderschutt bedeckten Abfolgen erkunden.

Bo 96/08

Bohrung 96/08 erbrachte 12,9 m Überdeckung, bevor mürbe Sandsteine erbohrt wurden. Die Überdeckung ist jedoch nur in den obersten 4,4 m schluffig-tonig ausgebildet, darunter nimmt die Sand-Kieskomponente stark zu. Von 8,3 m bis 12,9 m liegt schwach schluffiger Kies-sand vor. Die darunterfolgenden Sandsteine sind überwiegend mittel- bis grobkörnig und besitzen

eine geringe Kornbindung. Bis in eine Teufe von etwa 30 m sind öfters verkieselte Partien zu finden, die verhindern, dass diese Anteile der Sandsteine durch die Aufbereitung in das Einzelkorn zerlegt werden können. Nach der stofflichen Zusammensetzung könnten an dieser Lokalität die Sandsteine und auch die auflagernden Schotter genutzt werden. Der über 4 m mächtige schluffige Abraum macht jedoch in Verbindung mit dem hohen Grundwasserstand von etwa 7 m u. GOK (Geländeoberkante) eine wirtschaftliche Gewinnung unwahrscheinlich.

Bo 96/11

Östlich von Bo 96/08 gelegen fehlt in der Bohrung 96/11 die schluffige Schuttauflage, ebenso nimmt die Mächtigkeit der Schotter auf nur noch 2,5 m ab. Die darauffolgenden, eher mittelkörnigen Sandsteine, die aufgrund ihres Erscheinungsbildes dem Unteren Buntsandstein zugeordnet werden können, besitzen zwar eine verhältnismäßig gute Kornbindung, könnten jedoch aufbereitet werden. Auch aufgrund ihres Korngrößenspektrums (vgl. Abb. 49) wären sie für eine Nutzung durchaus geeignet, jedoch müsste hier das nahe der Oberfläche liegende Grundwasser (ca. 3 m u. GOK) beachtet werden.

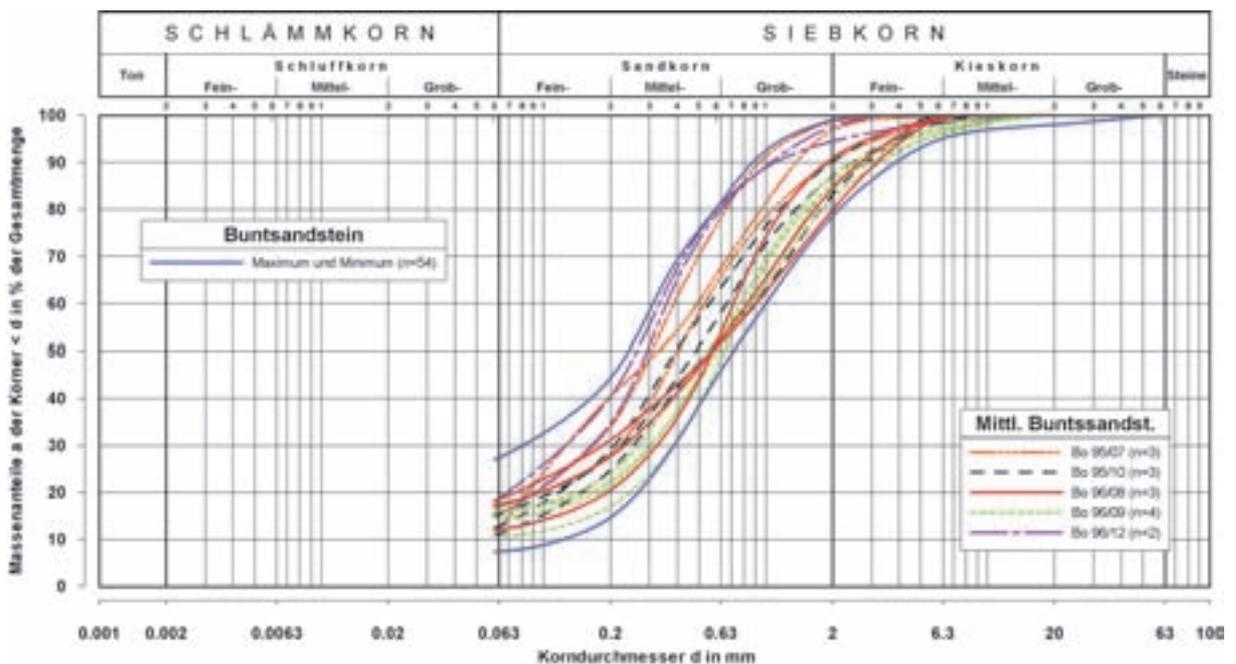


Abb. 48: Kornsummenkurven aus Bohrproben des Mittleren Buntsandstein im Vergleich zur generellen Kornverteilung des nutzbaren Buntsandstein.

Bo 96/09

Gegen Süden nimmt die Abraummächtigkeit wieder deutlich zu. In dieser Bohrung erreicht sie 6,4 m mit sandig-kiesigem Schluff. Bis 14,8 m folgt mittel- bis grobkörniger Sandstein mit geringer Kornbindung. Die darunter liegenden Konglomerate, die sich mit dem Kulmbacher Konglomerat (sm1) korrelieren lassen, sind ebenfalls mürbe und somit bis in das Einzelkorn zerlegbar. Bis zur Endteufe wurden überwiegend mittelkörnige Sandsteine des Unteren Buntsandstein erbohrt. Die Kornsummenkurven ergeben für die gesamte Kernstrecke in den Sandsteinen eine eher als gut zu bewertende Nutzbarkeit, jedoch auch an diesem Standort liegt die Limitierung in der hohen Abraummächtigkeit und im Grundwasserstand (ca. 4 m u. GOK).

Bo 96/09

Der schluffig-lehmige Waderschutt ist hier noch um einiges mächtiger. 11 m Abraummächtigkeit lässt bei einem Grundwasserstand von 6 m u. GOK selbst die durchaus brauchbaren Sandsteinabfolgen im Liegenden für eine Gewinnung ausscheiden.

Bo 96/12

Der sehr variable Aufbau der Überdeckung wird in der südlich anschließenden Bohrung 96/12 deutlich. Anstelle von Schlufflagen konnten hier bis 9,9 m sandige Kiese erbohrt werden. Es handelt sich hierbei um Quarz- und Metamorphitgerölle. Letztere (Gneise, Glimmerschiefer) zeigen teilweise starke Verwitterungserscheinungen und würden beim Brechen einen erhöhten Unterkornanteil ergeben. Die liegenden mittel- bis grobkörnigen Sandsteine besitzen eine teils gute, teils mäßige Kornbindung, sind häufig von Tonlagen durchsetzt und haben stellenweise deutliche Feldspatgehalte. Insgesamt ist eine eher eingeschränkte Nutzbarkeit gegeben, das Grundwasser befindet sich in über 9 m u. GOK.

Bo 95/13

In dieser Bohrung ist die Überdeckung mit 11,6 m wieder sehr mächtig. Unter 2,7 m lehmigem Waderschutt, der als Abraum zu werten ist, folgt eine 8,9 m mächtige Abfolge von sandigen Kiesen, die gut nutzbar wäre. Auch die darauf folgenden mittelkörnigen Mürbsandsteine sind bis in eine Teufe von 17,8 m für eine Sandgewinnung geeignet. Ab dieser Grenze werden die Sandsteine bis zur Teufe 30,4 m häufig von

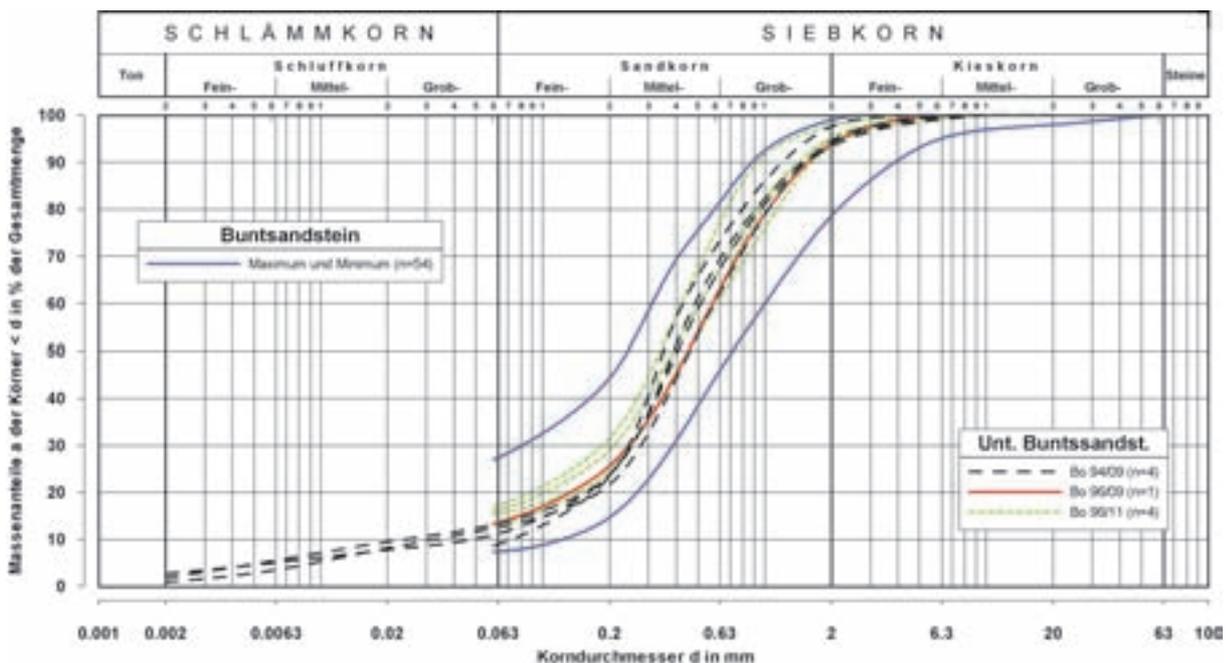


Abb. 49: Kornsummenkurven aus Bohrproben des Unteren Buntsandstein im Vergleich zur generellen Kornverteilung des nutzbaren Buntsandstein.

Tonlagen durchsetzt, die einen Abbau sehr behindern würden. Die darauf bis zur Endteufe anstehenden Mürbsandsteine haben zwar wieder bessere Qualitäten, jedoch auch dort schalten sich immer wieder tonige Partien ein. Sie sind daher auch aufgrund der Tiefenlage für ein Abbauvorhaben nicht relevant. Das Grundwasser wurde hier bei etwa 2,5 m u. GOK angetroffen.

Zusammenfassende Bewertung

Die Sedimentbedeckung durch die plio-/ pleistozänen Hochschotter sowie den Wanderschutt ist sehr variabel ausgebildet. An einigen Stellen sind durchaus Vorkommen nachzuweisen, die nach Qualität und Mächtigkeit für eine wirtschaftliche Nutzung in Frage kommen. Diese wären jedoch überwiegend im Nassabbau zu gewinnen. Der entsprechende Mehraufwand wäre bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen.

Die Mürbsandsteine des Mittleren wie des Unteren Buntsandstein zeigen überwiegend brauchbare Nutzbarkeiten. Hierbei ist zu beachten, dass die Sandsteine des Mittleren Buntsandstein in der Regel eine etwas gröbere Kornverteilungen besitzen, als diejenigen des Unteren Buntsandstein (vgl. Abb. 48 und Abb. 49). Da diese im betrachteten Raum jedoch bis auf das Vorkommen am Schnackenbühl (Bohrung 94/09) im Nassabbau gefördert werden müssten, dürfte eine wirtschaftliche Gewinnung nur in großdimensionierten Gruben möglich sein.

Aufgrund der variablen Gesteinszusammensetzung sind im betreffenden Gebiet vor der Realisation von Abbauvorhaben weitere Detailerkundungen notwendig, um für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen eine ausreichende Datenbasis zur Verfügung zu haben.

Erkundungsgebiet Weidenberg–Kemnath, Ostteil

Das Bohrgebiet Weidenberg–Kemnath Ost umfasst ein Waldgebiet westlich von Immenreuth. Prägendes Landschaftselement sind zahlreiche Weiher, die meist unmittelbar an die Waldflächen angrenzen. Lage und Bohrprofilardarstellung sind in den Abbildungen 50, 51 und 53 wiedergegeben.

Nach der Geologischen Karte 1:25 000 Blatt 6037 Ebnath stehen hier Gesteine des Mittleren sowie Unteren Buntsandstein an (vgl. Abb. 51). Im nördlichen Teil dieses Gebietes treffen jedoch zwei senkrecht zueinander verlaufende Störungssysteme aufeinander. Diese bewirken, dass die Kartiereinheiten mit tektonischen

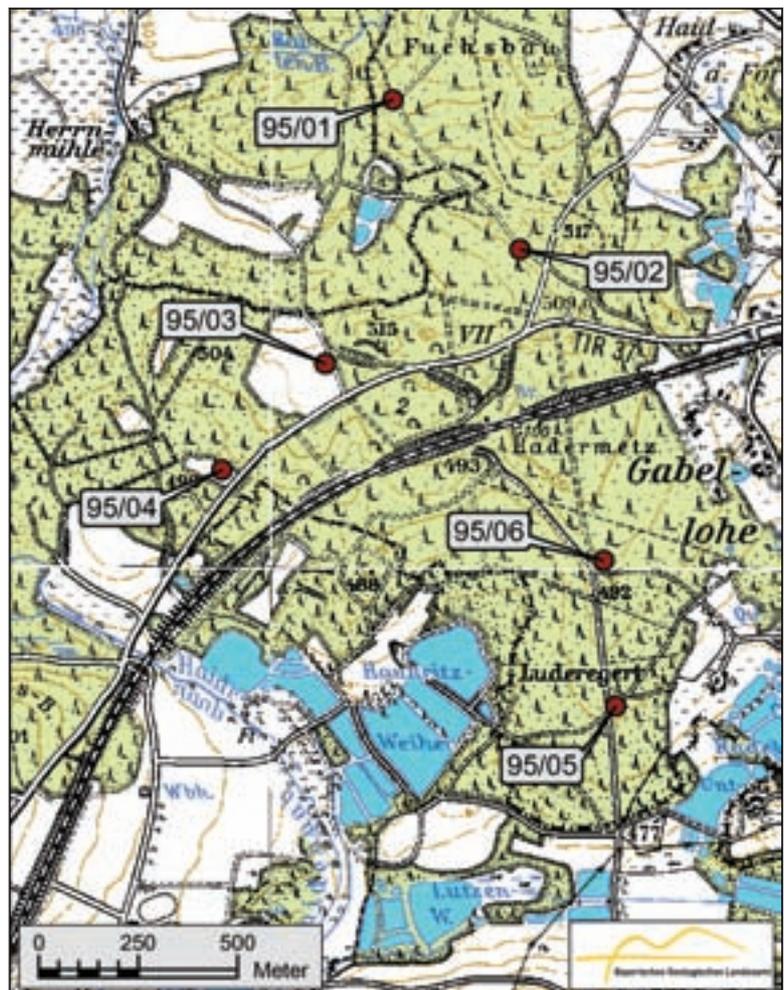


Abb. 50: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 9, Weidenberg–Kemnath, Ostteil.

Grenzen nebeneinander liegen. Diese Störung der ursprünglichen Gesteinsabfolge erschwert eine eindeutige Zuordnung zu den einzelnen Einheiten und macht Mächtigkeitsabschätzungen anhand des Oberflächenbefundes unmöglich. Aus diesem Grund wurden hier sechs Bohrungen niedergebracht, um die Kartiererergebnisse zu verifizieren und Erkenntnisse über Gesteinsaufbau sowie gewinnbare Mächtigkeiten zu erlangen. Die Bohrungen wurden bevorzugt auf Anhöhen positioniert, um einen möglichst hohen Flurabstand zum Grundwasser zu erreichen.

Bo 95/01

In der nördlichsten Bohrung wurden nach geringmächtiger Überdeckung (1,1 m) zunächst stark schluffige Sandsteine des Unteren Buntsandstein erschlossen. Ab 5 m Teufe nehmen zwar über eine Gesamtstrecke von 9 m die Feinanteile ab, um dann jedoch wieder zuzunehmen. Nach dieser Abfolge, die zumindest in den unteren Bereichen den stratigraphisch nicht eindeutig zuzuordnenden permotriassischen Übergangsschichten angehören dürften, ist das ab einer Teufe von 29,1 m bis zum Ende anstehende Rotliegend fast ausschließlich als Schluffstein anzusprechen. Die ungünstige Korngrößenverteilung sowohl der Abfolge des Unteren Buntsandstein, wie auch des Rotliegend ergibt sich aus Abb. 52. Beide Summenkurven weisen im Vergleich zu denen des gesamten Erkundungsgebietes die höchsten Feinkorngehalte auf. Aufgrund der negativen Ergebnisse scheidet dieser Standort für eine Rohstoffgewinnung aus.

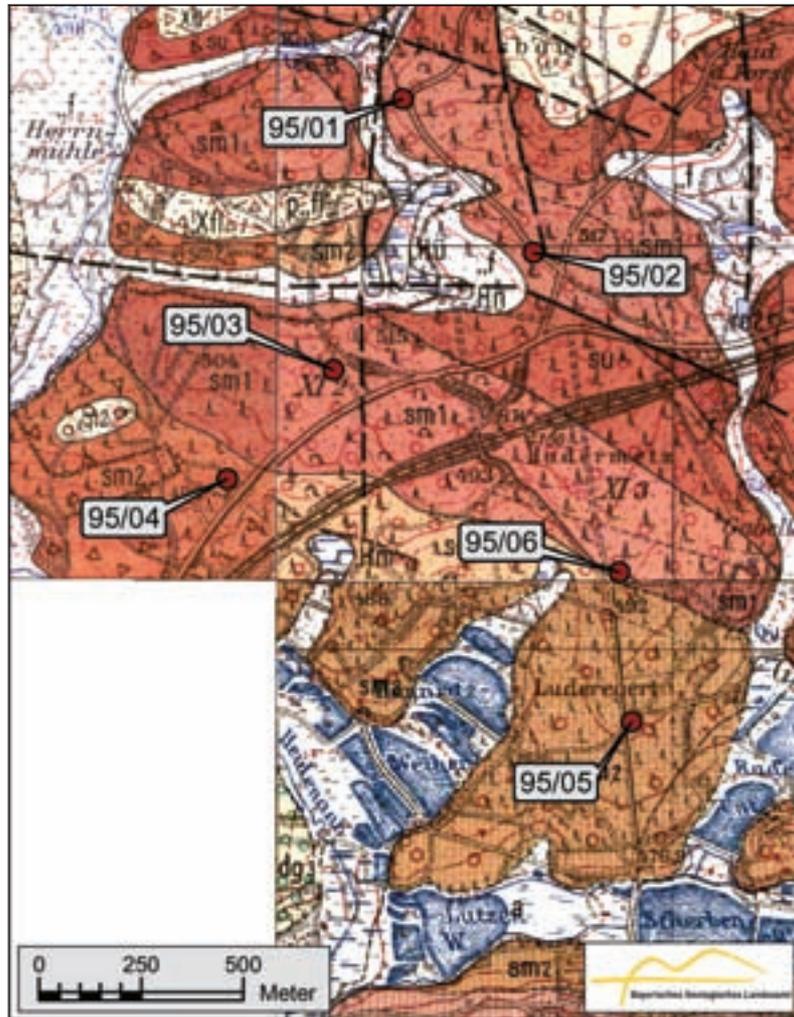


Abb. 51: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 9, Weidenberg–Kemnath, Ostteil; geologischer Überblick.

Bo 95/02

Die südlich anschließende Bohrung beginnt mit einer ebenfalls geringmächtigen quartären Auflage (1,1 m) und bis 6 m Tiefe mit auffallend unsortierten, schluffigen bis grobkörnigen Mürb-sandsteinen. Anschließend folgt jedoch bis 59 m Tiefe eine durchgehende Abfolge mittel- bis grobkörniger Sandsteine, die zudem eine geringe Kornbindung besitzen. Diesem Bereich des Mittleren Buntsandstein kann eine gute Nutzbarkeit zugeordnet werden. Der dann bis zur Endteufe (76,6 m) anstehende Untere Buntsandstein ist stark schluffig (vgl. Abb. 53) und scheidet für eine Gewinnung aus. Das Grundwasser wurde bei 12,3 m u. GOK angetroffen.

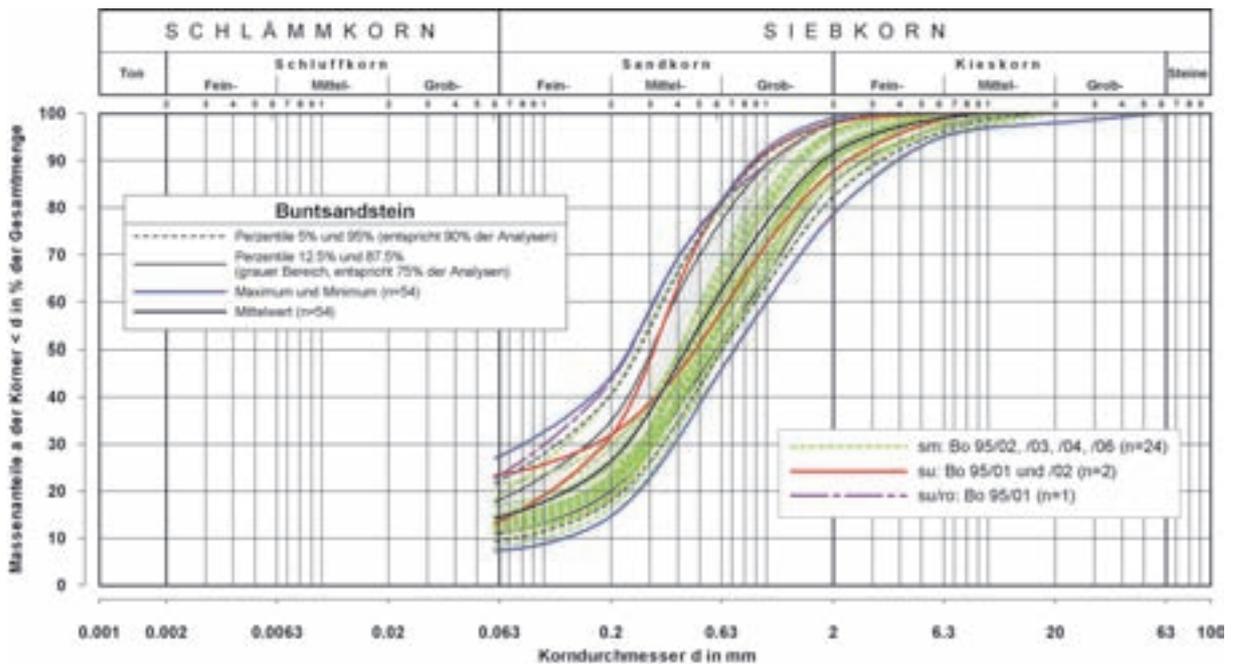


Abb. 52: Kornsummenkurven von Bohrproben aus dem Erkundungsgebiet 9, Weidenberg-Kemnath, Ostteil (sm: Mittlerer Buntsandstein, su: Unterer Buntsandstein, su/ro: Unterer Buntsandstein mit Rotliegend).

Die Bohrungen 95/03 und 95/04 wurden in einer weiteren Bruchscholle abgeteuft. In beiden Bohrungen wurden Gesteine des Mittleren Buntsandstein angetroffen.

Bo 95/03

Die Bohrung brachte unter minimaler Überdeckung mittel- bis grobkörnige Mürbsandsteine, die bis zur Endteufe reichen. Insgesamt ist eine gute Nutzbarkeit gegeben. Der Grundwasserspiegel liegt bei etwa 11,7 m u. GOK.

Bo 95/04

An dieser zu Bohrung 95/03 benachbarten Lokalität sind die Sandsteine insbesondere in den oberen 9 m noch schluffig ausgebildet und von eher mäßiger Nutzbarkeit. Erst mit zunehmender Tiefe nimmt dieser Schluffgehalt ab, bis ab etwa 18,7 m Teufe die Qualität der Mürbsandsteine mit denen der Bohrung 95/03 vergleichbar ist. Es handelt sich hier um konglomeratische Sandsteine, bei denen auch die Geröllkomponenten in Einzelkörner zerfallen. Diese Abfolge kann mit dem Kulmbacher Konglomerat (sm1) korreliert werden, während dies für die Bohrung 95/03 nur zu vermuten ist, da dort keine konglomeratische

Ausbildung vorliegt. An diesem Standort kann aufgrund des Grundwasserstandes bei ca. 11 m u. GOK in Verbindung mit der erst ab 9 m Tiefe gegebenen guten Nutzbarkeit nicht empfohlen werden, Sand und Kies zu gewinnen.

Bo 95/06

Die Bohrung erbrachte ebenfalls in den obersten 5,7 m stark schluffige Sandsteine, die für eine wirtschaftliche Gewinnung ausscheiden. Im weiteren Verlauf wurden jedoch gut nutzbare mittel- bis grobkörnige Sandsteine mit mäßiger Kornbindung erbohrt. Ab 10,8 m Tiefe stehen die bekanntermaßen gut nutzbaren, ebenfalls mürben Konglomerate des Mittleren Buntsandstein an. Der Grundwasserstand liegt bei ca. 13 m u. GOK. Insbesondere bei einem an der Hangflanke positionierten Abbau ergäbe sich hier durchaus die Möglichkeit für eine wirtschaftliche Sandgewinnung.

Bo 95/05

Die südlichste Bohrung traf in den oberen 5 m überwiegend nicht nutzbare Tone und Schluffe an. Von 5,0 bis 19,5 m folgen dann meist mittelkörnige Mürbsandsteine, die von teils guter,

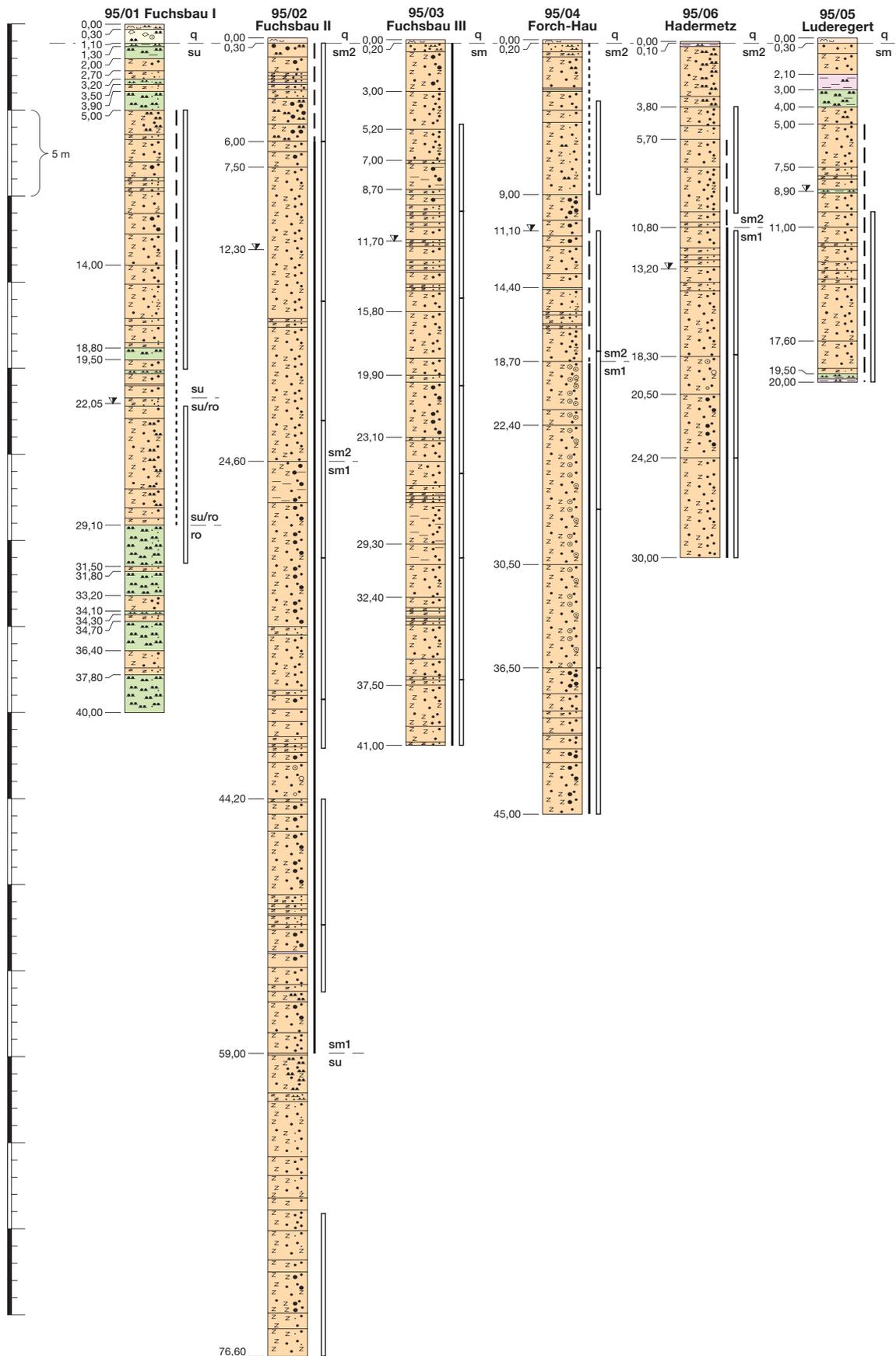


Abb. 53: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 9, Weidenberg-Kemnath, Ostteil.

teils mäßiger Nutzbarkeit sind und von einer Ton-Schlufflage im Liegenden begrenzt werden. Auch hier kann bestenfalls empfohlen werden, von der Hangflanke ausgehend abzubauen. Der Grundwasserstand in der Bohrung von ca. 9 m u. GOK lässt aber voraussichtlich keine Mächtigkeiten erwarten, die für einen wirtschaftlichen Trockenabbau ausreichend wären.

Zusammenfassende Bewertung

Aus den sechs Bohrungen des Erkundungsgebietes Weidenberg–Kemnath Ost lässt sich folgendes Ergebnis ableiten: Die einzigen Lokalitäten, an denen ein wirtschaftlicher Sandabbau

möglich erscheint, liegen im Bereich der Bohrungen 95/02 und 95/03. In beiden Fällen wurde hier vermutlich die Basis des Mittleren Buntsandstein, die mit dem Kulmbacher Konglomerat (sm1) vergleichbar ist, erbohrt. In der unmittelbaren Umgebung wurden jedoch in ebendiesem Horizont auch Gesteine angetroffen, die deutlich schlechtere Nutzbarkeiten aufweisen. Dies zeigt deutlich die kleinräumige Variabilität in der Gesteinsausbildung. Aus diesem Grund sind vor der Planung und Realisation eines Abbauvorhabens weitere, detaillierte Erkundungen unerlässlich. Die Gebiete, in denen nach derzeitigem Kenntnisstand solche Überlegungen sinnvoll erscheinen, sind in Abb. 54 gekennzeichnet.

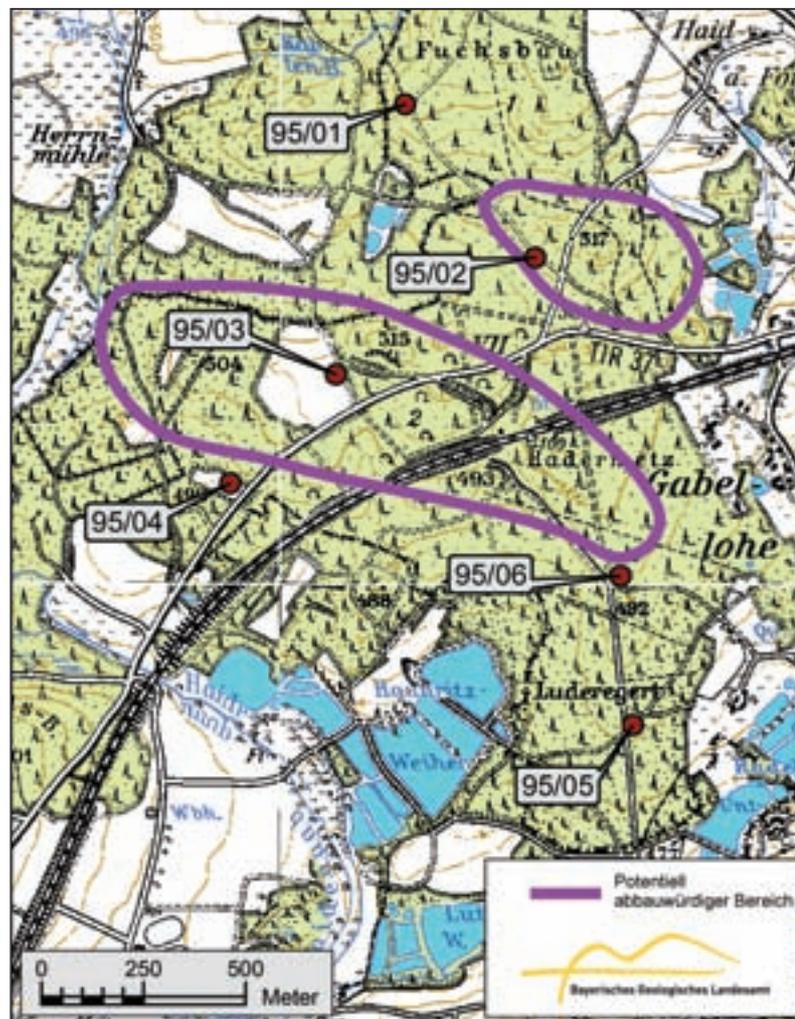


Abb. 54: Potentiell abbauwürdige Bereiche im Erkundungsgebiet 9, Weidenberg–Kemnath, Ostteil.

3.3 Sandsteinkeuper

3.3.1 Erkundungsgebiet 10: Sandsteinkeuper Obermain

Neben den eigentlichen Erkundungszielen, den Rhät-Lias Übergangsschichten und dem Buntsandstein, wurden auch Schichten des **Blasen-sandstein** auf eventuelle Sandführung untersucht. Den Bearbeitern war dabei aus bisheriger Erfahrung bewusst, dass die Aussichten, im Bereich dieser Serien nutzbare Sande auszumachen, vergleichsweise gering sind. Aus organisatorisch-praktischen Gründen bot es sich dennoch an, diese Serien an einigen Stellen zu untersuchen, um das Gesamtprogramm dadurch abzurunden. Insgesamt wurden vier Bohrungen, je zwei in zwei verschiedenen Gebieten, niedergebracht (Abb. 32 und Abb. 55).

Bohrungen

Die Bohrungen 94/19 (Hochfläche 700 m nordwestlich Schwingen) und 94/18 (Anhöhe Eichberg, 700 m westsüdwestlich Schwingen) erbrachten eine Wechselfolge von Feinsand- und Schluffsteinen nebst Zwischengliedern. Beide Profile liegen außerhalb des Nutzbarkeitsbereiches.

Die Bohrungen 94/06 und 94/07 stehen auf einem Flachrücken westlich Lehen (südöstlich Bayreuth) 1 km voneinander entfernt.

Das Profil von Bohrung 94/06 besteht aus einer Folge mit neunmaligem, rhythmischem Grob-Fein-Wechsel. Das 50 m tiefe Profil enthält insgesamt 31 m mürben Mittel- bis Grobsandstein, der jeweils den Kriterien der Nutzbarkeit entspräche, das sind mehr als 60% des Gesamtprofils. Eine praktische Umsetzung lässt jedoch die Wechsel-lagerung hier nicht zu. Sie wäre aber für Teilbereiche, etwa bis in eine Tiefe von 13,50 m möglich. Nach der geologischen Karte entspräche dieser Profiltteil der „Kellerhut-Arkose“, die sich durch gröberes Korn auszeichnet, aber unbeständig ist und keine hohen Mächtigkeiten erreicht.

Bohrung 94/07 erfasst die oberen Lagen aus 94/06 nicht mehr. Die hier angetroffene äquivalente Folge ist weniger gut gegliedert. Sie besteht aus sandig-schluffigen Mischgliedern, die weit außerhalb einer Verwendbarkeit liegen.

Zusammenfassende Bewertung

Beim Vergleich mit den in Rhät-Lias und Buntsandsteinen anzutreffenden Sandfolgen ist eine Aufsuchung von nutzbaren Sanden im Blasen-sandstein, nach anderweitigen Befunden und Erfahrungen zumeist auch im höheren Sandsteinkeuper, in diesem Raum nicht zu empfehlen. Bohrung 94/06 enthält Profiltteile mit deutlich größerem Korn. Dies fügt sich in die Erfahrung, dass gegen Südosten mit der Annäherung an das Herkunftsgebiet der Sande, d.h. im Raum Weiden-Neustadt a. Kulm, bessere Bedingungen zu erwarten sind.

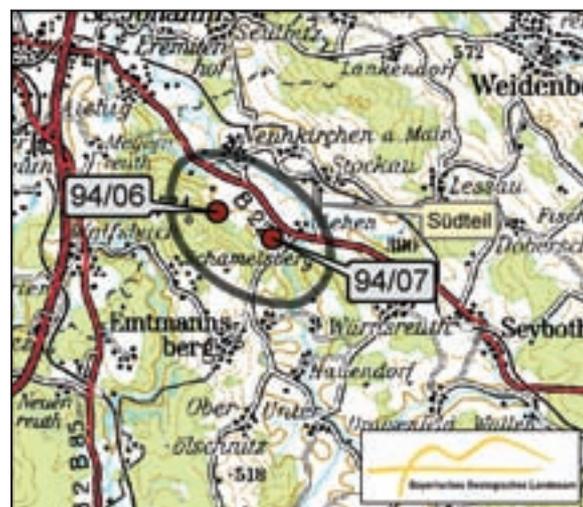


Abb. 55: Lage der Bohrpunkte im Erkundungsgebiet 10, Sandsteinkeuper Obermain, Nord- und Südteil.

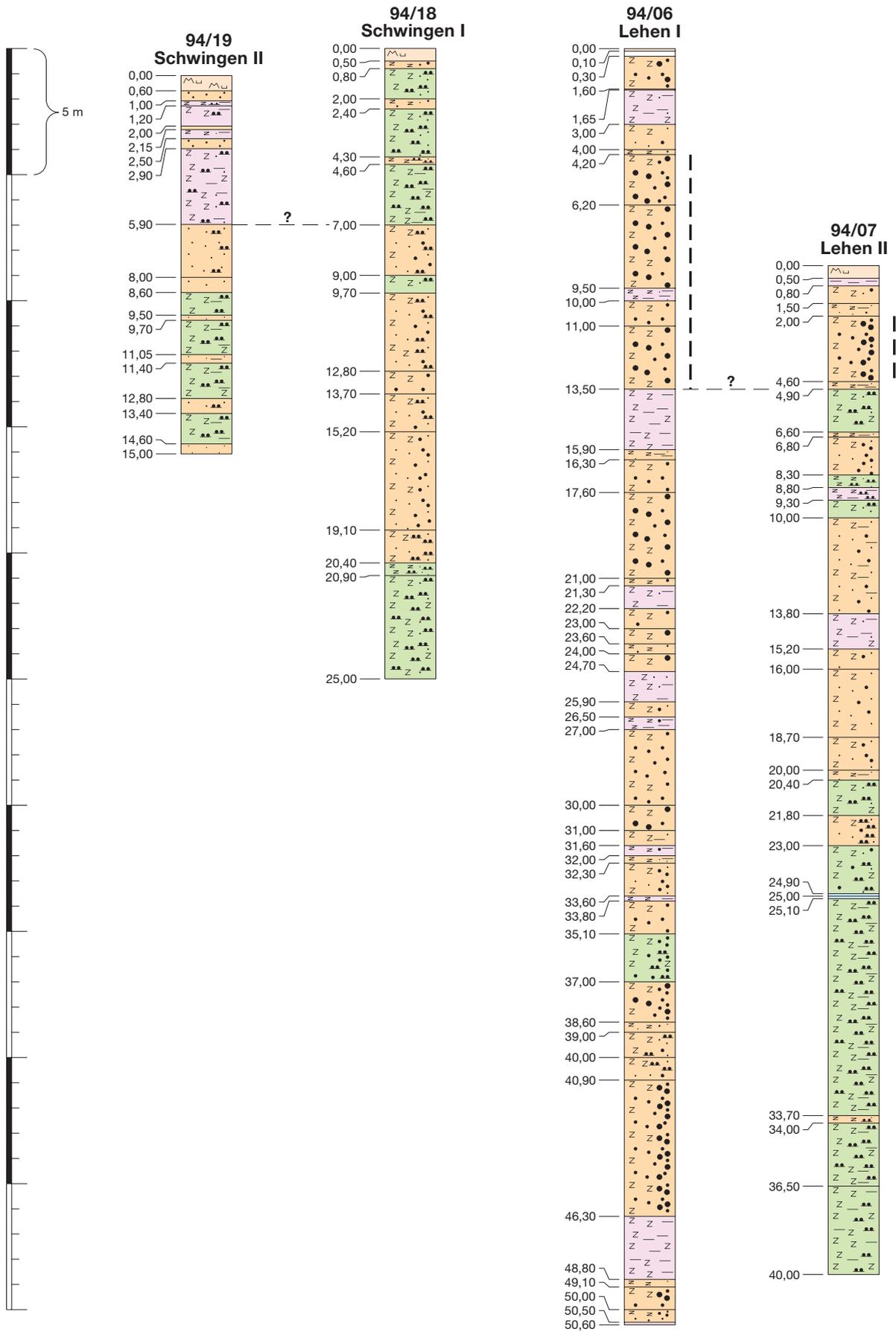


Abb. 56: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 10, Sandsteinkeuper Obermain.

Abkürzungsverzeichnis, alphabetisch

BS	Lineare Brennschwindung
GOK	Geländeoberkante
GV	Glühverlust
nn	nicht nachweisbar
RFA	Röntgen-Fluoreszenz-Analyse
TBF	Trockenbiegefestigkeit
TK 25	Topographische Karte 1 : 25 000
TS	lineare Trockenschwindung
WA-N	Wasseraufnahme bei Atmosphärendruck
WA-V	Wasseraufnahme bei Vakuum

4 Literaturverzeichnis

- BAYER, OBERBERGAMT (1936): Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns, II. Band: Franken, Oberpfalz und Schwaben nördlich der Donau. – 512 S., München.
- BLOOS, G. & MÖNNIG, E. (1993): Jahrestagung 1993 in Coburg, Exkursionsführer. – DUWG – Stratigraphische Kommission, Subkommission für Jura-Stratigraphie: 76–78, Coburg.
- BLOOS, G. (1979): Über den Jura am Großen Haßberg (Unterfranken, N-Bayern) mit Bemerkung zum Rhät. – Stuttg. Beitr. Naturk., Ser. B, **44**: 53 S., Stuttgart.
- BLOOS, G. (1981): Faziesentwicklung im tieferen Lias zwischen Coburg und Bayreuth (marin-litoral-terrestrisch) (Exkursion J am 25. April 1981). – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., **63**: 139–150, Stuttgart.
- BLOOS, G. (1981): Zur Stratigraphie und Ammonitenfauna des marinen Hettangiums (Unterer Lias) in Oberfranken (N-Bayern). – Stuttg. Beitr. Naturk., Ser. B, **78**: 59 S., Stuttgart.
- DOBNER, A. (1984): Tone des Oberen Keupers (Rhät) (928). – *Geologica Bavarica*, **86**: 454–455, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- DOBNER, A. et al. (1994): Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern, Heft 2. – 87 S., München
- DOBNER, A. et al. (2000): Erkundung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen in Bayern. – *Geologica Bavarica*, **105**: 285–310, München.
- EMMERT, U. & STETTNER, G. (1995): Geologische Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6036 Weidenberg, 239 S., München.
- FREYBERG V., B. et al. (1974): Die Bohrung Rathsb-berg 1 (Rhät und Lias) bei Erlangen. – *Erlanger geol. Abh.*, **97**: 56 S., Erlangen.
- HADAMITZKY, E. et al. (1990): Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern. – 125 S., München.
- HEIM, D. (1990): Tone und Tonminerale. – 157 S., Stuttgart.
- HOFFMANN, D. (1967): Rhät und Lias nordwestlich der Frankenalb auf Blatt Seßlach. – *Erlanger geol. Abh.*, **68**: 34 S., Erlangen.
- KESSLER, G. (1973): Sedimentgeologische Untersuchungen im oberfränkischen Rhätolias. – *Erlanger geol. Abh.*, **93**: 60 S., Erlangen.
- KRUMBECK, L. (1939): Das Rhät in Nordwest-Franken. – *Beiträge zur Geologie von Nord-bayern XIII*: 130 S., Erlangen.
- LEHNHÄUSER, W. (1979): Chemisches und technisches Rechnen im keramischen Bereich. – 250 S., Freiburg i.Br.
- LORENZ, W. & GWOSDZ, W. (2003): Handbuch zur geologisch-technischen Bewertung von mineralischen Baurohstoffen. – *Geol. Jb. H / SH 16*: 498 S., Hannover.
- MEYER, R.K.F. & SCHMIDT-KALER, H. (1992): Wanderungen in die Erdgeschichte (5): Durch die Fränkische Schweiz. – 167 S., München.
- MEYER, R.K.F. (1985): Der Vorstoß des Lias- α -3- Meeres (Unter-Sinemurium) nach Ostbayern. – *Geol. Jb.*, **A 84**: 43–54, Hannover.
- MEYER, R.K.F. (1996): Geologische Karte von Bayern 1:500 000, Jura. –90, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- PÜRNER, TH. & DOBNER, A. (1994): Sande und Mürbsandsteine des Mittleren Buntsandsteins in Oberfranken. – *Erkundung Mineralischer Rohstoffe in Bayern, Heft 2*: 10–17, München.

- REUL, K. (1953): Geologie des Kartenblattes Thurnau (Ofr.) 1:25 000. – Erlanger geol. Abh., **6**: 72 S., Erlangen.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1974): Stratigraphische Synopsis des deutschen Buntsandsteins. – Geol. Jb., **A25**: 127–132, Hannover.
- SCHMIDT, H. (1973): Rohstoffkenndaten der verschiedenen Erzeugnisarten der Ziegelindustrie. – Ziegelind. Internat., **6**: 212–216, Wiesbaden.
- THÜRINGISCHER GEOLOGISCHER VEREIN E.V. (2001): Exkursionsführer Frühjahrsexkursion Thüringen. – Bayern, Teil 2. – 39 S., Jena.
- WEINIG, H. (1984): Sande des Rhät bzw. Rhätolias (802). – Geologica Bavarica, **86**: 289–290, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- WEINIG, H. (1984): Sandsteine des Rhät bzw. Rhätolias (714). – Geologica Bavarica, **86**: 262–265, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- WEISS, W. (1938): Zur Stratigraphie der Grenzschichten zwischen Lias und Keuper in der Umgegend von Bayreuth. – Zeitschr. Dt. Geol. Ges.: 501–505, Bayreuth.
- WINKLER, H.G.F. (1954): Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse. – Ber. Dt. Keram. Ges., **31**: 337–343, Bonn.

Geologische Karten (GK 25 von Bayern)
mit Erläuterungen

- 5732 Sonnefeld
- 5829 Hofheim
- 5830 Pfarrweisach (Manuskript)
- 5831 Seßlach
- 5833 Burgkunstadt
- 5834 Kulmbach
- 5931 Ebenfeld
- 5933 Weismain
- 5935 Marktschorgast
- 6031 Bamberg Nord
- 6034 Mistelgau

