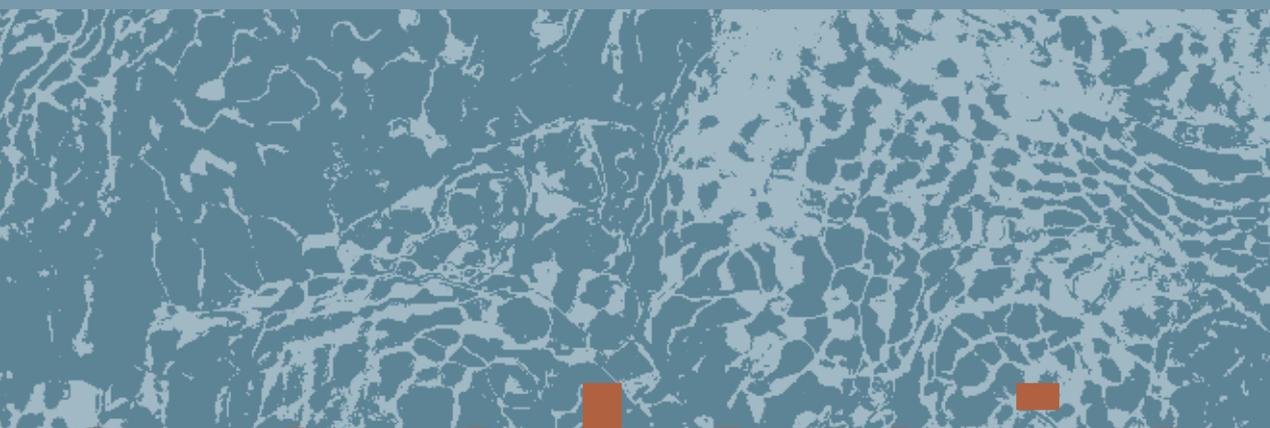




# Neue Rohstoffpotenziale zwischen Mitterteich und Tirschenreuth

Sand, Kies, Ton und Kaolin  
in der Naab-Wondrebsenke



# geologie



# **Neue Rohstoffpotenziale zwischen Mitterteich und Tirschenreuth**

**Sand, Kies, Ton und Kaolin  
in der Naab-Wondrebsenke**

Bearbeiter:

A. Gebhardt, G. Büttner, E. Linhardt

84 Seiten, 53 Abbildungen, 13 Tabellen, Augsburg 2011

**UmweltSpezial**

## Impressum

Neue Rohstoffpotenziale zwischen Mitterteich und Tirschenreuth  
Sand, Kies, Ton und Kaolin in der Naab-Wondrebsenke

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 - 0

Fax.: (0821) 90 71 55 56

E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Referat 105, Anja Gebhardt, Georg Büttner, Elmar Linhardt

### Redaktion:

LfU, Referat 105, Anja Gebhardt, Georg Büttner, Elmar Linhardt

### Bildnachweis:

LfU;

Geobasisdaten: © Bayerische Vermessungsverwaltung: Abb. 2-1; 2-2; 3-1; 5-1; 5-6; 5-10; 5-15; 5-23; 5-25; 6-1 bis 6-16

### Stand:

Februar 2011

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Broschüre auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Lage und Bezeichnung des Untersuchungsgebietes</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Geologischer Überblick</b>	<b>7</b>
3.1	Verbreitung der Gesteine	7
3.2	Entstehung und Charakteristik der Verwitterungsbildungen	8
3.3	Gliederung des sedimentären Tertiär	9
<b>4</b>	<b>Aktuelle Rohstoffsituation und konkurrierende Nutzungen</b>	<b>10</b>
4.1	Festgesteine	10
4.2	Verwittertes bzw. vergrustes Grundgebirge	11
4.3	Lockergesteine	11
4.4	Sonstige (aktuell bzw. künftig bedeutsame) Rohstoffe	12
<b>5</b>	<b>Durchgeführte Arbeiten</b>	<b>13</b>
5.1	Bohrungen	13
5.2	Bewertung der Rohstoffe nach physikalischen, geochemischen, mineralogischen bzw. keramotechnischen Eigenschaften	15
5.2.1	Tone (potenzielle Tonzuschlagstoffe)	16
5.2.2	Granit- und Aplitzersatz	21
5.2.3	Sande und Kiese	28
5.2.4	Sonstige Rohstoffe	30
5.3	Bewertung der Rohstoffe innerhalb von Teilgebieten	31
5.3.1	Erkundungsgebiet 1: Nordöstlich Mitterteich	32
5.3.2	Erkundungsgebiet 2: Nordwestlich Wondreb	35
5.3.3	Erkundungsgebiet 3: Südöstlich Mitterteich	38
5.3.4	Erkundungsgebiet 4: Schönhaider Becken	45
5.3.5	Erkundungsgebiet 5: Wiesauer Wald – Mitterteicher Rinne	48
5.3.6	Erkundungsbohrung W37, am Großen Teichelberg	52
<b>6</b>	<b>Vorschläge für Rohstoffpotenzialflächen</b>	<b>54</b>
6.1	Ton	54
6.2	Kaolin	56
6.3	Sand und Kies	59
<b>7</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung</b>	<b>65</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b>	<b>66</b>
	<b>Verwendete Informationssysteme</b>	<b>69</b>
	<b>Verzeichnis der Abbildungen</b>	<b>71</b>
	<b>Verzeichnis der Tabellen</b>	<b>74</b>
	<b>Anhang</b>	<b>75</b>

## 1 Zielsetzung

Da die Naab-Wondrebsenke ein tertiäres Senkungsgebiet darstellt, wurden dort hohe Mächtigkeiten von Ton, Sand und Kies vermutet. Darüber hinaus sind gerade im Umfeld von Tirschenreuth-Wiesau seit alters her Kaolinvorkommen bekannt und werden dort genutzt. Ihre Verbreitung sollte im vorliegenden Forschungsprogramm ebenfalls untersucht werden.

Ziel der Erkundungen war es, Aufschluss über den generellen Gesteinsaufbau insbesondere der Lockergesteine und deren rohstofflicher Nutzbarkeit zu erhalten. Mächtigkeiten und Ausbildung der Sedimente sowie der Verwitterungszone des Grundgebirges wurden untersucht und als potenzielle Rohstoffquellen bewertet. Diese Kenntnisse sollten dazu dienen, Gebiete einzugrenzen, in denen künftig eine wirtschaftliche Gewinnung von Rohstoffen möglich ist.

Mit Sondermitteln und im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie wurden dazu 38 Kernbohrungen (**W** 1 – 34, 36 – 39) mit Teufen zwischen 12 m und 88 m zur Rohstofferkundung niedergebracht und rohstoffgeologisch analysiert.

## 2 Lage und Bezeichnung des Untersuchungsgebietes

Abbildung 2-1 zeigt die Lage der naturräumlichen Einheit der Naab-Wondrebsenke im Nordosten Bayerns. Der Erkundungsraum an sich ist ein Teilgebiet der Naab-Wondrebsenke und schließt im Raum Mitterteich geringe Anteile der naturräumlichen Einheit Hinterer Oberpfälzer Wald mit ein.



Abb. 2-1: Lage der naturräumlichen Einheit „Naab-Wondrebsenke“ in Nordostbayern.

Die Begrenzung des Untersuchungsraumes bilden die Orte Kondrau, Wondreb, Tirschenreuth, Falkenberg, Muckenthal, Wiesau und Mitterteich, nach dem auch das Mitterteicher Tertiärbecken benannt ist.

Großräumig gesehen, kann man das Mitterteicher Tertiärbecken als einen SW-Ausläufer des Eger-Grabensystems bezeichnen. Im Osten und Südosten ist es im Wesentlichen durch metamorphe Gesteine des Saxothuringikum sowie des Moldanubikum, im Norden, Westen und Süden von spätvariszischen Magmatiten, wie u. a. dem Steinwaldgranit bzw. dem Falkenberger Granit, begrenzt. Im Zentrum befindet sich die Aufwölbung des Mitterteicher Granits. Die Randbereiche werden im Norden durch Basaltdecken (z. B. Teichelberg, Hirschentanz) überlagert (Abb. 2-2).

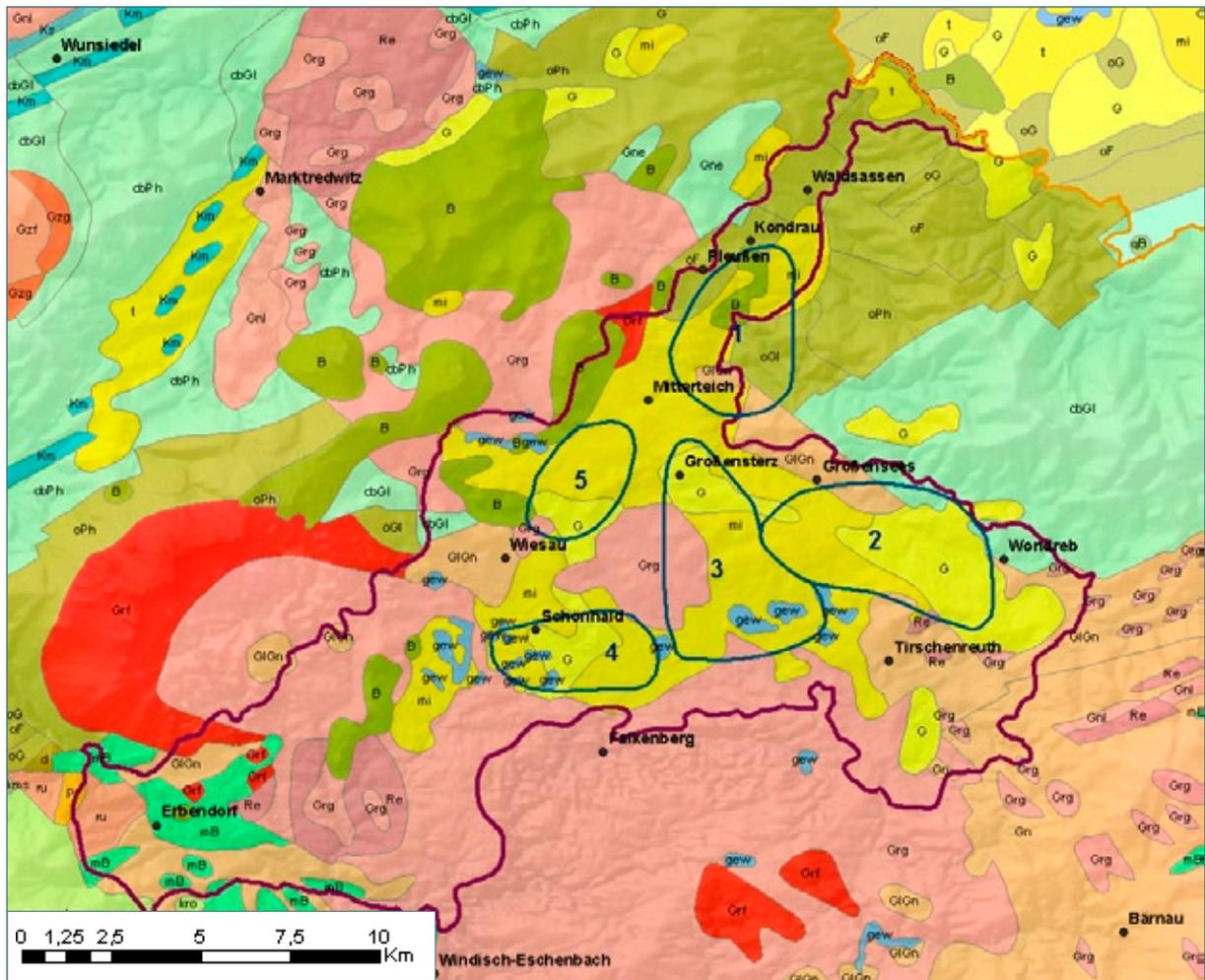


Abb. 2-2: Geologische Karte des Erkundungsraumes in der naturräumlichen Einheit „Naab-Wondrebsenke“ mit den 5 Erkundungsgebieten (Kartengrundlage GK500 BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996, Hintergrund Bayern 3D).

**Legende (nur für Geologische Einheiten in der naturräumlichen Einheit der „Naab-Wondrebsenke“):**

- B - Basalt (Tertiär);
- G - Schotter (pliozän-ältestpleistozän);
- GIGn - Glimmerschiefer-Übergang zu Gneis (Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum);
- Gn - Gneis (Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum);
- Gne - Saurer Metavulkanit und Metaarkose („Epigneis“) (Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum);
- Grf - Granit, f-mk (Perm-Karbon);
- Grg - Granit, m-gk (Perm-Karbon);
- Re - Diorit, „Redwitzit“ (Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum);
- cbGI - Glimmerschiefer-Fazies, untergeordnet Gneis-Fazies (Kambrium);
- mB - Metabasit (Altpaläozoikum-Oberes Proterozoikum);
- mi - Miozän, teils Oligozän, ungegliedert – Ton, Sand, Kies, lokal Braunkohle (Tertiär);
- of - Frauenbach- und Phycodenschichten (Ordoviz);
- oG - Gräfenenthaler Schichten (Ordoviz);
- oGI - Glimmerschiefer-Fazies (Ordoviz);
- oPh - Frauenbach- und Phycodenschichten, Phyllitfazies (Ordoviz);
- ru - Unterrotliegend – Ton- und Sandstein, Konglomerat, Kohle, Porphyritbreccie, Saurer Tuff (Perm)

### 3 Geologischer Überblick

Da Lockergesteine bzw. Verwitterungsbildungen im Fokus der Erkundungen standen, wird im Folgenden ihre Verbreitung, Entstehung und lokal-regionale Gliederung dargestellt.

#### 3.1 Verbreitung der Gesteine

Über weite Bereiche bilden die tertiären Sedimente nur eine geringmächtige, aber großflächig zusammenhängende Auflagerung auf dem vergrusten Grundgebirge („Plattform“). Häufig erreichen sie weniger als 10 m Mächtigkeit (OTT 1996). Auffallend sind jedoch abrupt ansteigende Mächtigkeiten in der Mitterteicher Rinne. Diese Haupttrinne erstreckt sich von SW nach NE, ausgehend von Wiesau in Richtung Kondrau. In ihr finden sich die größten Sedimentmächtigkeiten, bis über 70 m, bei meist guter Sortierung. Ein auf Grundlage aller im Bodenheimformationssystem Bayern (2010) verfügbaren Bohrungen erstelltes Modell zeigt die Oberfläche des prätertiären Kristallins bzw. des nicht umgelagerten Tertiär. Diese Abbildung stellt auch die Lage der aktuellen Wondreb-Bohrungen dar (Abb. 3-1).

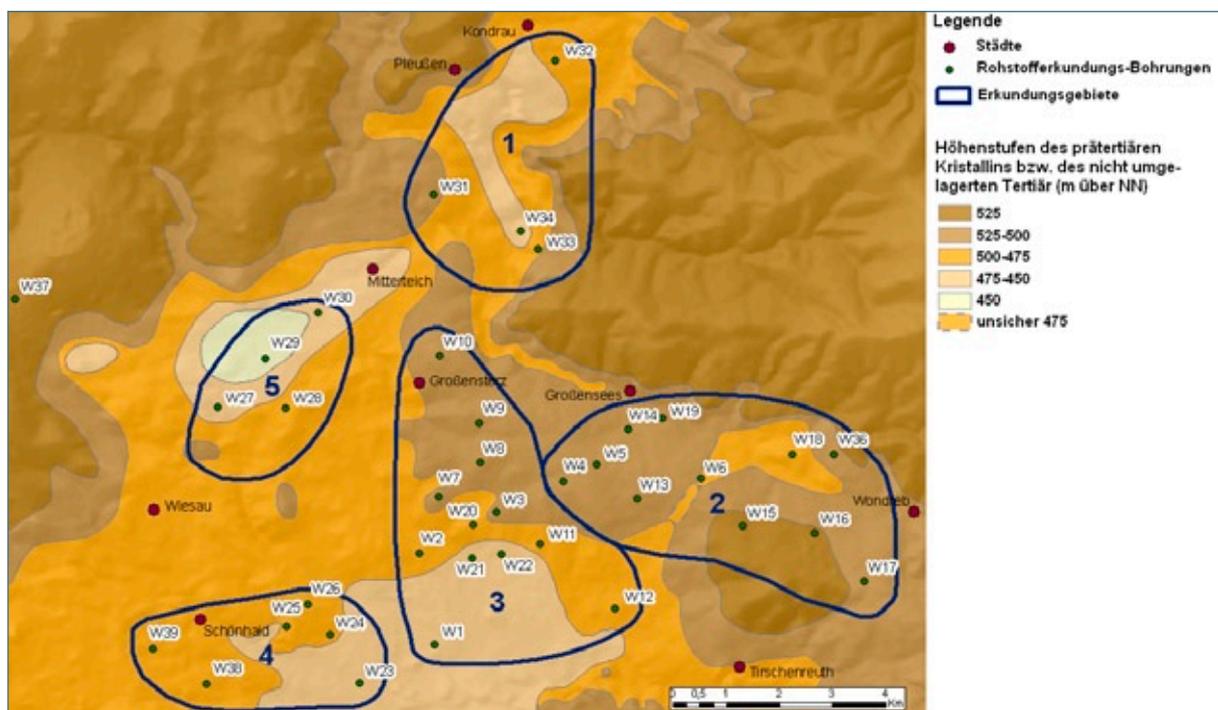


Abb. 3-1: Modell der Oberfläche des prätertiären Kristallins bzw. des nicht umgelagerten Tertiär.

Innerhalb der verwitterten Kristallinplattform im Mitterteicher Becken dominieren unterschiedliche Höhengniveaus. Sie beschreiben eine reich strukturierte Tertiärbasis mit vermuteten einzelnen canyonartigen Vertiefungen. Ein weiterer Sedimentationsbereich deutet sich östlich Schönhaide in Richtung Tirschenreuth an.

Tertiäre Vorkommen finden sich nicht nur im Becken selbst, sondern auch auf den herausgehobenen Schollen der westlichen und östlichen Beckenumrandung (Steinwald, Pfaffenreuther Block). Diese Vorkommen sind allerdings nur von geringer, lokaler Verbreitung. Es könnte sich einerseits um Relikte einer ehemals zusammenhängenden Sedimentbedeckung, andererseits aber auch um Ablagerungen in Rinnen handeln, die sich randlich durch rückschreitende Erosion in die herausgehobenen Blöcke eingeschnitten haben.

### 3.2 Entstehung und Charakteristik der Verwitterungsbildungen

Im Zeitraum Oberkreide / Alttertiär herrschte ein warm-humides Klimaoptimum, das in Verbindung mit einer tektonischen Ruhephase eine flächenhaft entwickelte intensive chemische Verwitterung der Gesteine mit Ausbildung von Verebnungsflächen gestattete (VALETON 1983, PETEREK et al. 1996). Die Entwicklung des vulkanotektonischen Eger-Grabensystems begann für das Arbeitsgebiet im Zeitraum Oberoligozän / frühes Miozän (PETEREK & SCHRÖDER 1997). Damit einher ging die Hebung der Böhmisches Masse, die als Liefergebiet der klastischen Sedimente des Mitterteicher Beckens aus süd- bis südöstlicher Richtung fungierte (SCHRÖDER et al. 1997). Im Zuge der tektonischen Aktivität kam es zur Förderung von basaltischen Magmen entlang von SSW-NNE streichenden Strukturen. Das Miozän ist wiederum eine Phase mit Klimaoptimum und dementsprechender tiefgründiger Verwitterung.

Die Klimaverhältnisse spiegeln sich in den Verwitterungsbildungen wider. Im Untersuchungsgebiet zeigt sich dies in der Kaolinitisierung der Granite, in Verlehmungsflächen sowie in Zonen mit verwitterungsbedingter Rotfärbung des Kristallins (ROHRMÜLLER 1998). Durch Eisenoxide und -hydroxide zementierte Schotter, Kiese und Sande auf der Gebhardtshöhe (nordöstlich von Tirschenreuth) im Hangenden eines kaolinitisierten Granits sind ebenfalls tertiäre Bildungen. Neben der Kaolinitisierung zeigt sich die tertiäre siallitische bis allitische Verwitterung in der tiefgründigen Zersetzung und Vergrusung der Kristallingesteine.

Die Zersetzzone der Granite ist aufgrund ihrer rohstoffgeologischen Bedeutung hinsichtlich Kaolin am besten bekannt und durch Tagebaue bzw. Gruben um Tirschenreuth erschlossen. Für sie kann eine typische, makroskopisch sichtbare Abfolge angegeben werden. Wesentliches Merkmal ist nach der Vergrusung die zunehmende Kaolinitisierung der Gesteinsbestandteile. Zuerst werden die Plagioklase, dann die Kalifeldspäte kaolinitisiert. Daran schließt sich die Chloritisierung der Biotite an, bevor auch sie kaolinitisiert werden. Muskovit bleibt bis zuletzt von der Verwitterung verschont.

Neben den Graniten sind auch die Phyllite und Glimmerschiefer gebietsweise tiefgründig verwittert. Außerhalb des Untersuchungsgebietes werden verwitterte paläozoische Phyllite als Rohstoff für die keramische Industrie abgebaut (Schirnding, Seedorf, Kreuzweiher). Insbesondere bei den Graniten variiert kleinräumig die Zersatzmächtigkeit. Primär liegt diese unregelmäßige Verteilung an der bevorzugten Verwitterung entlang vorherrschender Kluftsysteme.

Der Granitzersatz ist im Allgemeinen charakterisiert durch eine Zone der Verwitterung unter der Zone der vollständigen Zersetzung (OTT 1996). Im Gneis- und Phyllitzersatz fehlt diese Zone weitgehend. Während der Phyllitzersatz ein deutliches Maximum im Schluffbereich aufweist, ist der Granitzersatz eher sandig-grusig bis schluffig-sandig ausgebildet.

Bemerkenswerterweise liegen die Profile mit der geringmächtigsten, von der Abfolge jedoch komplett erbohrten Verwitterungszone im Granit unter der mächtigsten Sedimentbedeckung. Die ständig zunehmende Sedimentbedeckung schützte den Untergrund vor weiterer Verwitterung.

Die intensive Verwitterung dauerte während des gesamten Sedimentationszeitraums an. Selbst in den obersten und somit jüngsten Sedimenten finden sich dafür Hinweise, wie z. B. Granitgerölle, die völlig kaolinitisiert und vergrust sind, und in diesem Zustand einen Transport keinesfalls überstanden hätten.

### 3.3 Gliederung des sedimentären Tertiär

Wesentliches Merkmal der tertiären Sedimente des Mitterteicher Beckens ist der kleinräumige fa-zielle Wechsel und das Fehlen markanter, über den gesamten Sedimentationsraum aushaltender Leithorizonte. Daher ist selbst in engständig abgeteufte Bohrungen nur selten eine einwandfreie Korrelation der einzelnen Schichtglieder möglich (WAGNER 1998).

Generell lassen sich die tertiären Ablagerungen in fünf Gruppen untergliedern:

- geringmächtige Quarzrestschotter
- teils extrem unsortierte („fanglomeratische“) Sedimente
- vulkanische Eruptiva (Basalte) und deren Ablagerungen (Asche, Tuffite)
- gut sortierte Sedimente (Fein- bis Mittelsande, Tone)
- Grobklastika (Kiese, Schotter)

Diese Aufstellung (WAGNER 1998) stellt gleichzeitig eine relative zeitliche Abfolge vom Jüngsten zum Ältesten dar.

Im Allgemeinen geht man davon aus, dass die Tertiärbasis durch grobe Sedimente, im Regelfall Kiese bzw. Schotter, markiert ist. Bei diesen Schottern handelt es sich meist um Quarzgerölle, in Einzelfällen treten auch postsedimentär vergruste bzw. kaolinitisierte Grundgebirgsgerölle auf. Sie markieren den Beginn der Sedimentation und lassen sich auf größere Reliefunterschiede durch die zu dieser Zeit einsetzenden tektonischen Aktivitäten zurückführen.

Auf diese Phase folgt eine Periode mit ruhigerer Sedimentation. Die Transportwege waren weiter, was zu gut sortierten und generell feinkörnigeren Sedimenten führte (WAGNER 1998).

In den oberen Bereichen der Sedimentationsabfolge nahm die tektonische Aktivität wieder zu. Anzeichen dafür sind einerseits die vulkanische Aktivität im Westen des Mitterteicher Beckens, andererseits die extrem unsortierten Sedimente im Osten. Sie zeichnen sich durch eine Korngrößenverteilung von der Ton- bis hin zur Steinfraktion aus. Die Gerölle zeigen meist nur eine mäßige Kantenrundung. Bei flüchtiger Betrachtung könnte man diese Ablagerungen als Festgesteinszersatz ansprechen. Denn sie sind im Wesentlichen aus eingeschwemmtem, meist granitischem und somit kaolinitischem Grundgebirgsgrus aufgebaut, in den wiederum Quarzgerölle eingeschaltet sind. Allerdings fehlen ursprünglich magmatische bzw. metamorphe Gefüge; es sind schwache sedimentäre Strukturen zu beobachten. Diese fanglomeratartigen Ablagerungen stammen aus dem unmittelbaren Nahbereich und kamen im Vorland tektonisch herausgehobener Blöcke zur Ablagerung. An den Rändern solcher Blöcke schnitten sich durch rückschreitende Erosion tiefe, canyonartige Rinnen ein, in denen sich die unsortierten Sedimente zu beachtlichen Mächtigkeiten akkumulierten. Der Transport verlief wahrscheinlich in Form von Schlammströmen in die Rinnen und Senken (WAGNER 1998). Solche unsortierten Grobschüttungen wurden teilweise in mehreren Lagen übereinander angetroffen. Sie weisen auf wiederholte tektonische Unruhe im Tertiär hin.

Bei insgesamt geringer Sedimentmächtigkeit ist flächig eine Quarzschotterauflage auf dem Grundgebirge zu beobachten. Diese Restschotter sind häufig durch Eisenoxide und -hydroxide verkitet und liegen wenig bzw. ungekappten Verwitterungsprofilen des Grundgebirges auf.

## 4 Aktuelle Rohstoffsituation und konkurrierende Nutzungen

In der Naab-Wondrebsenke werden zurzeit ausschließlich Massenrohstoffe der Steine und Erden Industrie an wenigen aktiven Gewinnungsstellen abgebaut. Im Regionalplan der Region Oberpfalz-Nord sind darüber hinaus einige Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die hier wirtschaftlich bedeutsamen Rohstoffe (Abb. 5-1) ausgewiesen (REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERPFALZ-NORD 2009).

Der Rohstoffgewinnung stehen im Mitterteicher Becken derzeit keine wasserwirtschaftlichen Interessen entgegen. Einzig das Tonabbaugebiet im Wiesauer Wald ist nach SW hin durch ein Wasserschutzgebiet in seiner Ausdehnung begrenzt. Aufgrund der Größe des derzeit ausgewiesenen Vorranggebietes für den Abbau von Ton ist allerdings für einen längeren Zeitraum nicht mit einer Verknappung dieses Rohstoffs zu rechnen. Zu Einschränkungen kommt es aber stellenweise dort, wo Überschneidungen mit Flächen auftreten, die als Naturpark, Naturschutzgebiet, FFH- oder SPA-Gebiet ausgewiesen sind.

Im Untersuchungsgebiet lassen sich drei verschiedene Rohstoffarten unterscheiden:

- die Festgesteine
- das verwitterte bzw. vergrusste Grundgebirge
- die Lockergesteine

### 4.1 Festgesteine

Bei den Festgesteinen sind zunächst die **Granite** als klassische Naturwerksteine zu nennen, denen allerdings zurzeit im Untersuchungsgebiet keine Bedeutung zukommt. Die ehemals aktiven Steinbrüche sind nicht mehr in Betrieb, nur östlich von Großbüchlberg ist eine Wiederaufnahme des Abbaus geplant (Raum- und Informationssystem der Landes- und Regionalplanung in Bayern - RIS View, Abfrage 11/2010).

Im Unterschied dazu werden die das Becken umrahmenden **Basalte** derzeit abgebaut und vorwiegend zu Schotter verarbeitet (RIS View, Abfrage 11/2010). Die aktiven Steinbrüche befinden sich am Großen Teichelberg und am Hirschentanz (Abb. 4-1). Im näheren Umfeld der Gewinnungsstelle Hirschentanz sind ein Vorrang- und ein Vorbehaltsgebiet für Basaltgewinnung ausgewiesen. Ein weiteres Vorranggebiet liegt bei Triebendorf (altes Steinbruchgelände), ein Vorbehaltsgebiet bei Fuchsmühl.



Abb. 4-1: Steinbruch am Großen Teichelberg (Basalt).

Da jedoch im vorliegenden Untersuchungsprogramm vornehmlich Lockersedimente erkundet wurden, wird das Rohstoffpotenzial der Basaltvorkommen als Naturstein im Folgenden nicht bewertet. Angetroffene Basaltdecken bzw. verwitterte Tuffite wurden nur auf ihre Eignung als potenzieller Tonzuschlag untersucht.

## 4.2 Verwittertes bzw. vergrustes Grundgebirge

Zu dieser Rohstoffgruppe zählen vor allem **verwitterte Granite**. Als Rohstoffe lassen sich hieraus **Quarzsand, Feldspat und Kaolin** gewinnen. Vom wirtschaftlichen Standpunkt kommt dabei Kaolin die größte Bedeutung zu. Aktuelle Gewinnungsstellen finden sich E Tirschenreuth (Gebhardtshöhe) (Abb. 4-2) und S Tirschenreuth (Grube Schmelitz bzw. Rappauf). Im Zuge der Regionalplanung wurden im Untersuchungsgebiet sowohl großflächige Vorrang- als auch Vorbehaltsgebiete für Kaolin ausgewiesen. Sie liegen zwischen Schönhaid im W, Mitterteich im N und Tirschenreuth im E (vgl. Signatur „K“ in Abb. 5-1). Den S-Rand der Vorkommen bildet die Waldnaab westlich Tirschenreuth.

Kaolin findet in der Feinkeramik sowie als Zuschlagstoff in der Papier- und Gummiindustrie Verwendung. Für die Keramikindustrie bedeutsamer sind die aus den übrigen Bestandteilen des vergrusten Granits (Feldspat- und Quarzsande) hergestellten keramischen Rohmassen (Tirschenreuther Pegmatit).



Abb. 4-2: Kaolinabbau auf der Gebhardtshöhe.

Neben den Graniten findet insbesondere nordöstlich (außerhalb) des Untersuchungsgebietes **toniger Phyllit- und Glimmerschieferersatz** als Zusatzmasse für Hintermauersteine, Klinker, Eisenschmelzklinker, säurefeste Steine und Schamotte Verwendung (DOBNER 1984). Solche Gesteine wurden bzw. werden in Waldsassen, Seedorf und Schirnding abgebaut.

## 4.3 Lockergesteine

Die Region ist auffallend arm an nutzbaren **Sand- und Kiesvorkommen**. Bei den derzeit in Abbau befindlichen Sand- und Kiesgruben handelt es sich um isolierte Vorkommen mit beschränkten Vorräten. Südlich von Münchsgrün am Heusterzbühl ist ein Abbau zumindest zeitweise in Betrieb (Abb. 4-3). Dort und im Mariaweiherholz N Tirschenreuth sind zwei Vorranggebiete für Sand und Kies ausgewiesen (vgl. Signatur „S/G“ in Abb. 5-1). Auffällig sind bereits im Aufschluss stark wechselnde Qualitäten sowie die Tatsache, dass das geförderte Material nicht aufbereitet bzw. klassifiziert wird. Es findet daher heute vorwiegend nur im (Forst-) Wegebau und als Auffüllmaterial Verwendung.

Neben der Gewinnung und Weiterverarbeitung von Sanden und Kiesen ist die Region ein klassischer Standort der Keramikindustrie (von Feinkeramik / Porzellan bis zu Baukeramik / Ziegelherstellung). Rohstoffgrundlage sind die sedimentären, tertiären **Tone**. An die bestehende Tongrube im Wiesauer Wald (Abb. 4-4) schließt sich ein großes Vorranggebiet an (vgl. Signatur „T“ in Abb. 5-1). Ein kleineres befindet sich südlich Pleußén mit einem angrenzenden Vorbehaltsgebiet für Ton. Vereinzelt sind in die Tone (Braun-)Kohleflöze eingelagert, die bei ausreichender Mächtigkeit dem Ziegelrohstoff beigemischt werden, um den Brennvorgang zu unterstützen.



Abb. 4-3: Sand- und Kiesgrube Heusterzbühl.



Abb. 4-4: Tongrube Wiesauer Wald.

#### 4.4 Sonstige (aktuell bzw. künftig bedeutsame) Rohstoffe

Abgesehen von den Steine- und Erden-Rohstoffen wurde bis 1971 südöstlich Pfaffenreuth in der Grube „Bayerland“ untertägig Schwefelkies abgebaut. Bei der Schwefelgewinnung wurden auch Buntmetalle mitgewonnen. Heute ist dort ein Vorbehaltsgebiet für Schwefel- und Magnetkies (ca. 123 ha) ausgewiesen (RIS View, Abfrage 11/2010), auch wenn ein Abbau unter den derzeitigen Marktbedingungen nicht wirtschaftlich ist. Die Vorräte betragen noch rund 800.000 t (REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERPFALZ-NORD 2002).

## 5 Durchgeführte Arbeiten

### 5.1 Bohrungen

Die Lagepunkte der niedergebrachten Bohrungen im Mitterteicher Becken sind sowohl der Abbildung 5-1 als auch der Tabelle 5-1 zu entnehmen. Insgesamt wurden 38 Bohrungen mit 1.315,4 m Kernmaterial gewonnen und anschließend hinsichtlich der Rohstoffgruppen Sand/Kies, Ton und Kaolin untersucht und bewertet.

Bei der Größe des Untersuchungsgebietes und der Anzahl der vorhandenen Bohrungen ist allerdings keine lückenlose Erfassung der verschiedenen Rohstoffe möglich. Bei vielen Bohrungen zeigte sich, dass die tertiären Sedimente und die Verwitterungsdecke hinsichtlich Mächtigkeit und Ausbildung auf engstem Raum sehr unterschiedlich entwickelt sind. Die Bohrungen liefern deswegen nur punktuelle Daten, die nicht ohne weiteres repräsentativ für ein größeres Gebiet gelten können. Sie stellen jedoch eine gute Grundlage für weiterführende Untersuchungen dar.

In vielen Bohrungen (z. B. W17, W21, W22, W34) wurde die Zersatzzone nicht vollständig durchteuft, so dass hier nur Mindestmächtigkeiten angegeben werden können. Das gleiche gilt auch für die tertiären Sedimente, deren Liegendes ebenfalls bei einigen Bohrungen (W18, W27, W33) nicht erreicht wurde.

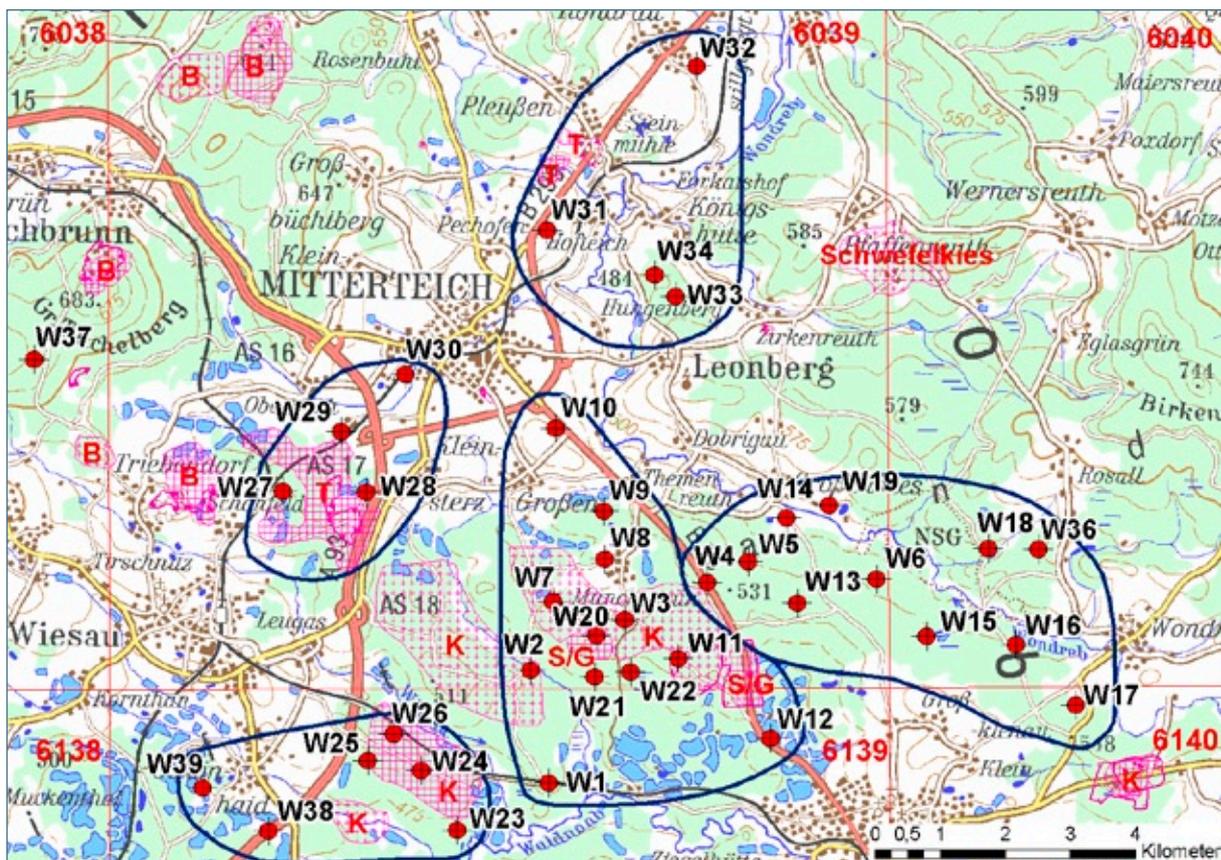


Abb. 5-1: Lage der Bohrungen im Untersuchungsgebiet mit den 5 Erkundungsgebieten und Darstellung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete (RIS-BY 2010; Gittersignatur = Vorranggebiete, Kreuzsignatur = Vorbehaltsgebiete) sowie der Abbaufächen (Signatur = violette Linie) im Untersuchungsgebiet (B-Basalt, K-Kaolin, S/G-Sand/Kies, T-Ton).

Tab. 5-1: Lage der Bohrungen.

Bohrung	TK 25	Rechtswert	Hochwert	Ansatzpunkt (m ü. NN)	Endteufe (m u. GOK)	Tertiärbasis (m u. GOK)	Tertiärmächtigkeit (m)	Grundwasser (m u. GOK)	Beschreibung
W1	6139	4518720	5527740	475	48,5	4,7	3,9	n. a.	NE Gumpen
W2	6039	4518440	5529480	490	22,5	3,2	3,05	7,6	SW Münchsgrün
W3	6039	4519880	5530260	507	30,5	0,8	0,6	11,4	S Münchsgrün
W4	6039	4521150	5530840	524	16,8	7,75	7,6	3,4	SE Münchsgrün
W5	6039	4521780	5531155	532	33,9	23,0	22,55	30,5	Zwischen Großensees und Münchsgrün
W6	6039	4523745	5530885	527	37,5	28,8	28,3	13,6	E Münchsgrün
W7	6039	4518790	5530540	509	12,0	2,7	2,65	8,4	SW Münchsgrün, im Tiegelrangen
W8	6039	4519580	5531200	521,7	27,2	5,0	4,5	n. a.	Münchsgrün
W9	6039	4519570	5531935	519	36,2	2,0	1,9	4,0	Münchsgrün
W10	6039	4518820	5533215	536,2	45,0	24,4	24,4	11,9	Großensterz
W11	6039	4520700	5529660	499,5	36,0	9,1	9,05	6,1	N der „Tirschenreuther Teiche“
W12	6139	4522125	5528435	493,0	51,0	9,4	9,1	5,15	NE Hohenwald
W13	6039	4522530	5530520	525,5	33,7	15,9	15,75	8,7	SE Münchsgrün
W14	6039	4522370	5531830	512,0	17,0	1,9	1,6	2,7	S Großensees
W15	6040	4524520	5530000	538,0	23,0	8,2	7,9	4,12	N Großklenau
W16	6040	4525885	5529870	533,0	17,0	6,7	5,9	3,2	SW Wondreb
W17	6140	4526810	5528940	547,0	38,0	24,8	24,4	7,5	NE Kleinklenau
W18	6040	4525460	5531360	529,0	47,0	> 43,7	> 43,7	9,45	NE Wondreb, Heidteich
W19	6039	4523020	5532030	508,0	13,0	5,1	5,0	2,8	E Münchsgrün
W20	6039	4519445	5530020	501,0	33,0	6,0	5,9	6,8	S Münchsgrün
W21	6039	4519420	5529380	477,0	38,5	14,8	13,7	-0,1	S Münchsgrün
W22	6039	4519980	5529460	487,0	46,5	37,5	37,2	n. a.	S Münchsgrün
W23	6139	4517310	5527010	473,0	24,0	11,4	11,3	3,0	N Gumpen
W24	6139	4516760	5527935	480,0	37,0	4,6	4,3	2,6	N Gumpen
W25	6139	4515940	5528080	486,0	26,6	5,9	5,8	2,4	N Gumpen
W26	6139	4516335	5528500	499,0	36,0	3,3	3,1	n. a.	N Gumpen
W27	6139	4514640	5532245	511,0	39,5	> 39,5	> 39,5	2,1	Wiesauer Wald
W28	6039	4515915	5532225	519,0	43,0	40,1	40,0	7,3	Wiesauer Wald
W29	6039	4515530	5533170	517,0	88,0	86,6	86,5	2,3	Wiesauer Wald
W30	6039	4516525	5534045	514,0	84,0	75,5	74,9	2,2	Mitterteich
W31	6039	4518700	5536270	514,0	13,0	10,9	10,9	n.a.	NE Mitterteich
W32	6039	4520985	5538810	503,0	31,0	18,3	18,05	7,6	Kondrau
W33	6039	4520660	5535250	528,0	24,0	> 24,0	> 24,0	n. a.	N Leonberg
W34	6039	4520340	5535580	509,0	42,0	40,0	40,0	23,9	N Leonberg
W36	6040	4526230	5531350	537,0	37,0	14,4	14,2	5,85	NW Wondreb
W37	6038	4510820	5534280	648,0	42,0	23,25	22,55	9,8	N Fuchsmühl
W38	6139	4514420	5527000	484,0	24,0	10,1	10,0	4,7	S Schönhaid
W39	6139	4513410	5527660	496,0	20,5	4,4	3,25	5,6	S Schönhaid

n. a. – nicht angetroffen; negative Werte in der Spalte Grundwasser bedeuten artesischen Überlauf

Um die Bohrungen übersichtlich darstellen und einzelne Bereiche der Naab-Wondrebsenke gegeneinander abgrenzen zu können, wurden sie innerhalb von fünf Erkundungsgebieten zusammengefasst, jeweils in Säulenform dargestellt und in Kapitel 5.3 einzeln beschrieben. Hierbei sind die Bohrungen jeweils nicht exakt in einer Profillinie angeordnet. Vielmehr stehen jeweils benachbarte Bohrungen gruppiert zueinander, um so die jeweilige Rohstoffverbreitung bzw. -ausbildung darstellen zu können. Da die Normierung auf Schichtgrenzen oder die Tertiärbasis aufgrund potenzieller prä-, syn- und post-sedimentärer Tektonik keine klare Korrelation erbrachte, wurde als Bezugspunkt die Ansatzhöhe gewählt.

## 5.2 Bewertung der Rohstoffe nach physikalischen, geochemischen, mineralogischen bzw. keramotechnischen Eigenschaften

Das Bohrgut wurde mithilfe der Bohrgutansprachen, der Fotodokumentation und der vorgenommenen Untersuchungen bewertet. Profilbereiche, aus denen Proben entnommen und untersucht wurden, sind neben den Bohrprofilen durch ein großes P neben der farblichen Beurteilung gekennzeichnet (s. Kap. 5.3). Der zweite Buchstabe bezieht sich dabei auf den bewerteten Rohstoff (hierbei bedeuten: PS: Sand/Kies; PT: Ton, Tonzuschlagstoff; PK: Kaolin). Die Untersuchungsergebnisse wurden, kombiniert mit der Bohrgutansprache, auf die unbeprobten Teufenbereiche übertragen. Außerdem wurden hierfür Informationen zu bestehenden und historischen Abbaustellen herangezogen. Im Regelfall wurden unbeprobte Bereiche tendenziell etwas schlechter bewertet als beprobte.

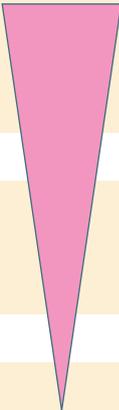
Die erste Säule neben dem Bohrprofil zeigt die teufenunabhängige Eignung des jeweiligen Rohstoffes. In Tabelle 5-2 sind die Bewertungskriterien für die drei Rohstoffgruppen Sand/Kies, Ton und Kaolin zusammengefasst. Aufgrund der Verschiedenheit dieser drei Gruppen sowie der unterschiedlichen Anforderungen, die an diese Rohstoffe gestellt werden, sind für jede Gruppe unterschiedliche Kriterien ausschlaggebend. So ist beim Sand/Kies vor allem der Anteil an abschlämmbaren Material bedeutsam. Er erfordert eine eventuell notwendige Aufbereitung des Rohstoffes vor einer wirtschaftlichen Nutzung (s. a. Kap. 5.2.3). Beim kaolinisierten Granit sind vor allem die Kaolinitgehalte des Rohmaterials entscheidend (s. a. Kap. 5.2.2). Insbesondere bei den Tonrohstoffen sind vielfältige (keramotechnische und chemische) Eigenschaften, je nach Einsatzbereich des Tons, ausschlaggebend (s. a. Kap. 5.2.1). Die Nutzbarkeit der jeweiligen Rohstoffe ist durch eine Farbabstufung von blau zu rot dargestellt (Tab. 5-2).

Tonige Schluffe, Tuffe sowie verwitterte und massige Ergussgesteine wurden als „nicht verwertbar“ (rot) eingestuft.

In die zweite Säule flossen darüber hinaus weitere limitierende Faktoren wie Mächtigkeit und Homogenität des Rohstoffes, seine Tiefenlage sowie Mächtigkeit und Nutzbarkeit der Überdeckung mit ein. Die genannten Kriterien wurden in einem Punktesystem bewertet. Anhand der erreichten Punkte wurde die Erstbewertung stufenweise modifiziert und in der zweiten Bewertungssäule dargestellt (Bewertungsschema und Beispiel s. Anhang D).

Tab. 5-2: Teufenunabhängige Bewertung der Rohstoffqualität (jeweils dargestellt in der ersten Bewertungssäule).

Nutzbarkeitsstufe	Bewertung des Rohstoffes	Bewertungskriterien der Rohstoffarten		
		Sand / Kies Ton- / Schluff- Anteil	Kaolin Kaolinit-Anteil	Ton keramotechnische Stufen
 sehr gut	fast keine Aufbereitung nötig	< 5 %	≥ 45 %	nicht vergeben
 gut	Erhalt einer guten Qualität bei Aufbereitung mit heute technisch / ökonomisch vertretbarem Aufwand (Normalfall ortsüblicher Nutzbarkeit)	5 – ≤ 30 %	≥ 20 %	akzeptabel
 bedingt verwertbar	Nutzbarkeit durch mindernde Kriterien, z. B. Zwischenlagen, eingeschränkt	> 30 – ≤ 50 %	≥ 10 %	
 mangelhaft	Grenzbereich der Nutzbarkeit	> 50 %	< 10 %	
 schlecht	nicht verwertbar	nicht vergeben	nicht vergeben	ungeeignet



### 5.2.1 Tone (potenzielle Tonzuschlagstoffe)

Tonrohstoffe können in vielfältiger Weise zum Einsatz kommen. Große Bedeutung besitzen sie in der keramischen und der Feuerfest-Industrie. Daneben finden sie aber auch in der Bauindustrie, in verschiedenen Bereichen der Technik (z. B. Katalysatoren, Filter und Isolierungen), in der Umwelttechnik (Deponiebau), in der chemischen und der pharmazeutischen Industrie (z. B. Füllstoffe) Verwendung. Die Qualität einer Tonlagerstätte ist aufgrund der Variationsbreite der Tonrohstoffe und ihrer vielfältigen Verwendbarkeit nicht leicht zu beurteilen. Darüber hinaus erfordert die Einführung neuer, innovativer Produkte spezifische Rohstoffeigenschaften, die bisher ungenutzte Vorkommen wirtschaftlich interessant erscheinen lassen können. Deswegen werden in der weiteren Betrachtung die Tonrohstoffe vorrangig nach ihrer praktischen Verwertbarkeit und nicht nach ihrer Korngrößenzusammensetzung klassifiziert.

Die tertiären Tone der nördlichen Oberpfalz sind überwiegend von weißer bis grauer Farbe. Es finden sich allerdings auch rote und rotviolette Varietäten. Tonschichten, die eine technisch und wirtschaftlich gewinnbare Mächtigkeit und Feinanteile über 60 % besitzen, sind nur vereinzelt anzutreffen. Die Tone sind allgemein stark sandig oder in enger Wechsellagerung mit Sanden gelagert. Ihre chemische Zusammensetzung (Tab. 5-3) schwankt um folgende Werte (DOBNER 1984).

Tab. 5-3: Chemische Zusammensetzung der tertiären Tone (Gew.-%).

Oxid	Mittelwert (Gew.-%)	Spannweite (Gew.-%)
SiO <sub>2</sub>	64	41 – 72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28	19 – 41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5	0,7 – 17
CaO	0,2	0,07 – 0,6
MgO	0,4	0,2 – 1,5
K <sub>2</sub> O	3,2	0,4 – 4,6
Na <sub>2</sub> O	0,3	0,15 – 0,6
TiO <sub>2</sub>	1,6	0,9 – 3,7

Von 10 Bohrungen (W5, W10, W11, W12, W14, W21, W22, W27, W28, W29) wurden 20 Proben für keramische Untersuchungen genommen und hinsichtlich ihrer keramotechnischen Eigenschaften geprüft und beurteilt. 15 dieser Proben stammen aus der tertiären Sedimentfüllung des Mitterteicher Beckens, fünf aus Festgesteinszersatz (Basalt (W29/1), Tuffit (W10/3), Quarzit (W10/4), Redwitzit (W11/3, W14/1)). Der Festgesteinszersatz wurde mit untersucht, da im Raum Waldsassen – Schirnding tiefgründig verwitterter Phyllit als Tonzuschlagstoff Verwendung findet.

Der Untersuchungsumfang umfasste Siebanalytik (Anhang A, Tab. A-1), chemische Analytik (Tab. 5-4) sowie keramotechnische Untersuchungen (Anhang A, Tab. A-2).

### Korngrößenverteilung

Der Tonanteil der untersuchten Proben weist eine starke Streuung auf (Abb. 5-2; Anhang A, Tab. A-1). Während das Material im Gelände und bei der Profilaufnahme als Tonsediment angesprochen wurde, ergibt die Korngrößenanalyse ein differenzierteres Bild. Bei den tertiären „Tonen“ schwankt der Tongehalt zwischen 20 % und 47 %, der Ton-Schluff-Anteil zwischen 80 % und 97 %.

Der verwitterte Quarzit (W10/4) zeigt einen sehr geringen Tonanteil, ebenso die beiden Redwitzite (W11/3, W14/1). Das Maximum nimmt hier die Schluff- und Sandfraktion ein. Der verwitterte Basalt (W29/1) erreicht demgegenüber einen relativ hohen Tongehalt von 47 %. Den Hauptanteil an den Fraktionen hat aber auch hier der Schluff.

Vereinzelt konnten in den Proben auch gröbere Fraktionen (Kiese) gefunden werden (Anhang A, Tab. A-1).

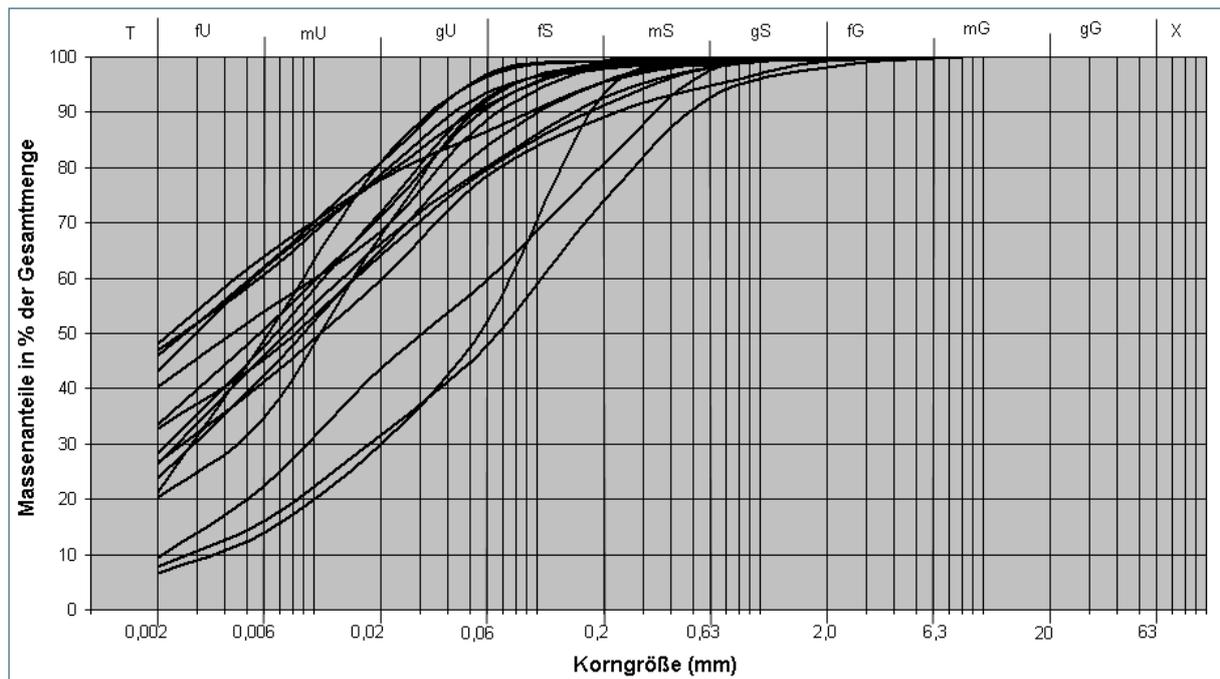


Abb. 5-2: Kornsummenkurven der Wondreb Bohrungen hinsichtlich der Feinkornanteile (Anzahl 16).

Die **chemische Analytik** der untersuchten Proben (Tab. 5-4) lässt auf den ersten Blick keine Auffälligkeiten erkennen. Nur der Ton aus Basaltzersatz (Probe W29/1) fällt erwartungsgemäß völlig aus dem Rahmen (z. B. extrem hoher  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt, sehr niedriger  $\text{SiO}_2$ -Gehalt). Betrachtet man die untersuchten Tone in Bezug auf ihren Standort bzw. ihre Herkunft, so lassen sich kleine, aber deutliche Unterschiede zwischen den Tönen des Wiesauer Waldes (W27, W28 und W29) und denen des Großenseeser Waldes (W5, W11, W12, W21 und W22) in den Haupt- und Spurenelementgehalten feststellen. Die Tone aus dem Wiesauer Wald weisen höhere  $\text{SiO}_2$ -,  $\text{Na}_2\text{O}$ - und  $\text{K}_2\text{O}$ -Gehalte und niedrigere  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalte auf als die des Großenseeser Waldes. Außerdem ist ihr Glühverlust etwas niedriger.

Der Gehalt an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bestimmt entscheidend die Brennfarbe des Materials. Daneben bewirken hohe Eisengehalte eine Qualitätsminderung der Tone, da sie häufig (noch) als kleine Körnchen vorliegen, die während des Brennens Schmelzkügelchen bilden. Bei den untersuchten tertiären Tönen liegt der  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt zwischen 1,0 und 2,8 Gew.-%, bei einem Mittelwert von 1,7 Gew.-%, und somit deutlich unter dem von DOBNER (1984) angegebenen Mittelwert (Tab. 5-3). Während die hohen Fe-Werte von ca. 7 Gew.-% bei den Proben W10/4 und W14/1 (Quarzit bzw. Redwitzit) überraschen, lässt sich der  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Wert von W29/1 (28,03 Gew.-%) auf die mafischen Minerale des Basalts zurückführen.

$\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  und  $\text{K}_2\text{O}$  wirken als Flussmittel und führen zur Erniedrigung der Schmelztemperatur.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (+  $\text{TiO}_2$  = Tonerdegehalt) spiegeln in erster Linie den Tonmineralgehalt wider. Bei annähernd reinen Kaolintonen sind Gehalte bis zu 40 Gew.-% möglich. Ein so hoher Gehalt wird bei den untersuchten Proben nicht erreicht. Der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt kann allerdings auch von den Feldspäten (Vorläufer der Tonminerale) herrühren, sofern diese noch nicht vollständig umgewandelt sind.

Sehr hohe Tonerde-Gehalte erhöhen die Feuerfestigkeit. Der Gehalt an SiO<sub>2</sub> kann als alleiniges Beurteilungskriterium nicht verwendet werden, da er auf alle Silikatbestandteile (Quarz, Tonminerale, Feldspäte) aufgeteilt werden muss.

Für jede Probe wurden die **keramotechnischen Parameter** (Anhang A, Tab. A-2) bestimmt, diese geben Aufschluss über die Verwertbarkeit des Materials.

Der Wassergehalt der stranggepressten Formlinge und die Plastizitätszahl nach Pfefferkorn übersteigen nur bei wenigen Proben den üblichen Rahmen (Mittelwert 24 %).

Bei den meisten Proben liegt die Trockenbiegefestigkeit unter 5 MPa und zeigt damit eine mehr oder weniger erhöhte Trockenbruchanfälligkeit. Nur eine Probe erreicht bessere Werte (9,3 MPa).

Die Trockenschwindung ist bei allen untersuchten Proben relativ gering (zwischen 1,34 % und 14,95 %), wobei die Tonproben aus Tuffit und Basalt die Ausnahme bilden. Die Brennschwindung (bei einer Brenntemperatur von 1.000 °C) liegt bei minimal -0,29 % und maximal 9,81 %. Die Tonproben aus Tuffit und Basalt heben sich von dem restlichen beprobten Material wieder durch ihre besonders hohen Werte ab.

Der Glühverlust, ebenfalls bei einer Temperatur von 1.000 °C bestimmt, liegt zwischen 4,32 % und 10,1 %. Die höheren Werte stammen wiederum von den Proben aus verwittertem Festgestein.

Die Werte der Wasseraufnahme unter Vakuum, bei einer Brenntemperatur von 1.000 °C, liegen bei den meisten Proben deutlich über 11 %. Dies zeigt, dass die Scherben bei 1.000 °C noch relativ stark porös sind. Keine der untersuchten Proben sintert schon bei dieser Temperatur dicht. Um einen dichten Scherben zu erhalten, muss die Brenntemperatur zumeist auf über 1.100 °C erhöht werden. An einigen Proben konnten nach der Wasseraufnahme Flecken beobachtet werden, die auf lösliche Salze in den Scherben hindeuten.

Weiterhin zeigte sich der Trend, dass Proben mit höheren Plastizitätszahlen auch höhere Glühverluste besitzen, bedingt durch den vermutlich hohen Anteil quellfähiger Tonminerale. Ein Vergleich der Trockenbiegefestigkeit und der Wasseraufnahme unter Vakuum zeigt, dass die Wasseraufnahme des gebrannten Scherbens meistens umso geringer ist, je härter ein getrockneter Formling ist.

Tab. 5-4: Ergebnisse der chemischen Untersuchung (RFA) an den auf Tonrohstoffe untersuchten Proben in Gew.-%; grau unterlegt: Gesteinszersatz (für die Probe W10/3 liegen keine Ergebnisse vor).

Bohrung/ Probe	Teufe (m)		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Σ	GV
	von	bis												
W5/1	6,8	10,1	56,51	29,11	1,03	0,0013	0,2	0,16	0,2	2,33	1,45	0,05	91,04	8
W10/4	28,0	35,0	67,73	16,73	7,10	0,024	<0,2	<0,1	0,2	1,97	0,94	0,08	94,77	4,41
W11/1	3,0	3,5	57,14	28,56	1,02	0,0014	0,2	0,14	0,17	2,07	1,50	0,07	90,87	8
W11/3	9,1	13,0	60,87	25,59	1,49	<0,01	<0,2	0,12	<0,2	1,06	1,51	0,7	91,34	8,9
W12/1	4,4	6,8	49,88	32,48	2,36	0,0013	0,21	0,18	0,17	2,15	1,67	0,009	89,11	10
W14/1	3,0	14,0	62,42	17,91	7,64	0,043	1,20	0,12	<0,2	2,99	1,14	0,14	93,60	5,74
W21/1	6,2	10,4	60,2	25,67	1,81	<0,01	0,32	0,29	<0,2	1,92	1,54	0,07	91,82	7,76
W22/3	7,5	9,5	54,37	30,47	1,06	<0,01	0,23	0,13	<0,2	2,39	1,48	0,06	90,19	9,39
W27/1	6,0	8,0	62,78	24,30	1,41	0,015	0,33	0,2	0,28	3,02	1,29	0,05	93,67	6,39
W27/2	19,0	24,0	68,64	19,70	1,41	0,024	0,28	0,18	0,2	2,17	0,94	0,07	93,61	5,93
W28/2	11,0	12,5	62,54	23,53	2,69	0,024	0,24	0,16	<0,20	2,43	1,22	0,09	92,92	6,91
W28/3	14,0	18,0	67,18	20,61	1,64	0,028	0,28	0,21	0,34	2,89	1,29	0,05	94,52	5,38
W28/5	23,7	30,2	65,65	20,92	2,33	0,026	0,32	0,23	0,32	2,72	1,22	0,06	93,80	5,94
W29/1	9,0	11,0	30,68	21,91	28,03	0,207	1,11	0,38	<0,20	0,05	5,74	0,69	88,79	10,5
W29/2	27,0	29,0	62,59	23,73	1,54	0,031	0,32	0,22	0,33	3,12	1,22	0,07	93,17	6,37
W29/3	31,5	34,0	58,81	26,58	1,35	0,026	0,32	0,19	0,34	3,33	1,13	0,06	92,14	7,55
W29/4	40,0	46,0	61,65	23,66	1,54	0,025	0,33	0,2	0,36	3,27	1,28	0,06	92,38	7,09
W29/5	50,0	52,0	52,71	28,34	2,83	0,023	0,55	0,38	0,36	3,34	0,87	0,06	89,46	10,1
W29/6	60,0	61,5	58,34	26,58	1,35	0,024	0,41	0,23	0,38	3,63	1,36	0,06	92,36	7,33

### Zusammenfassende Bewertung

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ist festzustellen, dass die untersuchten Proben für höherwertige Ziegeleierzeugnisse nur in beschränktem Maße verwertbar sind. Viele der Massen sind allenfalls als Zuschläge zu gebrauchen. Sie erfordern sowohl Vorsicht beim Transport und Stapeln der getrockneten Formlinge als auch hohe Brenntemperaturen. Die Proben W21/1, W27/1 und W27/2 sowie W29/2, W29/3 und W29/6 scheinen akzeptabel zu sein. Die Zersatzproben W10/3 und W10/4, W11/3 und W29/1 sind ungeeignet.

Trotz dieser Untersuchungsergebnisse werden im Raum Mitterteich-Wiesau derzeit Tone abgebaut bzw. sind Vorranggebiete für einen künftigen Tonabbau ausgewiesen. Die aus den durchgeführten Untersuchungen abgeleiteten Beurteilungen des Materials müssen daher eher als Anhaltspunkte verstanden werden. Wie die Praxis zeigt, werden heute z. T. auch qualitativ geringerwertige Tone abgebaut und im Produktionsprozess mit höherwertigem Material verschnitten. Tonrohstoffe in verschiedensten Ausbildungen werden in vielen Wirtschaftszweigen dringend benötigt.

Bei den abbauenden Firmen handelt es sich oft um größere Betriebe, die nicht mehr wie früher nur eine Grube betreiben. Um ihre vielfältigen Produkte herzustellen, mischen sie Material aus (ihren) unterschiedlichen Abbaustellen und/oder kaufen höherwertiges Material aus dem In- oder dem benachbarten Ausland zu.

## 5.2.2 Granit- und Aplitzersatz

Durch die Verwitterung während der Kreide- und Tertiärzeit wurden die primären Gesteine tiefgründig zersetzt. Minerale wurden neu- oder umgebildet, Material dabei abgeführt. Es entstand das Tonmineral Kaolinit. Gesamtheitlich betrachtet lassen sich aus Granit- und Aplitzersatz die drei Grundrohstoffe Kaolin, Quarz und Feldspat gewinnen – wichtige Rohstoffe für verschiedenste Anwendungen.

Für die rohstoffgeologische Beurteilung des Kristallinzersatzes standen 49 Einzelproben von 12 Bohrungen (W1, W2, W3, W7, W12, W20, W21, W22, W23, W24, W25 und W26) zur Verfügung (OTT 1996). Von jeder Probe wurde die Korngrößenverteilung, der qualitative Mineralgehalt sowie die Konzentration der Haupt- und Spurenelemente (RFA) bestimmt.

Außerdem wurde der Mineralgehalt der Grobfraktion > 0,5 mm optisch ermittelt.

### Korngrößenverteilung

In den meisten Bohrungen wurde weißgrauer, mittel- bis grobkörniger Granit, in wenigen Fällen feinkörniger, weißgrauer bis weißer Aplitgranitzersatz angetroffen. Teilweise wechselten sich auch Aplitgranit und Granit miteinander ab. Porphyrischer Granit konnte nur in den Bohrungen W23 und W26 festgestellt werden.

Die Kornsummenkurven des Zersatzes aus mittel- bis grobkörnigem Granit weisen mit einer Ausnahme (W26/5) große Ähnlichkeit auf (Abb. 5-3; Anhang B, Tab. B-4). Die Probe W26/5 wurde dicht über dem anstehenden festen Fels gewonnen und zeichnet sich daher durch einen deutlich höheren Grobkornanteil aus. Sie bleibt in der weiteren Diskussion unberücksichtigt. Im kaolinitisch zersetzten Granit wird je nach Zersatzungsgrad ein abschlämmbarer Anteil von 16 – 53 % erreicht. Der Größtkorndurchmesser beträgt 16 mm, im Durchschnitt 8 mm. Der Tonanteil erreicht maximal 15 %, im abschlämmbaren Anteil dominiert der Mittelschluff.

Die kaolinitische Zersetzung ist in den obersten Bereichen deutlich weiter fortgeschritten, darunter bleibt der Zersatzungsgrad in etwa konstant (OTT 1996). Auffallend sind die stetige Abnahme der Ton- und Schluffgehalte mit zunehmender Tiefe bei gleichzeitiger Zunahme des Sandanteils.

Die Proben aus feinkörnigem Aplitgranit oder aus Aplitgranitgängen unterscheiden sich in ihren Körnungslinien von den übrigen Proben durch deutlich höhere Anteile an Mittelsand und geringem Feingrusanteil (Abb. 5-4; Anhang B, Tab. B-4). Der Zersatz des Aplitgranits weist im Gegensatz zum Zersatz aus mittel- bis grobkörnigem Granit keine oder kaum kiesige Komponenten auf. Auch bei diesen Proben heben sich die obersten Lagen durch stärkere Verwitterung deutlich von den tieferen Bereichen ab.

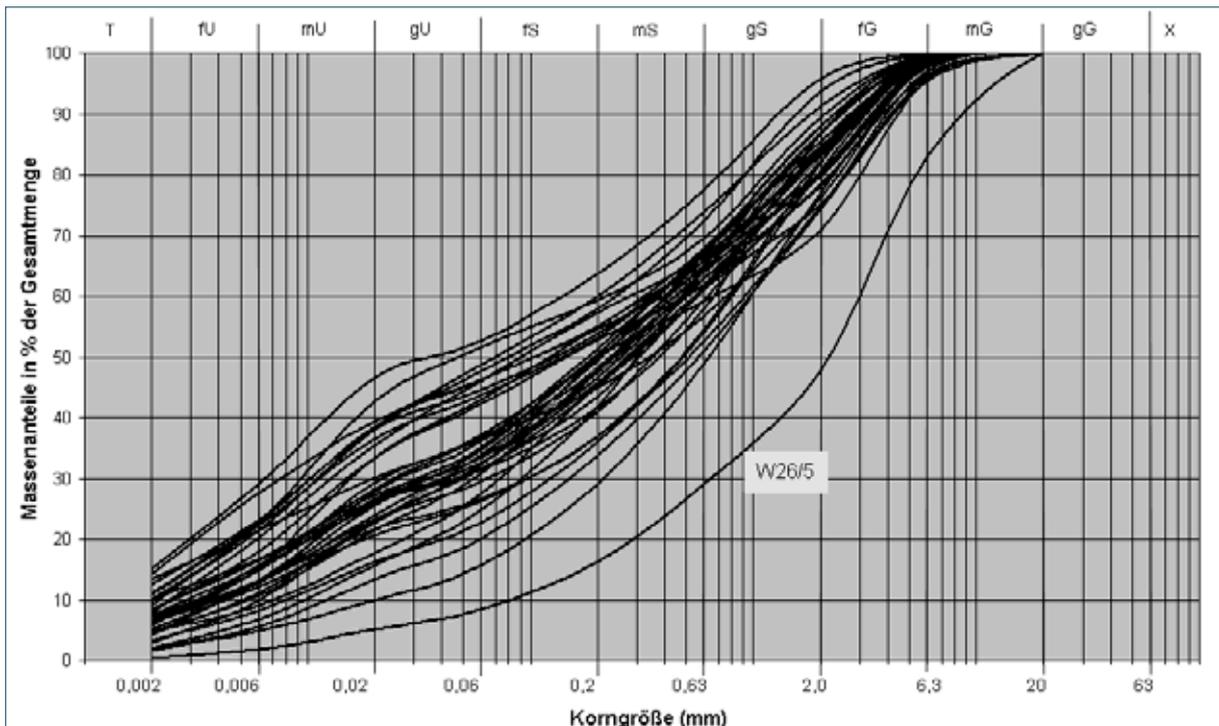


Abb. 5-3: Kornsummenkurven des Zersatzes aus mittel- bis grobkörnigem Granit (Anzahl 37).

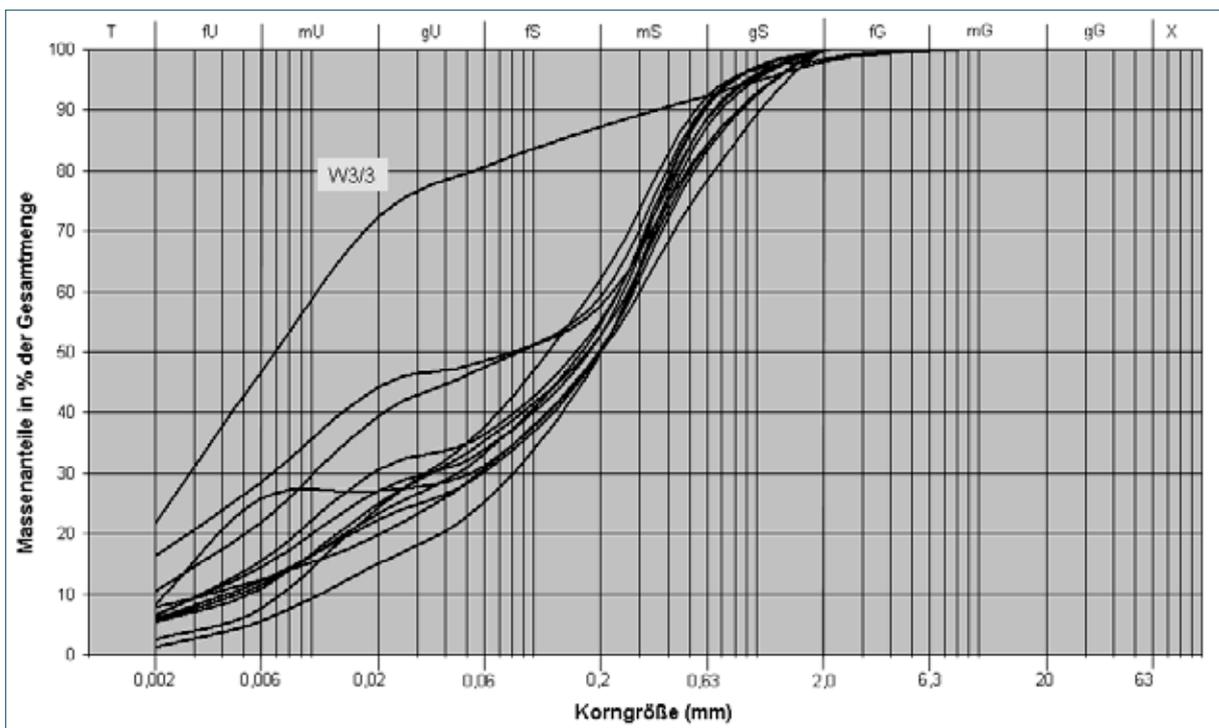


Abb. 5-4: Kornsummenkurven des Zersatzes aus feinkörnigem Aplitgranit (Anzahl 12).

Im Vergleich zum Material, das heute in den Gruben Rappauf und Schmelitz abgebaut wird (KÖRBER & ZECH 1984), weist das Material der Wondreb-Bohrkampagne höhere Anteile an abschlämmbaren Bestandteilen auf, es ist somit stärker zersetzt.

## Ermittlung des Mineralgehalts

Unter Verwendung der vorliegenden RFA-Analytik (Oxide), der qualitativen XRD sowie stöchiometrischer Faktoren erfolgte mittels einer in Eigenentwicklung erstellten Excel-Routine eine mineralogische Massen-Bilanzierung nach dem Approximations-Algorithmus der kleinsten Fehlerquadrate (least square fit) (LINHARDT 2009). Als chemografische Berechnungsgrundlage dienten gemittelte Oxidgehalte der wichtigsten gesteinsbildenden Minerale. Die jeweilige Zusammensetzung bezieht sich auf die getrocknete Probe. Die Analysensumme setzt sich aus den Oxiden (i. d. R. Mittelwerte) und dem Glühverlust (LOI) zusammen.

Das Ergebnis dieser Bilanzierung in Massen-% (M.-%) beschreibt letztlich die wahrscheinlichste quantitative Mineralzusammensetzung der jeweils untersuchten Probe. Als Qualitätskriterium der Fehlerquadratsumme gilt „Wert möglichst klein“ (im Idealfall < 1).

Folgende Grundlagen, Plausibilitäten und Annahmen dienten der Modellierung:

- Bezug auf 105 °C getrocknete Probe
- Oxide + LOI (1.050 °C) = 100 Gew.-%

Basis: mittlere stöchiometrische Mineral-Zusammensetzungen laut Tabelle 5-5.

Tab. 5-5: Mittlere Oxidgehalte Silikate, Oxide, Sulfide [Gew.-%]. (nach DEER, HOWIE & ZUSSMANN, 1980).

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	LOI	Σ
Kaolinit	46,20	39,33	0,09	0,20	0,15	-	0,01	0,08	0,01	13,93	100
Fireclay	47,55	32,54	2,80	0,10	0,20	-	0,44	0,05	2,30	14,02	100
Halloysit	46,22	39,33	0,09	0,20	0,15	-	0,01	0,08	0,01	13,93	100
Muskovit	45,70	38,92	-	-	-	-	11,67	-	-	3,71	100
Illit	53,40	22,70	5,51	0,03	3,07	-	7,90	0,10	1,75	5,54	100
Montmorillonit	60,90	20,70	5,70	1,90	4,16	-	0,20	0,30	1,20	4,94	100
Vermikulit	40,47	15,19	8,06	8,57	22,70	0,25	0,09	0,03	0,40	4,24	100
Chlorit	32,81	35,71	3,73	0,03	13,52	0,29	0,03	-	0,18	13,70	100
Quarz	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Orthoklas	64,80	18,30	-	-	-	-	16,75	-	-	0,15	100
Anorthit	43,20	36,70	-	19,95	-	-	-	-	-	0,15	100
Albit	67,31	20,40	0,07	0,81	0,10	-	0,36	10,80	-	0,15	100
Oligoklas	63,66	22,50	0,32	3,23	0,24	-	0,05	9,82	-	0,18	100
Pyrit	-	-	55,50	-	-	-	-	-	-	(44,50)	100
Goethit	-	-	89,84	-	-	-	-	-	-	10,16	100
Hämatit	-	-	99,94	-	-	-	-	-	-	0,06	100
Rutil / Anatas	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	100

Je nach Befund der vorliegenden qualitativen XRD-Analytik wurden neben Kaolinit auch die Tonminerale Illit und Smectit mitbetrachtet und bilanziert. Als Startwerte wurde die chemische Zusammensetzung des Ausgangsgesteins (Falkenberger Granit) herangezogen. Die Literatur gibt diesbezüglich folgende Werte an: 37 % Quarz, 28 % Kalifeldspat, 24 % Plagioklas, 6 % Biotit, 4 % Muskovit sowie 0,2 % Titanminerale und 0,7 % Apatit. Das in der Grube Schmelitz bei Tirschenreuth

abgebaute Material weist eine Zusammensetzung von 20–35 % Kaolinit, 28–44 % Alkalifeldspat, 28–45 % Quarz und 2–10 % Muskovit auf (DOBNER 1987, ROHRMÜLLER 1998).

Qualitative, teilweise „halb-quantitative“ mineralogische Gehaltsangaben wurden dazu iterativ in der interaktiven Routine soweit verfeinert bis die Abweichungen zum zugrundeliegenden Hauptelement-Chemismus minimal – und damit die Wahrscheinlichkeit für die bilanzierte Mineralzusammensetzung am höchsten war. Die so erhaltene Mineral-Zusammensetzung (Anhang B, Tab. B-1) wurde mit den Ergebnissen der Korngrößen-Analytik verglichen. Dabei ging man von der Vorgabe aus, dass der Gehalt an Kaolinit grundsätzlich nicht den jeweiligen probespezifischen Anteil an Ton und Schluff übersteigen sollte, zumal in diesem Korngrößenspektrum auch andere Tonminerale enthalten sein können. Dieses Ziel wurde mit nur wenigen Ausnahmen bei fast allen Proben erreicht.

Lediglich in den obersten Profilabschnitten tauchten gelegentlich Proben auf, deren iterativ berechneter Kaolinitanteil höher war als der maximale Kaolinitanteil, der aus der Siebanalytik zu erwarten gewesen wäre. Dieser Effekt lässt sich wie folgt erklären:

In den obersten Profilmeteren kann man von einer stärkeren Verwitterung des Ausgangsmaterials ausgehen. Die Feldspäte sind zum Großteil zersetzt und umgewandelt. Dabei treten häufig Pseudomorphosen der neugebildeten Minerale nach Kalifeldspat auf. Die Struktur der Feldspäte bleibt als Gerüst erhalten, das jedoch vermehrt Kaolinit enthält. Die Massenbilanzierung setzt auf die chemische Analyse auf und erfasst alle chemischen Bestandteile unabhängig von ihrer mineralischen Bindung und Ausbildung. Im übertragenen Sinne wird dadurch Kaolinit aus dem Feldspat-Gerüst gelöst und fließt komplett in die ermittelte Mineralzusammensetzung ein.

Andererseits werden bei der Korngrößenanalyse (Siebung und Sedimentation) nicht alle Pseudomorphosen zerstört. Daher ergibt sich für diese Bereiche ein scheinbarer Widerspruch zwischen der mineralogischen Bilanzierung und der Korngrößenanalyse.

Generell lässt sich feststellen, dass die Kaolinitanteile am Rohmaterial wie auch der Anteil des abschlämmbaren Materials innerhalb der Bohrungen nach oben hin zunehmen (Anhang B, Tab. B-1, B-4). Dort, wo eine Probe dicht über dem unverwitterten Anstehenden genommen wurde, wurden erwartungsgemäß die niedrigsten Werte für Kaolinit ermittelt. Der Großteil des (Roh-) Materials enthält 15 % bis 30 % Kaolinit. Besonders in den obersten Bereichen des Zersetztes, aber auch über das gesamte Profil der Bohrung W1 wurden deutlich höhere Kaolinitgehalte (ca. 50 %) bestimmt.

Derart erhöhte Kaolinitgehalte können verschiedene Ursachen haben:

Eine Erklärung für z. T. stark erhöhte Kaolinitgehalte in den oberen Profilbereichen ist, dass es sich nicht immer um autochthone Bildungen handeln muss. Wahrscheinlich wurde Material in Schlammströmen aus dem Liefergebiet herantransportiert, wobei sich Partikel in Ton- und Schluffgröße besonders leicht fluvial verlagern ließen.

Die erhöhten Werte in der Bohrung W1 sind möglicherweise auf ein besonderes Ausgangsgestein zurückzuführen. Es könnte sich hier, im Gegensatz zur Bohrgutansprache (mittel- bis grobkörniger Granit), um einen stark verwitterten Aplitgranit handeln, der etwa die gleiche chemische Zusammensetzung wie der Falkenberger Granit, jedoch ein deutlich kleineres Korngrößenspektrum aufweist. Die kleineren Korngrößen bedingen dann eine stärkere Verwitterung aufgrund ihrer größeren Oberflächen. Bei einem solchen Gestein wäre dann mit einer stärkeren Verwitterung und Umwandlung der Feldspäte zu rechnen, so dass mehr Kaolinit angereichert wäre.

Darüber hinaus ist denkbar, dass das Ausgangsgestein durch Bruchtektonik stark beansprucht war, so dass hier die Verwitterungslösungen stärker angreifen konnten, als anderen Orts.

Hauptbestandteil ist in allen untersuchten Proben Quarz, in den oberen Bereichen der Bohrungen auch Kaolinit. Smectite finden sich nur in den Bohrungen W3 und W26, allerdings meist nur in Spuren oder als Nebengemengteil. Eine Ausnahme bildet die Probe W3/3 in der Smectit neben Quarz als Hauptbestandteil auftritt. Bei den meisten Bohrungen wurden in den oberen Partien unzersetzte Biotite in der Grobfraction festgestellt.

Im Vergleich zu dem Material der Gruben Rappauf und Schmelitz weist das erbohrte Rohmaterial höhere Aluminium- und geringere Alkali- und Erdalkaligehalte auf. Diese Tendenz zeichnete sich bereits im Kornspektrum (abschlammbarer Anteil) ab. Weiterhin ist der Glühverlust in den oberen Lagen erhöht (5–9%). Im Allgemeinen nimmt der  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt zum Hangenden hin ab (z. B. W26: 32 m Tiefe: 1,7%; 9,5 m Tiefe: 0,9%), während der Gehalt an  $\text{Al}_2\text{O}_3$  zu den oberen Partien hin deutlich ansteigt (z. B. W26: 32 m Tiefe: 16,1%; 9,5 m Tiefe: 19,9%) (Anhang B, Tab. B-2).

### **Bewertung des Rohstoffpotenzials**

Aus Granit- und Aplitzersatz können Kaolin, Quarz und Feldspat gewonnen werden. Andere spezielle Gemengteile wirken dabei störend, lassen sich aber nach Abtrennung auch einzeln wirtschaftlich nutzen. Im Folgenden werden die Erkenntnisse der Wondreb-Bohrungen im Hinblick auf diese Rohstoffe und ihre potenziellen Einsatzmöglichkeiten unter dem Aspekt einer wirtschaftlichen Gewinnung diskutiert.

#### **Kaolin**

Die Einsatzmöglichkeiten von qualitativ hochwertigem Kaolin sind vielfältig: Durch einen hohen Weißgrad und seine Plastizität ist er besonders gut für den Einsatz als Füllstoff, Streckmittel, keramischer Rohstoff und Pigment geeignet. Darüber hinaus ist er ein wichtiger Rohstoff für feuerfestes Material, für Katalysatoren und Zement sowie zur Herstellung von Glasfasern. Als Pigment oder Streckmittel in beschichteten Folien und als Füllstoff bietet er ausgezeichnete Deckeigenschaften. Die beiden größten Anwendungsbereiche von Kaolin liegen in der Herstellung von Keramikprodukten und Papier.

Bei der Herstellung von Keramikprodukten wird Kaolin bevorzugt in **Porzellan und Steingut** verwendet, zu denen Tafelgeschirr, Wand- und Bodenfliesen sowie Sanitärkeramik gehören. Durch seine Eigenschaften bietet er bei der Formgebung der Produkte Festigkeit und Plastizität und sein Einsatz verringert die pyroplastischen Verformungen beim Brennen (weniger Ausschuss). Bei der Herstellung von Tafelgeschirr sorgt hochwertiger Kaolin für eine weiße Brennfarbe, was auf geringe Gehalte an färbenden Elementen wie Eisen und Titan zurückzuführen ist.

Die Zersetzungsprodukte aus den Bohrungen der Wondreb-Kampagne zeichnen sich jedoch durch relativ hohe Werte an  $\text{TiO}_2$  (0,1–0,9%) und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0,4–3,3%) aus (Anhang B, Tab. B-2). Darüber hinaus wurden in den Bohrprofilen wiederholt Brauneisenstein-Konkretionen angetroffen. Würde man dieses Material unaufbereitet in der Feinkeramik oder der Porzellanherstellung einsetzen, könnten keine weißen Brennfarben erreicht werden. Die Brennfarben wären gelb bis hellgelb (roh: Brennprobe im Naturzustand Korngröße < 45 µm) bzw. hellgrau bis grauweiß (keramisch: simulierte Porzellanmasse – je 50% Probenmaterial und Tirschenreuther Pegmatit). Solche „schädlichen“ Gehalte müssten im Vorfeld der Verwendung mittels Magnetabscheider oder auf chemischem Weg entfernt werden.

Für die **Sanitärkeramik** ist Kaolin ebenfalls bedeutsam, da er die rheologischen Eigenschaften verbessert. Hier stören allerdings bereits Glimmergehalte ab 2 %, da sie zu einer zu geringen Trockenbiegefestigkeit der Formlinge führen. Die meisten untersuchten Proben wiesen im Feinkornbereich zu hohe Glimmeranteile auf. Der Glimmer ließe sich jedoch durch Flotation entfernen.

Eine weitere denkbare Einsatzmöglichkeit wäre die **grobkeramische Industrie** zur Herstellung von Fliesen und als Steingut- und Töpfer-ton. Hier ist die Plastizität das einschränkende Kriterium (ОТТ 1996). Im Allgemeinen verwendet man hierfür allerdings Tone, da sie wesentlich plastischer reagieren als Kaolin und eine hohe Plastizität die Formgebung erheblich vereinfacht.

In der **Papierindustrie** wird Kaolin als Füllstoff in der Papiermasse eingesetzt. Damit ermöglicht er die Reduzierung des teureren Holzzellstoffeinsatzes. Aufgrund seines Weißgrades, Opazität, der großen Oberfläche und der geringen Abrasivität ist er hierfür ein idealer Rohstoff. Er verbessert gleichzeitig die optischen Eigenschaften und die Druckeigenschaften des Papiers.

Um Aussagen über die Eignung für die Papierindustrie treffen zu können, wurden von sehr hellem, stark kaolinitisch zersetzten Probenmaterial aus 5 Bohrungen die Korngröße  $< 5 \mu\text{m}$  abgetrennt und untersucht (ОТТ 1996). Anhand des Rohpulvers wurde der Weißgrad im Vergleich zum Bariumsulfat bestimmt, aus dem Glühverlust bei  $1.000^\circ\text{C}$  wurde der Gehalt an Tonsubstanz berechnet (Anhang B, Tab. B-3). Außerdem wurden aus dem Probenmaterial jeweils eine Brennprobe bei  $1.420^\circ\text{C}$  im Naturzustand und eine weitere als simulierte Porzellanmasse (50 % Probenmaterial, 50 % „Tirschenreuther Pegmatit“) hergestellt. Das derart behandelte Rohmaterial zeichnete sich durch einen relativ geringen Weißgrad zwischen 62 % und 76 % aus, wobei das Material aus der Bohrung W2 den besten Weißgrad aufwies (Anhang B, Tab. B-3). Einschränkende Kriterien sind hier wiederum die Gehalte an Eisen und Titan, aber auch der Glimmeranteil. Letzterer verstärkt, genau wie zu hohe Quarz- und Feldspatgehalte die Abrasion.

In diesem Zusammenhang wird jedoch angemerkt, dass heute häufig Rohkaolin versintert (kalziniert) wird, um den Weißgrad zu erhöhen bzw. zu verändern und seine technischen Einsatzmöglichkeiten zu verbessern (s. z. B. ENGELHARD CORP. 1996 oder BENE\_FIT GMBH 2006). Der Glimmergehalt kann, wie bereits oben erwähnt durch Flotation entfernt werden. Feldspat und Quarz werden auch bereits heute bei der Herstellung von hochreinem Kaolin durch entsprechende Verfahren aus der Roherde abgetrennt.

Letztendlich entscheidet die Marktsituation, ob ein solcher Rohstoff abgebaut und mit welchem Aufwand er veredelt wird.

### **Feldspat**

Feldspäte werden wegen ihres Gehaltes an Aluminiumoxid und Alkalien vor allem in industriellen Anwendungen eingesetzt, so z. B. bei der Produktion von Farbe, Kunststoffen, Gummi und Klebstoff. Darüber hinaus werden viele Dinge des alltäglichen Lebens mit Feldspat hergestellt z. B. Gläser, Glaswolle, Bodenfliesen, Teller etc. Außerdem spielen Feldspäte eine wichtige Rolle als Flussmittel bei der Keramik- und Glasherstellung.

Vor allem Granite können große Mengen an Feldspäten aufweisen. Sie werden allerdings nur selten deswegen abgebaut, häufiger jedoch Aplite, feinkörnige Eruptivgesteine, mit derselben mineralogischen Zusammensetzung wie Granit.

Unter diesen Voraussetzungen könnte das Zersatzmaterial der Wondreb-Senke auch für die Feldspatgewinnung verwendet werden. Hierzu müssten allerdings möglichst hohe Gehalte an

Feldspäten erreicht werden (z. Z. mindestens 50 %). Bei den untersuchten Proben wurden in der Grobfraktion vor allem in den tieferen Bereichen, wo die Verwitterung noch nicht so weit fortgeschritten ist, hohe Feldspatgehalte bis über 50 % angetroffen (z. B. W3, W12, W20 und W26). Im Vergleich hierzu beträgt der Feldspatanteil der Grube Schmelitz 25 % von 50 % Quarz-Feldspat-Gemenge am Zersatz (OTT 1996).

Für das in den Bohrungen angetroffene Material ist eine Verwendung als Quarz-Feldspatsand wahrscheinlicher. Dieser wird in der Porzellanindustrie verwendet. Ein solches Gemisch wird auch in den Gruben Rappauf und Schmelitz gewonnen und als Tirschenreuther Pegmatit vertrieben.

### **Quarz**

Granitzersatz besteht immer zu einem gewissen Anteil aus Quarz. In der Industrie werden vor allem die kristallinen Formen des  $\text{SiO}_2$ , Quarz und Cristobalit, verwendet. Beide werden als Sand oder Mehl verkauft. Quarzmehl ist wichtiger Bestandteil in Tafelgeschirr, Sanitärwaren, Stuck, Wand- und Bodenfliesen, aber auch von feuerfesten Ziegeln und Gießpfannen. Einen weiteren bedeutsamen Markt stellt die Glasindustrie dar. Quarz findet aber auch in Gießereien sowie in der Bau- und der Landwirtschaft Verwendung.

Der ermittelte Quarzanteil an der Roherde schwankt in den Proben im Allgemeinen zwischen knapp 20 % und 40 %, bei einem Mittelwert von ca. 30 %. Er könnte als reiner Quarz nur nach Abtrennung von Kaolin, Feldspat und den übrigen Gemengteilen gewonnen werden, wie dies bereits seit langem großtechnisch geschieht (z. B. im Raum Hirschau). Vom wirtschaftlich-rohstofflichen Standpunkt aus ist jedoch zunächst die Vermarktung als Quarz-Feldspatsand (s. o.) sinnvoller und damit wahrscheinlicher. Auch hier steuert die Marktsituation und die Erreichbarkeit des Rohstoffs letztendlich einen potenziellen Abbau bzw. seine Aufbereitung.

Die Herstellung von Rohsilizium aus Gesteinszersatz der Wondrebsenke scheidet aus, da in erreichbaren Tiefen keine entsprechenden Anteile (> 20 %) der Korngrößen > 16 mm angetroffen wurden.

### **Aluminiumherstellung**

Eine weitere Einsatzmöglichkeit für das zersetzte Gesteinsmaterial wäre möglicherweise die Tonerdeerzeugung. Die Gehalte an Kieselsäure sind mit über 60 % relativ hoch, der Aluminiumoxidgehalt dagegen mit meist unter 25 % gering. Wichtige Voraussetzung für die Tonerdegewinnung ist das Vorherrschen des Tonminerals Kaolinit, welches sich gut mit Säuren behandeln lässt (GYADU 1987). Nach Abtrennung der gröberen Fraktionen befindet sich der Aluminiumgehalt zumindest im unteren Bereich der Wirtschaftlichkeit. GYADU (1987) hält neben den Tonvorkommen des Oberpfälzer Raumes auch die Kaolinvorkommen für potenzielle Aluminiumrohstoffe zur Herstellung von nicht-bauxitischem Alumina. Bei steigenden Rohstoffkosten für Bauxit und einer Aluminiumproduktion in unmittelbarer Nähe der Tonlagerstätten bestünde die theoretische Möglichkeit der Wirtschaftlichkeit und der Konkurrenzfähigkeit der Aluminiumgewinnung aus Aluminiumsilikaten gegenüber der Verwendung von Bauxiten.

### **Glimmer**

Glimmer werden zur Effekterzeugung (Glanz) in der Tapetenindustrie und für Außen- und Innenverputze verwendet. Zersatzmaterial, das große Mengen (> 20 %) an hellem Glimmer (Muskovit) vor allem in den gröberen Fraktionen aufweist, kann möglicherweise zur Glimmergewinnung verwendet werden. Hohe Glimmergehalte enthält v. a. das Material der Bohrungen W20, W13 und W14 (10 % in der Fraktion 0,5–1 mm). Unter Umständen entspricht auch das Material der Bohrungen W1, W2 und W25 mit 5 % in der Fraktion 0,5–1 mm den Anforderungen.

Da Kaolin den teuersten der hier diskutierten Rohstoffe darstellt, erfolgte die **teufenunabhängige Bewertung** des erbohrten Granit- bzw. Aplit-Zersatzes vor allem nach dem ermittelten Kaolinitanteil (unabhängig von seiner späteren potenziellen Verwendung). Es wurden Farbstufen von blau bis orange vergeben, wobei blaue Abschnitte i. d. R. nur sehr geringmächtig sind (vgl. Tab. 5-2). Der meist **nicht kaolinitische** Zersatz der Phyllite erhielt meist die Klasse rot. In einem zweiten Schritt wurden diese Einstufungen nochmals teufenspezifisch bewertet.

### *Zusammenfassende Bewertung*

Im Untersuchungsgebiet wird zurzeit auf der Gebhardtshöhe Kaolin und Feldspat gewonnen, 4,5 km südwestlich davon wird in den Gruben Schmelitz und Rappauf Kaolin und Quarz-Feldspatsand abgebaut.

Einschränkendes Kriterium vieler Bohrungen sind die Mächtigkeit, die wechselnde Qualität sowie die geringe horizontale Erstreckung potenzieller Lagerstätten. Bereits bei den existierenden Gruben wird Material selektiv abgebaut, nicht verwertbare Bereiche werden dabei ausgehalten. Dies lässt den kleinräumigen, relativ inhomogenen Aufbau des Zersatzes erkennen.

Die meisten der untersuchten Proben müssten für eine höherwertige Verwendung aufbereitet werden. Durch spezielle Verfahren könnten die technischen Eigenschaften der Rohstoffe deutlich verbessert werden. Außerdem werden bereits heute von einigen Betreibern reinere Rohstoffe zugekauft und den heimischen zugemischt, um so bessere Produkte herstellen zu können. Dennoch stellt die Mitterteicher Senke eine wichtige Rohstoffreserve für Kaolin und Pegmatitsand dar. Dies spiegelt sich auch z. T. im aktuellen Regionalplan durch die Ausweisung großer Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete für die Kaolingewinnung wider.

### **5.2.3 Sande und Kiese**

Sande und Kiese sind wichtige Rohstoffe für die Bauwirtschaft. Mengenmäßig betrachtet, ist ihr Abbau der bedeutendste Rohstoffzweig Bayerns mit einer jährlichen Gesamtproduktion von ca. 85 Mio t. Sie gehören zu den Massenrohstoffen, die in großen Mengen möglichst verbrauchsnahe zu gewinnen sind, da sich ein langer Transportweg wirtschaftlich nicht lohnt und wegen des dann erhöhten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zu vermeiden ist. Ihre Erschließung führt jedoch häufig zu Interessenskonflikten wie z. B. mit dem Naturschutz und der Landschaftspflege, der Land- und Forstwirtschaft sowie der Wasserwirtschaft. Andererseits können ehemalige Abbaufächen wichtige Sekundärbiotope und / oder Hochwasserretentionsflächen darstellen.

Im Gegensatz zu den Sand- und Kiesvorkommen im Raum Kemnath-Weidenberg bzw. um Grafenwöhr erwiesen sich die Sand- und Kiesvorkommen im Mitterteicher Becken als eher unbedeutend. Zurzeit wird nur an einer Stelle und dort auch nur bedarfsweise Sand und Kies abgebaut. Daneben existieren einige geplante Abbauvorhaben bzw. bestehen einige Vorranggebiete für diesen Rohstoff. Das bisher gewonnene Material fand bzw. findet hauptsächlich als Bausand/-kies und Wegekies Verwendung und wurde daher kaum bzw. nicht aufbereitet.

Sande und Kiese liegen im Mitterteicher Becken meist in Wechsellagerungen mit Tonen und Schluffen vor, was einen potenziellen Abbau deutlich erschwert. Einzelne Pakete mit verwertbaren Kiesen und Sanden erreichen i. d. R. nur geringe Mächtigkeiten, wobei 5 m selten überschritten werden. Überwiegend handelt es sich um Restschotter aus braunen, gelben und rötlichen Quarzkiesen, die häufig mit Eisen-Mangan-Ausfällungen verkittet sind. An der Basis direkt über dem verwitterten anstehenden Gestein treten oft grobe und geringmächtige Quarzschotter auf.

Größere Kiespakete finden sich vor allem im unmittelbar Hangenden des Zersatzes. Damit liegen sie meist in größerer Tiefe, was einen Abbau erschwert bzw. aus wirtschaftlichen Gründen unmöglich macht. So wurden beispielsweise in den Bohrungen W29 und W30 nennenswerte Sandpakete in über 60 m Tiefe angetroffen.

Gerade im Hinblick auf eine möglichst verbrauchernahe Versorgung wurden die Wondreb-Bohrungen auch hinsichtlich Sand und Kies untersucht. Hierfür wurden an 34 Proben aus 12 Bohrungen **Korngrößenanalysen** (Anhang C, Tab. C-1) durchgeführt. Dabei wurden sie nass und trocken gesiebt. An Proben mit einem Anteil von über 10 % Feinanteilen erfolgte die Massenermittlung mittels Sedimentation durch Tauchwägung. Aus älteren Untersuchungen standen 15 Korngrößenanalysen von 5 Bohrungen sowie Vergleichsdaten von fünf ehemaligen Abbaustellen (20 Proben) zur Verfügung (OTT 1996).

Im Diagramm (Abb. 5-5) sind deutlich sandige Horizonte von Sand-Kieshorizonten unterscheidbar. Der Größtkorndurchmesser der untersuchten Proben schwankt stark zwischen 2 mm und 99 mm, wobei mengenmäßig am häufigsten Körner mit dem Durchmesser 4 mm und 63 mm anzutreffen sind. Die Sandfraktion erreicht in den beprobten Abschnitten 43 % bis 97 %; dabei handelt es sich um Fein- bis Grobsand, wobei Mittelsand am häufigsten vertreten ist. Bis auf wenige Ausnahmen sind alle Sande mehr oder weniger schluffig ausgebildet, einige weisen unterschiedliche Anteile an kiesigen Komponenten auf. Die kiesigen Abschnitte sind immer sehr heterogen aufgebaute Mischbereiche. Kennzeichnend sind dabei Korngemische von groben Kiesen, Sanden, Schluffen und Tonen, die einen Kiesanteil von 46 % bis 64 % aufweisen. Bei der Kiesfraktion handelt es sich zum Großteil um Quarzgerölle.

Da sich ein großer Ton-/Schluffgehalt bei Sanden und Kiesen nachteilig auf verschiedenste Anwendungsbereiche auswirkt, wurden die Proben vordergründig anhand dieses Kriteriums bewertet.

Im Hinblick auf den betrachteten **Ton- und Schluffanteil** bedeutet in den Abbildungen (s. a. Tab. 5-2):

Blau: < 5 %  
Grün: 5 – ≤ 30 %  
Gelb: > 30 – ≤ 50 %  
Orange: > 50 %

Bevor das Material für höherwertige Zwecke verwendet werden kann, muss es auf jeden Fall zunächst gewaschen und dann mittels Siebung in die gewünschten Körnungen getrennt werden.

Charakteristisch für fast alle Sande ist ein relativ großer Anteil an hellem Glimmer, der schon makroskopisch ins Auge fällt. Dieser kann die Mörtel- und Betoneigenschaften negativ beeinflussen. So stellen LEEMANN et al. (1999) bzw. LEEMANN (1998) fest, dass sich mit zunehmender Korngröße der Schichtsilikate und zunehmendem Gehalt im Zuschlag die Verarbeitbarkeit von Frischmörtel und –beton verschlechtern sowie seine Druckfestigkeit abnimmt. Die Biegefestigkeit wird durch die Schichtsilikate dagegen nur geringfügig beeinflusst. Der Glimmer könnte, falls notwendig, mit Flotation abgetrennt werden. Derartige Verfahren werden bereits seit 2003 für die Entglimmerung des Brechsands beim Bau des Gotthard-Basistunnels erfolgreich angewandt (CICHOS et al. 2003; 2004).

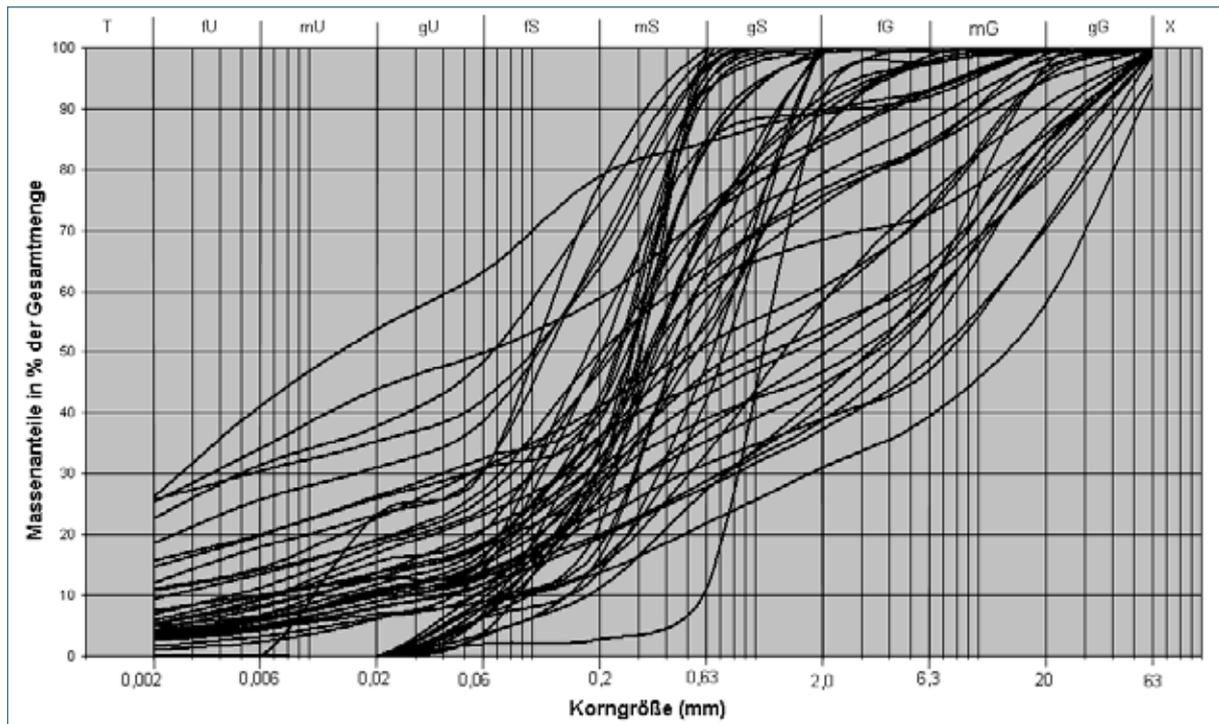


Abb. 5-5: Kornsummenkurven der untersuchten Sande und Kiese (Anzahl 34).

### Zusammenfassende Bewertung

Ausbildung, vertikale und horizontale Verbreitung sowie Tiefenlage sind beim Sand- und Kiesabbau limitierende Faktoren. Die Höhenlage des Grundwasserspiegels ist schließlich ausschlaggebend für einen Trocken- oder Nassabbau. Ein höherliegender Grundwasserspiegel sorgt andererseits für ausreichend Waschwasser für Aufbereitungsanlagen.

Einige der Bohrungen weisen oberflächennah abbauwürdige Sand- und Kiesvorkommen auf. Daneben treten mächtige Sand- und Kieshorizonte z. T. erst in großer Tiefe auf, so dass dort ein Abbau unter wirtschaftlichen Aspekten nicht durchzuführen ist. Wo geeignetes Material in günstiger Tiefe ansteht, wird ein Abbau häufig durch Nutzungskonflikte eingeschränkt bzw. ist zurzeit nicht möglich (z. B. W18 liegt im Naturschutzgebiet Wondreb-Aue). In den Sandhorizonten sind Kiese (stark) unterrepräsentiert.

Es ist davon auszugehen, dass die Lagerstätten neben ihrer geringen Tiefenerstreckung auch in der Fläche kleinräumig ausgebildet sind. Ein großmaßstäblicher Abbau (wie z. B. im Raum Grafenwöhr) ist nicht oder nur in den seltensten Fällen realisierbar. Ein Abbau wird daher nur kleinräumig und relativ kurzzeitig aber verbrauchernah durchzuführen sein. Gerade deshalb sollte darauf geachtet werden, dass entsprechende Flächen nicht anderweitigen Nutzungen zugesprochen werden, die einen Abbau in Zukunft verhindern. Auf den ausgewiesenen Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Kaolin kann im Bedarfsfall das überlagernde sandige und kiesige Material vor Beginn der Kaolinerzeugung abgebaut werden.

### 5.2.4 Sonstige Rohstoffe

Neben den oben beschriebenen „klassischen“ Rohstoffen, wurde auch untersucht, inwieweit Quarzkieslagen als Quarzrohstoffe zur Herstellung von Rohsilizium in Frage kommen könnten. Neben der mineralogisch-chemischen Reinheit ist aktuell ein Abbau ab 20 % Körnung  $\geq 16$  mm

rentabel. Weiterhin sollte die Lagerstätte in einem gut erreichbaren Abbauniveau, wenn möglich über bzw. nahe der Grundwasseroberfläche, liegen. Die Proben sollten möglichst geringe Eisen-, Aluminium- und Titangehalte aufweisen, da andernfalls der Verarbeitungsprozess negativ beeinflusst wird.

In fünf Bohrungen wurden Quarzkiese angetroffen, in denen der Kiesanteil > 16 mm bei etwa 15 % oder darüber lag. In der Bohrung W28 steht die knapp 2 m mächtige Kieslage erst in ca. 38 m Tiefe an. Sie blieb daher unberücksichtigt. Ebenfalls nicht beprobt wurde die Bohrung W13, denn der Quarzkiesanteil erreicht hier in 6–9 m Tiefe nur knapp 15 %.

Meist sind die Quarzkiese aus den oberflächennahen Lagen optisch betrachtet relativ arm an Eisen (weiß bis grau), während sich in tieferen Horizonten Roteisenknollen und/oder oberflächlich braun gefärbte Kiese finden. Dies lässt oberflächennahe Lagen bzw. Bereiche über dem Grundwasser grundsätzlich interessanter für einen potenziellen Abbau erscheinen als tiefere. Letztendlich können Angaben zu einer wirtschaftlichen Eignung als Quarzrohstoff jedoch erst nach Abschluss der chemisch-mineralogischen Untersuchungen getroffen werden. Hierfür wurden 6 Teilbereiche aus den drei Bohrungen W6, W18 und W34 beprobt. Tiefenlagen (unter Geländeoberkante), Mächtigkeiten, Kiesanteil > 16 mm und angetroffene Grundwasserverhältnisse sind Tabelle 5-6 zu entnehmen.

Wie Tabelle 5-6 zeigt, erreichen die Quarzkiese in diesen Bohrungen Mächtigkeiten zwischen 3 m und 7,3 m. Bei entsprechender mineralogisch-chemischer Eignung wäre für einen potenziellen Abbau vor allem das (nähere) Umfeld der Bohrungen W34 und W6 geeignet. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen liegen noch nicht vor, werden aber im Rahmen des Quarzprogramms mitberücksichtigt (SCHMID, M. & POSCHLOD, K. (i. Vorb.).

Tab. 5-6: Beprobte Kiesabschnitte (Gesamtproben).

Bohrung/Probe	Tiefe (m)	Mächtigkeit (m)	Kies $\geq$ 16 mm (%)	Grundwasserverhältnisse
W6/1	4,0–8,0	4	45,9	trocken bis 13,6 m
W6/2	16,8–22,1	5,3	17,6	nass ab 13,6 m
W18/2+3	9,0–12,0	3	31,2	nass ab 9,5 m
W34/2	0–7,3	7,3	20,4	trocken bis 23,5 m
W34/3	9,0–13,0	4	22,7	trocken bis 23,5 m

Darüber hinaus fielen in einigen Bohrprofilen, meist allerdings in größeren Tiefen, stark gefärbte Bereiche auf, die bei entsprechender Feinkörnigkeit und Farbgebung als Farberde gewonnen und verwendet werden könnten. Aus solchen intensiv gefärbten Profilabschnitten wurden insgesamt 8 Proben aus 5 Bohrungen gewonnen. Dabei handelte es sich um ockergelbe und rote Materialien. Die Auswertung dieser Proben steht ebenfalls noch aus. Aufgrund ihrer Tiefenlage ist, wirtschaftlich gesehen, nur ein potenzieller Abbau als „Beiprodukt“ denkbar.

### 5.3 Bewertung der Rohstoffe innerhalb von Teilgebieten

Zur Verdeutlichung der räumlichen Rohstoffverbreitung bzw. ihres kleinräumigen Wechsels wurden benachbarte Bohrungen innerhalb von Teilgebieten der Naab-Wondrebsenke zu so genannten Erkundungsgebieten zusammengefasst. Die Bewertung der Rohstoffe erfolgte nach den im Kapitel 5.2 beschriebenen Kriterien und zwar in Säule 1 teufenunabhängig (Tab. 5-2) und in Säule 2 teu-

fenabhängig (Anhang D). Vor jeder Profildarstellung findet sich eine Skizze mit der Lage der berücksichtigten Bohrungen sowie eine Kurzbeschreibung der rohstoffgeologischen Situation.

### 5.3.1 Erkundungsgebiet 1: Nordöstlich Mitterteich

An den Rändern des Pfaffenreuther Blockes, dessen tektonische Heraushebung sich auch in der heutigen Morphologie widerspiegelt, konnten lokal sehr mächtige Abfolgen an tertiären Sedimenten erbohrt werden. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um unsortierte Schüttungen aus dem Nahbereich, was an dem kaum veränderten, schwach umgelagerten Festgesteinszersatz ersichtlich ist. Die Sedimentmächtigkeiten sind in diesem Bereich jedoch starken Schwankungen unterworfen und die Ausdehnung der Vorkommen ist eng begrenzt. Die angetroffenen Vorkommen an tertiären Sedimenten sind als Füllungen von tief eingeschnittenen, canyonartigen Rinnen mit steilem Gefälle anzusehen, die sich rückschreitend in den Pfaffenreuther Block eingeschnitten haben (WAGNER 1998).

Im Umfeld der Bohrungen (Abb. 5-6) wurden schon in früheren Zeiten Sande und Kiese sowie Tone gewonnen. Diese Abbaustellen sind heute allerdings nicht mehr in Betrieb. Das Material ist relativ heterogen aufgebaut, wobei die Kiese einen hohen Lehmanteil aufweisen. Es wurde vor allem für den Eigenbedarf der Forstwirtschaft genutzt und fand ansonsten nur lokale Verwendung (BIS-BY, Abfrage 11/2010). In 1,5 km Entfernung zur Bohrung W33 wurden früher südlich Zirkenreuth rötliche kiesige Sande abgebaut. Die Gerölle sind schlecht bis mäßig gerundet und sind häufig von Farbkrusten umgeben (LOUIS 1984). Die unsortierten, grob geschütteten Ablagerungen weisen auf einen kurzen Transportweg hin.

Bei Steinmühle wurden früher Tone gewonnen. Dabei handelt es sich um weiße, gelbe oder orangefarbene Kaolintone von 20–25 m Mächtigkeit aus umgelagerten und angeschwemmten Phyllit- und Granitkaolinen. Durch überlagernde Basalte und Sande blieben sie vor der Abtragung geschützt (KROMER 1978). Nordöstlich und nordwestlich der Steinmühle wurden ein Vorrang- und ein Vorbehaltsgebiet (ca. 13 / 3,7 ha) für Tone ausgewiesen.

Die Bohrprofile im Erkundungsgebiet 1 weisen vergleichsweise hohe sedimentäre Mächtigkeiten (bis 40 m) auf, wobei die Sande und Kiese als potenzielle Rohstoffe deutlich überwiegen (Abb. 5-9). Daneben treten vereinzelt Tone und z. T. in größerer Mächtigkeit Schluffe auf. Insgesamt ist die Tertiärmächtigkeit in diesem Gebiet, verglichen mit anderen Bereichen des Mitterteicher Beckens, groß.

Die Bohrungen W31, W33 und W34 besitzen aufgrund der Ausbildung und Mächtigkeit der Sedimente ein großes Rohstoffpotenzial. Hervorzuheben ist die Bohrung W33, in der 24 m mächtige Sande angetroffen wurden (Abb. 5-9). Die gesamte Abfolge könnte im Trockenabbau gewonnen werden. Bereits in der nur 400 m nordwestlich davon gelegenen Bohrung W34 wurde dagegen eine sehr heterogene Abfolge von Sanden, Kiesen und Schluffen in grober Wechsellagerung erbohrt (Abb. 5-9). Gewinnbar wären hier die obersten 14 m über dem ersten großen Schluffpaket. Eine Besonderheit in der Bohrung W34 sind stark farbige Abschnitte, die sich gegebenenfalls zur Farberdeherstellung eignen (Abb. 5-7, 5-8).

Einem möglichen Sand-Kies-Abbau im Umfeld dieser beiden Bohrungen stehen keine anderen Interessen wie Wasserwirtschaft, Naturschutz etc. entgegen (RIS View, Abfrage 11/2010). Frühere Abbaustellen belegen die Qualität und Quantität der Rohstoffvorkommen. Die Ausweisung eines Vorrang- oder Vorbehaltsgebietes für Sand und Kies wäre hier anzuraten. Die Bohrung W31 weist aufgrund ihrer oberflächennahen 8 m mächtigen Sand- und Kiesführung ebenfalls ein zukünftiges Rohstoffpotenzial auf. Das Material in Bohrung W32 wechselt zu rasch in Rohstoffart und Mächtigkeit (Abb. 5-9), so dass sich dort nur bedingt ein Abbau lohnen würde.

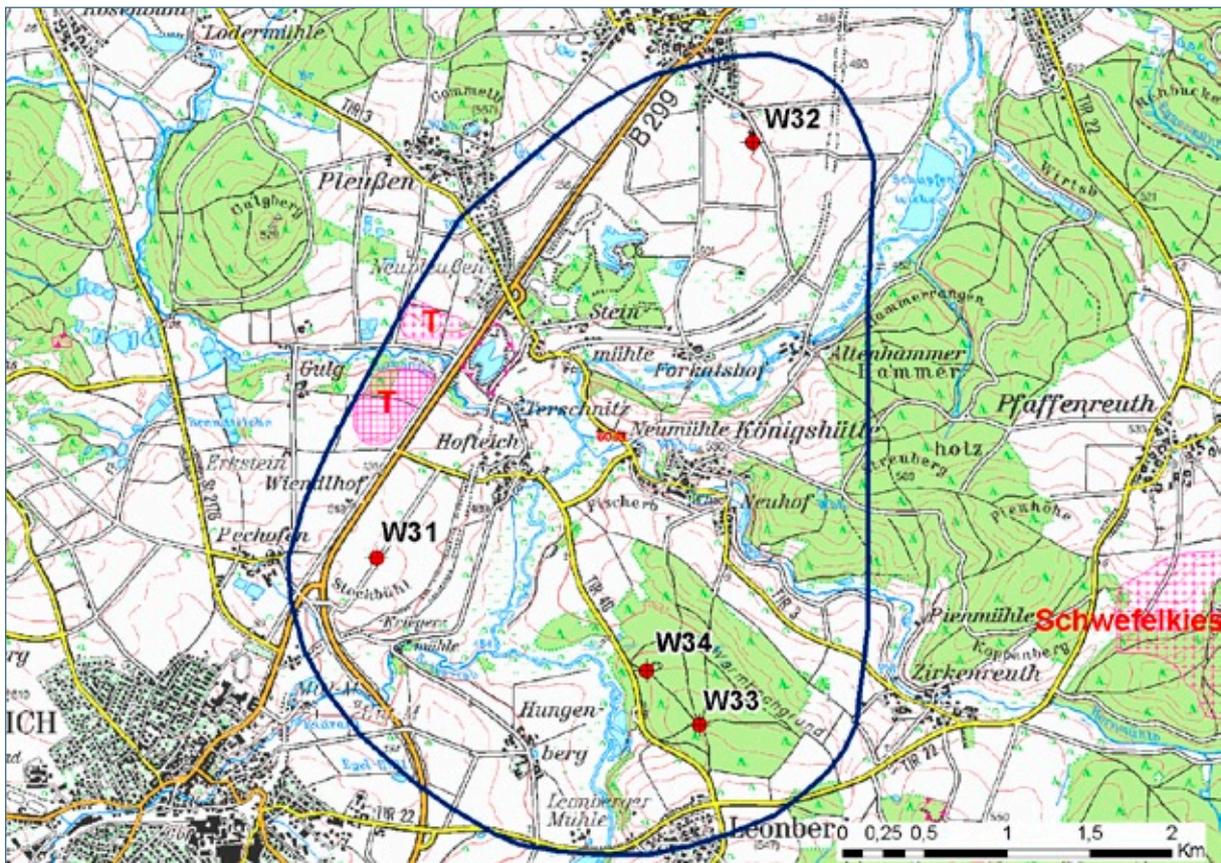


Abb. 5-6: Lage der Bohrpunkte (W31, W32, W33, W34) im Erkundungsgebiet 1, Nordöstlich Mitterteich, (Gittersignatur = Vorranggebiete für Rohstoffe im aktuell gültigen Regionalplan, Kreuzsignatur = Vorbehaltsgebiete für Rohstoffe; T - Ton).



Abb. 5-7: Lateritroter Abschnitt in ca. 20,1 m Tiefe (Bohrung W34).

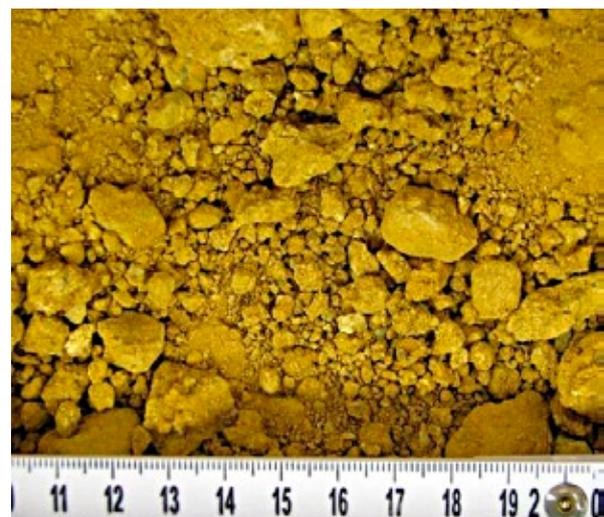


Abb. 5-8: Ockergelber Abschnitt in ca. 20,8 m Tiefe (Bohrung W34).

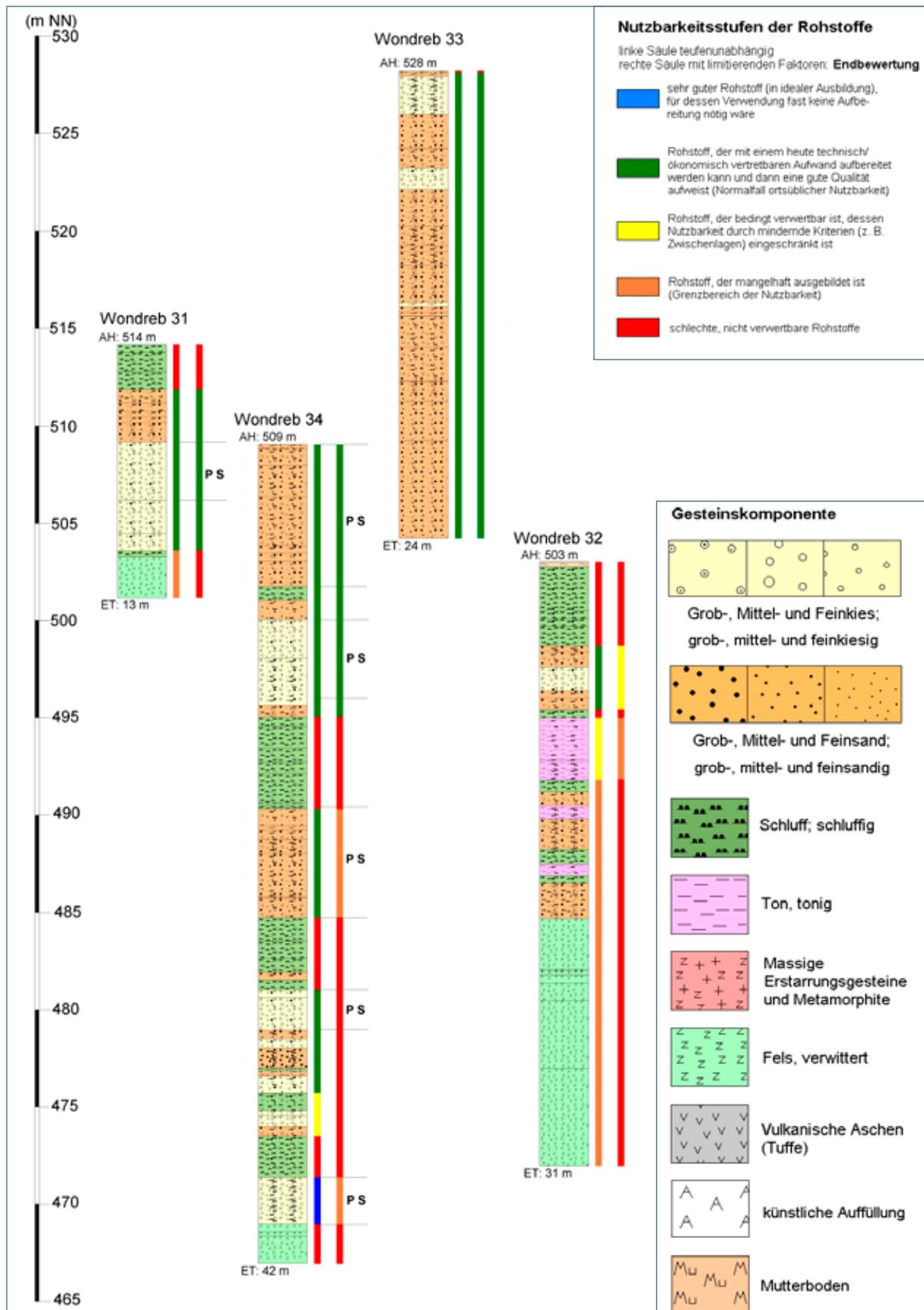


Abb. 5-9: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 1, Nordöstlich Mitterteich (PS – Probe Sand/Kies).

### 5.3.2 Erkundungsgebiet 2: Nordwestlich Wondreb

Der Ablagerungsbereich (Abb. 5-10) erstreckt sich zwischen den Orten Großensees und Wondreb in Richtung ESE beiderseits des Flusses Wondreb. Der Untergrund des Gebietes ist geprägt durch einen Übergang von den magmatischen Gesteinen des Karbon zu den älteren metamorphen Gesteinen des Moldanubikum und Saxothuringikum. Wurde in den Bohrungen W4 und W5 an der Basis noch verwitterter (vergruster) Granit angetroffen, fanden sich in den anderen Bohrungen verwitterte (vergruste) Redwitzite sowie Amphibolite und andere metamorphe Gesteine.

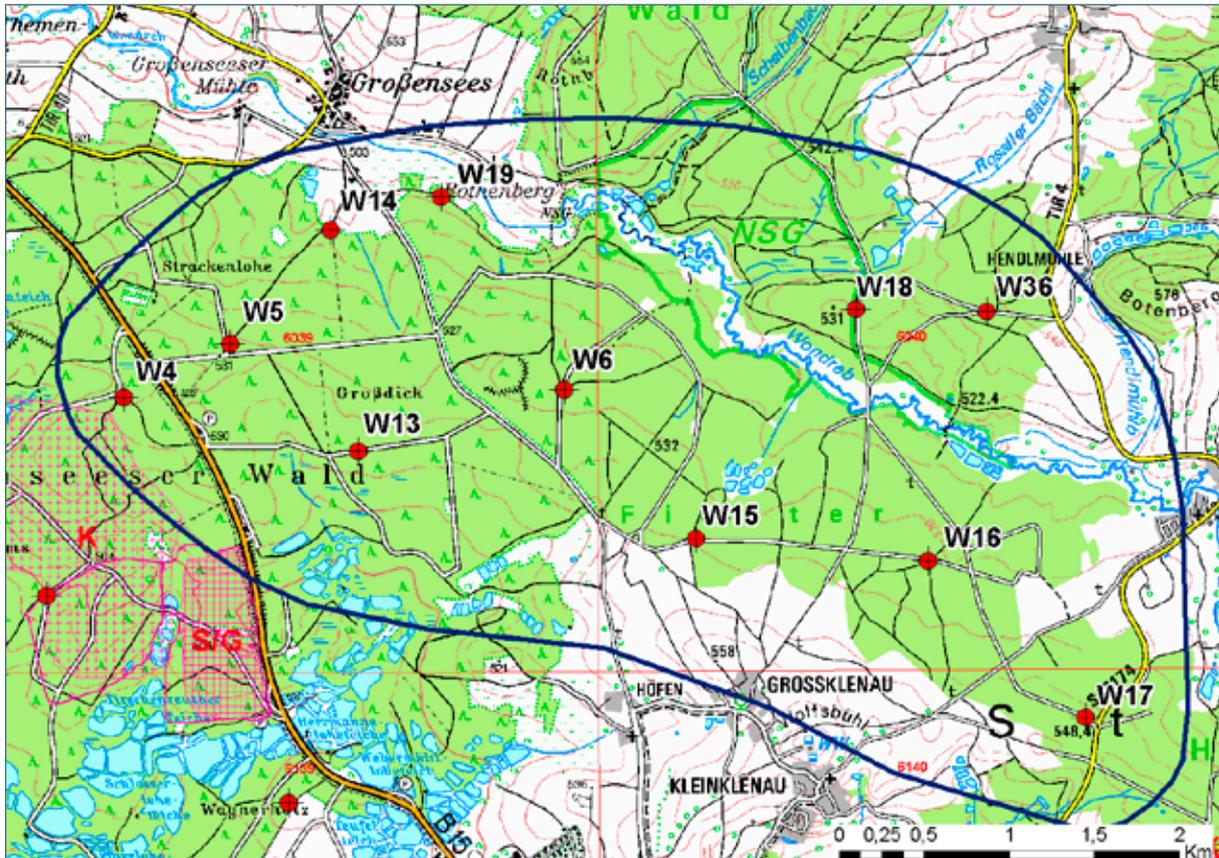


Abb. 5-10: Lage der Bohrpunkte (W4, W5, W6, W13, W14, W15, W16, W17, W18, W19, W36) im Erkundungsgebiet 2, Nordwestlich Wondreb (Gittersignatur = Vorranggebiete für Rohstoffe im aktuell gültigen Regionalplan, Kreuzsignatur = Vorbehaltsgebiete für Rohstoffe; S/G - Sand/Kies, K - Kaolin).

Wesentliches Merkmal ist hier ebenfalls die überwiegend schlechte Sortierung der Sedimente. Innerhalb des Gebietes schwanken die Mächtigkeiten der tertiären Auflage stark. Es handelt sich hierbei um die bekannten unsortierten Grobschüttungen mit kurzen Transportwegen. Neben vorherrschenden Sanden und Kiesen treten auch einige Ton- und Schluffpakete auf. Die Sande und Kiese besitzen häufig schluffige und tonige (auch kaolinitische) Bestandteile. Einzig die Bohrung W14 weist keine mächtigeren sedimentären Ablagerungen auf (Abb. 5-11). Alle anderen Bohrungen zeigen eine wechselhafte Abfolge von Grob- und Feinsedimenten (5–44 m).

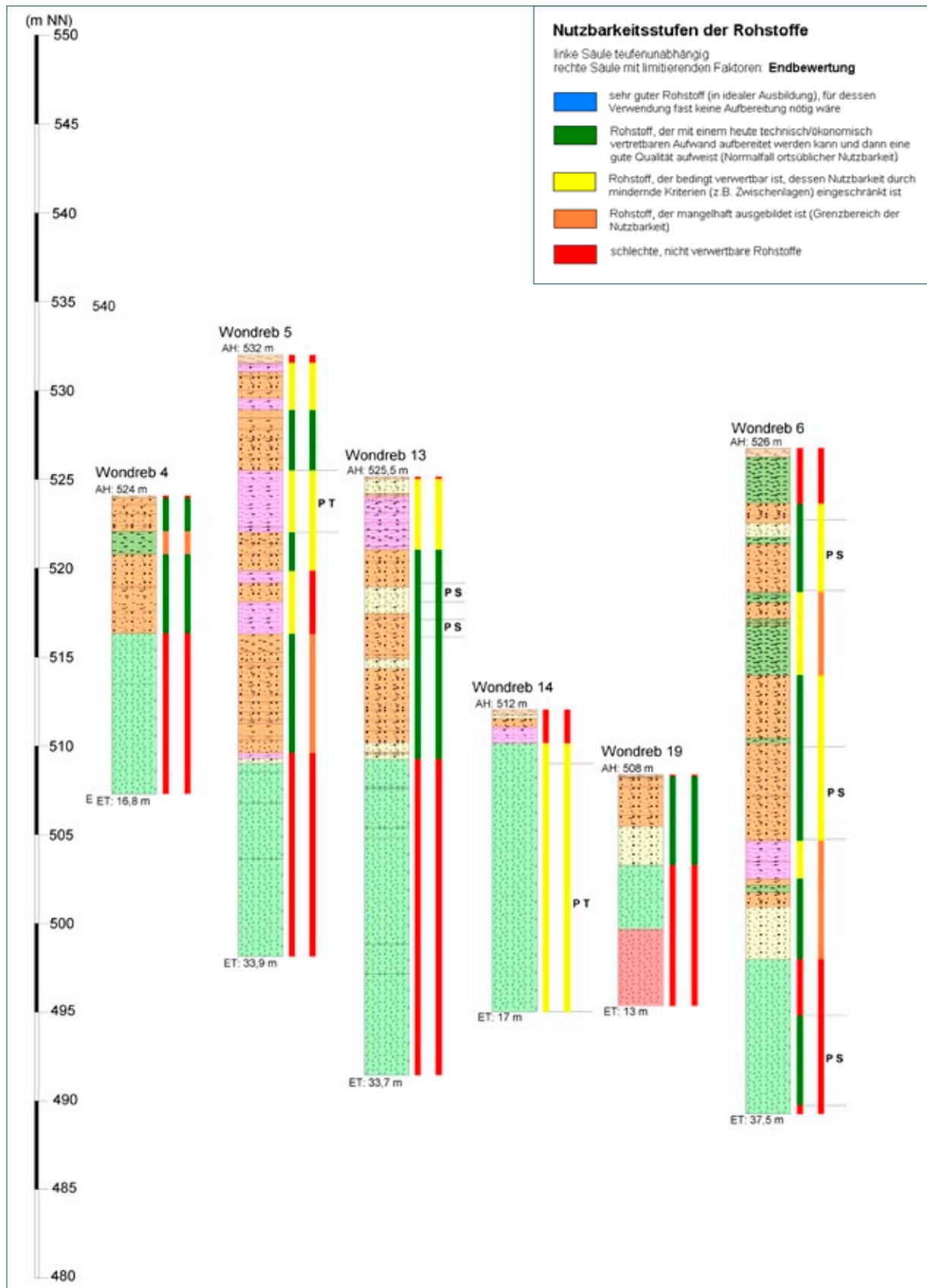


Abb. 5-11: Bohrprofilarstellung im Erkundungsgebiet 2 West, Nordwestlich Wondreb (PS – Probe Sand/Kies, PT – Probe Ton).

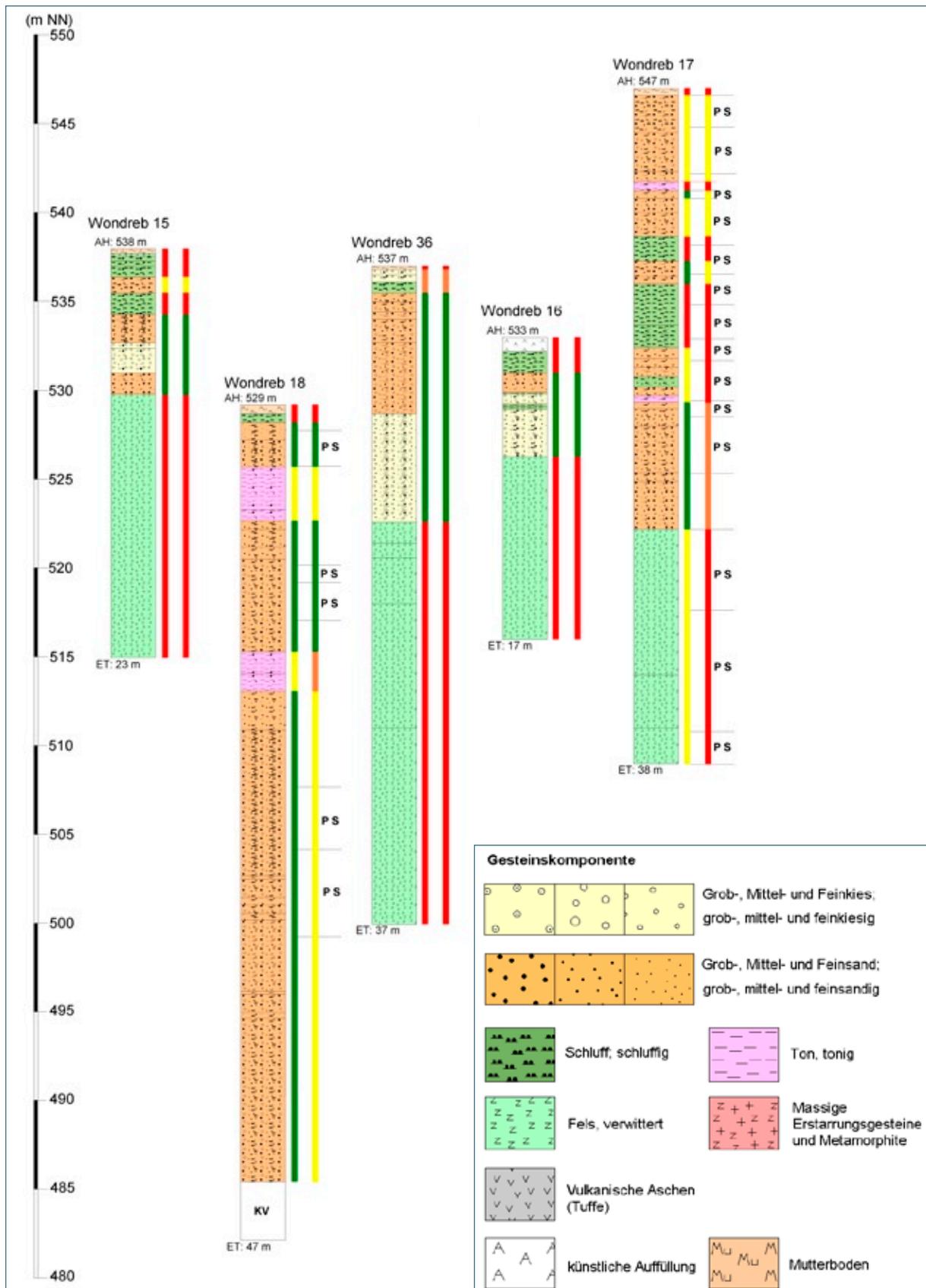


Abb. 5-12: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 2 Ost, Nordwestlich Wondreb (PS – Probe Sand/Kies, KV – Kernverlust).

Die Bohrungen, deren Sedimentinhalt untersucht wurde (W6, W13, W17, W18), erbrachten einen zum Großteil gut verwertbaren Rohstoff (Abb. 5-11, 5-12). Die Sande und Kiese müssen für höherwertige Verwendungen allerdings aufbereitet werden, da sie stark wechselnde Gehalte an Feinmaterial aufweisen. Außerdem wurde in fast allen Bohrungen Grundwasser in den abbaubaren Schichten angetroffen.

In den Bohrungen W4, W19, W15 und W16 konnten nur noch Sedimentmächtigkeiten unter 10 m nachgewiesen werden (Abb. 5-11, 5-12).

Tone in größeren Mächtigkeiten wurden im Erkundungsgebiet 2 nicht beobachtet. Am Zersatzmaterial wurden nur wenige Untersuchungen durchgeführt. Nach einer visuellen Abschätzung ist davon auszugehen, dass der granitische und redwitzitische Zersatz für einen Abbau nicht ausreichend kaolinisiert ist.

Als Besonderheit der Bohrung W18 gelten intensiv gefärbte Bereiche, die auch schon bei anderen Bohrungen (W34 in Erkundungsgebiet 1) aufgetreten sind. Neben gelben, rosa- und ockerfarbenen Abschnitten kommen auch lateritrote Schichten vor (Abb. 5-13, 5-14). Möglicherweise wäre dieses Material als Farberde einsetzbar.



Abb. 5-13: Lateritrote Fein- bis Mittelsande in 6,2 m Tiefe (W18).



Abb. 5-14: Bohrmeter 8 – 10, rosa-violetter und gelber Sand und Kies (W18).

### 5.3.3 Erkundungsgebiet 3: Südöstlich Mitterteich

In diesem Erkundungsgebiet (Abb. 5-15) ist der Mitterteicher Granit über weite Strecken nur von einer geringmächtigen Sedimentbedeckung überzogen. Es handelt sich hierbei um unsortierte Schüttungen mit kurzen Transportwegen. Einzig die Profile der Bohrungen W10, W21 und W22 (Abb. 5-17, 5-21)

weisen mächtigere Sedimente, bestehend aus Sanden/Kiesen und vereinzelt eingeschalteten Tonen, auf. Die tertiären Sedimente sind häufig als unsortierte Grobschüttungen abgelagert worden.

Unter der tertiären Auflage folgt in den Bohrungen W3, W12, W20, W21 und W22 eine sehr mächtige Zersatzdecke aus verwittertem, kaolinitisiertem Granit (zwischen 20 m und 40 m). In den Bohrungen W8, W9, W10 und W11 bilden andere Gesteine (quarzarme Plutonite und Quarzite) das Liegende. Aufgrund einiger Untersuchungen hinsichtlich deren Verwertbarkeit als Tonrohstoffe wurden diese Gesteine in der Regel als schlecht bzw. mangelhaft bewertet.

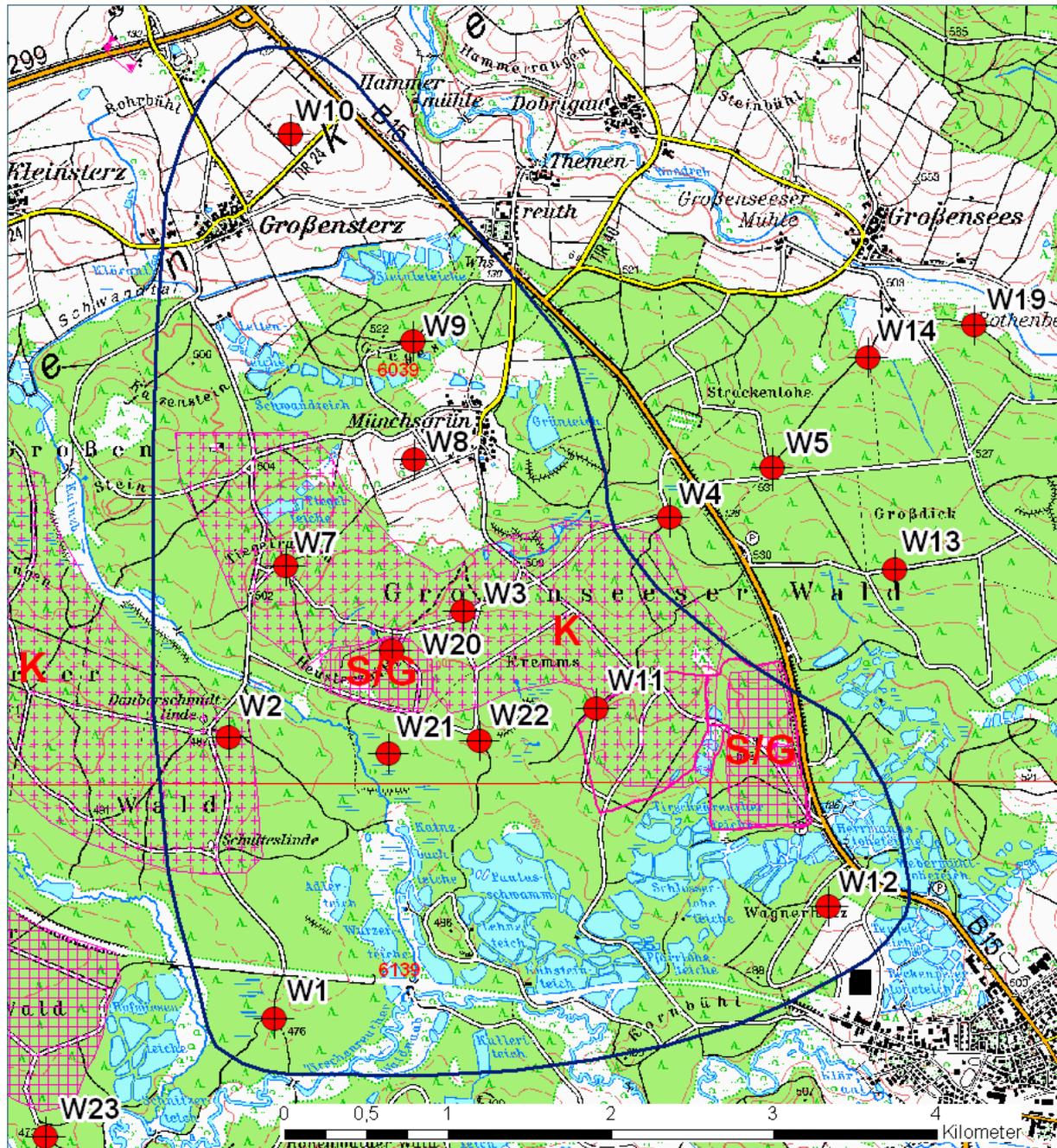


Abb. 5-15: Lage der Bohrpunkte (W1, W2, W3, W7, W8, W9, W10, W11, W12, W20, W21, W22) im Erkundungsgebiet 3, Südöstlich Mitterteich (Gittersignatur = Vorranggebiete für Rohstoffe im aktuell gültigen Regionalplan, Kreuzsignatur = Vorbehaltsgebiete für Rohstoffe; K - Kaolin, S/G - Sand/Kies).

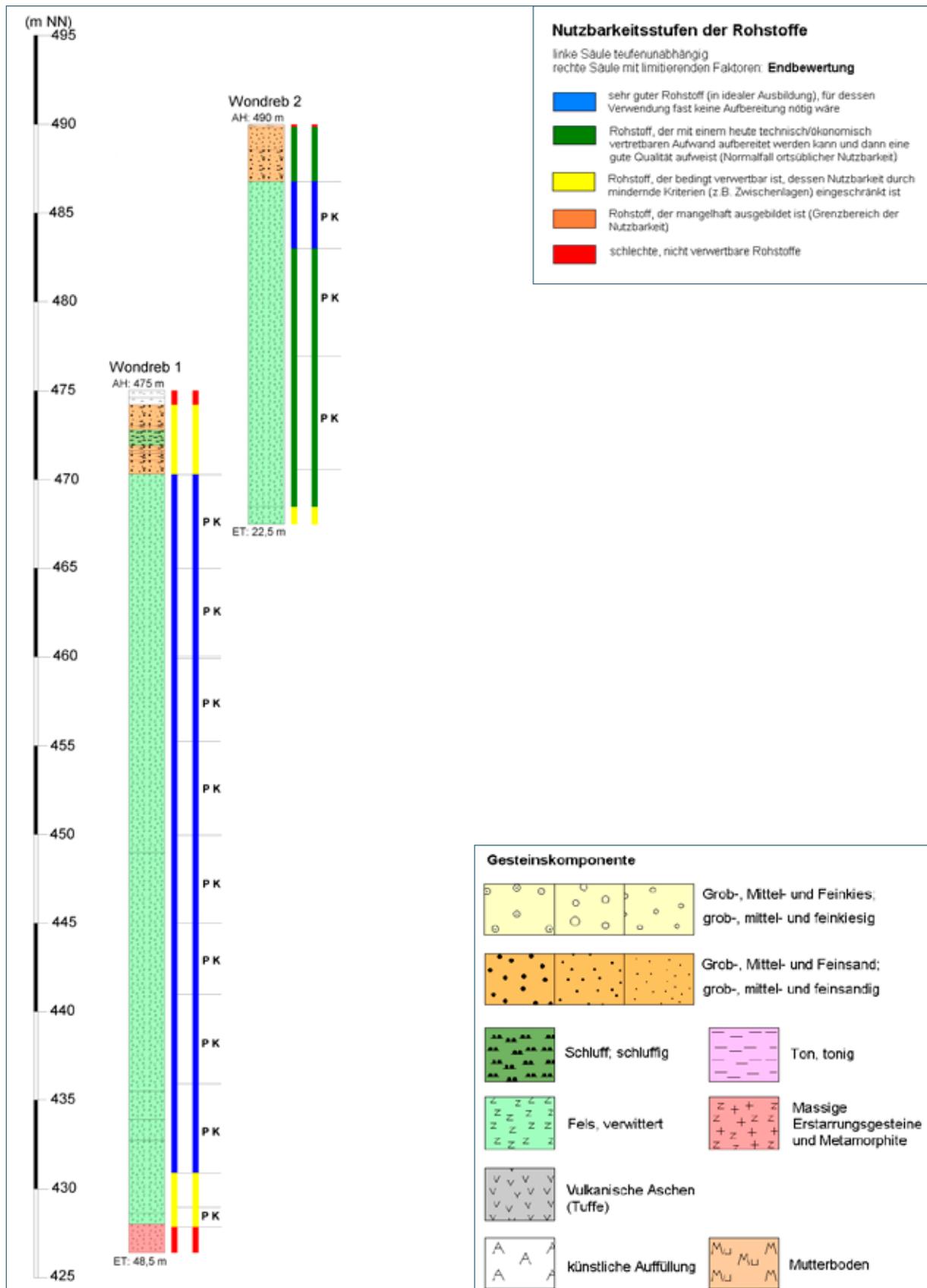


Abb. 5-16: Bohrprofilarstellung im Erkundungsgebiet 3, Südöstlich Mitterteich (PK – Probe Kaolin).

In der Bohrung W1 wurde die intensivste und tiefgreifendste Kaolinitisierung eines fein- bis mittelkörnigen Granits in diesem Gebiet festgestellt (Anhang B, Tab. B-1). In der Bohrung W2 wurde ein in Oberflächennähe stark kaolinisierter feinkörniger Aplitgranit angetroffen. Beide Bohrungen weisen nur eine geringmächtige sedimentäre Auflage aus Sanden (Schluffen) auf (Abb. 5-16).

Die Bohrung W2 liegt bereits in einem Vorbehaltsgebiet (Abb. 5-15) für die Kaolingewinnung (ca. 350 ha), das als Ergebnis der Regionalplan-Fortschreibung (Region 6) im Jahr 2009 ausgewiesen wurde.

Da das Material in der Bohrung W1 ähnlich gute bzw. auch bessere Eigenschaften aufweist (Anhang B, Tab. B-1), könnte das Vorbehaltsgebiet bis zu dieser Bohrung ausgeweitet werden. Neben dem Potenzial für Kaolin bieten beide Bohrungen auch die Möglichkeit für einen Sandabbau im Vorfeld der Kaolingewinnung. Die ca. 3 m mächtigen Sande sind in diesem an solchen Rohstoffen armen Gebiet als zukünftiges, wenn auch kleinräumiges, gewinnbares Vorkommen anzusehen.

Die Bohrung W7 (Abb. 5-15) liegt in einem Vorbehaltsgebiet für Kaolin mit einer Größe von ca. 320 ha. Neben den Wondreb-Bohrungen wurde das Gebiet südlich Mitterteich schon in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts im Rahmen der Rohstofferkundung intensiv untersucht. Die Untersuchungsergebnisse aus der Bohrung W7 bestätigen die Ausweisung eines Vorbehaltsgebietes für Kaolin zumindest in Hinsicht auf die Qualität des Rohstoffs. Die Bilanzierung der Mineralzusammensetzung ergab einen guten Kaolinrohstoff (Anhang B, Tab. B-1), der hier allerdings nur knapp 6 m mächtig ist, da in 8,8 m Tiefe bereits das Anstehende angetroffen wurde. Die Bohrung verdeutlicht die variable Sedimentmächtigkeit, aber auch die unterschiedlich tiefe Verwitterung des Granitzersatzes in diesem Gebiet (Abb. 5-17).

Die sandig-kiesige Sedimentauflage (4,50 m) der Bohrung W8 (Abb. 5-17) könnte für den lokalen Gebrauch genutzt werden.

Die im Erkundungsgebiet niedergebrachte Bohrung W9 ergab hinsichtlich abbaubarer Rohstoffe keine verwertbaren Potenziale (Abb. 5-17).

Positiv zu bewerten ist dagegen die Sedimentfüllung, die in der Bohrung W10 angetroffen wurde. Hält man das vorhandene Tonpaket aus, können dort 10,75 m mächtiger Sand abgebaut werden. Die Untersuchungen (Anhang C, Tab. C-1) ergaben einen schluffigen, schwach kiesigen Sand (Abb. 5-19, 5-20). Auf Grundlage dieser Ergebnisse konnte im Umfeld dieser Bohrung eine Rohstoffpotenzialfläche für Sande und Kiese ausgewiesen werden. Dagegen sprechen die Untersuchungsergebnisse des Tuffits und Quarzits aus dieser Bohrung (Anhang A, Tab. A-2) gegen eine wirtschaftliche Verwertung als Ziegelrohstoff.

Die Bohrung W20 (Abb. 5-15) liegt in einem Vorranggebiet für Sand- und Kiesabbau (ca. 24 ha). Schon früher wurden südlich Münchsgrün am Heusterzbühl Sande und Kiese für den lokalen Bedarf abgebaut. Der Großteil der Sandgrube hat heute einen biotopartigen Charakter; nur noch in einem kleinen Bereich wird bedarfsweise Material abgebaut. Es handelt sich um hellgraubraune sandige Fein- bis Mittelkiese in die sandige Lagen eingeschaltet sind. Darunter folgen ein dünnes Tonband und schluffiger Feinsand (OTT 1996). Damit ähneln sie dem Material in der ehemaligen Grube Mariaweiherholz.

Die Bohrungen W3 und W11 (Abb. 5-15) liegen in einem Vorbehaltsgebiet für Kaolinabbau (ca. 320 ha), das direkt an das Vorranggebiet für Sand angrenzt. Östlich des Vorbehaltsgebietes liegt ein weiteres Vorranggebiet für Sand- und Kiesabbau (ca. 41 ha) im Mariaweiherholz. Dort wur-

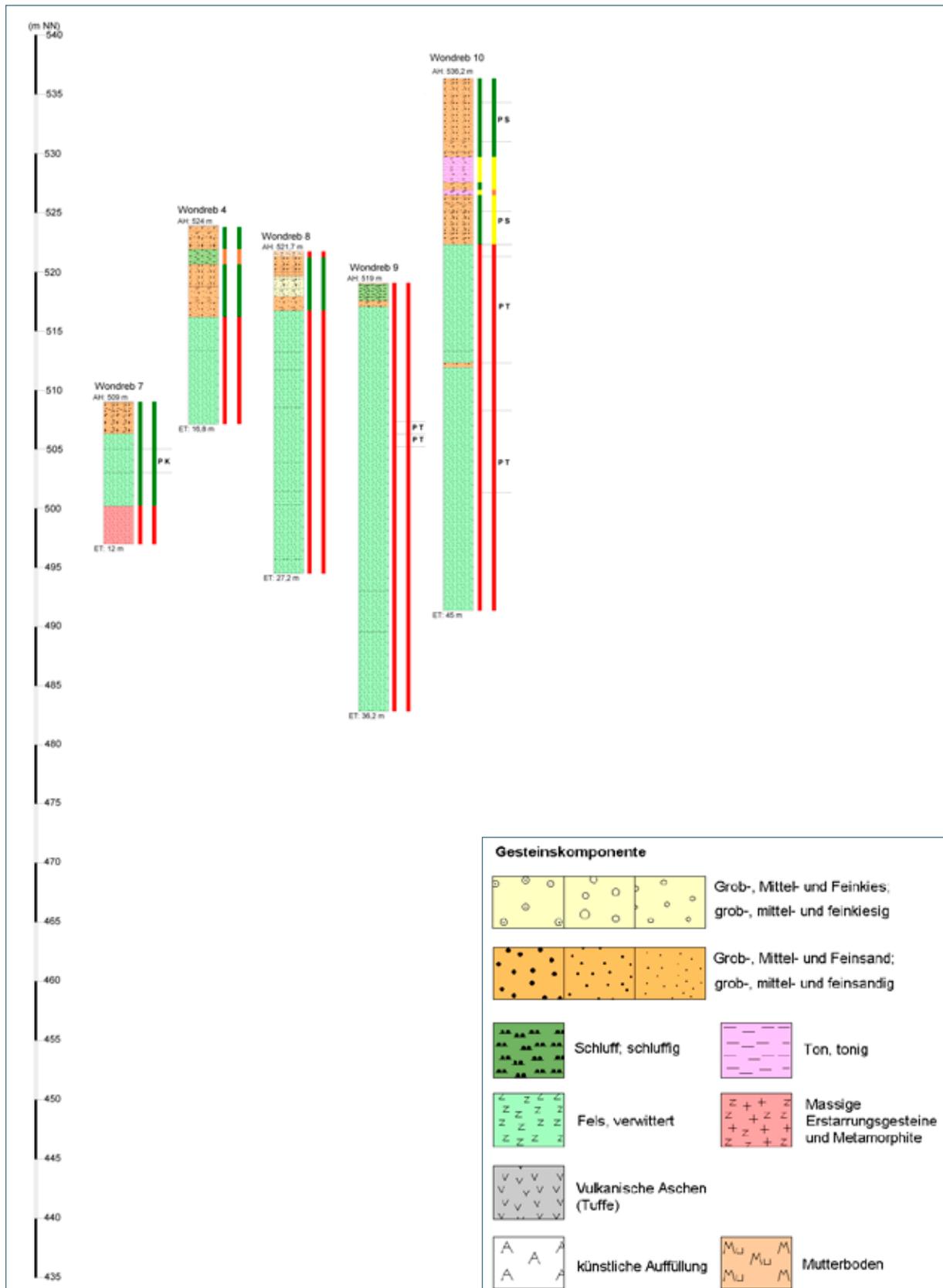


Abb. 5-17: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 3 Nord, Südöstlich Mitterteich (PK – Probe Kaolin, PS – Probe Sand/Kies, PT – Probe Ton); die Bohrung W4 aus dem Erkundungsgebiet 2 wird hier zu Vergleichszwecken mit aufgeführt (gleicher Höhenmaßstab Abb. 5-17 und 5-18).

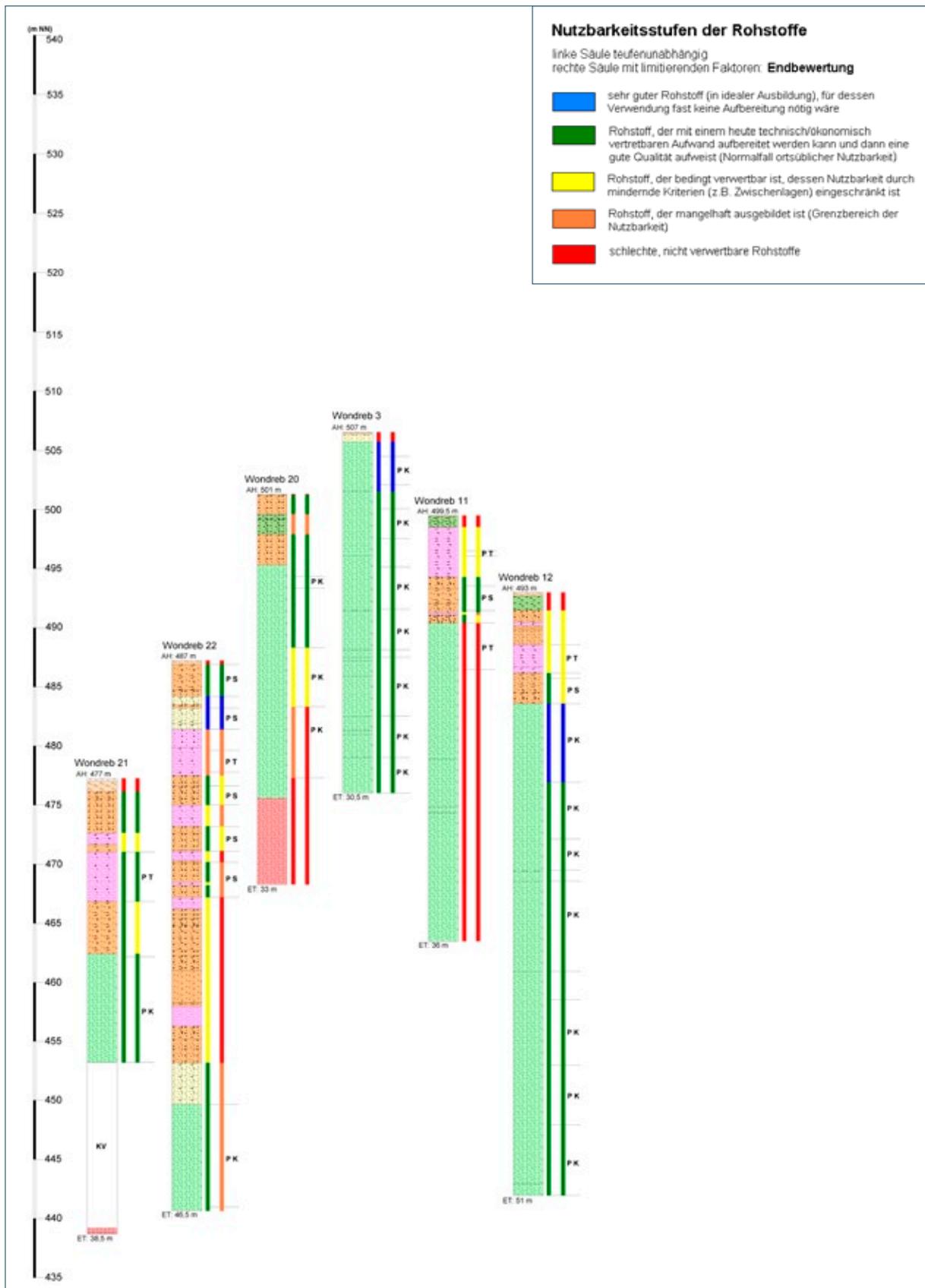


Abb. 5-18: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 3 Süd, Südöstlich Mitterteich (PK – Probe Kaolin, PS – Probe Sand/Kies, PT – Probe Ton, KV – Kernverlust; gleicher Höhenmaßstab Abb. 5-17 und 5-18).

den früher Quarzsande und -kiese abgebaut. Das Material setzt sich zusammen aus graubraunen sandigen Fein- bis Mittelkiesen mit eingeschalteten grauen und dunkelrotbraunen lehmigen Mittel- bis Feinsanden. Während das Material am Heusterzbühl ungestört gelagert ist, wurde es im Mariaweiherholz nachträglich umgelagert und vermischt (OTT 1996). Heute wird das Gelände als Deponie der Stadt Tirschenreuth genutzt.



Abb. 5-19: Ockerfarbener, schwach kiesiger Sand aus 3,7 m Tiefe (W10).



Abb. 5-20: Brauner, schluffig, schwach kiesiger Sand mit schwarzen Flecken aus 12,8 m Tiefe (W10).

In unmittelbarer Nähe befindet sich allerdings eine ehemalige Abbaustelle, in der ähnliches Material ansteht. Es ist hier kiesig ausgebildet (Abb. 5-22). Die möglichen Rohstoff-Gebiete um die Fläche der Bohrungen W21 und W22 sind regionalplanerisch noch nicht umgesetzt. In beiden Bohrungen wurden hohe Sedimentmächtigkeiten angetroffen (Abb. 5-18). Die Lokation der Bohrung W21 wäre gut geeignet für den Abbau von Sanden und Tonen. Die Untersuchungen ergaben bei letzterem eine gute Qualität für höherwertige Ziegeleierzeugnisse (Anhang A, Tab. A-2). Dagegen zeigen die Untersuchungsergebnisse des Tonpakets aus der Bohrung W11, dass der angetroffene Rohstoff höchstens als Zuschlagstoff zu verwenden wäre (Anhang A, Tab. A-2). Die Bohrung W22 weist die mächtigste Sedimentfüllung im Erkundungsgebiet auf (Abb. 5-18). Der verwitterte und kaolinitisierte Granit konnte erst in 38 m angetroffen werden. Zumindest die obersten 5,50 m mit Sanden und Kiesen sind von guter Qualität und könnten, da grundwasserfrei, trocken abgebaut werden. Bereichsweise ist das Material durch organische Beimengungen (Abb. 5-21) dunkel gefärbt.

Dort wo der granitische Zersetz nicht zu weit unter der Geländeoberfläche ansteht, wäre auch eine Förderung dieses Rohstoffs denkbar. Am besten geeignet ist dafür das Umfeld der Bohrung W3. Unter einer sehr geringmächtigen Schicht aus Sedimenten reicht der kaolinitisierte Granit von sehr guter und guter Qualität bis in 15m Tiefe (Anhang B, Tab. B-1). Darunter zeigen die Untersuchungsergebnisse eine deutlich abnehmende Kaolinitisierung.

Die Gewinnungsmöglichkeit ist in der Bohrung W12 deutlich schlechter, da hier der Zersatz erst in 9,4m Tiefe nachgewiesen werden konnte. Aber auch dort steht in den obersten 10 m guter bis sehr guter Rohstoff für die Kaolingewinnung an (Anhang B, Tab. B-1). Die anderen Bohrungen erbrachten keine geeigneten Lagerstätten im Hinblick auf Kaolin.

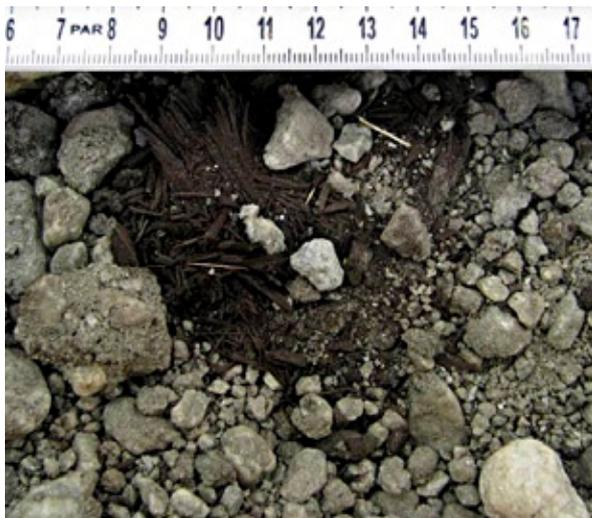


Abb. 5-21: Kiese mit organischen Resten in 5,7 m Tiefe (W22).



Abb. 5-22: Detailansicht Haufwerk (Kiesgrube Mariaweierherholz).

Im Bereich der Bohrungen W12, W21 und W22 kann zurzeit kein Abbau stattfinden, da dort FFH- und SPA-Gebiete (RIS View, Abfrage 11/2010) ausgewiesen sind. Eine zukünftige Gewinnung im Umfeld dieser Bohrungen ist allerdings denkbar.

#### 5.3.4 Erkundungsgebiet 4: Schönhaider Becken

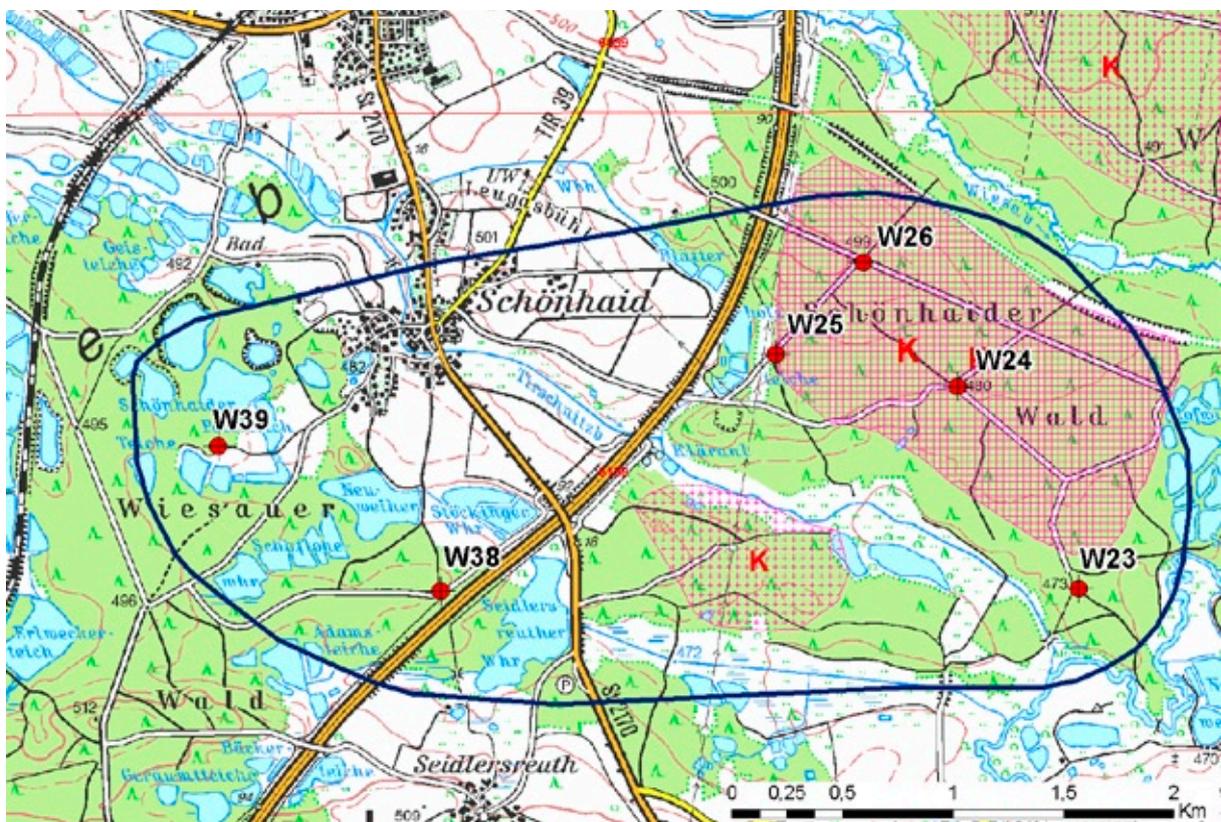


Abb. 5-23: Lage der Bohrpunkte (W23, W24, W25, W26, W38, W39) im Erkundungsgebiet 4, Schönhaider Becken (Gittersignatur = Vorranggebiete für Rohstoffe im aktuell gültigen Regionalplan, Kreuzsignatur = Vorbehaltsgebiete für Rohstoffe; K - Kaolin).

Die Bohrungen dieses Erkundungsgebietes (Abb. 5-23) liegen im SW des Mitterteicher Beckens. Der Bereich liegt zwischen den Aufdomungen des Mitterteicher (E) und des Falkenberger Granits (W), wobei die Lage von Schönhaid in etwa die Gebietsmitte beschreibt. Größere Sedimentmächtigkeiten konnten in diesem Bereich nicht festgestellt werden, die Ablagerungen sind zum Großteil schlecht sortiert. Diese sind in ihrer Zusammensetzung eindeutig aus umgelagertem Granitgrus des unmittelbaren Nahbereiches abzuleiten. Lokal treten im nordöstlich gelegenen Teilabschnitt (Schönhaider Wald) geringmächtige, gut sortierte Schichtglieder auf.

In den Bohrprofilen wurden kaum mehr als 10 m mächtige tertiäre Sedimente erbohrt (Abb. 5-24). Neben größeren Schluffpaketen treten geringmächtige, rasch wechselnde Sand- und Tonlagen auf. Auffällig bei den niedergebrachten Bohrungen ist auch der verschieden mächtig ausgebildete granitische Zersatz. So werden meist nur 15 m Zersatz erbohrt, worauf bereits das feste anstehende Gestein folgt. Nur die Bohrungen W26 und W24 erreichen größere Zersatzmächtigkeiten von ca. 30 m. In letzterer konnte der Zersatz nicht durchteuft werden.

Im Umkreis der Bohrungen W24, W25 und W26 liegt bereits ein ausgewiesenes Vorranggebiet von ca. 185 ha für die Kaolingewinnung (Abb. 5-23). Unmittelbar südlich dieses Gebietes befindet sich ein kleineres Vorbehaltsgebiet von ca. 37 ha für Kaolin (Abb. 5-23). Grundlage für die Ausweisungen waren neben den neuen Wondreb-Bohrungen frühere Rohstoffuntersuchungen aus den 1970er und 1980er Jahren (BIS-BY, Abfrage 11/2010).

Noch bis in die 1970er Jahre hinein wurde aus den Gruben westlich von Schönhaid Kapselerde gewonnen. Die gelblichweißen, geschichteten Tonsedimente mit eingelagerten dunkel-grauen Tonhorizonten liegen dort dem in-situ kaolinitisierten Granit auf (KROMER 1978). Es handelt sich dabei um umgelagerte Zersatzprodukte des alttertiären subtropischen Verwitterungsmantels. Das im Gelände visuell als Tonsediment angesprochene Gestein weist nach Laborbefund ein Schluffmaximum (53 %) auf. Die Tonfraktion (16 %) wird nahezu ausschließlich aus Kaolinit (95 %) gebildet (KÖRBER & ZECH 1984). Das Material wurde aufgrund seiner feuerfesten Eigenschaften zur Herstellung von sogenannten Kapseln in der Porzellanindustrie verwendet. Zeugnisse einer regen Abbautätigkeit liefern noch heute die vielen kleinen Seen in diesem Gebiet. Südöstlich und südlich von Schönhaid wurden dagegen in mehreren Gruben tertiäre Sande und Kiese abgebaut, die auch in den Bohrungen W24, W25, W26 angetroffen wurden.

Generell kann man sagen, dass die Sedimentbedeckung im Erkundungsgebiet 4 relativ gering ist (Abb. 5-24). Nur in den Bohrungen W23 und W38 wurden Mächtigkeiten um 10 m angetroffen. Neben Sanden und Kiesen kommen untergeordnet auch geringmächtige Schluffe und Tone vor. Aufgrund des raschen Fazieswechsels der Sedimente ist ein Abbau bei W38 wirtschaftlich nicht durchführbar. In der nur 1,4 km nordwestlich gelegenen Bohrung W39 konnte nur eine geringmächtige sedimentäre Schicht bestehend aus Schluffen nachgewiesen werden.

Die Bohrung W23 ist die einzige, in der Sande und Kiese in größerer Mächtigkeit nachgewiesen wurden (Abb. 5-24). Ein zukünftiges Rohstoffpotenzialgebiet für Sand und Kies würde das bestehende Vorbehaltsgebiet für Kaolin zum Teil überlappen. Die Ausweisung eines FFH- und SPA-Gebietes (RIS View, Abfrage 11/2010) erschwert momentan allerdings einen Abbau.

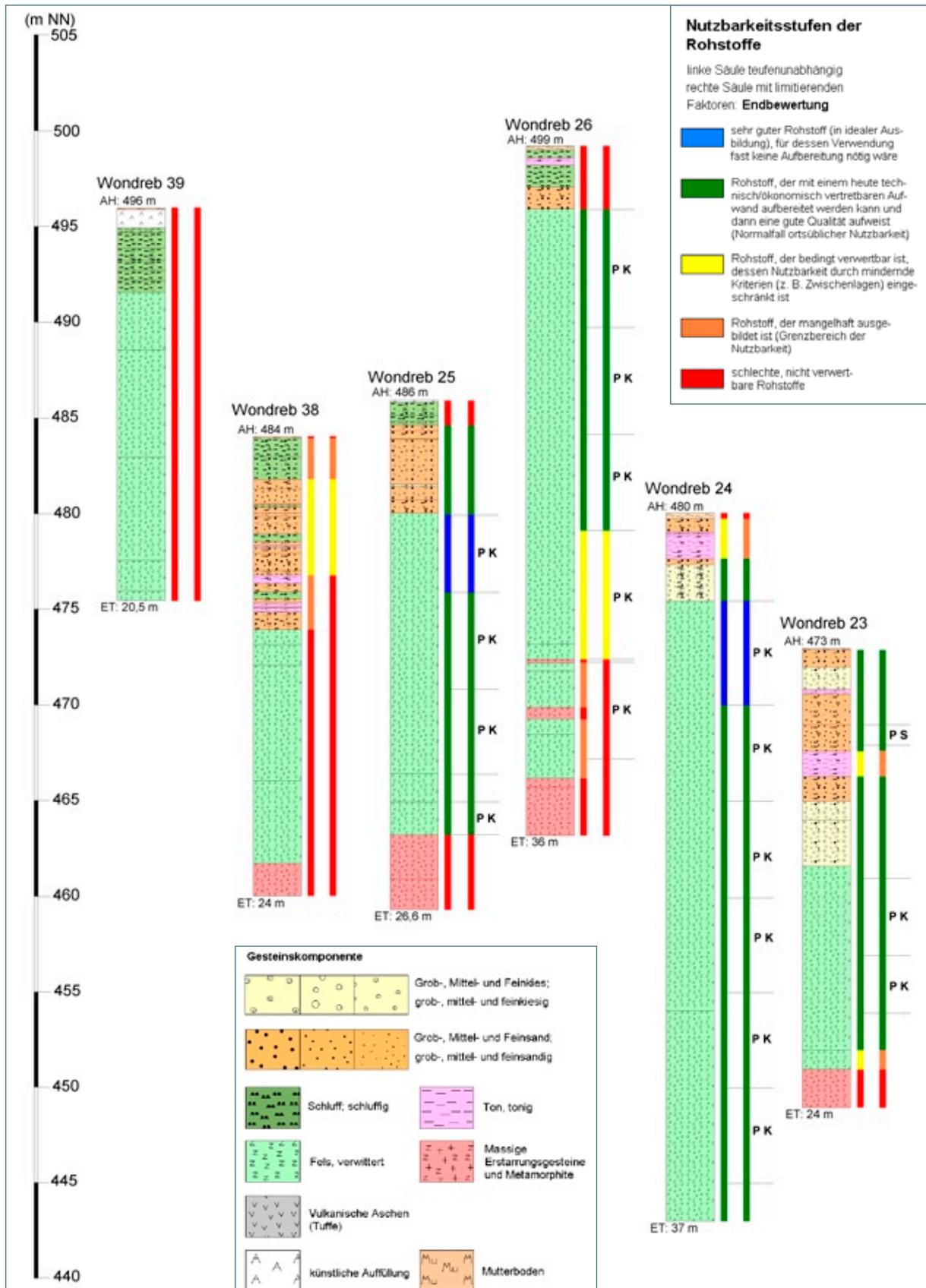


Abb. 5-24: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 4, Schönhaider Becken (PK – Probe Kaolin, PS – Probe Sand/Kies).

Von besonderem Interesse in diesem Gebiet ist allerdings der granitische Zersatz. Hier ist zwar die Zone des verwitterten Festgesteins in der Regel nicht sehr mächtig ausgebildet aber in den obersten Teufen ein Kaolin-Rohstoff von sehr guter Qualität entwickelt, was durch die Bohrungen W24 und W25 dokumentiert wird. Das darunter folgende Material der Bohrungen W24, W25 und W26 kann immer noch als gut eingestuft werden (Anhang B, Tab. B-1). Diese Bohrungen bestätigen somit die Ausweisung des Vorranggebietes für Kaolinabbau.

### 5.3.5 Erkundungsgebiet 5: Wiesauer Wald – Mitterteicher Rinne

Dieses Erkundungsgebiet umfasst den Raum südwestlich von Mitterteich (Abb. 5-25). Die Mitterteicher Rinne verläuft entlang der Steinwald-Heraushebung in SW-NE Richtung. In ihr finden sich die größten Sedimentmächtigkeiten im Untersuchungsgebiet bei meist guter Sortierung.



Abb. 5-25: Lage der Bohrpunkte (W27, W28, W29, W30) im Erkundungsgebiet 5, Wiesauer Wald-Mitterteicher Rinne (Gittersignatur = Vorranggebiete für Rohstoffe im aktuell gültigen Regionalplan, Kreuzsignatur = Vorbehaltsgebiete für Rohstoffe; B - Basalt, K - Kaolin, T - Ton).

In den Bohrprofilen wurde eine Sedimentationsabfolge erbohrt, die der beschriebenen Idealabfolge entspricht. Auf geringmächtige Basisgerölle folgen überwiegend sandige Serien, die maximal 40 m mächtig werden können. Diese werden von meist tonigen Sedimenten mit ähnlichen Mächtigkeiten überlagert. Sie beschließen den bis hierher herrschenden Gradierungstrend der gesamten Sedimentabfolge (Abb. 5-28). Darüber folgen vulkanosedimentäre Ablagerungen, die von unsortierten Schüttungen abgeschlossen werden. Die vergleichsweise gute Sortierung der Sedimente weist auf eine

verhältnismäßig große Entfernung zum Liefergebiet hin. Die in den Bohrprofilen angetroffenen vulkanischen Gesteine (Basalte, Tuffe, Aschen) können allerdings nicht als sicherer Bezugspunkt für eine Normierung der Profile verwendet werden, da sie nicht auf einer ebenen Fläche abgelagert worden sein müssen. Außerdem ist unklar, ob es sich um zeitlich korrelierbare vulkanische Ereignisse handelt. Da die Basalte meist vollständig zu Rotlehmen verwittert sind, können geochemische Methoden auch keine befriedigenden Antworten zur Klärung dieser Frage liefern.

Wie aus Abbildung 5-25 ersichtlich ist, stehen die Bohrungen W27, W28 und W29 im weiteren Umfeld eines aufgeschlossenen Abbauareals von Ton. Im Zuge der Fortschreibung des Regionalplanes der Region 6 (Oberpfalz Nord) aus dem Jahr 2009 wurde hier ein Vorranggebiet (rund 200 ha) für Tone im Wiesauer Wald, zwischen Wiesau und Mitterteich, ausgewiesen.

Neben vielen Ton-Erkundungsbohrungen aus dem Zeitraum 1980 bis 1990 (BIS-BY, 227 Bohrungen, Abfrage 11/2010), die im Wiesauer Wald niedergebracht wurden, waren auch die Wondreb-Bohrungen eine Grundlage für die Ausweisung dieser Fläche. In der aktuellen Grube werden auf einer Fläche von ca. 14,6 ha (Rauminformationssystem der Landes- und Regionalplanung in Bayern – RIS View, Abfrage 11/2010) grauweiße Kaolintone abgebaut, die von hellbraunen, schluffig-feinkiesigen Mittel- bis Grobsanden überdeckt werden. Das angetroffene Material wird selektiv je nach Ausbildung und Anforderung gewonnen.

Unmittelbar westlich dieser Fläche wurde zwischen Triebendorf und Schönfeld ein Vorranggebiet (ca. 84 ha) für die Basaltgewinnung ausgewiesen. Dort wurden früher Basaltdecken und Schlotfüllungen abgebaut, derzeit ruhen alle Aktivitäten. Im Bruch wurden zwei Basalttuffdecken, getrennt durch graue Tone, angetroffen. Der Granit im Liegenden ist bis in 73 m Tiefe verwittert. Wie am Großen Teichelberg, nördlich des Erkundungsgebietes, handelt es sich bei dem Basalt um einen Olivinnephelin (SOBANSKI 1988). Am Teichelberg wird das schwarze, leicht graue Material heute noch gewonnen. Es zeichnet sich sowohl durch seine chemisch-mineralogische Homogenität als auch seine große Härte aus, die es für einen Einsatz als Gleisschotter besonders geeignet macht. In der dichten Grundmasse treten vereinzelt Olivineinsprenglinge auf. Das Gestein tritt in großen polygonalen Absonderungsformen auf, die sich in Richtung des liegenden Tuffs in kleinere Polyeder aufgliedern. Nordöstlich des Teichelberges wird der Basalt am Hirschentanz abgebaut. Es handelt sich um das gleiche Gestein, das hier allerdings petrographisch variabler ausgebildet ist. Neben den massig-säuligen Basalten treten auch immer wieder Tufflagen auf. Im alten Bruch, in dem zwischen ca. 1970 und 2000 der Basalt gewonnen wurde, ist heute auf der untersten Sohle der Kontakt des unterlagernden Granits mit dem Basalt aufgeschlossen.

In den Bohrungen W27, W28 und W29 wurden z. T. mächtige Tonschichten (Abb. 5-27, 5-28) nachgewiesen, allerdings besitzen nur die Tone der Bohrung W27 eine so geringmächtige Überdeckung, dass dort eine wirtschaftliche Gewinnung möglich wäre. Bereits in 3,60 m Tiefe wurde hier Ton angetroffen. Bei den anderen beiden Bohrungen müsste zuvor eine mächtigere Abraumschicht, bestehend aus verschiedenen Materialien, beräumt werden. Ein künftiger Abbau wäre dort gegebenenfalls unter einer gesteigerten Nachfragesituation möglich. Die untersuchten Proben aus den drei Bohrungen lassen z. T. auf eine Eignung zur Erzeugung höherwertiger Ziegeleierzeugnisse schließen (Anhang A, Tab. A-2). Vergleicht man alle Kornsummenkurven der Tonproben aus den drei Bohrungen (Anhang A, Tab. A-1) sowie Daten aus der aktuell ausgebeuteten Tongrube inmitten der Bohrungen (ОТТ 1996) stellt man gewisse Ähnlichkeiten bei den Körnungslinien fest.



Abb. 5-26: Hellbrauner Fein- bis Mittelsand, muskovitföhrnd, aus 25,3 m Tiefe (W27).



Abb. 5-27: Rötlich, gelblicher Ton aus 29,3 m Tiefe (W28).

Es wird aber auch deutlich, dass die Korngrößenzusammensetzung der einzelnen Schichten starken Schwankungen unterworfen ist (20 % bis maximal 46 % Ton, arithmetisches Mittel 32 %). Auch die chemische Analytik (Tab. 5-4) bestätigt die Variabilität der untersuchten Materialien, was einen selektiven Abbau erforderlich macht, der in der Praxis derzeit schon betrieben wird. Die günstigen Materialeigenschaften in Bohrung W27 sprechen für eine Vergrößerung des bestehenden Vorranggebietes bis zu dieser Bohrung. In den Bohrungen W37 und W30 wurden ebenfalls Tone erbohrt. Vor allem in letzterer wurden mächtige Tonschichten angetroffen, die hier aber erst in 30 m Tiefe anstehen. Das ungünstige Verhältnis von Abraum zu Rohstoff schließt hier jedoch einen künftigen Abbau aus.

Neben den Tonen wurden in allen Bohrungen auch teils mächtige Sandschichten (Abb. 5-26) erbohrt, diese allerdings meist erst in sehr großer Tiefe. Beim Vergleich der Ergebnisse hinsichtlich Korngrößenverteilung für die Bohrungen W27, W28, W29 und W30 fällt die große Ähnlichkeit der Sandproben aus den Bohrungen W27, W29 und W30 auf (Anhang C, Tab. C-1). Bei allen diesen Proben handelt es sich um schwach schluffige Sande, die einen Sandanteil > 90 % aufweisen. Nur die Ergebnisse für das Material aus der Bohrung W28 weichen davon deutlich ab (bis zu 32 % Kiesanteil und höherer Anteile an Ton und Schluff). Die Körnungslinien zeigen, dass die meisten Proben ihr Maximum bei der Korngröße Mittelsand haben. Auch wenn die Qualität der Sande gut ist, ist ein Abbau in derartig großen Tiefen wirtschaftlich nicht durchführbar.

Sieht man von einer fraglichen Gewinnbarkeit der Rohstoffe aufgrund mächtiger hangender Schichten ab, kann man grundsätzlich sagen, dass das Erkundungsgebiet 5 reich an Ton- und Sandrohstoffen ist und zumindest ein Tonabbau generell möglich wäre, da dort zurzeit keine konkurrierenden Interessen, wie Naturschutz etc. bestehen (RIS View, Abfrage 11/2010).

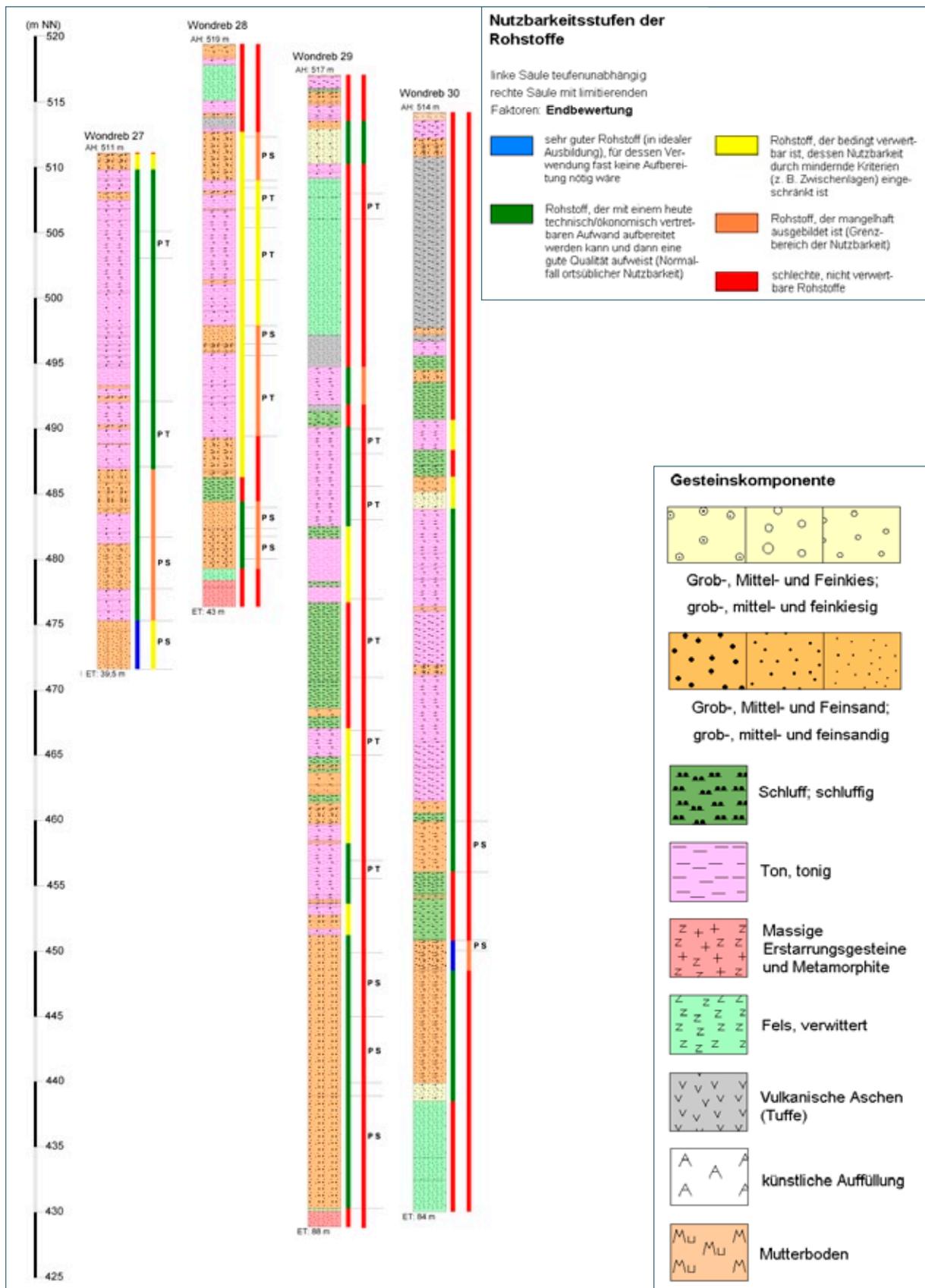


Abb. 5-28: Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 5, Wiesauer Wald-Mitterteicher Rinne (PT – Probe Ton, PS – Probe Sand/Kies).

### 5.3.6 Erkundungsbohrung W37, am Großen Teichelberg

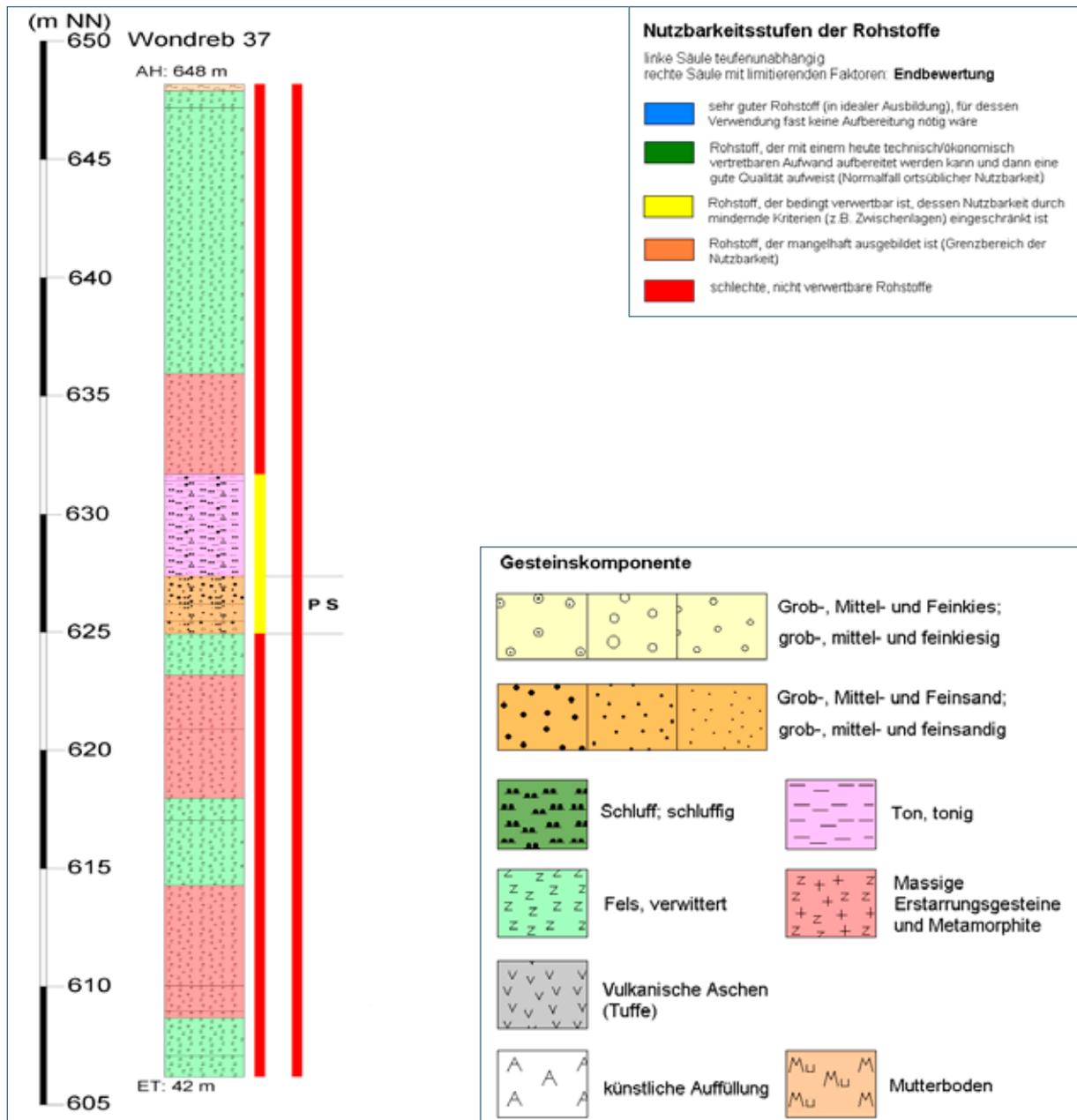


Abb. 5-29: Bohrung W37 (PS – Probe Sand/Kies).

Die Bohrung W37 südlich des Teichelberges (Abb. 5-1) sollte sowohl verwertbare Rohstoffpotenziale im Randbereich der Mitterteicher Rinne unter vulkanischer Überdeckung erkunden als auch eine mögliche Fortsetzung des östlich gelegenen Tonvorkommens erschließen. Denn etwa 700 m östlich der Bohrung W37 befindet sich die alte Tongrube Frankengrün. Dabei handelt es sich um ein 20–25 m mächtiges Vorkommen, rot-weiß-grün gefleckter, im unteren Bereich auch gelblicher kaolinitischer Tone. Sie liegen unter 1–2 m Basaltfließerde und 5–6 m mächtigen Quarzkiesreichen Sanden (Louis 1984). Vergleicht man sie mit den Steinmühler Tonen, nordöstlich von Mitterteich, zeigen sich höhere Sandgehalte, bei etwa gleichem Feinstkornanteil. Der Mineralgehalt ähnelt sich stark (KROMER 1978). Die kiesreichen Sande enthalten in der Tonfraktion etwa 80 % Kaolinit,

den Rest bilden Illite. Die Ergebnisse weisen auf ein fluviatiles Sediment aus intensiv verwittertem Material hin (Louis 1984).

In der Bohrung W37 wurde im vermutlich tektonisch verstellten, westlichen Anschlussbereich an die Mitterteicher Rinne unter einer 17 m mächtigen Basaltdecke eine 6 m mächtige Tertiärabfolge erbohrt (Abb. 5-29). Der grobkörnige Granit im Liegenden des Tertiärs ist bis in größere Tiefen verwittert. Mineralogische Untersuchungen des Tones liegen nicht vor.

## 6 Vorschläge für Rohstoffpotenzialflächen

Die Reihenfolge der im Folgenden dargestellten Rohstoffpotenzialflächen orientiert sich innerhalb der Teilkapitel 6.1 bis 6.3 an der Qualität des angetroffenen Rohstoffs sowie am Erkundungsgrad.

### 6.1 Ton

Nur im Erkundungsgebiet 5 konnten qualitativ gute Tone in großer Mächtigkeit erbohrt werden. Die Bohrungen W27, W28 und W29 begrenzen ein bestehendes Vorranggebiet für den Tonabbau. Mächtigkeit und Ausbildung der Tone in der Bohrung W27 erlauben eine Erweiterung des Vorranggebietes nach Westen. Eventuell ist auch eine Ausdehnung im östlichen Umfeld der Bohrung W28 möglich (Abb. 6-1). Dort ist allerdings die Mächtigkeit der Überdeckung mit ca. 10 m relativ hoch und die Qualität der Tone nicht so hochwertig. Die Bohrung W29 dokumentiert das Abtauchen des Tonvorkommens nach Norden. Es ist hier mit einer Überdeckung von ca. 25 m zu rechnen und somit ein wirtschaftlicher Abbau nicht möglich.

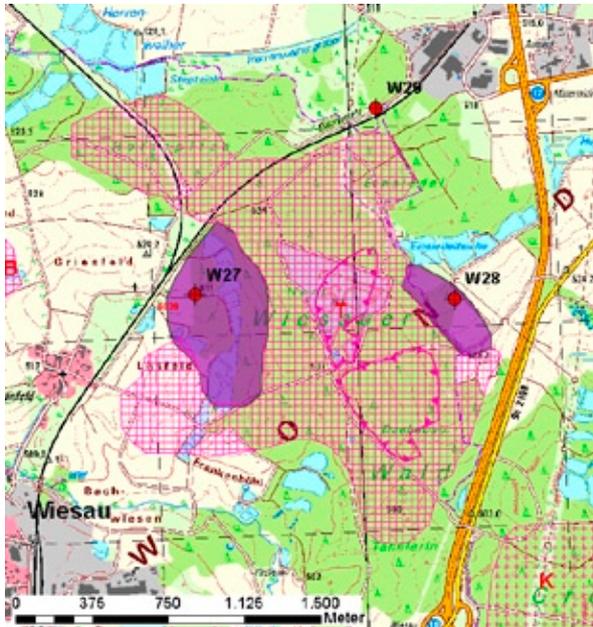


Abb. 6-1: Mögliche Erweiterung des bestehenden Vorranggebietes im Erkundungsgebiet 5 (Vollfarbe lila).

W27:  
 Fläche: ca. 32,0 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 22,0 m  
 Tonnage: 12,5 Mio t

W28:  
 Fläche: ca. 9,5 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 17,0 m  
 Tonnage: 3,0 Mio t

Daneben sind die Tone des Untersuchungsgebietes 3 als potenzielle Rohstoffquellen anzusehen. Die in der Bohrung W21 angetroffenen Tone weisen eine ähnliche Qualität wie die des Erkundungsgebietes 5 auf. Sie erreichen allerdings eine deutlich geringere Mächtigkeit und werden von ca. 6 m mächtigen Sanden und Kiesen überlagert. Um die Ausdehnung dieses Vorkommens sowie seine Bauwürdigkeit konkretisieren zu können, sind weitere Bohrungen im Umfeld nötig (Abb. 6-2). In der nur knapp 600 m entfernten Bohrung W22 konnte unter vergleichbarer Überdeckung, jedoch in einem ca. 12 m höheren Niveau ebenfalls ein Tonpaket nachgewiesen werden. Hiervon liegen allerdings nur zum Teil keramotechnische Untersuchungsergebnisse, mit deutlich schlechteren Qualitäten vor. Ob bzw. inwieweit beide Tonhorizonte weitflächig zusammenhängen bzw. gegeneinander tektonisch verstellt sind, ist nicht bekannt. Daher beschränkt sich die Rohstoffpotenzialfläche in Abbildung 6-2 nur auf das nähere Umfeld der Bohrung W21.

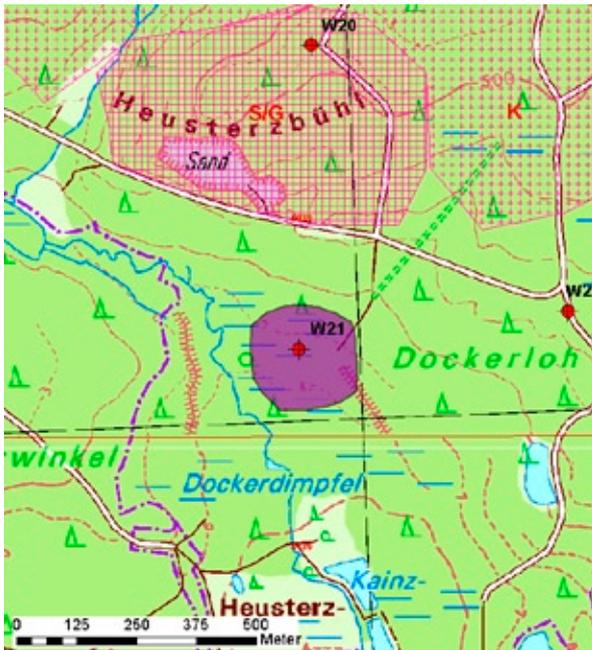


Abb. 6-2: Rohstoffpotentialfläche für Ton (Vollfarbe lila) im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrung W21.

Fläche: ca. 4,2 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 5,0 m  
 Tonnage: 0,4 Mio t

Ebenfalls im Erkundungsgebiet 3 liegt die Bohrung W11 (Abb. 6-3), in der oberflächennah rund 4 m mächtiger Ton erbohrt werden konnte. Die Tone wurden aufgrund der Untersuchungsergebnisse etwas schlechter bewertet als bei den Bohrungen W27 und W21, sie sind aber bei entsprechender Aufbereitung als Rohstoff verwertbar.

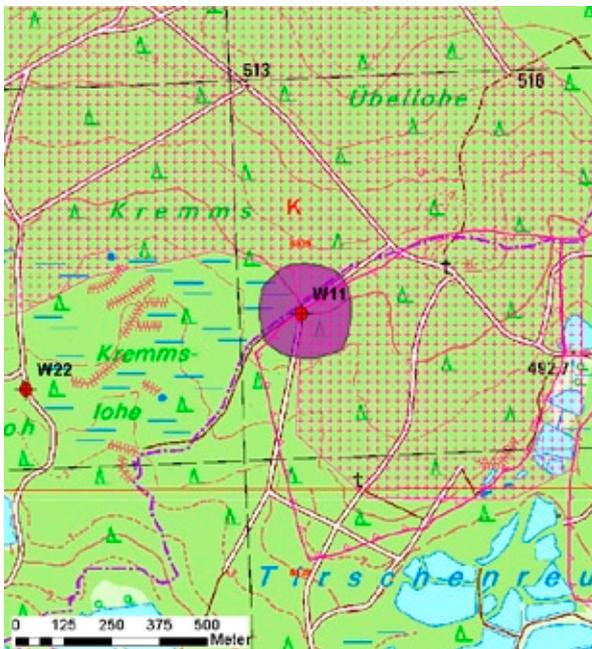


Abb. 6-3: Rohstoffpotentialfläche für Ton (Vollfarbe lila) im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrung W11.

Fläche: ca. 5,3 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 4,0 m  
 Tonnage: 0,4 Mio t

In den Bohrungen W5 und W13 (Erkundungsgebiet 2) wurde fast im gleichen Höhenniveau ein ca. 3 m mächtiges Tonpaket festgestellt. Der Ton wird aufgrund seiner Lage und seiner keramotechnischen Eigenschaften als bedingt verwertbar eingestuft. Er bedarf somit einer entsprechenden Verarbeitung (z. B. Mischung mit höherwertigem Ton). Beachtlich ist jedoch die großflächige Erstreckung dieses Vorkommens (Abb. 6-4). Vor einem Abbau sollten allerdings verdichtende Untersuchungen durchgeführt werden.

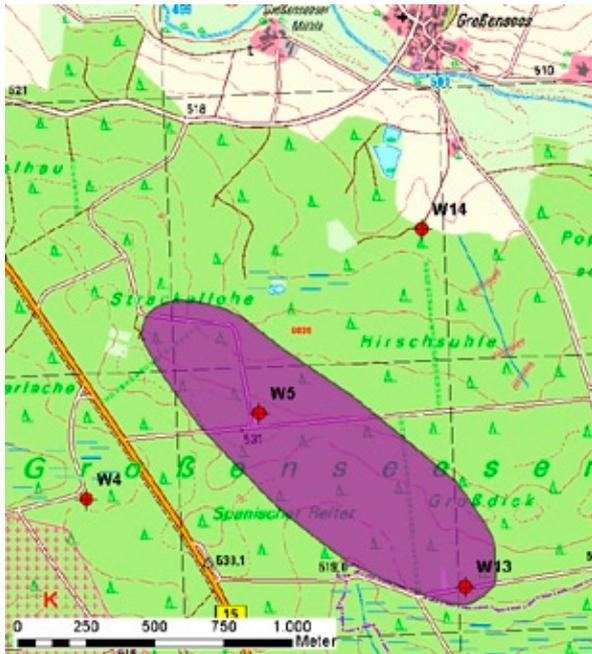


Abb. 6-4: Rohstoffpotentialfläche für Ton (Vollfarbe lila) im Erkundungsgebiet 2, im Umfeld der Bohrung W5 und W13.

Fläche: ca. 52,0 ha  
 Gemittelte Mächtigkeit: 3,25 m  
 Tonnage: 3,0 Mio t

Die anderen im Rahmen dieses Rohstofferkundungsprogramms erbohrten und analysierten Tone wiesen in der Regel nur mindere Qualitäten oder eine zu große Überdeckung auf. Sie sind daher aus heutiger Sicht nicht als Tonrohstoffe geeignet. Die Ergebnisse der chemischen Analytik, der Korngrößenbestimmung sowie der keramotechnischen Untersuchungen sind im Anhang aufgelistet.

## 6.2 Kaolin

Fast alle im granitischen Zersatz niedergebrachten Bohrungen lieferten gute Ergebnisse hinsichtlich einer zukünftigen Kaolingewinnung. Orientiert man sich an den Werten, die für die Grube Schmelitz vorliegen (28–45 % Quarz, 28–44 % Alkalifeldspat, 2–10 % Muskovit und 20–35 % Kaolinit), ist das in den Bohrungen angetroffene Material qualitativ hiermit vergleichbar. Vor allem in den oberen Profildbereichen der Bohrungen wurden häufig deutlich erhöhte Gehalte an Kaolinit angetroffen. Aufgrund ihrer Genese nimmt der Kaolinitgehalt mit zunehmender Tiefe ab, die Gehalte von Feldspat und Glimmer nehmen zu. Die Kaolinitisierung tritt teils in zusammenhängenden, teils in inselartigen Arealen auf. Die Zersatzzonen reichen dabei flächenhaft, aber auch gang- oder linsenförmig in die Tiefe. Dies erfordert einen selektiven Abbau, wie er bereits in den bestehenden Abbaustellen im Raum Tirschenreuth betrieben wird.

Von den hinsichtlich Kaolin untersuchten Bohrungen liegen die meisten bereits in einem Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiet für Kaolin. Sie bestätigen dort das Vorkommen eines nutzbaren kaolinitisierten Granitzersatzes. Außerhalb dieser Gebiete liegen die fündigen Bohrungen W1, W12, W21, W22 und W23.

Bei den untersuchten Bohrungen nehmen die Proben der Bohrung W1 eine Sonderstellung ein. Fast 40 m Kernstrecke des hier angetroffenen Materials weisen es mit über 50 % Kaolinit als einen sehr guten Rohstoff aus. Dementsprechend könnte das bestehende Vorbehaltsgebiet um das Umfeld dieser Bohrung erweitert werden bzw. wäre die Ausweisung eines eigenständigen Vorranggebietes möglich (Abb. 6-5). Dies bestätigen auch mehrere Bohrungen früherer Erkundungsprogramme. Ein potenzieller Rohstoffabbau wird zurzeit allerdings durch aktuelle Nutzungsbeschränkungen (FFH- und SPA-Gebiet) deutlich erschwert.

Die Qualität des Kaolins in der Bohrungen W2, am Ostrand des hier bestehenden Vorbehaltsgebietes sowie das Material in der Bohrung W21 ist ebenfalls als gut bis sehr gut einzustufen. Die Ergebnisse der Untersuchungen untermauern einerseits die Ausweisung dieses Rohstoffpotenzials im Regionalplan und weisen andererseits auf eine mögliche großflächige Erweiterung nach Osten bzw. Südosten hin (Abb. 6-5).

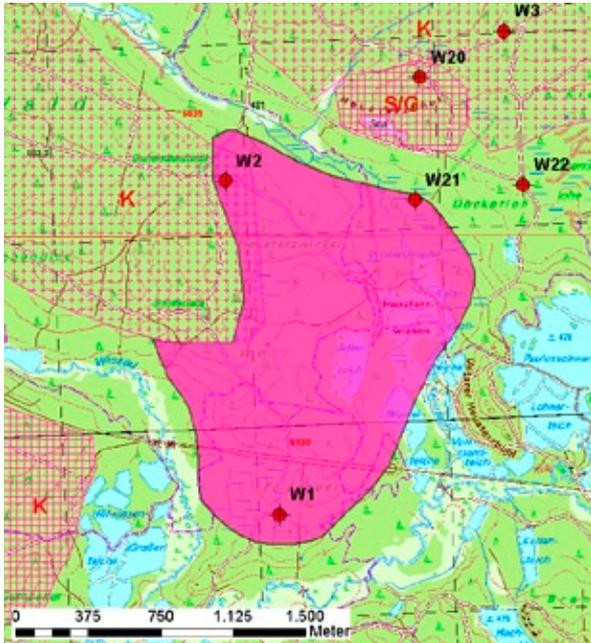


Abb. 6-5: Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe pink) für die Kaolingewinnung im Erkundungsgebiet 3 zwischen den Bohrungen W1 und W2 sowie W21.

Fläche: ca. 210,0 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 20,0 m  
 Kaolinitanteil: 40 %  
 Tonnage: 44,5 Mio t

Im Erkundungsgebiet 3 erschloss die Bohrung W12 ein weiteres Rohstoffvorkommen (Abb. 6-6). Mit Hilfe von Bohrungen früherer Erkundungsmaßnahmen lässt sich hier ein großflächiges Rohstoffpotenzialgebiet ausweisen. Unter knapp 10 m Überdeckung folgt in Bohrung W12 der kaolinitisierte Granitzersatz bis in 51 m Tiefe. Die bilanzierte Mineralzusammensetzung ergab einen guten bis sehr guten Rohstoff für die Kaolingewinnung.

Die Nähe des Vorkommens zur Stadt Tirschenreuth sowie seine Lage in einem FFH- und SPA-Gebiet werden einen potenziellen Abbau (aus heutiger Sicht) allerdings erschweren. Form und Größe der Rohstoffpotenzialfläche in Abbildung 6-6 stützen sich neben der Bohrung W12 auch auf Ergebnisse früherer Untersuchungsprogramme (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1959). Ein in der Bohrung W12 angetroffenes Tonpaket weist keine ausreichenden Qualitäten als eigenständiger Tonrohstoff auf. Es wäre bestenfalls als Zuschlagsstoff zu verwenden und blieb daher bei den Tonrohstoffen unberücksichtigt.

Die im selben Untersuchungsgebiet gelegene Bohrung W22 zeichnet sich durch gute Qualitäten hinsichtlich des Rohstoffs Kaolin aus. Die mächtige sedimentäre Überdeckung (ca. 37 m) schränkt hier jedoch einen Abbau deutlich ein.

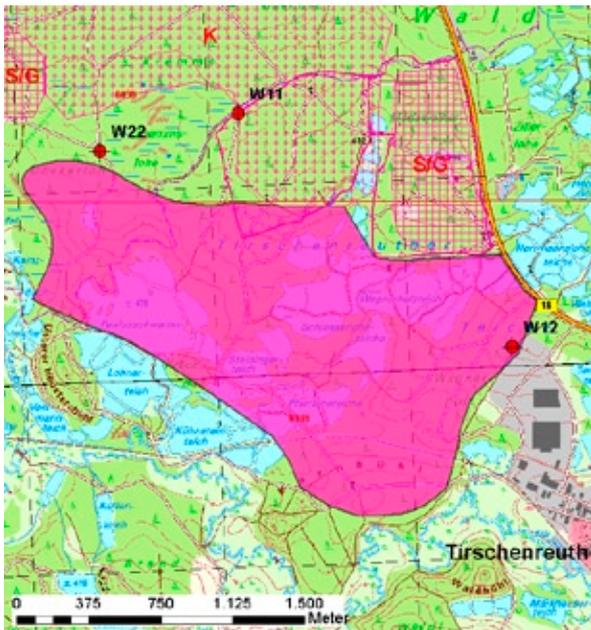


Abb. 6-6: Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe pink) für die Kaolingewinnung in Erkundungsgebiet 3, im Umfeld sowie südwestlich der Bohrung W12.

Fläche: ca. 265,0 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 20,0 m  
 Kaolinitanteil: 30 %  
 Tonnage: 42,0 Mio t

Die Bohrung W23 liegt knapp außerhalb des bestehenden Vorranggebietes für Kaolinabbau, das durch die Bohrungen W24, W25 und W26 bereits beschrieben wird. Die Qualität des in der Bohrung W23 angetroffenen kaolinitisierten Granitzersatzes ist ähnlich dem der anderen drei Bohrungen, allerdings wird der Zersatz hier von mächtigeren Sedimenten überdeckt.

Aufgrund früherer Untersuchungen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1959) und den Ergebnissen aus den Bohrungen W23 und W25 konnte eine weitere Rohstoffpotenzialfläche (Abb. 6-7) zwischen dem bestehenden Vorranggebiet und dem südwestlich anschließenden Vorbehaltsgebiet ausgewiesen werden.

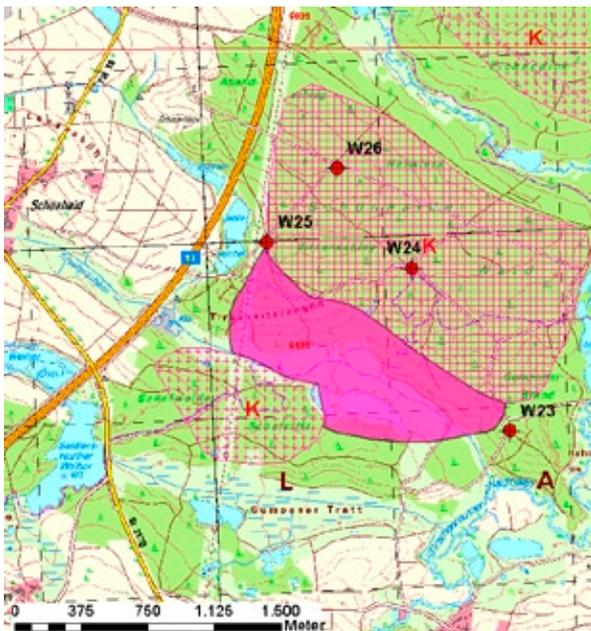


Abb. 6-7: Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe pink) für die Kaolingewinnung in Erkundungsgebiet 4, im Umfeld der Bohrungen W23 und W25.

Fläche: ca. 78,0 ha  
 Gemittelte Mächtigkeit: 14,0 m  
 Kaolinitanteil: 30 %  
 Tonnage: 8,5 Mio t

### 6.3 Sand und Kies

Sande und Kiese wurden in fast allen Bohrungen in verschiedenen Qualitäten und Mächtigkeiten angetroffen. Häufig liegen sie in Wechsellagerung mit feiner körnigem Material vor.

Nur die Bohrung W20 befindet sich bereits in einem Vorranggebiet für die Gewinnung von Sand und Kies. Entgegen den Erwartungen wurden in dieser Bohrung allerdings nur geringmächtige Sandhorizonte angetroffen, die von einem Schluffpaket getrennt sind.

Im Untersuchungsgebiet 1 haben die Bohrungen W33 und W34, im Wald nördlich bzw. nordwestlich Leonberg, für den gesamten Untersuchungsraum außergewöhnlich hohe Sedimentmächtigkeiten erschlossen. In Bohrung W33 wurden bis in 24 m Tiefe ausschließlich Sande und Kiese, in Bohrung W34 sogar 40 m Lockersedimente durchteuft. Diese sind allerdings variabler, v. a. die obersten 14 m sind dort sandig-kiesig ausgebildet. Ein Rohstoffpotenzialgebiet wurde als Umfassende der beiden Bohrungen abgegrenzt (Abb. 6-8). Seine Form orientiert sich an der Geologischen Manuskriptkarte Blatt Mitterteich. Genetisch handelt es sich möglicherweise um eine Rinnenstruktur, die durch weitere Maßnahmen erkundet werden sollte. In unmittelbarer Nähe der Bohrung W34 hat man bereits in der jüngeren Vergangenheit oberflächennah Sand und Kies abgebaut. Da in der Bohrung W33 kein Grundwasser, in Bohrung W34 Grundwasser erst bei ca. 24 m angetroffen wurde, könnten Sand und Kies hier im Trockenabbau gewonnen werden. Für höherwertige Verwendungen müsste das Material wahrscheinlich aufbereitet (zumindest gewaschen) werden. In der westlichen Hälfte der Rohstoffpotenzialfläche ist bislang nur ein Landschaftliches Vorbehaltsgebiet ausgewiesen; weitere konkurrierende Nutzungsansprüche liegen derzeit (RIS View, Abfrage 11/2010) nicht vor.

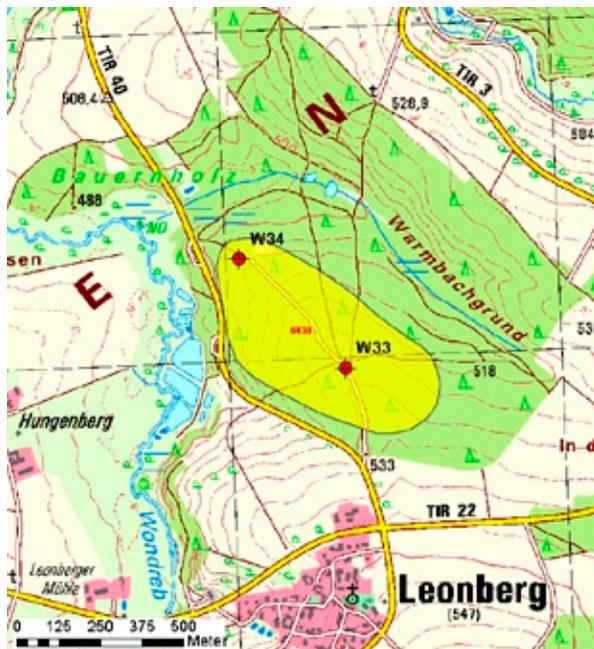


Abb. 6-8: Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrungen W33 und W34 im Erkundungsgebiet 1.

Fläche: ca. 24,0 ha  
 Gemittelte Mächtigkeit: 18,5 m  
 Abschlämbarer Anteil (Ton/Schluff): 15 %  
 Tonnage: 7,5 Mio t

Wie bereits beim Unterkapitel Kaolin beschrieben, besitzt die Bohrung W23 eine mächtige sedimentäre Auflage. Es treten vor allem Sande und Kiese auf, die von zwei kleineren Tonpaketen unterbrochen werden. Der Standort könnte zur lokalen Bedarfsdeckung genutzt werden (Abb. 6-9).

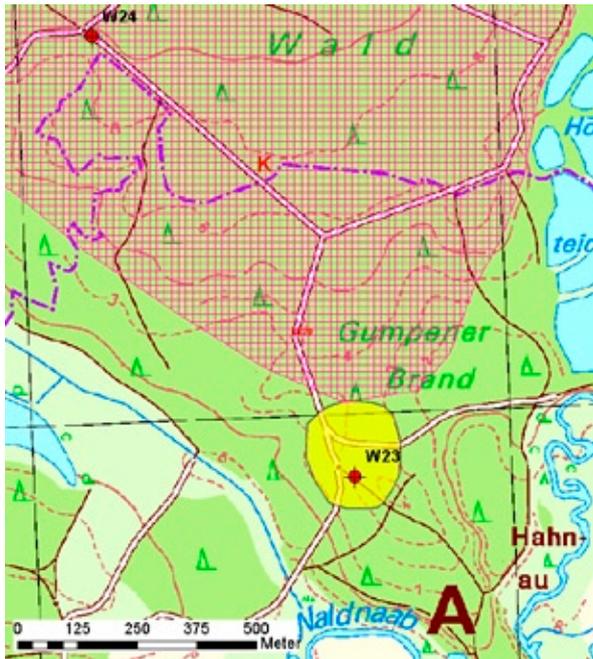


Abb. 6-9: Rohstoffpotentialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrung W23, im Erkundungsgebiet 4.

Fläche: ca. 3,7 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 9,0 m  
 Abschlämmbare Anteil (Ton/Schluff): 18 %  
 Tonnage: 0,5 Mio t

Im Erkundungsgebiet 3 wurden in den Bohrungen W21 und W22 jeweils über dem obersten Ton- bzw. Schluffhorizont nutzbare Sand- und Kiesmächtigkeiten zwischen 3,5 m und 5,5 m angetroffen. Unter dem knapp 4 m mächtigem tonigen Horizont wechseln sich Sande bzw. Kiese z. T. mit schuffig/tonigen Partien ab (W22); z. T. treten bis ~ 3,5 m mächtige Sande auf (W21). Bei Mitnutzung dieses unteren Kies-Sand-Paketes ergeben sich hier mittlere Mächtigkeiten von  $\geq 8$  m. Daher wird in Abb. 6-10 unter „a“ die mit geringerem technischen Aufwand nutzbare Mächtigkeit und unter „b“ die unter höherem technischen Aufwand nutzbare Mächtigkeit angegeben. Im Vorfeld einer Erschließung dieses Rohstoffpotenzials (Abb. 6-10) sind weitere Untersuchungen im Gebiet zwischen den beiden Bohrungen nötig. Der Flächenvorschlag orientiert sich an den Bohrungen sowie an einem im Nordwesten gelegenen Sandabbau.

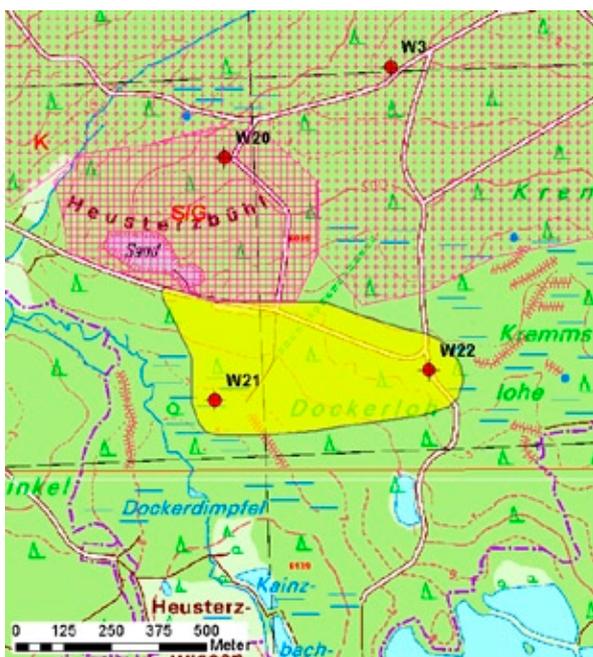


Abb. 6-10: Rohstoffpotentialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrungen W21 u. W22.

Fläche: ca. 20,0 ha  
 Gemittelte Mächtigkeit: a) 4,5 m / b) 8,0 m  
 Abschlämmbare Anteil (Ton/Schluff): 15 %  
 Tonnage: a) 1,5 Mio t / b) 2,7 Mio t

Die Bohrung W2 liegt in einem Vorbehaltsgebiet für Kaolin. Vor einem Abbau des Kaolin-Vorkommens könnten hier 3 m mächtige Sande im Trockenabbau mitgewonnen werden. Die Ausweisung der Rohstoffpotenzialfläche (Abb. 6-11) erfolgt mit Hilfe der Geologischen Manuskriptkarte Blatt Mitterteich und der Morphologie.

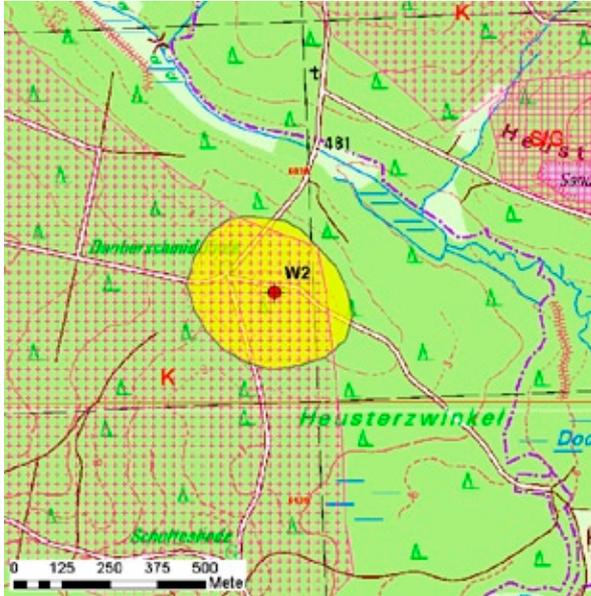


Abb. 6-11: Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrung W2.

Fläche: ca. 13,0 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 3,0 m  
 Abschlämmbare Anteil (Ton/Schluff): 15 %  
 Tonnage: 0,6 Mio t

In der Bohrung W8 wurden 4,5 m Sande und Kiese erbohrt, die im Trockenabbau gewonnen werden könnten. Obwohl keine Siebanalytik vorliegt, wird aufgrund der Genese und räumlichen Verbreitung von einer ähnlichen Ausbildung wie an den anderen Standorten ausgegangen. Für höherwertige Verwendungen müsste das Material wahrscheinlich aufbereitet (zumindest gewaschen) werden. Diese Bohrung an sich erlaubt zunächst nur die Ausweisung einer kleinräumigen Rohstoffpotenzialfläche (Abb. 6-12). Weitere Erkundungen (z. B. Schürfe) vor allem westlich und nördlich des Flächenumfangs könnten wichtige Erkenntnisse zur Größe des Vorkommens liefern. Hervorzuheben ist hier das Fehlen konkurrierender Nutzungsansprüche.

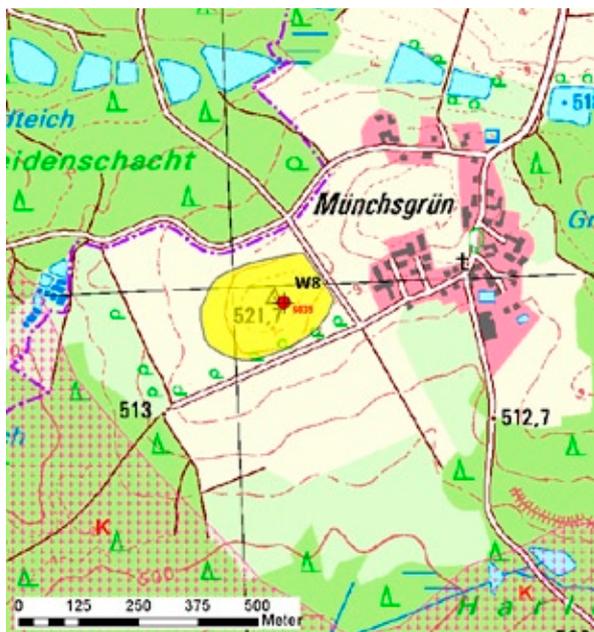


Abb. 6-12: Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand- und Kies im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrung W8.

Fläche: ca. 4,5 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 4,0 m  
 Abschlämmbare Anteil (Ton/Schluff): 15 %  
 Tonnage: 0,3 Mio t

Mächtiger Sandpakete wurden darüber hinaus in der Bohrung W10 erbohrt. Die Korngrößenanalyse zweier Proben zeigt ein Sandmaximum mit nur geringem Kiesanteil. Der verwertbare Sandhorizont ist durch ein ca. 2,5 m mächtiges Tonpaket zweigeteilt. Zumindest die oberen 6,6 m Sand könnten im Trockenabbau gewonnen werden. Daher wird in Abbildung 6-13 unter „a)“ die mit geringerem technischen Aufwand nutzbare Mächtigkeit (über dem Tonpaket) und unter „b)“ die unter höherem technischen Aufwand nutzbare Gesamtmächtigkeit angegeben. Zumindest das obere Sandpaket könnte im Trockenabbau gewonnen werden.

Mit Hilfe der Geologischen Manuskriptkarte des Blattes Mitterteich wurde eine Rohstoffpotenzialfläche ausgewiesen (Abb. 6-13). Nach der aktuellen Regionalplanung und einer Abfrage im Rauminformationssystem Bayern (RIS View) liegen derzeit (11/2010) keine konkurrierenden Nutzungsansprüche vor.

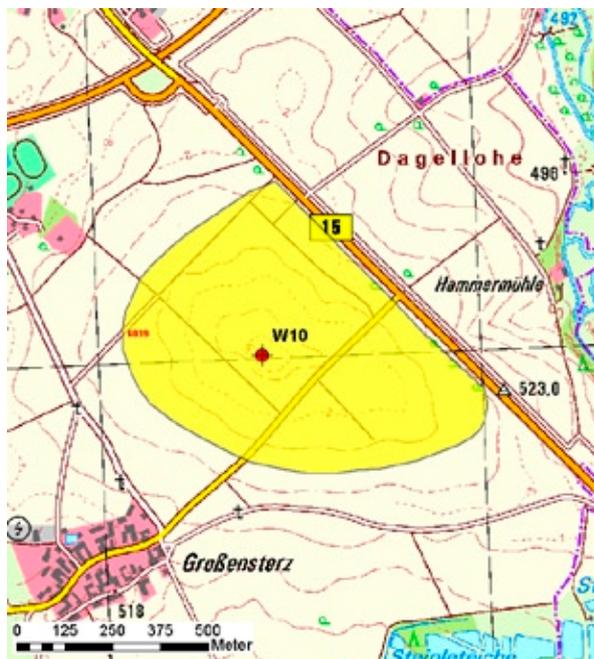


Abb. 6-13: Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrung W10 des Erkundungsgebietes 3.

Fläche: ca. 46,0 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: a) 6,0 m / b) 10,0 m  
 Abschlämmbare Anteil (Ton/Schluff): 15 %  
 Tonnage: a) 4,5 Mio t / b) 7,8 Mio t

Ein weiteres Vorkommen von Sand und Kies wurde in der Bohrung W31 erbohrt. Unterhalb eines 2,3 m mächtigen Schluffpaketes wurden hier 8,3 m mächtige, grundwasserfreie Kiese und Sande angetroffen. Weitere Bohrungen in der Nähe belegen ein lokal begrenztes Vorkommen (Abb. 6-14). Der Kies könnte im Trockenabbau gewonnen werden. Da keine anderweitigen konkurrierenden Nutzungsansprüche vorliegen, wäre hier bedarfsabhängig ein Abbau möglich.

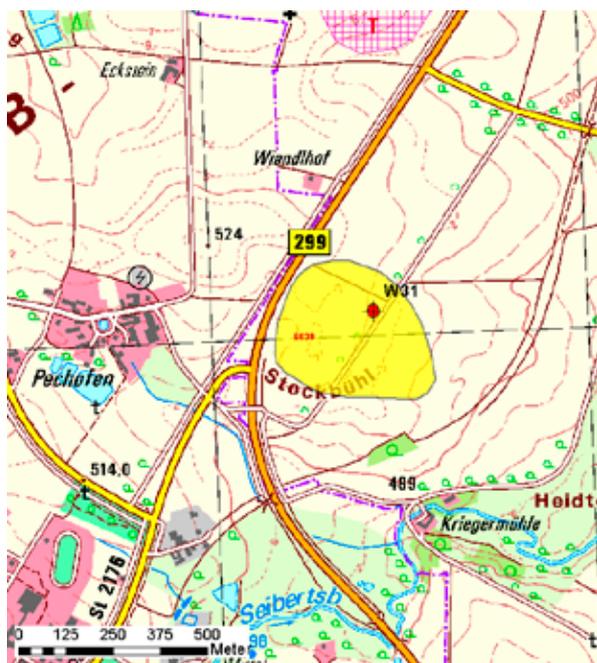


Abb. 6-14: Rohstoffpotentialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrung W31 im Erkundungsgebiet 1.

Fläche: ca. 12,0 ha  
 Angenommene Mächtigkeit: 8,0 m  
 Abschlämbarer Anteil (Ton/Schluff): 8 %  
 Tonnage: 1,7 Mio t

Im Erkundungsgebiet 2 wurde mit Hilfe der Bohrungen W4, W5, W6, W13 und W19 sowie der Geologischen Manuskriptkarte Blatt Mitterteich eine weitere Rohstoffpotentialfläche grob abgegrenzt (Abb. 6-15). Sande und Kiese liegen allerdings auch hier in Wechsellagerung mit schluffigen Sedimenten vor. Die angetroffenen Netto-Mächtigkeiten für Sand und Kies betragen zwischen ca. 5 m und 10 m. Vor einer Nutzung sind weitere engmaschigere Untersuchungen nötig.

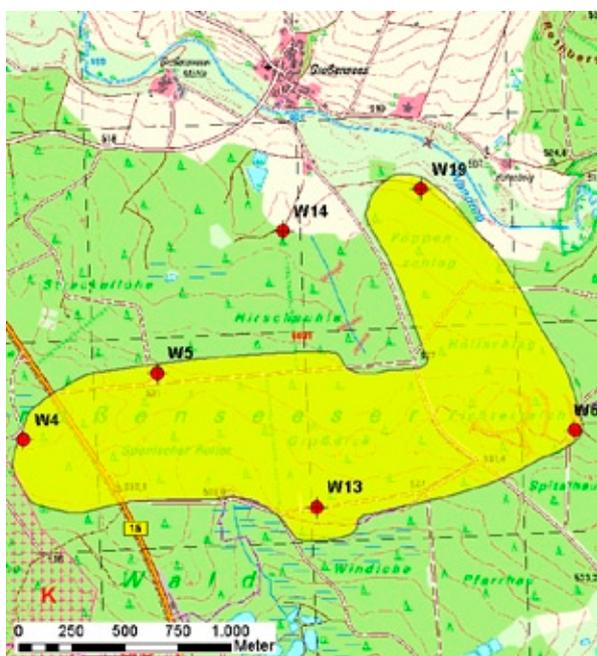


Abb. 6-15: Rohstoffpotentialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Erkundungsgebiet 2, im Umfeld der Bohrungen W4, W5, W6, W13 und W19.

Fläche: ca. 210,0 ha  
 Gemittelte Mächtigkeit: 5,0 m  
 Abschlämbarer Anteil (Ton/Schluff): 15 %  
 Tonnage: 17,8 Mio t

Im Erkundungsgebiet 2 konnte außerdem eine weitere Rohstoffpotentialfläche (Abb. 6-16) aufgrund von Bohrungen ausgewiesen werden. Die Bohrung W18 hat eine 47 m mächtige Abfolge von Sanden und Kiesen, unterbrochen von zwei Tonpaketen durchörtert. Hier wäre bis in ca. 9 m Tiefe ein Trockenabbau möglich. Ein potenzieller Abbau wird im Umfeld dieser Bohrung jedoch durch ein öst-

lich bzw. nördlich der Rohstoffpotentialfläche gelegenes bzw. direkt an sie angrenzendes FFH-Gebiet stark eingeschränkt.

Etwa 770 m östlich der Bohrung W18 konnten in der Bohrung W36 knapp 14 m mächtige Sande und Kiese nachgewiesen werden. Bei einem Grundwasserstand von ca. 6 m Tiefe ist zur Nutzung der gesamten Ressourcen ein Nassabbau angezeigt und sinnvoll. Als Umfassende beider Vorkommen wurde eine Rohstoffpotentialfläche ausgewiesen (Abb. 6-16). Da es jedoch zwischen diesen Bohrungen keine weiteren Aufschlüsse gibt, wären vor einem potenziellen Abbau weitere Untersuchungen notwendig.

Mit Ausnahme des eingangs erwähnten FFH-Gebietes ist lediglich in der Südhälfte der Rohstoffpotentialfläche bislang ein Landschaftliches Vorbehaltsgebiet ausgewiesen; weitere konkurrierende Nutzungsansprüche liegen derzeit (RIS View, Abfrage 11/2010) nicht vor.

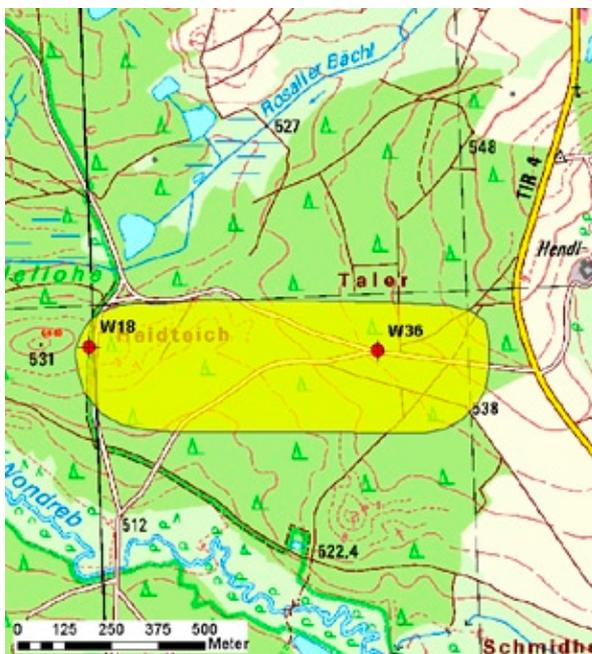


Abb. 6-16: Rohstoffpotentialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrungen W18 und W36 des Erkundungsgebietes 2.

Fläche: ca. 36,0 ha  
Gemittelte Mächtigkeit: 25,0 m  
Abschlammbarer Anteil (Ton/Schluff): 20 %  
Tonnage: 14,4 Mio t

## 7 Zusammenfassende Bewertung

Die Rohstofferkundungsbohrungen im Raum Wiesau – Wondreb – Kondrau erbrachten an mehreren Stellen nutzbare Vorkommen von Kaolin, Ton, Sand und Kies. Die durchgeführten Untersuchungen erlauben es in einigen Fällen Rohstoffpotenzialflächen auszuweisen, die eine verbrauchernahe, mittel- bis langfristige Versorgung des Raumes gewährleisten. Sie stellen damit wichtige, wirtschaftlich bedeutsame Rohstoffreserven für die Region dar.

Das abgeschlossene Erkundungsprogramm gestattet es fünf neue Rohstoffpotenzialflächen für Ton einzugrenzen. Insgesamt konnten 103 ha höfliche Flächen für Tonvorkommen ausgewiesen werden. Mit einer vorläufig errechneten Tonnage von 19,3 Mio t sichern diese Flächen zusammen mit dem bereits ausgewiesenen Vorranggebiet für Ton im Wiesauer Wald und dem Vorrang- sowie dem Vorbehaltsgebiet für Ton bei Pleußén die Versorgung der Oberpfalz mit diesem Rohstoff mittelfristig. Einige der ausgewiesenen Rohstoffpotenzialflächen für Ton sind nach heutigen Qualitätsansprüchen für sich nur eingeschränkt verwertbar. Durch Beimischung höherwertigen Materials können sie jedoch als wichtige Rohstoffreserve dienen.

Konkrete Untersuchungsergebnisse früherer Untersuchungsprogramme führten bereits zur Ausweisung von Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten für Kaolin im Gebiet westlich Tirschenreuth bis nach Schönhaid. Derzeit ist das Gebiet jedoch bereits durch ein weitflächiges FFH- / SPA-Gebiet überplant. Die Bohrungen des aktuellen Rohstofferkundungsprogramms liefern Grundlagen für drei weitere Potenzialflächen, die bedarfsweise zur Erweiterung bestehender Vorrang-/ Vorbehaltsgebiete herangezogen werden können. Zusammen ergeben sich so 553 ha an höflichen Kaolinflächen mit einer errechneten Tonnage von 95 Mio t an Kaolinit. Sie dienen somit der mittel- bis langfristigen Rohstoffsicherung.

Im Zuge dieser Rohstofferkundung konnten neun Sand-Kies-Rohstoffpotenzialflächen mit einer Fläche von insgesamt 396,2 ha ausgewiesen werden. Der wahrscheinliche Lagerstätteninhalt lässt sich nach vorläufiger Berechnung auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse mit ca. 48,8 bis 53,3 Mio t Sand und Kies angeben. Diese Vorkommen sollten vor allem der lokalen (verbrauchernahe) Bedarfsdeckung dienen. Zur Herstellung höherwertiger Produkte muss das geförderte Material in jedem Fall jedoch aufbereitet (zumindest gewaschen) werden.

## 8 Literatur

- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1959): Schlußbericht über die Untersuchungsarbeiten auf Kapselerde im Heusterzweihergebiet bei Wiesau. – GAB-Objekt-Nr. 71a, unveröff., GLA München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1996): Geologische Karte von Bayern, 1 : 500 000. – München.
- BENE\_fit GMBH (2006): Europäische Patentanmeldung EP 1 662 045 A1 – Füllstoff für die Herstellung von Papier und Verwendung hierfür. – 9 S.; Erfinder: KRÄUTER, R., Sulzbach-Rosenberg, Anmelder: bene\_fit GmbH, Hirschau; Patentblatt 2006/22, Paris (FR).
- CICHOS, C., PLATE, H., KLITTA, M., SCHNITZLER, U., GUNTLI, P., THALMANN, C. (2003): Erfahrungen bei der Inbetriebnahme einer Flotationsanlage zur Entglimmerung des Brechsands beim Bau des Gotthard-Basistunnels. – 2 S., Tagungsunterlagen: Aufbereitung und Recycling, UVR-FIA GmbH, Freiberg, November 2003: <http://www.uvr-fia.de/download/kurzfassungen/kurzfassung03.pdf>. (Abfrage vom 17.03.2010).
- CICHOS, C., PLATE, H., KLITTA, M., SCHNITZLER, U., THALMANN, C. (2004): Verbesserte Materialbewirtschaftung beim Bau des Gotthard-Basistunnels durch Entglimmerung der Sandfraktion mit Flotation. – AT Aufbereitungstechnik Mineral Processing, Jg.: 45, Nr. 11: 11-23, Gütersloh.
- DEER, W.A., HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1980): An introduction to the rock forming minerals. – 528 S., Longman, 12. Aufl. (Paperback), London.
- DOBNER, A. (1984): Toniger Kristallinzersatz – In: WEINIG, H., DOBNER, A., LAGALLY, U., STEPHAN, W., STREIT, R. & WEINELT, W. (1984): Oberflächennahe Mineralische Rohstoffe von Bayern. Lagerstätten und Hauptverbreitungsgebiete der Steine und Erden. – Geologica Bavarica 86: 445-446, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- DOBNER, A. (1987): Kaolin. – In: DOBNER, A., EXLER, H.J., GUDDEN, H., HADAMITZKY, E., LAGALLY, U., STREIT, R., VIERNSTEIN, M., WALDNER, W.F., WEINELT, W., WEINIG, H.: Der Bergbau in Bayern. – Geologica Bavarica 91: 101-114, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- ECKBAUER, M. (1996): Bericht zur keramotechnischen Untersuchung der Ton-/Lehm-Proben aus dem Raum Wondreb im Rahmen der Erkundung von Ziegelrohstoffen im Vorfeld der Wirtschaft. – 6 S., unveröff., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- ENGELHARD CORP. (1996): Europäische Patentanmeldung EP 0 442 746 – Kalzinierter Kaolin-Ton als Pigmentfüllstoff für Papier. – 6 S. Anmelder: Engelhard Corp., Iselin, N.J., US, Patentblatt: 11.07.1996.
- GYADU, S.K. (1987): Lagerstättenkundlich-wirtschaftsgeologische Bearbeitung ausgewählter nicht-bauxitischer Alumina-Horizonte Nordostbayerns. – Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg, 142 S., unveröff.
- KÖRBER, E., ZECH, W. (1984): Zur Kenntnis tertiärer Verwitterungsreste und Sedimente in der Oberpfalz. – In: LOUIS, H. (1984): Zur Reliefentwicklung in der Oberpfalz. Berlin. S. 67-150.

- KROMER, H. (1978): Tertiär-Tone in NE-Bayern. 1. Petrographie-Mineralogie-Geochemie. – Fortschr. Min. 56 (1): 1-104.
- LEEMANN, A. (1998): Die Auswirkungen von freien Schichtsilikaten auf die Eigenschaften von Mörtel und Beton, EMPA-Untersuchungsbericht Nr. 166-184.
- LEEMANN, A., THALMANN-SUTER, C., KRUSE, M. (1999): Ergänzende Prüfungen zu den bestehenden Beton-Normen für gebrochene Zuschlagstoffe – Erfahrungen bei AlpTransit Gotthard. – Schweizer Ingenieur und Architekt, Jg. 117, Nr. 24: 4-8.
- LINHARDT, E. (2009): Evolutionsverfahren „Mineralische Rohstoffe. Auswertungsschema für silikatische Rohstoffe“ (hausinterne Routine mit Arbeitsanweisung, 3 S., unveröff.), LfU Hof.
- LOUIS, H. (1984): Zur Reliefentwicklung in der Oberpfalz (Relief, Böden, Paläoklima 3). – 150 S., Berlin.
- OTT, T. (1996): Die Verwitterungsdecke und ihre Umlagerungsprodukte im nordöstlichen Umfeld der Kontinentalen Tiefbohrung (KTB), Oberpfalz, und ihre Bedeutung für die Steine- und Erdenindustrie. – Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg, 228 S., Erlangen.
- PETEREK, A. & SCHRÖDER, B. (1997): Neogene fault activity and morphogenesis in the basement area north of the KTB drill site (Fichtelgebirge and Steinwald). – Geol. Rundsch. 86: 185-190, Berlin (Springer).
- PETEREK, A., SCHRÖDER, B. & NOLLAU, G. (1996): Neogene Tektonik und Reliefentwicklung des nördlichen KTB-Umfeldes (Fichtelgebirge und Steinwald). – Geologica Bavarica 101: 7-25, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- RAUM, G. (2002): Geologische Manuskriptkarte Blatt 6039 Mitterteich (unveröff.).
- REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERPFALZ-NORD (2002): Regionalplan Region Oberpfalz-Nord (6), Textteil. Lose-Blatt-Sammlung, o. S., Regensburg.
- REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERPFALZ-NORD (2009): Zielkarte 2 - Siedlung und Versorgung. Stand 15. Dezember 2009. Regensburg. <http://www.ropf.de/leistungen/landesplanung/regionalpl/regionalpl6/zielkarte2/ziel2.pdf> (Abfrage vom 17.03.2010)
- ROHRMÜLLER, J. (1998): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6140/6141 Tirschenreuth/Treppenstein. – 144 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHMID, M., POSCHLOD, K. [i. Vorb.]: Quarzrohstoffe in Niederbayern, Teil 1: Quarzkiese. - München (Bayer. L.-Amt f. Umwelt).
- SCHRÖDER, B., AHRENDT, H., PETEREK, A. & WEMMER, K. (1997): Post-Variscan sedimentary record of the SW margin of the Bohemian massif: a review. – Geol. Rundsch. 86: 178-184, Berlin (Springer).
- SOBANSKI, R. (1988): Geologie und Geochemie tertiärer Verwitterungsprodukte in NE-Bayern. – 165 S., Hamburg (Diss. Universität Hamburg).

VALETON, I. (1983): Klimaperioden lateritischer Verwitterung und ihr Abbild in den synchronen Sedimentationsräumen. – Z. dt. geol. Ges. 134: 413-452.

WAGNER, S. (1998): Zwischenbericht über die Bohrkampagne Wondreb. – 8 S., unveröff., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

WEINIG, H. DOBNER, A., LAGALLY, U. STEPHAN, W., STREIT, R. & WEINELT, W. (1984): Oberflächennahe Mineralische Rohstoffe von Bayern. Lagerstätten und Hauptverbreitungsgebiete der Steine und Erden. – Geologica Bavarica 86: 563 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

## Verwendete Informationssysteme

Rauminformationssystem Bayern (RIS BY) – Behördenclient (Abfrage 11/2010)

Bayerisches Bodeninformationssystem (BIS-BY) – Zugang Rohstoffgeologie LfU

Bei Interesse ist eine Einsichtnahme in einen Teil des Bohrkernmaterials im Bohrkern- und Rohstoffanalytik-Zentrum (B.R.A.Z) in Hof möglich.

## Dank

Herr Sebastian Wagner führte die Geländearbeit sowie die Probenahme an den Bohrungen durch. Dafür sei ihm an dieser Stelle herzlich gedankt.

## Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 2-1:	Lage der naturräumlichen Einheit „Naab-Wondrebsenke“ in Nordostbayern.	5
Abb. 2-2:	Geologische Karte des Erkundungsraumes in der naturräumlichen Einheit „Naab-Wondrebsenke“ mit den 5 Erkundungsgebieten (Kartengrundlage GK500 BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996, Hintergrund Bayern 3D).	6
Abb. 3-1:	Modell der Oberfläche des prätertiären Kristallins bzw. des nicht umgelagerten Tertiär.	7
Abb. 4-1:	Steinbruch am Großen Teichelberg (Basalt).	10
Abb. 4-2:	Kaolinabbau auf der Gebhardtshöhe.	11
Abb. 4-3:	Sand- und Kiesgrube Heusterzbühl.	12
Abb. 4-4:	Tongrube Wiesauer Wald.	12
Abb. 5-1:	Lage der Bohrungen im Untersuchungsgebiet mit den 5 Erkundungsgebieten und Darstellung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete sowie der Abbauflächen im Untersuchungsgebiet.	13
Abb. 5-2:	Kornsummenkurven der Wondreb Bohrungen hinsichtlich der Feinkornanteile (Anzahl 16).	18
Abb. 5-3:	Kornsummenkurven des Zersatzes aus mittel- bis grobkörnigem Granit (Anzahl 37).	22
Abb. 5-4:	Kornsummenkurven des Zersatzes aus feinkörnigem Aplitgranit (Anzahl 12).	22
Abb. 5-5:	Kornsummenkurven der untersuchten Sande und Kiese (Anzahl 34).	30
Abb. 5-6:	Lage der Bohrpunkte (W31, W32, W33, W34) im Erkundungsgebiet 1, Nordöstlich Mitterteich.	33
Abb. 5-7:	Lateritroter Abschnitt in ca. 20,1 m Tiefe (Bohrung W34).	33
Abb. 5-8:	Ockergelber Abschnitt in ca. 20,8 m Tiefe (Bohrung W34).	33
Abb. 5-9:	Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 1, Nordöstlich Mitterteich.	34
Abb. 5-10:	Lage der Bohrpunkte (W4, W5, W6, W13, W14, W15, W16, W17, W18, W19, W36) im Erkundungsgebiet 2, Nordwestlich Wondreb.	35
Abb. 5-11:	Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 2 West, Nordwestlich Wondreb.	36
Abb. 5-12:	Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 2 Ost, Nordwestlich Wondreb.	37
Abb. 5-13:	Lateritrote Fein- bis Mittelsande in 6,2 m Tiefe (W18).	38

Abb. 5-14:	Bohrmeter 8 – 10, rosa-violetter und gelber Sand und Kies (W18).	38
Abb. 5-15:	Lage der Bohrpunkte (W1, W2, W3, W7, W8, W9, W10, W11, W12, W20, W21, W22) im Erkundungsgebiet 3, Südöstlich Mitterteich.	39
Abb. 5-16:	Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 3, Südöstlich Mitterteich.	40
Abb. 5-17:	Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 3 Nord, Südöstlich Mitterteich; die Bohrung W4 aus dem Erkundungsgebiet 2 wird hier zu Vergleichszwecken mit aufgeführt (gleicher Höhenmaßstab Abb. 5-17 und 5-18).	42
Abb. 5-18:	Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 3 Süd, Südöstlich Mitterteich (gleicher Höhenmaßstab Abb. 5-17 und 5-18).	43
Abb. 5-19:	Ockerfarbener, schwach kiesiger Sand aus 3,7 m Tiefe (W10).	44
Abb. 5-20:	Brauner, schluffig, schwach kiesiger Sand mit schwarzen Flecken aus 12,8 m Tiefe (W10).	44
Abb. 5-21:	Kiese mit organischen Resten in 5,7 m Tiefe (W22).	45
Abb. 5-22:	Detailansicht Haufwerk (Kiesgrube Mariaweiherholz).	45
Abb. 5-23:	Lage der Bohrpunkte (W23, W24, W25, W26, W38, W39) im Erkundungsgebiet 4, Schönhaider Becken.	45
Abb. 5-24:	Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 4, Schönhaider Becken.	47
Abb. 5-25:	Lage der Bohrpunkte (W27, W28, W29, W30) im Erkundungsgebiet 5, Wiesauer Wald-Mitterteicher Rinne.	48
Abb. 5-26:	Hellbrauner Fein- bis Mittelsand, muskovitführend, aus 25,3 m Tiefe (W27).	50
Abb. 5-27:	Rötlich, gelblicher Ton aus 29,3 m Tiefe (W28).	50
Abb. 5-28:	Bohrprofilardarstellung im Erkundungsgebiet 5, Wiesauer Wald-Mitterteicher Rinne.	51
Abb. 5-29:	Bohrung W37 (PS – Probe Sand/Kies).	52
Abb. 6-1:	Mögliche Erweiterung des bestehenden Vorranggebietes im Erkundungsgebiet 5 (Vollfarbe lila).	54
Abb. 6-2:	Rohstoffpotenzialfläche für Ton (Vollfarbe lila) im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrung W21.	55
Abb. 6-3:	Rohstoffpotenzialfläche für Ton (Vollfarbe lila) im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrung W11.	55

Abb. 6-4:	Rohstoffpotenzialfläche für Ton (Vollfarbe lila) im Erkundungsgebiet 2, im Umfeld der Bohrung W5 und W13.	56
Abb. 6-5:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe pink) für die Kaolingewinnung im Erkundungsgebiet 3 zwischen den Bohrungen W1 und W2 sowie W21.	57
Abb. 6-6:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe pink) für die Kaolingewinnung in Erkundungsgebiet 3, im Umfeld sowie südwestlich der Bohrung W12.	58
Abb. 6-7:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe pink) für die Kaolingewinnung in Erkundungsgebiet 4, im Umfeld der Bohrungen W23 und W25.	58
Abb. 6-8:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrungen W33 und W34 im Erkundungsgebiet 1.	59
Abb. 6-9:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrung W23, im Erkundungsgebiet 4.	60
Abb. 6-10:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrungen W21 u. W22.	60
Abb. 6-11:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrung W2.	61
Abb. 6-12:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand- und Kies im Erkundungsgebiet 3, im Umfeld der Bohrung W8.	61
Abb. 6-13:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrung W10 des Erkundungsgebietes 3.	62
Abb. 6-14:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrung W31 im Erkundungsgebiet 1.	63
Abb. 6-15:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Erkundungsgebiet 2, im Umfeld der Bohrungen W4, W5, W6, W13 und W19.	63
Abb. 6-16:	Rohstoffpotenzialfläche (Vollfarbe gelb) für Sand und Kies im Umfeld der Bohrungen W18 und W36 des Erkundungsgebietes 2.	64
Anhang D:	Bewertungsschema am Beispiel Wondreb 34, Vorgehensweise.	84

## Verzeichnis der Tabellen

Tab. 5-1:	Lage der Bohrungen.	14
Tab. 5-2:	Teufenunabhängige Bewertung der Rohstoffqualität (jeweils dargestellt in der ersten Bewertungssäule).	16
Tab. 5-3:	Chemische Zusammensetzung der tertiären Tone (Gew.-%).	17
Tab. 5-4:	Ergebnisse der chemischen Untersuchung (RFA) an den auf Tonrohstoffe untersuchten Proben in Gew.-%; grau unterlegt: Gesteinszersatz (für die Probe W10/3 liegen keine Ergebnisse vor).	20
Tab. 5-5:	Mittlere Oxidgehalte Silikate, Oxide, Sulfide [Gew.-%]. (nach DEER, HOWIE & ZUSSMANN, 1980).	23
Tab. 5-6:	Beprobte Kiesabschnitte (Gesamtproben).	31
Tab. A-1:	Korngrößenanalyse der auf Tonrohstoffe untersuchten Proben (ECKBAUER 1996).	75
Tab. A-2:	Ergebnisse der keramotechnischen Untersuchungen (ECKBAUER 1996).	76
Tab. B-1:	Bilanzierung des Kaolinitgehaltes anhand der chemischen Analyse.	77
Tab. B-2:	Chemische Zusammensetzung (RFA) der Hauptelemente in % an den Zersatzproben (OTT 1996)(< n: kleiner Nachweisgrenze).	78
Tab. B-3:	Keramische Untersuchungen an Zersatzproben (OTT 1996).	79
Tab. B-4:	Korngrößenanalyse des granitischen Zersatzes (OTT 1996).	80
Tab. C-1:	Korngrößenanalyse der Sande und Kiese (OTT 1996, und eigenen Untersuchungen).	81

Tab. A-1: Korngrößenanalyse der auf Tonrohstoffe untersuchten Proben (ECKBAUER 1996)  
(Zahlenwerte ohne Nachkommastelle und gerundet, Abweichungen von 100 % sind deswegen möglich).

Bohrung	Probe	Teufe (m)	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS	fG	mG	gG
W10	4	28,0 - 35,0	7	7	16	22	41	5	1	1	0	0
W11	3	9,1 - 13,0	9	13	21	16	21	17	2	1	0	0
W14	1	3,0 - 14,0	8	8	16	16	26	19	6	2	0	0
W21	1	6,2 - 10,4	26	20	20	14	13	6	2	0	0	0
W22	3	7,5 - 9,5	48	16	14	9	9	3	1	0	0	0
W27	1	6,0 - 8,0	28	20	24	21	6	1	1	0	0	0
W27	2	19,0 - 24,0	27	15	18	19	11	6	4	1	0	0
W28	2	11,0 - 12,5	33	13	19	16	12	7	2	0	0	0
W28	3	14,0 - 18,0	24	19	23	19	12	4	1	0	0	0
W28	5	23,7 - 30,0	33	17	21	20	9	1	0	0	0	0
W29	1	9,0 - 11,0	47	14	18	15	4	2	1	0	0	0
W29	2	27,0 - 29,0	40	14	15	20	10	1	0	0	0	0
W29	3	31,5 - 34,0	43	19	16	13	8	1	0	0	0	0
W29	4	40,0 - 46,0	20	15	33	25	7	1	0	0	0	0
W29	5	50,0 - 52,0	21	28	32	16	3	0	0	0	0	0
W29	6	60,0 - 61,5	46	16	19	16	2	1	0	0	0	0

Tab. A-2: Ergebnisse der keramotechnischen Untersuchungen (ECKBAUER 1996) (Brennschwindung, Gesamtschwindung, Glühverlust, Wasseraufnahme (Atmo und Vak) bezogen auf 1.000 °C; nb: nicht bearbeitet; Atmo: unter Atmosphärendruck, Vak: unter Vakuum).

Bohrung	W5	W10	W10	W10	W11	W11	W12	W14	W21	W27	W27	W28	W28	W28	W29	W29	W29	W29	W29	
Probe	1	3	4	1	3	1	1	1	1	1	2	2	3	5	1	2	3	4	5	6
Teufe (m)	6,8- 10,1	15,0- 24,0	28,0- 35,0	3,0- 3,5	9,1- 13,0	4,4- 6,8	3,0- 14,0	6,2- 10,4	6,0- 8,0	19,0- 24,0	11,0- 12,5	14,0- 18,0	23,7- 30,0	9,0- 11,0	27,0- 29,0	31,5- 34,0	40,0- 46,0	50,0- 52,0	60,0- 61,5	
Wassergehalt (%)	21,25	32,51	20,54	23,77	22,31	24,25	21,24	18,58	18,30	16,02	18,75	16,25	17,58	33,00	17,19	19,53	18,25	21,30	18,40	
Plastizitätszahl nach Pfefferkorn (%)	24,0	nb	26,5	27,5	24,4	21,3	21,4	18,5	21,4	18,5	21,5	20,2	20,5	35,3	21,0	23,0	23,0	25,6	22,0	
Trockenbiegefestigkeit (MPa)	2,60	7,17	0,47	2,34	1,11	3,40	2,06	7,13	4,38	4,33	3,27	5,31	5,02	6,10	5,22	4,07	5,06	9,30	6,54	
Trockenschwindung (%)	5,10	14,95	1,34	5,37	2,97	5,50	4,71	5,85	6,07	5,87	5,17	5,78	6,13	10,68	6,10	5,78	5,92	6,17	6,14	
Brennschwindung (%)	0,72	9,81	-0,29	0,88	1,37	1,36	1,91	1,24	0,86	0,60	0,65	0,41	0,84	6,71	1,04	1,24	0,77	1,92	1,17	
Gesamtschwindung (%)	5,87	23,23	1,71	6,06	4,38	6,89	6,59	7,25	6,78	6,59	5,88	6,40	7,11	17,07	7,11	7,30	6,65	8,22	7,03	
Glühverlust (%)	8,35	9,48	4,32	8,63	8,70	10,10	5,76	7,61	6,07	5,41	6,53	4,95	5,00	9,39	5,87	6,74	6,20	8,86	6,18	
Wasseraufnahme (Atmo) (%)	17,09	4,47	20,66	19,44	24,03	17,69	16,08	9,56	9,44	9,01	12,52	7,84	8,24	14,26	7,44	9,50	9,00	3,01	6,94	
Wasseraufnahme (Vak) (%)	18,77	6,34	22,75	20,99	25,26	19,52	19,84	12,31	12,14	11,38	15,76	12,12	12,73	14,69	10,25	12,30	12,82	3,30	8,87	
Sättigungswert	0,91	0,70	0,90	0,93	0,95	0,91	0,81	0,78	0,78	0,79	0,79	0,65	0,65	0,97	0,73	0,77	0,70	0,92	0,78	

Tab. B-1: Bilanzierung des Kaolinitgehaltes anhand der chemischen Analyse.

Bohrung	Probe	Quarz	Alkali- feldspat	Plagio- klas	Muskovit	Goethit	Rutil	TM (Kaolinit)	TM (Illit/ Smectit)
W1	1	35	6	0	3	1	0,6	54	
W1	2	22	5	0	2	2,2	0,7	67	
W1	3	17	5	0	3	1,7	0,7	72	
W1	4	33	5	0	2	2	0,7	56	
W1	5	36	6	0	3	2,7	0,7	51	
W1	6	25	7	1	3	2	0,8	59	
W1	7	32	5	1	3	2,6	0,6	55	
W1	8	35	8	1	4	2,4	0,6	49	
W1	9	32	30	8	10	3,6	0,4	14	
W2	1	27	10	1	5	0,8	0,5	55	
W2	2	37	27	3	7	0,5	0,4	25	
W2	3	31	31	3	8	0,7	0,4	26	
W3	1	26	13	1	5	1,5	0,5	51	
W3	2	39	19	0	8	1	0,3	31	
W3	3	7	11	0	10	4,7	0,1	38,4	11 / 15
W3	4	34	26	2	9	2	0,4	26	
W3	5	40	21	2	10	1,4	0,4	24	
W3	6	35	18	2	10	1,5	0,3	23	4 / 5
W3	7	34	25	3	10	2,7	0,4	20	1,5 / 2
W7	1	28	30	4	10	0,8	0,3	26	
W12	3	40	5	1	2	0,8	0,5	51	
W12	4	31	15	2	7	1,2	0,6	42	
W12	5	37	21	3	8	2,3	0,5	28	
W12	6	41	19	3	9	2,2	0,5	23	
W12	7	38	20	3	10	2,2	0,5	26	
W12	8	35	26	3	10	1,7	0,4	24	
W12	9	27	30	3	10	1,9	0,6	27	
W20	1	34	25	4	8	1	0,3	27	
W20	2	30	29	8	10	2,4	0,3	18	
W20	3	32	29	22	10	1,5	0,2	5	
W21	2	37	22	3	10	1,5	0,3	25	
W22	7	39	20	3	10	1,7	0,3	25	
W23	2	28	24	3	8	0,9	0,6	34	
W23	3	37	21	3	10	1	0,5	26	
W24	1	36	7	1	3	0,6	0,1	52	
W24	2	30	17	2	7	0,6	0,1	44	
W24	3	36	21	3	8	0,5	0,1	31	
W24	4	39	21	3	10	0,4	0,1	26	
W24	5	34	22	3	10	0,5	0,1	30	
W24	6	37	24	3	10	0,5	0,1	25	
W25	1	37	8	1	5	1,8	0,4	46	
W25	2	36	15	3	8	1,7	0,4	35	
W25	3	36	20	3	10	2,3	0,4	26	
W25	4	35	22	3	10	2	0,4	26	
W26	1	35	21	3	8	1	0,1	31	
W26	2	34	25	3	9	1,5	0,1	27	
W26	3	34	22	7	10	1,4	0,1	25	
W26	4	33	29	6	10	1,7	0,3	15	1,5/2
W26	5	30	24	20	10	1,4	0,3	5	3,5/4

Tab. B-2: Chemische Zusammensetzung (RFA) der Hauptelemente in % an den Zersatzproben (OTT 1996) (&lt; n: kleiner Nachweisgrenze).

Bohrung/ Probe	Teufe (m)		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Σ	GV
	von	bis												
W1/1	4,7	10,0	65,3	23,4	1,0	0,02	< n	< n	< n	1,4	0,6	0,1	91,82	7,9
W1/2	10,0	15,0	57,1	28,2	2,1	0,04	< n	< n	< n	1,1	0,7	0,1	89,34	10,3
W1/3	15,1	19,7	54,9	30,5	1,6	0,03	< n	< n	< n	1,2	0,7	0,1	89,03	10,7
W1/4	19,7	25,0	63,3	23,8	1,9	0,04	< n	< n	< n	1,1	0,7	0,1	90,94	8,5
W1/5	25,0	30,0	64,6	22,2	2,5	0,03	< n	< n	< n	1,4	0,7	0,1	91,53	8,2
W1/6	30,0	34,0	59,2	26,0	1,9	0,02	< n	< n	< n	1,5	0,8	0,1	89,52	9,4
W1/7	34,0	39,0	62,2	24,0	2,4	0,05	< n	< n	< n	1,2	0,9	0,1	90,85	8,8
W1/8	39,4	44,0	64,8	22,5	2,2	0,04	0,3	< n	< n	1,8	0,6	0,1	92,34	7,0
W1/9	46,0	47,0	67,4	16,9	3,3	0,03	0,3	0,2	0,8	6,3	0,4	0,1	95,73	3,4
W2/1	3,2	7,0	61,7	25,8	0,8	0,02	< n	< n	< n	2,2	0,5	0,1	91,12	8,8
W2/2	7,0	13,0	70,8	18,2	0,5	0,02	< n	< n	0,3	5,4	0,4	0,1	95,72	4,0
W2/3	13,0	19,5	68,3	19,6	0,7	0,02	< n	< n	0,3	6,2	0,4	0,1	95,62	4,5
W3/1	2,0	4,5	61,7	24,6	1,4	0,02	0,7	< n	< n	2,8	0,5	0,1	91,82	7,6
W3/2	6,5	9,0	69,1	18,7	1,0	0,02	0,9	< n	< n	4,2	0,3	0	94,22	4,6
W3/3	11,4	15,0	49,2	28,6	5,8	0,02	1,5	0,4	< n	4,3	0,5	0,1	90,42	8,9
W3/4	15,0	18,4	68,0	18,9	1,8	0,02	0,8	0,1	0,2	5,4	0,4	0,1	95,72	4,6
W3/5	19,0	24,0	71,0	17,6	1,3	0,02	1,0	0,1	0,2	4,7	0,4	0,1	96,42	3,8
W3/6	24,0	27,5	68,6	18,3	1,8	0,02	1,2	0,2	0,2	4,6	0,4	0,1	95,42	4,3
W3/7	27,5	30,5	68,1	17,8	2,8	0,03	0,7	0,1	0,3	5,8	0,4	0,1	96,13	4,1
W7/1	4,0	6,0	67,0	20,4	0,8	0,02	0,2	< n	0,4	6,3	0,3	0,1	95,52	4,7
W12/3	9,4	16,0	68,1	21,8	0,7	0,02	< n	< n	< n	1,0	0,5	0,1	92,22	7,6
W12/4	16,0	20,8	64,1	22,8	1,1	0,02	< n	< n	0,2	3,3	0,6	0,1	92,22	7,1
W12/5	20,8	23,5	69,1	18,4	2,1	0,03	0,3	< n	0,3	4,4	0,5	0,1	95,23	4,9
W12/6	24,4	32,0	69,8	16,7	3,3	0,02	0,2	< n	0,3	4,3	0,5	0,1	95,22	4,5
W12/7	34,5	40,0	69,2	18,3	2,0	0,03	0,3	< n	0,3	4,6	0,5	0,1	95,33	4,8
W12/8	40,0	45,0	69,0	18,5	1,6	0,03	0,2	< n	0,3	5,6	0,4	0,1	95,73	4,4
W12/9	45,0	51,0	65,0	20,7	1,7	0,08	0,3	< n	0,3	6,3	0,6	0,1	95,08	4,9
W20/1	7,0	8,0	68,7	19,3	0,9	0,02	< n	< n	0,4	5,2	0,3	0,1	94,92	4,9
W20/2	13,0	18,0	66,6	18,1	2,2	0,05	0,4	0,2	0,8	6,1	0,3	0,1	94,85	4,1
W20/3	18,0	24,0	71,3	16,0	1,5	0,05	0,4	0,5	2,2	6,0	0,2	0,2	98,35	2,1
W21/2	15,0	24,0	69,7	18,4	1,4	0,03	0,4	0,1	0,3	4,9	0,3	0,1	95,63	4,8
W22/2	37,5	46,0	70,2	18,0	1,6	0,03	0,4	< n	0,3	4,5	0,3	0,1	95,43	4,5
W23/2	12,0	16,0	65,3	21,6	0,8	0,02	< n	< n	0,3	4,9	0,6	0,1	93,62	5,9
W23/3	16,0	19,0	68,8	18,7	1,0	0,03	< n	< n	0,3	4,7	0,5	0,1	94,13	5,4
W24/1	4,6	10,0	66,4	23,1	0,6	0,02	< n	< n	< n	1,5	0,1	0,1	91,82	7,7
W24/2	10,0	15,0	65,2	23,5	0,6	0,03	< n	< n	0,2	3,6	0,1	0,1	93,33	6,8
W24/3	15,0	20,0	69,7	20,0	0,5	0,02	< n	< n	0,3	4,5	0,1	0,1	95,22	5,2
W24/4	20,0	25,0	70,8	18,8	0,4	0,02	< n	< n	0,3	4,8	0,1	0,1	95,32	4,6
W24/5	25,0	30,0	68,3	20,5	0,5	0,02	< n	< n	0,3	4,9	0,1	0,1	94,72	5,2
W24/6	30,0	35,0	70,6	18,6	0,5	0,02	< n	< n	0,3	5,2	0,1	0,1	95,42	4,5
W25/1	6,0	10,0	66,4	21,6	1,7	0,02	< n	< n	< n	1,9	0,4	0,1	92,12	7,5
W25/2	10,0	15,0	67,5	20,2	1,5	0,03	0,3	< n	0,3	3,4	0,4	0,1	93,73	6,1
W25/3	15,0	19,5	67,9	18,6	2,1	0,03	0,3	< n	0,3	4,5	0,4	0,1	94,23	5,4
W25/4	21,0	22,5	68,2	18,8	1,8	0,04	0,4	< n	0,3	4,9	0,4	0,1	94,94	4,9
W26/1	3,3	9,5	68,1	19,9	0,9	0,02	< n	< n	0,3	4,5	0,4	0,1	94,22	5,4
W26/2	9,5	15,0	68,4	19,3	1,3	0,07	< n	< n	0,3	5,2	0,1	0,1	94,77	4,6
W26/3	15,0	20,0	68,9	19,3	1,3	0,08	< n	< n	0,7	4,9	0,1	0,1	95,38	4,4
W26/4	20,1	26,8	69,5	17,1	1,8	0,03	0,4	0,2	0,6	6,1	0,3	0,1	96,13	3,8
W26/5	27,0	32,0	70,0	16,1	1,7	0,02	0,4	0,6	2,2	5,6	0,3	0,4	97,32	2,7

Tab. B-3: Keramische Untersuchungen an Zersatzproben (OТT 1996).

Bohrung	Probe	Teufe (m)		Glühverlust	Tonsubstanz	Weißgrad	Brennfarbe, roh	Brennfarbe, keram.
		von	bis					
W1	1	4,7	10,0	12,8	91,7	61,6	gelb, dunkle Punkte	hellgrau, dunkle Punkte
W1	3	15,1	19,9	12,9	92,5	65,0	gelb, dunkle Punkte	hellgrau, dunkle Punkte
W1	6	30,0	34,0	12,0	86,3	64,0	gelbgrau, dunkle Punkte	hellgrau, dunkle Punkte
W2	1	3,2	7,0	12,8	91,6	76,2	hellgelb, dunkle Punkte	grauweiß, dunkle Punkte
W12	3	9,4	16	12,9	92,5	73,1	hellgelb	grauweiß
W12	4	16,0	20,8	11,9	85,4	67,5	gelb	hellgrau
W24	1	4,6	10,0	12,4	88,8	66,6	hellgelb	grauweiß
W25	1	6,0	10,0	12,2	87,2	62,5	gelbgrau	hellgrau

Tab. B-4: Korngrößenanalyse des granitischen Zersatzes (OTT 1996)  
(Zahlenwerte ohne Nachkommastelle und gerundet, Abweichungen von 100 % sind deswegen möglich).

Bohrung	Probe	Teufe (m)	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS	fG	mG	gG
W1	1	4,7-10,0	15	14	18	6	11	14	18	4	0	0
W1	2	10,0-15,0	10	11	15	12	11	14	17	9	0	0
W1	3	15,1-19,7	10	11	17	10	10	14	22	6	0	0
W1	4	19,7-25,0	11	11	16	8	9	13	20	11	1	0
W1	5	25,0-30,0	11	11	14	7	9	14	21	12	0	0
W1	6	30,0-34,0	13	11	15	7	9	13	20	13	0	0
W1	7	34,0-39,0	7	8	14	7	9	12	20	22	1	0
W1	8	39,4-44,0	6	9	18	10	12	11	14	18	2	0
W1	9	46,0-47,0	2	5	9	9	17	23	22	12	1	0
W2	1	3,2-7,0	16	12	16	4	9	27	16	0	0	0
W2	2	7,0-13,0	8	8	11	4	19	29	21	0	0	0
W2	3	13,0-19,5	8	5	7	11	20	33	16	0	0	0
W3	1	2,0-4,5	14	13	12	7	8	10	20	15	0	0
W3	2	6,5-9,0	14	8	9	7	11	16	23	12	1	0
W3	3	11,4-15,0	22	25	26	8	7	5	6	2	0	0
W3	4	15,0-18,4	8	8	10	7	13	15	21	17	1	0
W3	5	19,0-24,0	10	7	9	6	14	16	23	15	1	0
W3	6	24,0-27,5	7	7	8	5	10	18	28	17	1	0
W3	7	27,5-30,5	7	8	12	5	10	16	29	12	1	0
W7	1	4,0-6,0	5	7	9	6	11	16	22	22	3	0
W12	3	9,4-16,0	9	14	20	9	8	10	20	11	0	0
W12	4	16,0-20,8	8	12	15	11	12	10	16	16	1	0
W12	5	20,8-23,5	4	9	13	8	16	15	19	15	1	0
W12	6	24,4-32,0	6	10	13	9	13	14	16	18	2	0
W12	7	24,5-40,0	3	7	13	9	18	17	17	14	1	0
W12	8	40,0-45,0	4	7	11	10	15	20	18	14	1	0
W12	9	45,0-51,0	5	7	12	9	12	18	22	15	1	0
W20	1	7,0-8,0	8	5	15	8	15	15	14	17	2	0
W20	2	13,0-18,0	3	5	8	6	13	18	27	18	1	0
W20	3	18,0-24,0	2	3	5	6	14	20	28	21	2	0
W21	2	15,0-24,0	6	6	11	11	13	16	19	16	1	0
W22	7	37,5-46,0	6	7	11	10	16	17	18	15	1	0
W23	2	12,0-16,0	7	6	11	6	12	18	21	18	2	0
W23	3	16,0-19,0	9	8	11	6	13	16	18	18	2	0
W24	1	4,6-10,0	11	12	18	8	12	32	9	0	0	0
W24	2	10,0-15,0	7	9	15	6	19	34	11	0	0	0
W24	3	15,0-20,0	5	6	14	10	17	32	15	0	0	0
W24	4	20,0-25,0	7	8	13	7	19	38	9	0	0	0
W24	5	25,0-30,0	6	6	12	10	21	36	9	0	0	0
W24	6	30,0-35,0	6	6	10	8	20	38	13	0	0	0
W25	1	6,0-10,0	8	10	16	9	11	9	17	18	4	0
W25	2	10,0-15,0	6	7	13	9	15	9	12	25	4	0
W25	3	15,0-19,5	5	6	11	9	17	15	15	20	2	0
W25	4	21,0-22,5	5	4	9	10	18	16	14	20	5	0
W26	1	3,3-9,5	8	8	10	7	15	16	21	14	1	0
W26	2	9,5-15,0	2	5	17	13	24	30	6	2	0	0
W26	3	15,0-20,0	1	4	10	10	25	39	11	0	0	0
W26	4	20,1-26,8	2	4	8	7	14	17	23	22	4	0
W26	5	27,0-32,0	0	2	3	3	8	13	19	35	17	0

Tab. C-1: Korngrößenanalyse der Sande und Kiese (OTT 1996, und eigenen Untersuchungen)  
(Zahlenwerte ohne Nachkommastelle und gerundet, Abweichungen von 100 % sind deswegen möglich).

Bohrung	Probe	Teufe (m)	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS	fG	mG	gG
W6	1	4,0-8,0	0	0	0	8	5	8	9	8	19	36
W6	2	16,8-22,1	3	3	4	4	11	13	12	12	25	13
W6	3	32,0-37,0	1	1	4	8	35	45	5	0	1	0
W9	1	11,8-12,8	8	10	13	12	26	30	1	0	0	0
W9	2	12,8-13,8	6	8	12	16	31	26	1	0	0	0
W10	1	2,0-5,3	3	2	5	4	15	41	19	7	3	0
W10	2	11,2-14,0	4	2	5	3	14	44	21	6	2	1
W11	2	6,0-8,0	5	4	6	5	27	26	11	8	7	0
W12	2	7,2-9,4	0	0	0	7	19	30	38	4	2	0
W13	1	6,0-7,0	4	3	7	5	14	26	16	10	12	3
W13	2	8,0-9,0	5	4	8	6	12	32	13	9	10	2
W17	1	2,2	25	9	10	6	9	13	12	9	7	0
W17	2	4,8	26	15	13	9	16	6	5	3	6	1
W17	3	6,2	0	0	23	7	47	22	0	0	0	0
W17	4	8,7	26	5	5	7	22	29	7	0	0	0
W17	5	10,5	9	4	6	7	21	25	18	9	2	0
W17	6	12,2	19	7	5	8	27	31	3	0	0	0
W17	7	14,2	23	9	7	11	26	24	2	0	0	0
W17	8	15,3	12	6	5	8	37	30	3	0	0	0
W17	9	17,5	28	16	17	14	22	4	0	0	0	0
W17	10	18,4	0	0	0	8	22	69	1	0	0	0
W17	11	21,7	4	3	7	7	12	30	13	8	15	1
W17	12	29,5	8	12	17	8	33	18	5	0	0	0
W17	13	36,3	4	7	13	10	25	36	6	0	0	0
W17	14	44,3	7	8	12	9	33	26	5	0	0	0
W18	1	1,5-4,5	11	3	5	8	23	14	13	7	11	5
W18	2	9,0-10,0	8	2	4	5	18	11	7	9	17	20
W18	3	10,0-12,0	0	0	0	11	9	8	10	11	22	25
W18	4	21,5-25,0	4	3	4	5	14	13	10	12	20	15
W18	5	25,0-30,0	3	2	4	4	10	9	7	8	24	28
W22	1	0,3-3,0	5	3	4	3	38	30	5	3	8	0
W22	2	4,0-5,8	0	0	0	4	8	16	16	18	36	3
W22	4	10,6-12,2	6	4	3	2	28	53	4	0	0	0
W22	5	14,0-16,1	0	0	0	10	21	54	14	1	0	0
W22	6	17,0-20,0	0	0	0	7	27	60	6	0	0	0
W23	1	4,0-5,0	4	4	5	5	11	24	34	11	2	0
W27	3	29,5-33,4	0	0	0	7	34	51	8	0	0	0
W27	4	35,8-39,5	0	0	0	3	13	47	37	0	0	0
W28	1	7,0-10,4	15	5	7	6	9	43	16	0	0	0
W28	4	21,5-22,9	16	4	6	5	8	45	17	0	0	0
W28	6	35,5-37,0	4	2	4	6	19	34	29	1	0	0
W28	7	37,8-39,5	7	4	7	6	16	21	8	4	13	14
W29	7	67,0-72,0	0	0	0	6	8	34	52	0	0	0
W29	8	72,0-77,0	0	0	0	8	7	27	58	0	0	0
W29	9	78,0-86,8	0	0	0	9	9	45	37	0	0	0
W30	1	54,15-58,0	0	0	0	7	15	76	2	0	0	0
W30	2	63,25-64,0	0	0	0	2	1	8	81	8	0	0

Bohrung	Probe	Teufe (m)	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS	fG	mG	gG
W31	1	8	3	1	2	2	6	18	25	18	15	9
W34	1	7,3	2	2	3	4	20	16	12	15	22	4
W34	2	0-7,3	3	2	4	4	14	10	9	13	27	15
W34	3	9,0-13,0	3	2	4	4	8	10	10	15	29	17
W34	4	18,6-24,3	5	2	5	6	18	15	10	12	22	5
W34	5	28,0-30,05	3	2	4	4	7	9	12	16	27	15
W34	6	37,6-40,0	0	0	0	4	24	11	8	12	21	19
W37	1	20,8-23,25	11	4	8	8	10	13	32	12	1	0

Bewertungsschema für die Rohstoffe Sand/Kies und Ton sowie für Kaolin im Hinblick auf ihre Gewinnbarkeit

### Vorgehensweise:

Die Grundbewertung (1. Bewertungssäule) erfolgt nach der in Kapitel 5.2 beschriebenen Vorgehensweise. Für die Bewertung der Gewinnbarkeit (2. Bewertungssäule) werden die ausgewiesenen Nutzsichten nach Rohstoffgruppen und folgenden Kriterien bewertet. Die derart erhaltenen Punkte (aus Kriterien (1) – (5)) werden aufsummiert und die Grundbewertung (1. Bewertungssäule) entsprechend der Tabellen (6), (7) bereinigt:

### Punktesystem für die Kriterien (1) – (5):

Zunehmende Verbesserung: 1 – 3 Punkte

Keine Auf- bzw. Abwertung: 0 Punkte

Abwertung: -1 Punkt

### Kriterien:

#### (1) Mächtigkeit des Rohstoffes

Rohstoffgruppe	
Sand/Kies und Ton	Punkte
≤ 1 m	1
> 1 m – ≤ 10 m	2
> 10 m	3

Rohstoffgruppe	
Kaolin	Punkte
≤ 10 m	1
> 10 m	2

#### (2) Homogenität des Rohstoffes

Homogenität	Punkte
Heterogen	1
Bedingt homogen	2
Homogen	3

#### (3) Tiefenlage des Rohstoffes, jeweils Oberkante der nutzbaren Mächtigkeit

Rohstoffgruppe	
Sand/Kies und Ton	Punkte
≤ 10 m	3
> 10 m – ≤ 15 m	2
> 15 m – ≤ 25 m	1
> 25 m	0

Rohstoffgruppe	
Kaolin	Punkte
≤ 10 m	3
> 10 m – ≤ 25 m	2
> 25 m	1

#### (4) Mächtigkeit der Überdeckung

Rohstoffgruppe	
Sand/Kies und Ton	Punkte
≤ 3 m	3
> 3 m – ≤ 5 m	2
> 5 m – ≤ 10 m	1
> 10 m – ≤ 25 m	0
> 25 m	- 1

Rohstoffgruppe	
Kaolin	Punkte
≤ 10 m	2
> 10 m	1

(5) Nutzbarkeit der Überdeckung

Nutzbarkeit	Punkte
Nicht nutzbar	0
Bedingt nutzbar	1
Gut nutzbar	2
Sehr gut nutzbar	3

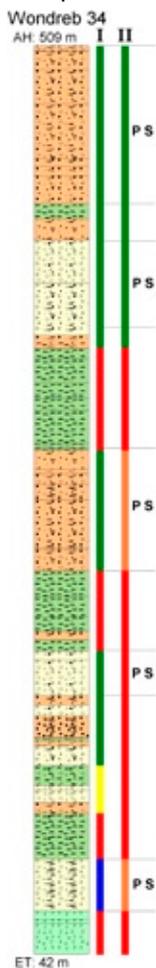
(6) Bewertungsschema zur Punkte-Korrektur

Punkte (Bereich)	Abstufung
10 – 13	Unverändert
8 – 9	Um eine Stufe
7 – 6	Um zwei Stufen
3 – 5	Um drei Stufen

(7) Verschlechterungsschema der tiefenbezogenen Bewertung (2. Bewertungssäule)

Unverändert	Um eine Stufe	Um zwei Stufen	Um drei Stufen	Um vier Stufen

Beispiel:



Einstufung 1. Säule ( I )	Kriterien					Summe	Abstufung um x Stufen	Einstufung 2. Säule ( II )
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			
grün	3	3	3	3	0	12	0	grün
rot	2	3	2	0	3	10	0	rot
grün	2	3	1	0	1	7	2	orange
rot	2	2	1	0	2	7	2	rot
grün	2	2	0	-1	1	4	3	rot
gelb	2	2	0	-1	1	4	3	rot
rot	2	3	0	-1	1	5	3	rot
blau	2	3	0	-1	1	5	3	orange
rot	2	2	0	-1	0	3	3	rot

