

Projekt ÜLG-082

**Karbonatarme Tonrohstoffe in Österreich – Bundesweite Übersicht zum
Forschungsstand und Charakterisierung der Vorkommen hinsichtlich
Rohstoffqualität und -quantität**

Bericht über das Arbeitsjahr 2021

von

J. RABEDER, I. LIPIARSKA, H. REITNER, A. RÖMER & J. WEILBOLD



iii + 21 Seiten, 8 Abbildungen

Wien, Jänner 2022

Projektleitung und verantwortliche Durchführung:

Mag. Julia Rabeder

Fachabteilung Rohstoffgeologie

Projektmitarbeit:

Ljiljana Barbir

Fachabteilung Sedimentgeologie

Labor

Dr. DDipl. Ing. Christian Benold

Fachabteilung Geochemie

Geochemie

Mag. Gerhard Bieber

Fachabteilung Geophysik

Geophysik

Martin Heidovitsch

Fachabteilung Geophysik

Geophysik

Dr. Gerhard Hobiger

Fachabteilung Geochemie

Geochemie

Mag. Irena Lipiarska

Fachabteilung Rohstoffgeologie

GIS-Bearbeitung, Datenbank

Dr. Mandana Peresson

Fachabteilung Rohstoffgeologie

Mineralogie

Dr. Sebastian Pfeiderer

Fachabteilung Rohstoffgeologie

Rohstoffgeologie

cand. geol. Heinz Reitner

Fachabteilung Rohstoffgeologie

GIS-Bearbeitung, Rohstoffgeologie

Mag. Alexander Römer

Fachabteilung Geophysik

Geophysik

Mag. Julia Weilbold

Fachabteilung Rohstoffgeologie

Datenbank

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sei sehr herzlich für die gute Zusammenarbeit gedankt!

Die Projektdurchführung erfolgte im Rahmen des Vollzuges des Lagerstättengesetzes im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft.

Inhalt

Zusammenfassung.....	iii
1. Ausgangslage	1
2. Ziele und Inhalte des Projektes	2
3. Arbeitsschritte und vorläufige Ergebnisse	3
3.1. Literaturlauswertung.....	3
3.2. Kartengrundlagen.....	4
3.3. Datenauswertung.....	5
3.4. Karbonatarme Tonrohstoffe in Niederösterreich und Oberösterreich.....	8
3.4.1. Fluviale Ablagerungsräume.....	8
3.4.2. Limnisch-fluviale Ablagerungsräume	10
3.4.3. Küstennahe Ablagerungsräume mit fluvialen bzw. ästuarischen Einfluss.....	11
3.4.4. Marine Ablagerungsräume.....	13
3.4.5. Äolische Ablagerungsräume.....	15
3.4.6. Sedimente des Wiener Beckens	16
3.4.7. Gebiete mit Datendefiziten	17
4. Weiteres Arbeitsprogramm.....	18
5. Literatur	18

Zusammenfassung

Laut Österreichischem Montanhandbuch (2021) waren im Jahr 2020 in Österreich 40 Tonabbauere in Betrieb, die insgesamt rund 2 Mio. t Ton förderten. Damit konnten über 95 % des heimischen Bedarfs aus eigener Förderung gedeckt werden. Die meisten aktiven Betriebe befinden sich in Oberösterreich. Weitere Abbaustandorte verteilen sich auf die Bundesländer Steiermark, Niederösterreich, Burgenland und Kärnten. Der Rohstoff wird in erster Linie zur Produktion von Ziegeln für aufgehendes Mauerwerk, für Dachziegel, Klinker und für Blähtonprodukte eingesetzt.

Die österreichischen Tonvorkommen umfassen altersmäßig wie auch genetisch ein breites Spektrum. Die ältesten Bildungen stammen aus dem Paläogen, die jüngsten aus dem Postglazial. Es finden sich sowohl fluviatile, limnische, brackische, marine als auch äolische Sedimente in allen Verwitterungsstadien. Aufgrund ihrer Entstehung in meist kleinräumigen Bildungsbereichen mit rasch wechselnden Bedingungen, aber auch bedingt durch Untergrundrelief, tektonische Aktivität und fortschreitende Verwitterung zeichnen sich viele der Vorkommen durch eine gewisse Variabilität hinsichtlich ihrer Rohstoffqualitäten sowie ihrer Mächtigkeitserstreckung aus.

In den letzten Jahren zeichnet sich insbesondere in der Beurteilung des Karbonatgehaltes von Tonrohstoffen ein Paradigmenwechsel ab. Während früher die positiven Eigenschaften einer Karbonatführung geschätzt wurden, beispielsweise bei der Ziegelproduktion, rücken nunmehr verstärkt Aspekte wie Klimaneutralität und umweltfreundliche Produktionsverfahren in den Vordergrund. Dem Umstand, dass dadurch karbonatarme Tonvorkommen zunehmend an Bedeutung gewinnen, wird mit dem gegenständlichen Projekt, das die Rohstoffsituation in Bezug auf diese Rohstoffe in Österreich kompilatorisch aufbereiten und dokumentieren soll, Rechnung getragen. Basierend auf Auswertungen von vorliegenden Archiv- und Literaturunterlagen, Analysen- und Mächtigkeitsdaten sollen stratigraphisch relevante Einheiten identifiziert, hinsichtlich ihrer Eignung, sowohl Qualität als auch Quantität betreffend, beschrieben und mittels Geographischem Informationssystem dargestellt werden. Des Weiteren sind zur Erweiterung der Wissensbasis in Gebieten mit geringer Informationsdichte gezielte Probenahmen, Laboranalytik und bodengeophysikalische Messkampagnen geplant.

Im ersten Projektjahr wurde mit der Bearbeitung der Bundesländer Wien, Niederösterreich und Oberösterreich begonnen. Hauptgegenstand der Projektarbeiten war dabei die Erhebung von Informationen aus Literatur und an der Geologischen Bundesanstalt vorliegenden Datenbeständen. Entgegen der ursprünglichen Planung und geschuldet den durch die Covid-19-Pandemie verursachten Einschränkungen und Unsicherheiten wurden im ersten Projektjahr noch keine Geländearbeiten durchgeführt. Insgesamt wurden 16 stratigraphische Einheiten in der Molassezone, den Randbereichen der Böhmisches Masse und im Wiener Becken identifiziert, die potentiell karbonatarme Tonvorkommen beinhalten können. Ihre Ablagerung fand in höchst unterschiedlichen Bildungsmilieus statt, die fluviatile Vorläufer von Donau und Kamp ebenso umfassen wie vollmarine Ablagerungsräume oder glaziale Steppenlandschaften. Die ältesten Sedimente gehören dabei zur St. Marein-Freischling-Formation und datieren um die 30 Mio. Jahre; die jüngsten Bildungen sind Lösslehme, die ein Alter von wenigen 10.000 Jahren aufweisen. Die bearbeiteten stratigraphischen Einheiten wurden nach Entstehungsräumen zusammengefasst und hinsichtlich ihrer charakteristischen Sediment- und Materialeigenschaften sowie ihrer Verwendungsmöglichkeiten beschrieben.

1. Ausgangslage

Die österreichischen Tonvorkommen umfassen altersmäßig wie auch genetisch ein breites Spektrum. Die ältesten Bildungen stammen aus dem Paläogen, die jüngsten aus dem Postglazial. Es finden sich sowohl fluviatile, limnische, brackische, marine als auch äolische Sedimente in allen Verwitterungsstadien. Während sich die paläogenen und neogenen Tonlagerstätten im Wesentlichen auf die Molassezone und auf die großen Neogenbecken im Osten konzentrieren, sind die quartären Bildungen, zu denen pleistozäne Seetone, holozäne Aulehme sowie Löss und Lösslehme zählen, österreichweit verbreitet. Aufgrund ihrer Entstehung in meist kleinräumigen Bildungsbereichen mit rasch wechselnden Bedingungen, aber auch bedingt durch Untergrundrelief, tektonische Aktivität und fortschreitende Verwitterung zeichnen sich viele der Vorkommen durch eine gewisse Variabilität hinsichtlich ihrer Rohstoffqualitäten sowie ihrer Mächtigkeitserstreckung aus.

Laut Österreichischem Montanhandbuch (2021) waren im Jahr 2020 in Österreich 40 Tonabbau in Betrieb, die gemeinsam rund 2 Mio. t Ton förderten. Damit konnten über 95 % des Bedarfs an Tonrohstoffen aus heimischer Förderung gedeckt werden. Knapp die Hälfte der aktiven Betriebe befand sich in Oberösterreich, der Rest verteilte sich auf die Bundesländer Steiermark, Niederösterreich, Burgenland und Kärnten. In Vorarlberg, Tirol, Salzburg und Wien wurde dagegen kein Tonabbau betrieben.

Der abgebaute Rohstoff wird in erster Linie zur Produktion von Ziegeln für aufgehendes Mauerwerk, für Dachziegel, Klinker und für Blähtonprodukte eingesetzt. Allerdings eignet sich nicht jedes Tonvorkommen gleichermaßen gut für jedes Anwendungsgebiet. Abhängig vom Einsatzzweck müssen eine Reihe von Qualitätsanforderungen erfüllt werden, um einen effizienten Herstellungsprozess und hochwertige Produkte zu gewährleisten.

Ein wichtiges Kriterium für eine Eignung als Rohstoffbasis für grobkeramische Zwecke ist etwa eine günstige Korngrößenverteilung. Ebenso bestimmen Art und Anteil der Tonminerale die Eigenschaften bei der Verarbeitung: Minerale der Kaolinitgruppe garantieren hohe Plastizität und gute Formgebung sowie geringe Trocken- und Brennschwindung. Minerale der Smektitgruppe sorgen ebenfalls für hohe Plastizität, allerdings auch für eine höhere Brennschwindung. Minerale der Illit-/Hellglimmergruppe tragen einerseits zur Erhöhung der Plastizität bei, darüber hinaus gelten sie durch ihre hohen Kaliumgehalte auch als gutes Flussmittel und bewirken eine frühe Schmelzbildung und ein kurzes Sinterintervall. Minerale der Chloritgruppe zeichnen sich durch höhere Magnesiumgehalte aus und sorgen damit für ausreichende Viskosität der Schmelze. Der Eisengehalt im Chlorit trägt zudem zur Farbgebung des Scherbens bei. Quarz in geringen Mengen fungiert als Stabilisator; zu hohe Quarzgehalte dagegen setzen die Druckfestigkeit herab. Feinverteiltes Karbonat erhöht im Gegensatz dazu die Scherbenfestigkeit, verringert die Schwindung und beeinflusst die Farbgebung. Sulfide und Sulfate sind unerwünschte Bestandteile, da sie Ausblühungen im Ziegel bewirken können.

Gleichermaßen wichtig wie die geforderte chemische, mineralogische und korngrößenmäßige Zusammensetzung ist aber auch das Vorhandensein mengenmäßig entsprechender Vorkommen mit konstanten Eigenschaften.

Bei Tonrohstoffen für die Ziegelindustrie zeichnet sich in den letzten Jahren insbesondere in der Beurteilung des Karbonatgehaltes ein Paradigmenwechsel ab. Wurden früher die positiven Eigenschaften einer Karbonatführung in Hinblick auf Brenneigenschaften und Färbung geschätzt, rücken nunmehr verstärkt Aspekte wie Klimaneutralität und umweltfreundliche Produktionsverfahren in den Vordergrund. Die Notwendigkeit zur CO₂-Reduktion und damit zur Erschließung karbonatarmer Rohstoffvorkommen ergibt sich auch für andere Industriezweige, wie beispielsweise die Zementindustrie. Dadurch gewinnen karbonatarmer Tonvorkommen zunehmend an Bedeutung.

Die Geologische Bundesanstalt verfügt neben Daten zur Verbreitung auch über lithologische Beschreibungen und Nutzungsangaben (Abbaudatenbank und Rohstoffarchiv mit Informationen zu

Betrieb, Größe, Bedeutung, Verwendung, Genehmigungsverfahren) sowie über mineralogische, chemische und sedimentologische Analysen der österreichischen Tonvorkommen, in vielen Fällen auch über Mächtigkeitsinformationen (Bohrdaten). Bislang fehlt allerdings eine aktuelle, bundesweite Übersicht, insbesondere unter Berücksichtigung der karbonatarmen Tonrohstoffe, obgleich steigende Qualitätsanforderungen und konkurrierende Flächennutzungsansprüche das Wissen um Eigenschaften und Vorkommen bzw. um die Verfügbarkeit ausreichend großer Mengen an diesen Rohstoffen zusehends wichtiger machen.

2. Ziele und Inhalte des Projektes

Mit dem gegenständlichen Projekt soll die Rohstoffsituation in Bezug auf karbonatarme Tonrohstoffe in Österreich kompilatorisch aufbereitet und dokumentiert werden. Basierend auf Auswertungen von vorliegenden Archiv- und Literaturunterlagen, Analysen- und Mächtigkeitsdaten sollen stratigraphisch relevante Einheiten identifiziert, hinsichtlich ihrer Eignung, sowohl Qualität als auch Quantität betreffend, beschrieben und mittels Geographischem Informationssystem (GIS) dargestellt werden. So soll eine bundesweite Übersicht über den Kenntnisstand zu Verbreitung, Rohstoffqualitäten (Mineralogie, Korngrößenverteilung, Sedimentgeochemie) und Rohstoffreserven karbonatarmer Tonvorkommen in Österreich erstellt werden. Des Weiteren soll durch gezielte Probenahmen, Laboranalytik und bodengeophysikalische Messkampagnen in Gebieten mit geringer Informationsdichte die Wissensbasis erweitert werden. Dazu sind folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- systematische Erhebung der für karbonatarme Tonrohstoffe relevanten lithostratigraphischen Einheiten aus dem geologischen Kartenwerk der Geologischen Bundesanstalt (Geologische Karten 1:50.000, 1:200.000, GEOFAST-Karten, digitale Lockergesteinskarte)
- bundesweite, systematische Erhebung der publizierten und unpublizierten rohstoffgeologischen Arbeiten zum Thema karbonatarme Tonrohstoffe
- systematische Erhebung der dokumentierten Abbaue und Lagerstätten karbonatarmer Tonrohstoffe in den analogen und digitalen Archiven der Geologischen Bundesanstalt
- systematische Erhebung der vorliegenden Analysendaten aus den Datenbanken der Geologischen Bundesanstalt
- systematische Erhebung vorliegender Mächtigkeitsdaten aus Bohrungen, Abbau- und Aufschlussinformationen sowie aus geophysikalischen Messkampagnen; Auswertung der Bohrdatensammlungen der Ämter der Landesregierungen
- Identifikation von Bereichen mit geringer Datendichte und Schließung von Informationslücken bzw. Aktualisierung und Erweiterung der Wissensbasis durch gezielte Probenahme und Analytik bzw. durch Durchführung bodengeophysikalischer Messkampagnen zur Erkundung der Geometrie von ausgewählten Vorkommen
- qualitative und quantitative Beschreibung der geologisch relevanten Einheiten unter Einbeziehung aller Projektergebnisse hinsichtlich ihres Rohstoffpotentials; Dokumentation der

ermittelten Rohstoffqualitäten (Mineralogie, Korngrößenverteilung, Sedimentgeochemie) und Rohstoffreserven

- GIS-basierte Darstellung der Projektergebnisse
- Schaffung einer Basis zur Beurteilung der G-Achse nach dem UNFC-Schema

Nach Möglichkeit sollen auch folgende Zusatzziele verwirklicht werden:

- Implementierung der Projektergebnisse in die Datenbanken der Geologischen Bundesanstalt
- Qualitätsprüfung, Vereinheitlichung und Beschreibung der vorhandenen Analysendaten mit statistischen Methoden
- Nachanalysieren von Proben, an denen bisher noch nicht alle Analysenmethoden durchgeführt wurden
- Auswertung älterer Analysenergebnisse nach aktuellen Gesichtspunkten mit moderner Auswertesoftware
- Berechnung rohstoffrelevanter Kennwerte für vorhandene Analysendaten

Die Projektlaufzeit beträgt drei Jahre, die Bearbeitung erfolgt bundeslandweise.

3. Arbeitsschritte und vorläufige Ergebnisse

Im ersten Projektjahr wurde mit der Bearbeitung der Bundesländer Wien, Niederösterreich und Oberösterreich begonnen. Hauptgegenstand der Projektarbeiten war dabei gemäß Projektplan die Erhebung von Literatur und Datenbeständen zum Thema karbonatarme Tonrohstoffe in diesen drei Bundesländern. Entgegen der ursprünglichen Planung und geschuldet den durch die Covid-19-Pandemie verursachten Einschränkungen und Unsicherheiten wurden im ersten Projektjahr noch keine Geländearbeiten durchgeführt.

3.1. Literaturlauswertung

Für die Literaturlauswertung wurden bislang folgende Quellen herangezogen: Naturraumpotential-, Geopotential- und Rohstoffsicherungsprojekte, Österreichischer Rohstoffplan, Erläuterungen zu den Geologischen Karten der Republik Österreich, Tagungsbände zu den Arbeitstagungen der Geologischen Bundesanstalt, Aufnahmeberichte der kartierenden Geologen im Jahrbuch bzw. in den Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, zum Teil unveröffentlichte Rohstoffstudien und Rohstoffforschungsberichte, Projektberichte der Forschungspartnerschaften Mineralrohstoffe, Projekte zur Dokumentation kurzzeitig verfügbarer Aufschlüsse (Baustellenprojekte), Ergebnisse

universitärer Forschungen (Diplomarbeiten, Dissertationen), Artikel in Fachzeitschriften, Österreichisches Montanhandbuch.

Insgesamt wurden bisher knapp 350 Arbeiten nach Angaben zu Sedimentationsraum, Rohstoffeigenschaften, Rohstoffmächtigkeiten und Verwendung durchforstet. Basisinformationen liefern beispielsweise überregionale Studien zu Qualität und Verbreitung von Tonrohstoffen in Österreich, die allerdings alle bereits einige Jahre zurückliegen (Malecki et al., 1975; Wimmer-Frey et al., 1992; Wimmer-Frey et al., 1996; Hellerschmidt-Alber, 1995). Eine zusammenfassende Neubearbeitung wirtschaftlich relevanter Tonvorkommen erfolgte schließlich im Rahmen der Arbeiten zum Österreichischen Rohstoffplan (Weber, 2012). Wichtige Quellen bezüglich hochwertiger Tonvorkommen in der niederösterreichischen Molassezone und am Südostrand der Böhmisches Masse sind die Anfang der 1980er Jahre durchgeführten, detaillierten Studien der Firma Austromineral, die neben zahlreichen Analysenergebnissen und Bohrdaten auch keramtechnische Parameter enthalten (Austromineral, 1982; Austromineral, 1983; Austromineral, 1984a; Austromineral, 1984b). Im Zuge von Projekten zur Naturraumpotentialerhebung der Geologischen Bundesanstalt wurden in den Bezirken Horn und Hollabrunn, Scheibbs, Melk, Tulln, Bruck an der Leitha und Mistelbach Tonvorkommen beprobt und sowohl hinsichtlich ihrer Korngrößenverteilung als auch ihrer gesamt- und tonmineralogischen sowie ihrer chemischen Zusammensetzung analysiert (Wimmer-Frey, 1998; Wimmer-Frey, 2001; Wimmer-Frey et al., 2004; Wimmer-Frey et al., 2008; Wimmer-Frey et al., 2010; Wimmer-Frey & Rabeder, 2013; Wimmer-Frey et al., 2017). Für Oberösterreich liegen Untersuchungen für den Hausruck (Heinrich et al., 1981), das Verbreitungsgebiet der Linz-Melk-Formation (Heinrich et al., 1979), Löss- und Lösslehmvorkommen (Moser & Reitner, 1998) sowie Arbeiten zur Baurohstoffsicherung (Letouze-Zezula et al., 1999; Reitner & Letouze-Zezula, 2002) vor. Im Rahmen der Forschungspartnerschaften Mineralrohstoffe wurde unter Berücksichtigung der Kompositionsdatenanalyse eine integrative Auswertung von mineralogischen, chemischen und korngrößenmäßigen Analysen aus Löss- und Lösslehmvorkommen der Molassezone und des Wiener Beckens vorgenommen und darauf basierend Rohstoffbezirke abgegrenzt und beschrieben (Rabeder et al., 2019).

3.2. Kartengrundlagen

Die geologischen Kartenwerke der Geologischen Bundesanstalt liegen in digitaler Form vor. Die Erhebung und Darstellung der für die karbonatarmen Tonrohstoffe relevanten stratigraphischen Einheiten basiert dabei vorrangig auf den Geologischen Karten der Republik Österreich 1:50.000 (Geologische Bundesanstalt, 2021a), vor allem aber auf der Digitalen Lockergesteinskarte (Heinrich & Untersweg, 2019). Zusätzlich wurden zur Auswertung auch die kompilierten Kartenwerke Geofast (Geologische Bundesanstalt, 2021b), Angedan (Lipiarski et al., 2012), die Digitale Geologische Arbeitskarte von Oberösterreich (Reitner, 2019) sowie die Geologischen Karten der Österreichischen Bundesländer 1:200.000 (Geologische Bundesanstalt, 2021c) herangezogen.

Für jedes zu bearbeitende Schichtglied wurden aus der digitalen Lockergesteinskarte jene Polygone mit zutreffenden stratigraphischen Inhalten der Lockergesteinskarte abgefragt. Sofern verfügbar, wurden aus den Ergebnissen die Einträge der petrographischen Einstufungen der Feinsedimente weiter abgefragt und somit Polygone der Grobsedimente entfernt. Die ausgewählten Flächen der betreffenden Einträge der Lockergesteinskarte wurden, jeweils getrennt nach geologischer Formation, gemeinsam mit einer Kartenlegende als Polygon-Datenebene in die Kartendarstellungen aufgenommen.

3.3. Datenauswertung

Für Informationen zu Abbauen und Vorkommen karbonatarmer Tonrohstoffe wurden sowohl die analogen Archive der Fachabteilung Rohstoffgeologie (Rohstoffarchiv, Tonarchiv) als auch die entsprechenden Datenbanken (Abbaudatenbank) herangezogen. Die Abbaudatenbank der Geologischen Bundesanstalt stellt insofern eine wichtige Datengrundlage dar, als dass sie einen umfassenden Überblick über historische und aktuelle Ton-Abbaue und deren wesentliche Kenndaten wie etwa Art des Rohstoffes, Aufschlussverhältnisse, Verwendung, Eignung, Rohstoffqualität und Analysenergebnisse liefert. Für die relevanten Schichtglieder karbonatarmer Tonrohstoffe finden sich knapp über 700 Einträge. Allerdings sind die dokumentierten Erhebungsstände relativ inhomogen - der älteste Eintrag datiert aus dem Jahr 1873, der aktuellste aus dem Jahr 2021. Die Aktualität der Einträge hängt vor allem auch davon ab, ob bzw. wann die jeweiligen Gebiete Gegenstand von rohstoffgeologischen Aufnahmen waren. Zum Zeitpunkt der jüngsten Erhebung wurden nur noch wenige Vorkommen genutzt, die meisten davon waren Lösslehme. Weitere aktive Abbaue sind aus der Pielach-Formation, dem Älteren Schlier, der Ampflwang-Formation (als Beiprodukt) und dem Pannonium im Wiener Becken dokumentiert. Die allermeisten Abbaue in der Langau-Formation gingen nicht auf Tonrohstoffe, sondern auf Kohle. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die in der Abbaudatenbank erfassten Abbaue und deren Status zum Zeitpunkt der letzten verfügbaren Datenerhebung.

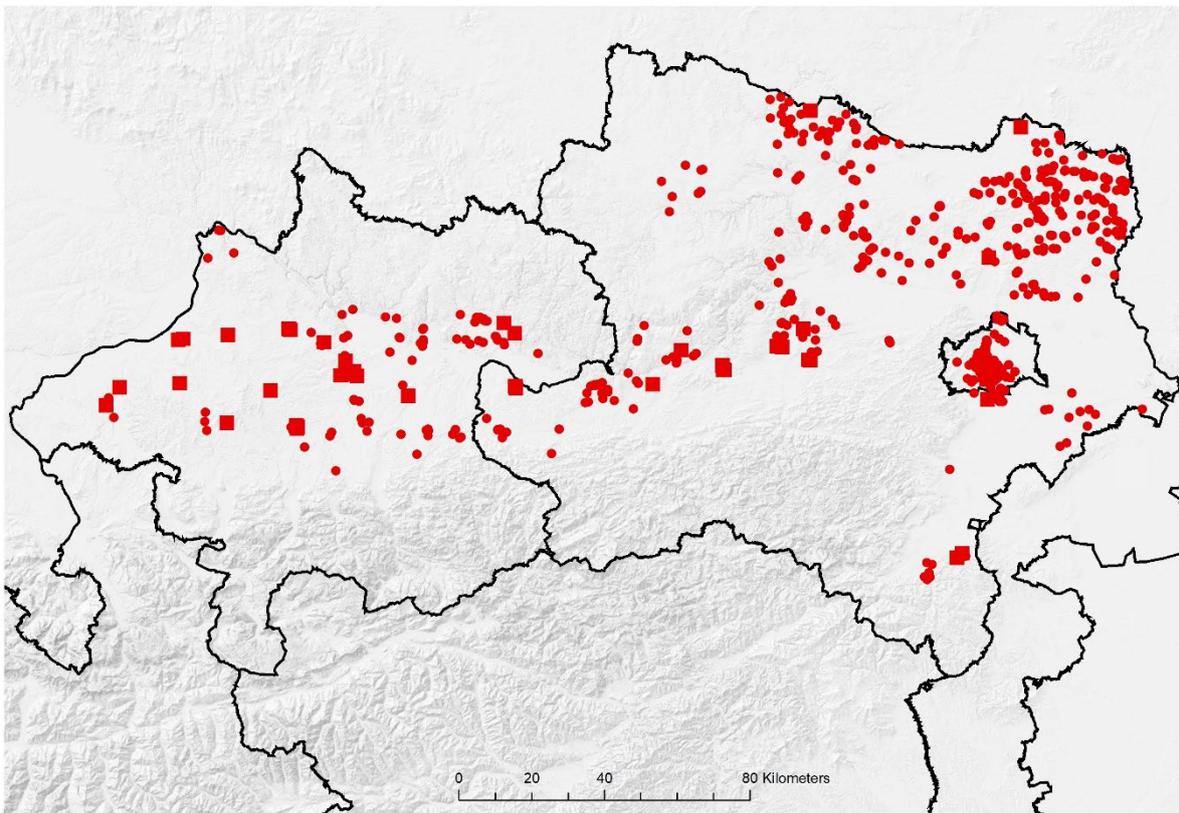


Abb. 1: Lage ehemaliger (Punkte) und nach letztem Erhebungsstand aktiver (Quadrate) Abbaue laut Abbaudatenbank der Geologischen Bundesanstalt. Geländemodell: Basemap.

Des Weiteren wurde das Österreichische Montanhandbuch (Bundesministerium für Landwirtschaft, Tourismus und Regionen, 2020) in Hinblick auf Betriebsstätten ausgewertet. Hier finden sich in den

relevanten Schichtgliedern 30 Abbaue mit aufrechter Abbaubewilligung, davon 20 im Lösslehm, fünf im Älteren Schlier und drei im Pannonium des Wiener Beckens. Während der Lösslehm hauptsächlich in der Ziegelproduktion eingesetzt wird, wird das Material aus den Vorkommen im Älteren Schlier teilweise auch als Dichtungsmaterial verwendet, das aus den pannonen Sedimenten im Wiener Becken zur Zementherstellung. Ein Abbau befindet sich in den Pielacher Tegeln, die in diesem Fall gemeinsam mit Sanden der Linz-Melk-Formation gewonnen werden. In einem Abbau ist die Ampflwang-Formation im Liegenden der Ried-Formation, die hier hauptsächlich als Ziegelrohstoff abgebaut wird, aufgeschlossen. Abbildung 2 zeigt die Lage der aktiven Abbaue in (potentiell) karbonatarmen Schichtgliedern laut Österreichischem Montanhandbuch 2019.

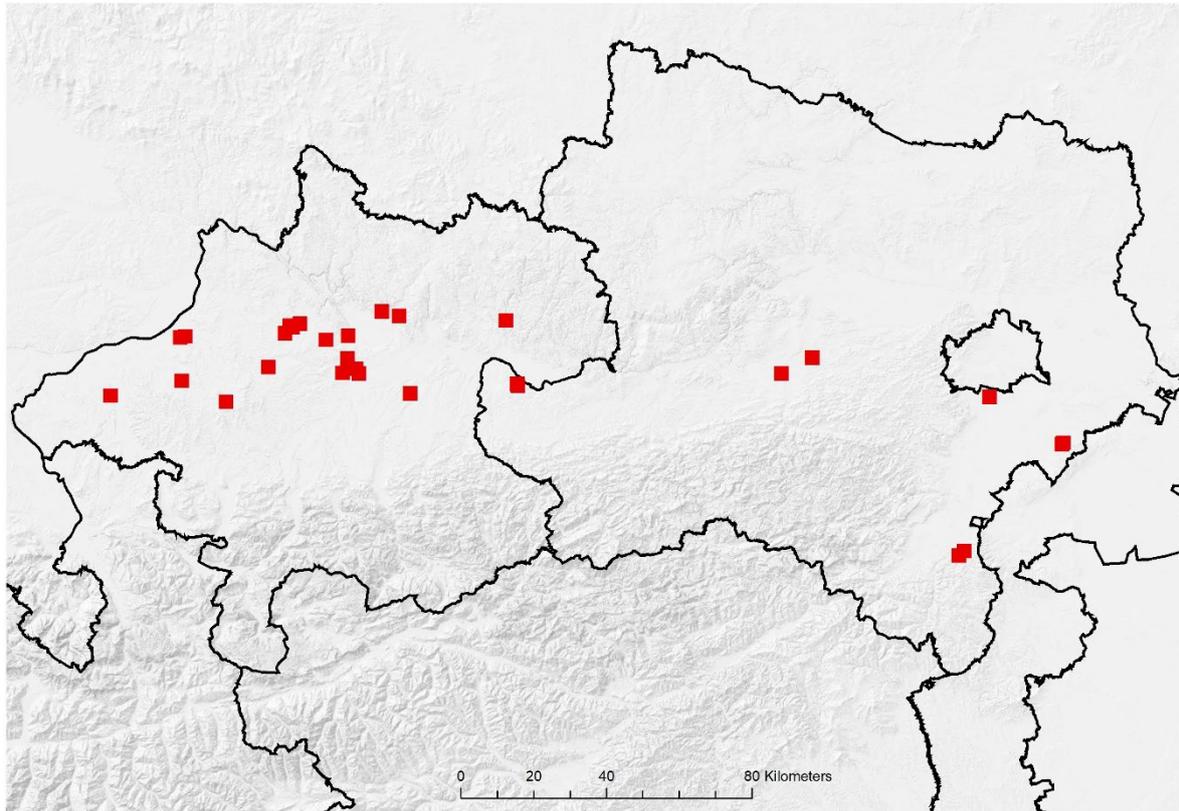


Abb. 2: Lage von Vorkommen mit aufrechter Abbaubewilligung laut Österreichischem Montanhandbuch 2019. Geländemodell: Basemap.

Zur Erhebung der vorhandenen Analysen wurden zusätzlich die sogenannte Baustellendatenbank, ausgewählte Proben- und Analysendatenbanken der Fachabteilung Sedimentgeologie, die Datenbank der geochemischen Analysen der Geologischen Bundesanstalt (PVS), diverse Projektdatenbanken sowie analoge Datenbestände herangezogen. Bislang wurden Daten zu 1277 Korngrößenanalysen, 736 gesamtmineralogischen Analysen und 647 tonmineralogischen Analysen erhoben. Mit der Erfassung der vorliegenden sedimentgeochemischen Analysen wurde begonnen. In Abbildung 3 ist die Lage der Probenahmepunkte, für die Analysen vorliegen, dargestellt.

Die Tatsache, dass bisher nur bereits vorhandene Proben für die weiteren Auswertungen herangezogen wurden, bringt mit sich, dass die Probenahmepunkte im Projektgebiet verhältnismäßig heterogen verteilt sind. Zudem liegen nicht für alle erhobenen Proben Ergebnisse in gleicher Qualität und gleichem Umfang vor. Je nach spezifischer Fragestellung des ursprünglichen Projekts wurden zum Teil divergierende Untersuchungsschwerpunkte gesetzt. Da die meisten bearbeiteten stratigraphischen Einheiten ein breites Spektrum an unterschiedlich ausgebildeten Sedimenten aufweisen, wurde für die weitere Auswertung zwischen pelitischen Proben und sandreichen Proben

unterschieden. Alle Analyseergebnisse wurden in einer einheitlichen Datentabelle zusammengefasst, statistische Parameter wie Mittelwert, Median, Minimum und Maximum wurden berechnet. Im weiteren Projektverlauf sollen die Analysendaten so weit wie möglich ergänzt, vereinheitlicht und um rohstoffgeologisch relevante Parameter erweitert werden. Aus den Korngrößenanalysen wurden zudem jene rohstoffgeologisch aussagekräftigen Werte berechnet, die einen Eintrag ins Diagramm nach Winkler (1954) ermöglichen. In diesem Dreiecksdiagramm mit den Eckpunkten < 2 µm (sehr fein), 2-20 µm (fein) und > 20 µm (grob) werden Proben abhängig von ihrer Korngrößenverteilung möglichen Verwendungsklassen (I = Vollsteine, II = Gittersteine, III = Dachziegel und IV = dünnwandige Deckensteine) zugeordnet.

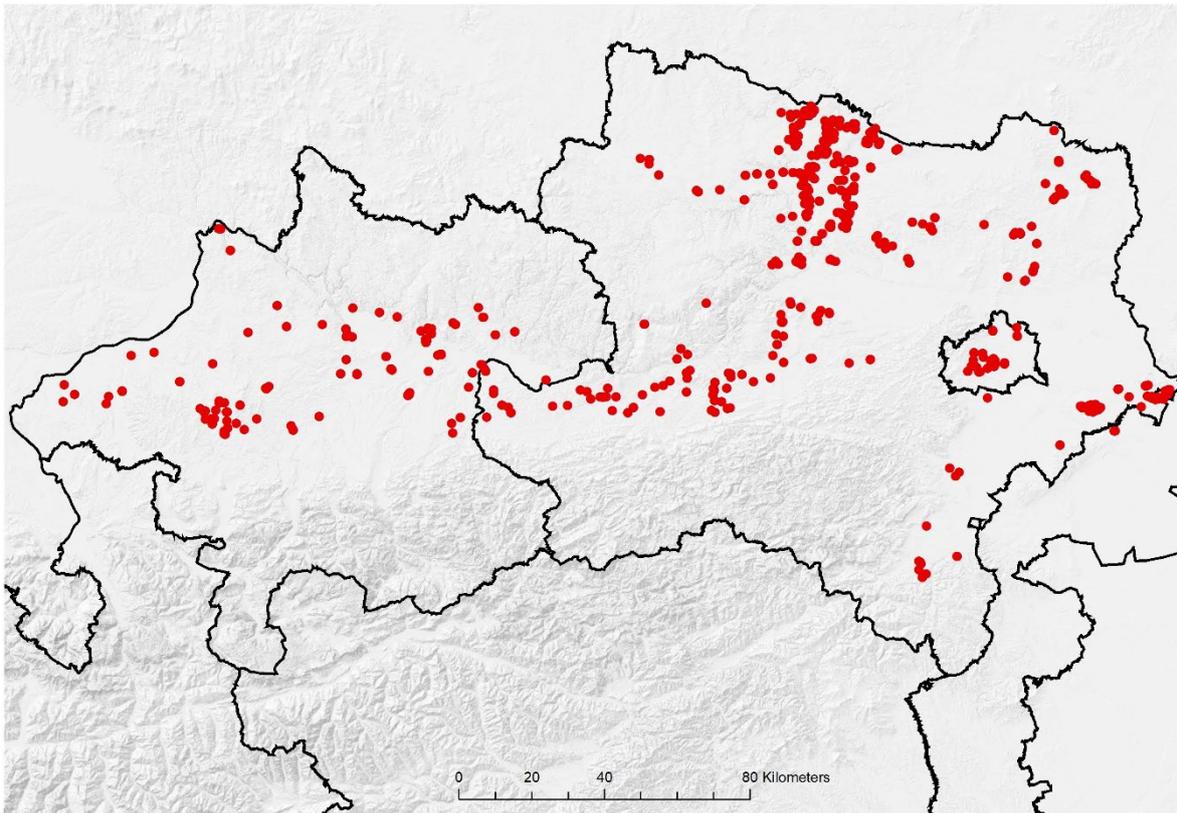


Abb. 3: Verteilung der Probenahmepunkte, für die Analysen vorliegen. Geländemodell: Basemap.

Daten zu Rohstoffmächtigkeiten wurden vor allem aus den Bohrungsdatenbanken der Länder Niederösterreich und Oberösterreich erhoben. Ebenso wurden Mächtigkeitsinformationen aus Datenbanken der Geologischen Bundesanstalt (Abbaudatenbank, Baustellendatenbank, Proben- und Analysendatenbank der Fachabteilung Sedimentgeologie, Geophysis) berücksichtigt. Aus den Bohrdaten wurden für die relevanten Schichtglieder die Datenbankinhalte abgefragt. Die Teufenangaben der ausgewählten Schichtprofile wurden hinsichtlich des Vorliegens der petrographischen Einträge „Ton“ bzw. „Schluff“ abgefragt und die betreffenden Schichtmächtigkeiten aufsummiert. So konnte die Gesamtmächtigkeit dieser feinklastischen Sedimente den betreffenden Bohrpunkten zugeordnet werden. Ebenso wurde die Mächtigkeit der überlagernden Schichten aufsummiert und als Betrag der gesamten Mächtigkeit der Überlagerung den jeweiligen Bohrpunkten zugeordnet. Über die gemeinsamen Identifikatoren wurden nachfolgend die zu den abgefragten Schichtprofilen zugehörigen Bohrpunkte in Bohrdatentabellen identifiziert. Die Ergebnisse der Bohrdatenauswertung wurden abschließend getrennt nach geologischen Formationen in Form von Datentabellen bzw. GIS-Datenbeständen abgelegt. Bislang wurden knapp 15170 Bohrpunkte erfasst und bearbeitet.

Sedimentationsraum. Die Sedimente von Laimbach-Trandorf und der Hollabrunn-Mistelbach-Formation gelten als Ablagerungen von Vorläufern der Donau, die der St. Marein-Freischling-Formation als Bildungen eines Vorläufers des Kamps. Diese ehemaligen Flusssysteme sind über viele 10er Kilometer weit verfolgbar. Sie durchqueren die Böhmisches Masse und im Fall der Hollabrunn-Mistelbach-Formation auch die Molassezone (Abb. 4.). Es handelt sich um äußerst dynamische, hochenergetische Ablagerungsräume mit beträchtlichen Erosionsraten, raschen Fazieswechseln und sich häufig verlagernden Rinnensystemen. Die einzelnen Sedimentkörper sind dadurch in der Regel durch deutliche Mächtigkeitsschwankungen und laterale Unbeständigkeit geprägt. Charakteristisch sind auch Wechsellagerungen zwischen grobklastischem und feinklastischem Material sowie Einschaltungen von kiesigen, sandigen oder schuttreichen Lagen in feinkörnige Sedimente. Ein weiteres Merkmal ist das Auftreten von organischem Material: einst mitgerissene Stämme und Äste finden sich als teils inkohlte Hölzer wieder, die üppige Vegetation im Ufer- und Verlandungsbereich ist häufig in Form von kleinen Flözen erhalten geblieben. Generell dominieren grobklastische Sedimente, Pelite finden sich nur sehr untergeordnet in Bereichen mit geringer Transportenergie, etwa in Altarmen oder Überflutungsebenen. Dort allerdings sind sie meist sehr feinkörnig ausgebildet und können in geschützten Bereichen Mächtigkeiten von 10-15 m erreichen. Beispiele dafür sind die tonreichen Ablagerungen der St. Marein-Freischling Formation im Horner Becken oder die flächig verbreiteten, feinkörnigen Partien innerhalb der Hollabrunn-Mistelbach-Formation im Raum Mariathal und um Weyerburg (Roetzel, 2007).

Rohstoffeigenschaften. In der Nomenklatur nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) können die feinkörnigen Sedimente als siltige Tone, Silttone, Tonsilte oder sandige Silttone, seltener auch als Sandsilttone angesprochen werden. Im Diagramm nach Winkler (1954) fallen sie zum Teil in die Felder für Dachziegel und dünnwandige Hohlware. Vielfach liegen sie aufgrund ihrer hohen Tongehalte außerhalb des gut verarbeitbaren Bereichs und müssten für einen Einsatz als Ziegelrohstoff abgemagert werden. Die gesamtmineralogische Zusammensetzung zeigt eine Korrelation von Quarz und Schichtsilikaten mit der Korngrößenverteilung: in sandreicheren Partien dominiert Quarz, mit steigendem Tongehalt nimmt auch der Anteil der Schichtsilikate zu. Die Sedimente sind prinzipiell karbonatfrei. Ausnahmen gibt es nur in den liegendsten und hangendsten Anteilen der Hollabrunn-Mistelbach-Formation, wo durch umgelagerte marine Fossilien aus den unterlagernden Sedimenten bzw. durch Auswaschung aus dem überlagernden Löss geringe Karbonatgehalte auftreten können. In der Tonmineralfraktion dominiert die Kaolinitgruppe mit Medianwerten von über 70 % deutlich, was auf den Nahbereich zum verwitterten Kristallin der Böhmisches Masse zurückzuführen ist. Röntgenographische Phasenanalysen belegen, dass insbesondere die Kaolinite der Sedimente von Laimbach-Trandorf als sogenannte Fireclays vorliegen, wie sie für feuerfeste kaolinitische Tone auf sekundärer Lagerstätte typisch sind. Die Smektitgruppe ist mit Medianwerten von 20-30 % vertreten, die Illit-/Hellglimmergruppe tritt meist nur untergeordnet auf.

Verwendung. Zurzeit werden die Tonvorkommen der fluviatilen Ablagerungsräume nicht wirtschaftlich genutzt. Aus den kaolinitischen Tönen von Laimbach wurden noch bis in die 1990er Jahre Ziegel hergestellt. Korngrößenmäßig ergab dort die Mischung der Silttone und Sandsilttone die ideale Zusammensetzung für die Herstellung qualitativ hochwertiger Hohlware.

Im Bereich der St. Marein-Freischling-Formation bestanden Abbaue bei Horn, wo Ziegel produziert wurden, bei Breiteneich und Mold, wo Steinzeug hergestellt wurde und bei Maiersch, wo Feuerfestprodukte erzeugt wurden. Durch mineralogisch-petrographische Untersuchungen und keramtechnische Brennversuche wurde eine Eignung der Tone von Breiteneich und Maiersch als Steinzeugtone nachgewiesen, wobei die vorhandenen Eisengehalte deutlich braune Brennfarben bewirken (Austromineral, 1982; 1984). Ähnlichkeiten im Brennverhalten sind aufgrund der Übereinstimmung der Gesamt- und Tonmineralogie bzw. der Korngrößenverteilung auch für die übrigen pelitischen Vertreter der St. Marein-Freischling-Formation zu erwarten.

Eine Sonderstellung nehmen die Tone von Droß-Priel ein, die der Hollabrunn-Mistelbach-Formation zugerechnet werden, aber als limnische Feinkornsedimente interpretiert werden und durch das Auftreten von diatomeenreichen Lagen charakterisiert sind. Sie weisen ebenfalls hohe Feuerfestigkeiten auf, die auf nennenswerte Fireclay-Anteile bzw. die daraus resultierenden hohen Al_2O_3 -Gehalte zurückzuführen sind. Diese Tone wurden seit den 1960er Jahren in der Steinzeugproduktion eingesetzt. Vor der Schließung der Lagerstätte im Jahre 1999 wurden sie gemeinsam mit aus dem Ausland zugekauften Bentoniten und Stoober Tönen zu Katzenstreu verarbeitet.

3.4.2. Limnisch-fluviatile Ablagerungsräume

Rittsteiger Schichten (Känozoikum: Neogen: Miozän: Ottnangium)

Ampflwang-Formation (Känozoikum: Neogen: Miozän: Pannonium)

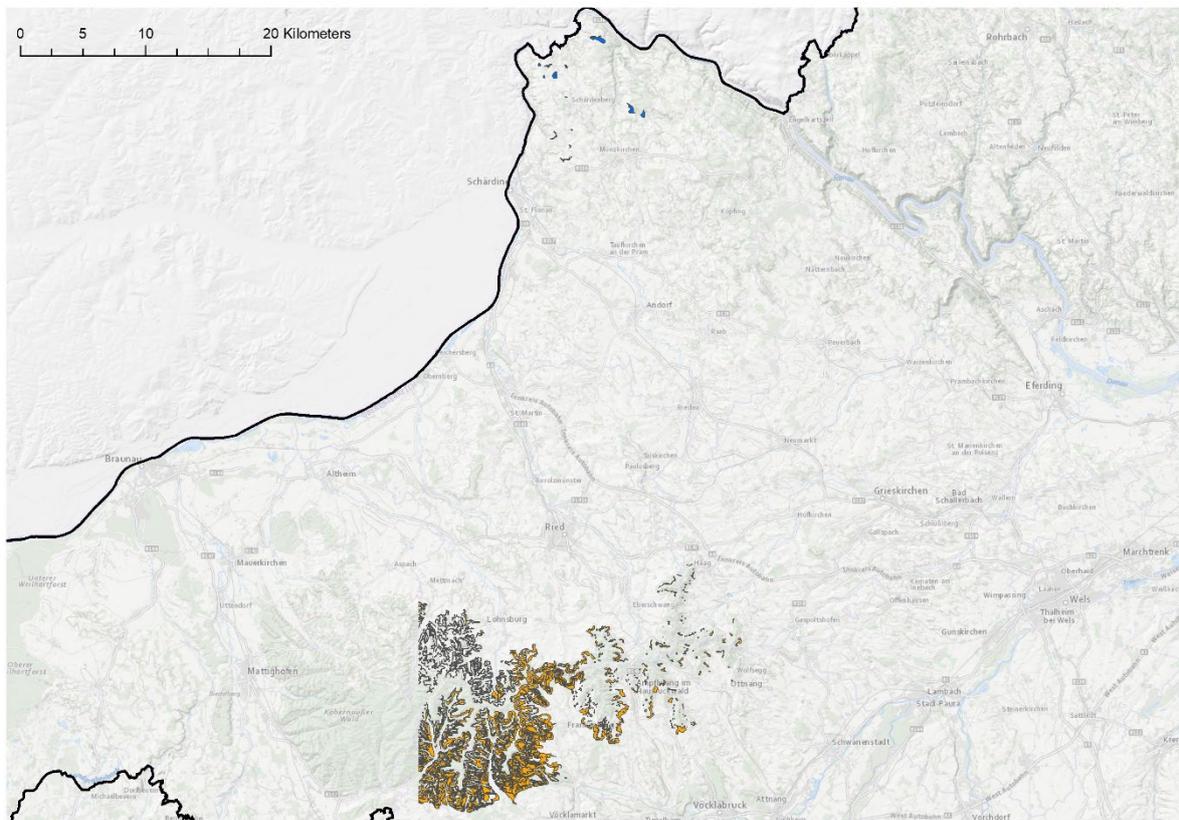


Abb. 5: Verbreitung von Rittsteiger Schichten (blau) und Ampflwang-Formation (orange) im westlichen Oberösterreich. Topographie: Basemap.

Sedimentationsraum. Die Sedimente der Rittsteiger Schichten und der Ampflwang-Formation wurden vorwiegend in limnischen Ablagerungsräumen wie Altarmen, Seen oder periodisch überfluteten Kohlesümpfen gebildet. Sie befinden sich im Bereich von Sauwald bzw. Hausruck und Kobernaußer Wald (Abb. 5) und lagern zum Teil direkt über dem Kristallin der Böhmisches Masse, zum Teil über älteren neogenen Sedimenten. In jedem Fall ist ein ausgeprägtes Untergrundrelief vorhanden, das bisweilen beträchtliche Mächtigkeitsschwankungen verursacht. Die in diesen Bildungsmilieus entstandenen Pelite sind in der Regel sehr feinkörnig und zumindest im Nahbereich zum verwitternden Kristallin auch sehr kaolinreich. Sie erreichen Mächtigkeiten von 10-20 m. Typisch ist das

Vorhandensein von Kohlehorizonten sowie das zeitweise Auftreten von Pyrit und Markasit. Zudem können innerhalb der feinkörnigen Sedimente Einschaltungen von Sand- und Kieslagen vorkommen.

Rohstoffeigenschaften. Die Sedimente der Rittsteiger Schichten sind sehr feinkörnig, der Medianwert des Tonanteils beträgt 76 %, der Median des Siltanteils 22 %. Innerhalb der Ampflwang-Formation ist eine Dreigliederung erkennbar: sandreiche Liegendschichten werden von den eigentlichen kohleführenden Schichten und sehr feinkörnigen Tonen im Hangenden überlagert. Im Diagramm nach Winkler (1954) führen die hohen Feinkornanteile der Rittsteiger Schichten sowie der Hangendtone der Ampflwang-Formation dazu, dass die meisten Proben aufgrund ihrer Feinkörnigkeit außerhalb des gut verarbeitbaren Bereiches liegen. Die sandreicheren Liegendschichten der Ampflwang-Formation dagegen eignen sich bestenfalls für Vollsteine oder fallen aufgrund ihrer hohen Anteile > 20 µm außerhalb des gut verarbeitbaren Bereichs. In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung zeigt sich eine gewisse Abhängigkeit von der Korngrößenverteilung. Je grobkörniger die Sedimente sind, desto höher ist ihr Quarzanteil, je feinkörniger, desto höher ihr Schichtsilikatanteil. Feldspäte kommen nur untergeordnet vor. Die Proben aus den Rittsteiger Schichten und den Liegendschichten der Ampflwang-Formation sind generell karbonatfrei. Die Hangendschichten der Ampflwang-Formation weisen geringe Karbonatgehalte von meist unter 10 % auf, wobei Dolomit in der Regel gegenüber Calcit vorherrscht. In der Tonmineralfraktion der Rittsteiger Schichten und der Liegendschichten der Ampflwang-Formation herrscht die Kaolinitgruppe mit Anteilen von bis zu 90 % vor, die Smektitgruppe erreicht Anteile von bis zu 35 %, Vertreter der Illit-/Hellglimmergruppe kommen dagegen nur untergeordnet vor. In deutlichem Gegensatz dazu stehen die Proben aus den Hangendschichten der Ampflwang-Formation, in denen die Illit-/Hellglimmergruppe vorherrscht, gefolgt von der Chlorit- und der Smektitgruppe.

Verwendung. Speziell die Tone der Ampflwang-Formation haben eine lange Verwendungsgeschichte. Bereits im Mittelalter wurden daraus Töpferwaren hergestellt. Bis in die jüngste Vergangenheit erfolgte im Bereich des Hausrucks der Abbau als Nebenerzeugnis des Braunkohlbergbaues. Eingesetzt wurde das Material als Ziegelzuschlag und minderwertiger, rotbrennender Keramikton (Hangendschichten), als feuerfeste Stampfmassen (Liegendschichten) oder Töpferton. Störend auf die Verarbeitung wirkten sich die Verunreinigungen durch Kohlereste und Eisenoxide aus. Das Material der Rittsteiger Schichten fand ebenfalls in der Ziegelproduktion Verwendung. Das Ziegelwerk in Zwickledt bei Wernberg war bis in die 1970er Jahre in Betrieb. Bis in die 1930er Jahre wurden die Tonvorkommen in größerem Umfang als Bleistiftton abgebaut.

3.4.3. Küstennahe Ablagerungsräume mit fluviatilen bzw. ästuarischem Einfluss

Pielach-Formation (Känozoikum: Paläogen/Neogen: Oligozän/Miozän: Kiscellium bis Egerium)

Mold-Formation (Känozoikum: Neogen: Miozän: Egerium bis Eggenburgium)

Weitersfeld-Formation (Känozoikum: Neogen: Miozän: Eggenburgium bis Ottnangium)

Langau-Formation (Känozoikum: Neogen: Miozän: oberes Eggenburgium bis Ottnangium)

Sedimentationsraum. Die Sedimente der Mold-Formation, der Weitersfeld-Formation und der Langau-Formation wurden in flachmarinen Ablagerungsräumen am Ostrand der Böhmisches Masse gebildet (Abb. 6); das Verbreitungsgebiet der Pielach-Formation dagegen erstreckt sich am Südrand der Böhmisches Masse. Die flachmarinen Bildungen lagern häufig direkt über bereits stark verwittertem Kristallin. Dadurch sind die basalen Abschnitte der Sedimentfolgen in der Regel deutlich gröber und sandreicher ausgebildet als die hangenden Abfolgen und nicht selten finden sich sogar schlecht sortierter Kristallinschutt oder Kristallinblockwerk. Das vorhandene Untergrundrelief bedingt zudem nennenswerte Mächtigkeitsschwankungen. In Bereichen mit höherer Transportenergie wie der

Einmündung von Flüssen und Ästuaren treten zum Teil grobkörnigere Sedimente auf. Im unmittelbaren Küstenbereich finden sich oft hohe Anteile an organischer Substanz, stellenweise auch bituminöse Tone. Das Weiteren kam es zur Bildung von Kohleflözen, die in den Becken von Langau und Riegersburg in abbauwürdigen Mengen vorliegen. Die Pelite dieses Bildungsmilieus selbst sind meist sehr feinkörnig und kaolinreich. Allerdings können Wechsellagerungen mit sand- und schuttreicheren Partien auftreten oder Einschaltungen von Gips oder Pyrit vorhanden sein, mitunter sind Schillhorizonte erhalten. Bereichsweise sind tuffitische Bentonitlagen mit hohen Smektitgehalten eingeschaltet, die auf vulkanische Aktivitäten hinweisen. Am Südrand der Böhmisches Masse erreichen die Pelite Mächtigkeiten bis zu 25 m, am Ostrand bis zu 10 m. Eine Sonderstellung nimmt das Horner Becken ein, wo zwischen 16 m und 18 m mächtige feinkörnige Sedimentabfolgen nachgewiesen sind.

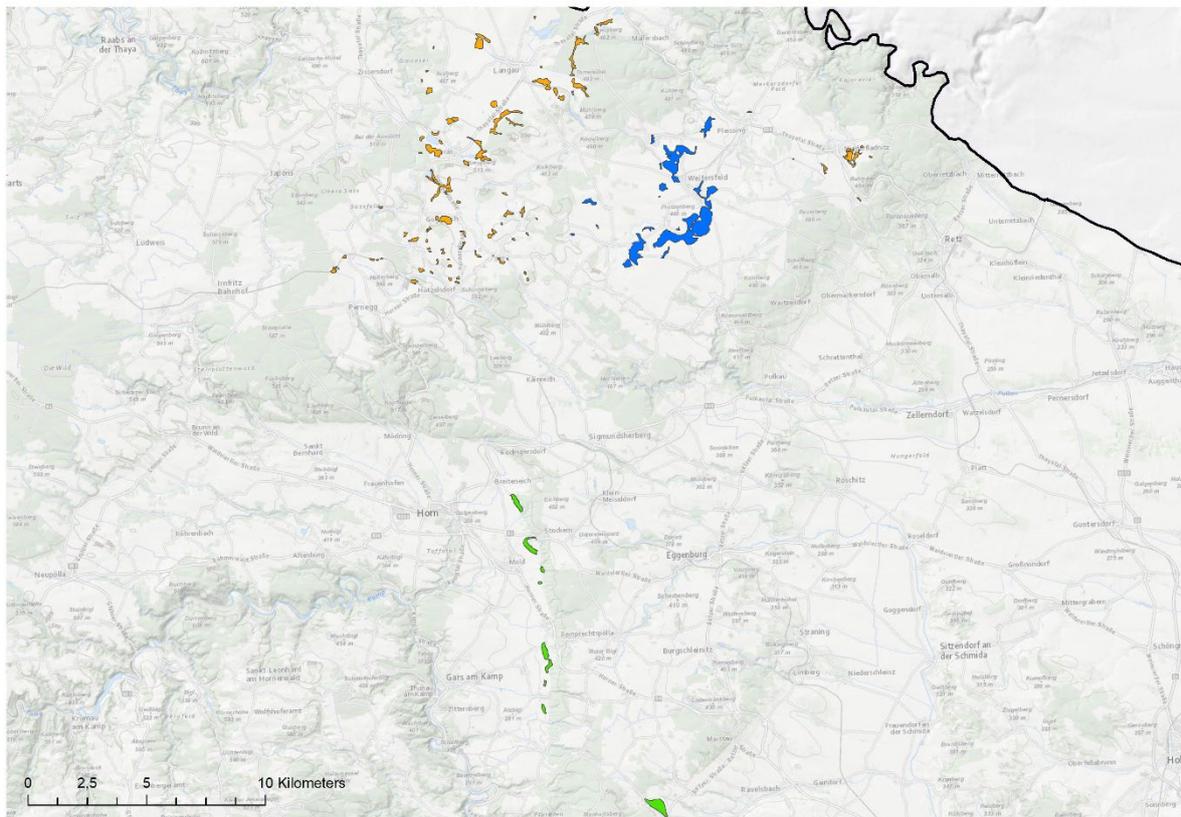


Abb. 6: Verbreitung von Mold-Freischling-Formation (grün), Weitersfeld-Formation (blau) und Langau-Formation (orange) am Ostrand der Böhmisches Masse. Topographie: Basemap.

Rohstoffeigenschaften. Der küstennahe, häufig durch terrestrische Einflüsse geprägte Bildungsraum bedingt variable Korngrößenverteilungen, die auch über kurze Distanzen starken Schwankungen unterliegen können. Man kann zwischen pelitischen und sandreichen Abschnitten unterscheiden. Die Pelite zeichnen sich durch hohe Ton- und Siltgehalte aus. Der Medianwert des Tonanteils liegt für alle Formationen über 50 %, einzelne Proben bestehen zu über 95 % aus Ton. Der Medianwert des Siltanteils liegt für die Sedimente am Ostrand der Böhmisches Masse bei über 40 %, für die Pielach-Formation bei 30 %. Um für grobkeramische Zwecke eingesetzt werden zu können, müssten diese Tonvorkommen in den meisten Fällen erst abgemagert werden. Die sandreichen Vertreter dagegen weisen häufig zu hohe Gehalte der Fraktion > 20 µm auf, um im Diagramm nach Winkler (1954) in den gut verarbeitbaren Bereich zu fallen. Bei den Peliten ist die gesamtmineralogische Zusammensetzung von Schichtsilikaten dominiert, die einen Medianwert von über 60 % aufweisen. Einzelne bentonitische Lagen bestehen vollständig aus Schichtsilikaten. Quarz weist einen Median von 30 % auf. Feldspäte

treten nur untergeordnet auf. Die Pelite sind in der Regel karbonatfrei. Vereinzelt auftretende Ausnahmen sind auf ein gehäuftes Vorkommen karbonathaltiger Organismenschalen zurückzuführen. In den sandreichen Abschnitten dagegen ist Quarz vorherrschend, während Schichtsilikate zurücktreten. Die tonmineralogische Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm wird üblicherweise von der Kaolinitgruppe dominiert, wobei einzelne Proben im Grenzbereich zum verwitterten Kristallin fast zur Gänze aus Kaolinit bestehen können. Vielfach handelt es sich um qualitativ hochwertige Tonrohstoffe, die über den Einsatz als grobkeramische Ziegelrohstoffe auch zu Herstellung von Steinzeug und Feuerfestprodukten geeignet sind. Nur untergeordnet kommen die Smektitgruppe sowie die Illit-/Hellglimmergruppe vor. Die Chloritgruppe fehlt meist vollständig. Bentonitische Lagen dagegen sind von der Smektitgruppe geprägt, die dort zum Teil über 90 % des Tonmineralspektrums ausmacht.

Verwendung. Das Material der Mold-Formation wurde bis in die 1990er Jahre in Maiersch abgebaut und für Feuerfestprodukte sowie für Klinker verwendet. Die Pielach-Formation war ein wichtiger Rohstoff für die Ziegelindustrie. In Oberösterreich wurde sie bis zur Jahrtausendwende gemeinsam mit Miozänschlier und Kaolintonen abgebaut und zur Produktion von Klinkern, Schallschutzziegeln und Hintermauerwerk verwendet. Im Bereich von Ober- und Unterwölbing in Niederösterreich wurde die Pielach-Formation gemeinsam mit Sanden der Linz-Melk-Formation abgebaut und in der Feuerfestindustrie zur Auffettung von Naturformsanden eingesetzt. Bei Amstetten wurde das Material der Pielach-Formation bis ins Jahr 2000 im Ziegelwerk Prasdorf zur Auffettung von Deckenlehm in der Ziegelproduktion eingesetzt. Angaben über gesicherte ehemalige Abbaue im Bereich der Langau-Formation und der Weitersfeld-Formation fehlen, obwohl beide Formationen günstige Kennwerte aufweisen.

3.4.4. Marine Ablagerungsräume

Älterer Schlier (Ebelsberg-Formation, Eferding-Formation, Zupfing-Formation) (Känozoikum: Neogen: Oligozän: Kiscellium bis Miozän: Egerium)

Zellerndorf-Formation und Limberg-Subformation (Känozoikum: Neogen: Miozän: oberes Eggenburgium bis Ottnangium)

Sedimentationsraum. Die Sedimente der Zellerndorf-Formation und der Limberg-Subformation wurden unter vollmarinen Bedingungen am Ostrand der Böhmisches Masse gebildet. Der Ältere Schlier dagegen findet sich verbreitet in der nieder- und oberösterreichischen Molassezone, sowie stellenweise in Beckenbereichen am Südrand der Böhmisches Masse (Abb. 7). Auf bzw. im Randbereich der Böhmisches Masse lagern die marinen Sedimente direkt über zum Teil verwittertem, stark kaolinisiertem Kristallin. In den küstennahen Regionen finden sich mitunter Einschaltungen von Sturmlagen, Konkretionen, Phosphoritknollen, Pyrit, Gips, organischer Substanz und Fossilien. In den Becken selbst traten oft große Wassertiefen auf, und es herrschten reduzierende bis anaerobe Bedingungen. Die Pelite sind in der Regel sehr feinkörnig und zeichnen sich durch einen hohen Anteil an quellfähigen Tonmineralen aus. Ihre Mächtigkeiten unterliegen großen Schwankungen. Durchschnittliche Mächtigkeiten werden mit 15-40 m angegeben. Zu den Besonderheiten dieses Sedimentationsraumes zählen die Diatomitvorkommen, die durch Überproduktion von Phytoplankton durch nährstoffreiche, aufsteigende kalte Tiefenströme entstanden sind. Derartige Vorkommen finden sich beispielsweise im Älteren Schlier, in der sogenannten Ebelsberg-Formation im Raum Linz. Am Ostrand der Böhmisches Masse im Bereich von Limberg – Parisdorf sind diese Vorkommen so charakteristisch, dass sie als eigenständige Subformation abgegrenzt wurden.

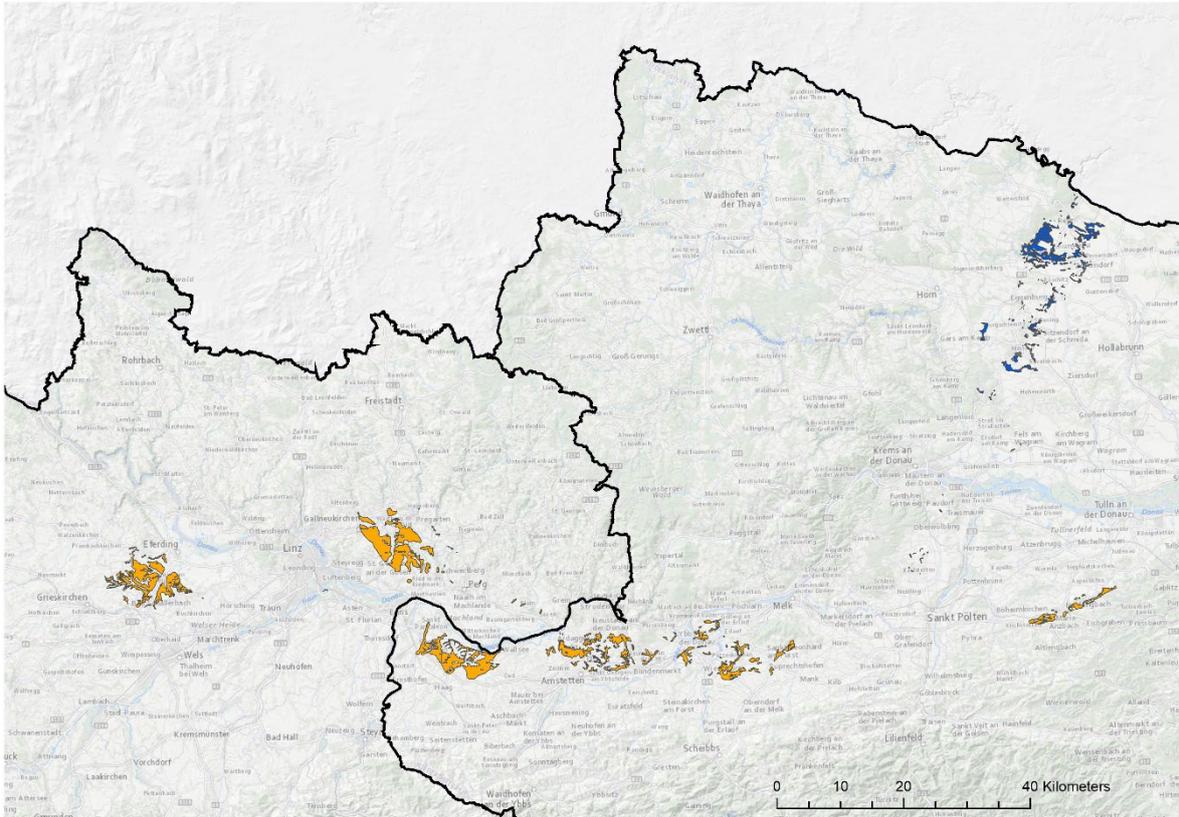


Abb. 7: Verbreitung von Älterem Schlier (orange) und Zellerndorf-Formation mit Limberg-Subformation (blau) in der Molassezone und am Ostrand der Böhmisches Masse. Topographie: Basemap.

Rohstoffeigenschaften. Die Sedimente der marinen Ablagerungsräume sind typischerweise sehr feinkörnig ausgebildet, mit Ton- und Siltgehalten um die 50 % und nur geringen Sandanteilen. Im Diagramm nach Winkler (1954) kommen sie meist im gut verarbeitbaren Bereich, in den Feldern für Dachziegel und dünnwandige Hohlware, zu liegen oder plotten, aufgrund ihrer hohen Anteile $< 2 \mu\text{m}$, bereits außerhalb des gut verarbeitbaren Bereichs. Die Korngrößenverteilung aller vorliegenden Proben zeigt allerdings große Schwankungsbreiten. Vor allem in proximalen Bereichen finden sich auch sehr sandreiche Ablagerungen. Die gesamtmineralogische Zusammensetzung lässt eine deutliche Korrelation der Schichtsilikatanteile mit der Tonfraktion und der Quarz- und Feldspatanteile mit der Sandfraktion erkennen. Die Sedimente der Zellerndorf-Formation sind mit Ausnahme weniger Proben, die eine hohe Mikrofossilführung aufweisen, karbonatfrei. Der Calcitanteil in der Limberg-Subformation ist ebenfalls auf eine entsprechende Mikrofossilführung zurückzuführen. Die Karbonatführung im Älteren Schlier unterliegt großen Schwankungen und ist abhängig von Fossilführung, dem Auftreten dolomitischer Konkretionen sowie dem Ausmaß der oberflächennahen Verwitterung. Die Sedimente des Älteren Schlier zählen per se also nicht zu den karbonatarmen Tonrohstoffen. Bereichsweise kam es jedoch durch Verwitterung der oberflächennahen Bereiche zu einer Entkarbonatisierung und Verlehmung. Die dadurch entstandenen Abschnitte des Älteren Schlier weisen günstige Materialeigenschaften auf. Das tonmineralogische Spektrum der marinen Sedimente wird von der Smektitgruppe beherrscht. Ausnahmen bilden die karbonatfreien, verlehmtten Bereiche des Älteren Schliers. Die Illit-/Hellglimmergruppe und die Kaolinitgruppe sind in etwa gleich stark vertreten, innerhalb der Zellerndorf-Formation kann auch Vermiculit als Verwitterungsphase prominent vertreten sein.

Verwendung. Bis in die 1980er Jahre wurde die Zellerndorf-Formation - meist gemeinsam mit den überlagernden Lössen, die zur Abmagerung dienten - zur Ziegelproduktion abgebaut. Die zumindest

bereichsweise auftretende Pyrit- und Gipsführung wirkte sich dabei qualitätsmindernd aus. Der hohe Anteil an quellfähigen Tonmineralen hatte zudem eine erhöhte Trocknungsempfindlichkeit zur Folge. Die Diatomite der Limberg-Subformation wurden als Porosierungsmittel zur Herabsetzung der Rohdichte von Leichtbausteinen, als Filterhilfsmittel in der Getränke- und Zuckerindustrie, als Füllstoff- bzw. Isoliermittel in der Baustoff-, Kunststoff- und Papierindustrie, als Antitackmittel sowie als Trägersubstanz verwendet. Der Ältere Schlier ist bis heute als wichtiger Ziegelrohstoff in Verwendung und dient hauptsächlich zur Produktion von Deckenziegeln und aufgehendem Mauerwerk. Problematisch können die zum Teil hohen Schwefelgehalte sein, die eine Neigung zu Ausblühungen während des Brandes bewirken. Hohe Smektitgehalte können sich negativ auf Trockenempfindlichkeit und Trockenbiegefestigkeit auswirken. Seit 2007 wird der Ältere Schlier an zwei Standorten in der Gemeinde Strengberg abgebaut und als Dichtmaterial für den Deponiebau eingesetzt.

3.4.5. Äolische Ablagerungsräume

Lösslehm (Känozoikum: Quartär: Pleistozän bis rezent)

Sedimentationsraum. Weite Teile der Molassezone und des Wiener Beckens sind von Lössen und Lösslehmen bedeckt. Löss entstanden während der Eiszeiten durch Auswehung von feinkörnigen Sedimenten aus den vegetationsfreien Terrassenlandschaften im Vorfeld der Gletscher. Sie weisen zumeist einen gewissen Karbonatgehalt auf. Durch Verwitterungsprozesse wie Karbonatlösung und Neu- bzw. Umbildung von Tonmineralen bildeten sich im Lauf der Zeit aus den Lössen vielfach Lösslehme. Im Vergleich zu Lössen zeichnen sie sich durch höhere Anteile an der Feinsilt- und Tonkomponente sowie durch höhere Tonmineralgehalte aus und sind karbonatfrei. Da die Verwitterungsprozesse durch ein humides Klima begünstigt werden, ist bedingt durch die höhere durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge im Westen eine gewisses West-Ost-Gefälle hinsichtlich der Rohstoffqualität und -quantität der Lösslehme gegeben. Stratigraphisch befinden sich die Lösslehme häufig im Liegenden der jüngsten Lössen. Treten sie in oberflächennahen Bereichen auf, sind sie häufig betroffen von Solifluktion, Umlagerungs- und Abschwemmprozessen. Zum Teil finden sich innerhalb von Lösslehmabfolgen kohlige Anreicherungen, Sandlagen, Horizonte von Feinkiesen, fossile Bodenhorizonte oder Kalkkonkretionen. Lösslehme weisen durchschnittliche Sedimentmächtigkeiten von 10-15 m auf.

Rohstoffeigenschaften. Im Korngrößenspektrum überwiegt in der Regel die Siltkomponente mit einem Median von 54 %. Der Median der Tonkomponente beträgt 36 %. Die Sandfraktion ist in den meisten Fällen nur untergeordnet vertreten. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen Lösslehme fast ausschließlich in den Feldern für höherwertige Einsatzzwecke wie dünnwandige Hohlware und Dachziegel. In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung dominiert die Gruppe der Schichtsilikate mit einem Median von 48 %. Quarz ist mit einem Median von 39 % ebenfalls prominent vertreten. Feldspäte kommen dagegen nur untergeordnet vor. Lösslehme sind üblicherweise karbonatfrei. Ausnahmen bestehen nur dort, wo karbonatische Konkretionen oder Ausfällungen vorkommen. Bedingt durch ihre Genese aus Verwitterungsprozessen sind die Lösslehme meist geprägt von einer Anreicherung an quellfähigen Tonmineralen, während es zu einer Reduktion der verwitterungsanfälligen Mineralphasen kommt. In der Tonmineralfraktion herrschen die Illit-/Hellglimmergruppe mit einem Median von 32 % und die Smektitgruppe mit einem Median von 28 % vor. Vermiculitgruppe, Kaolinitgruppe und Chloritgruppe sind zumeist nur in geringen Prozentsätzen vorhanden, die jedoch in Abhängigkeit vom Verwitterungsgrad großen Schwankungen unterliegen können.

Verwendung. Lösslehme sind seit Jahrhunderten ein bewährter Rohstoff in der Ziegelindustrie. Dank hoher Ton- und Schichtsilikatanteile und geringer bis fehlender Karbonatgehalte entsprechen sie auch den modernen Qualitätsanforderungen. Aktuell werden Lösslehme an mehreren Standorten in Niederösterreich und in Oberösterreich abgebaut und zur Herstellung von Ziegeln, Ziegelmatte, Bodenplatten, Klinkern und Zement verwendet.

3.4.6. Sedimente des Wiener Beckens

Loipersbach-Formation (Loipersbacher Rotlehmserie) (Känozoikum: Neogen: Miozän: Pontium bis Neogen: Unterpliozän)

Sarmatium im Wiener Becken (Känozoikum: Neogen: Miozän: Sarmatium)

Pannonium im Wiener Becken (Känozoikum: Neogen: Miozän: Pannonium)

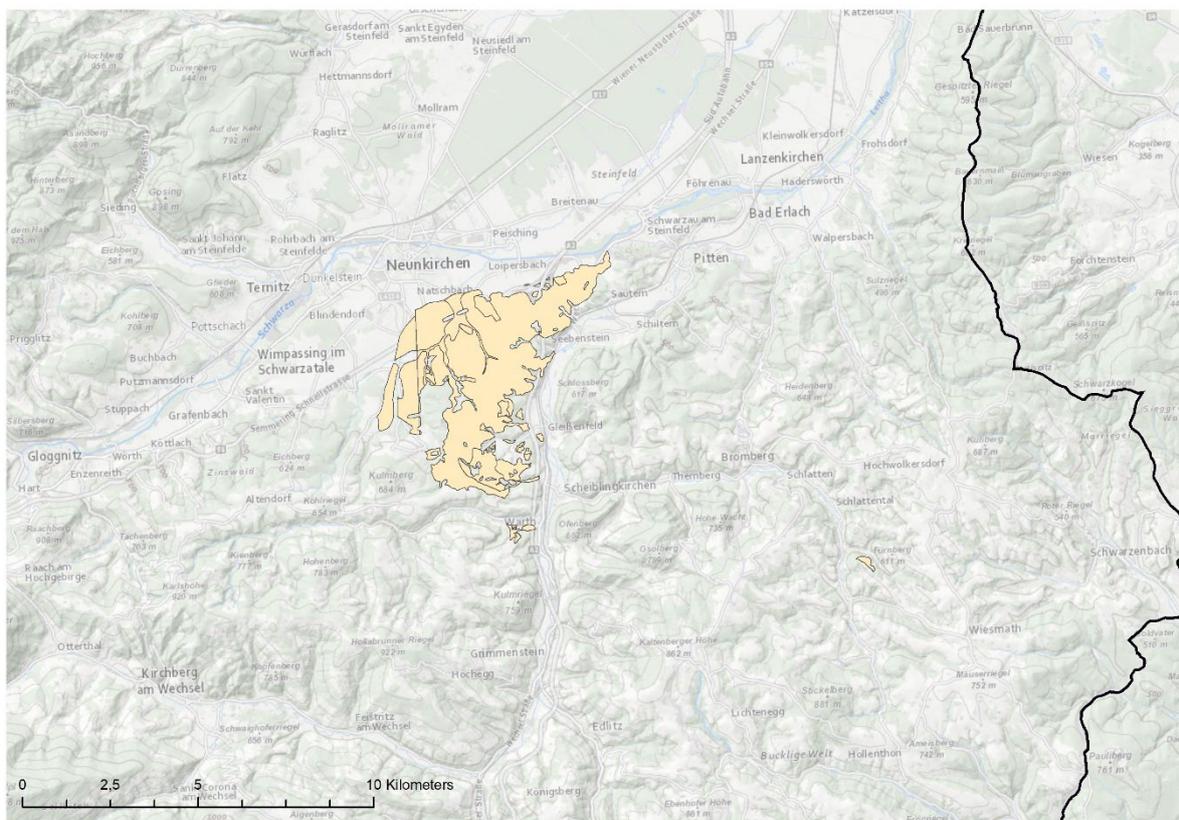


Abb. 8: Verbreitung der Loipersbach-Formation im südlichen Wiener Becken. Topographie: Basemap.

Sedimentationsraum. Das Wiener Becken erstreckt sich auf einer Länge von rund 200 km und einer Breite von bis zu 60 km in SW-NE-Richtung. Es weist eine bis zu 6000 m mächtige Füllung aus miozänen Sedimenten auf. Während an den Beckenrändern grobklastische, kiesführende Konglomerate und Brekzien vorherrschen, dominiert im Beckenzentrum eine feinkörnige, tonig-mergelige Fazies. Diese Pelite reichen vom Badenium mit den vollmarinen Ablagerungen der sogenannten Badener Tegel bis ins Pannonium mit den brackisch-limnischen Sedimenten der sogenannten Inzersdorfer Tegel. Die Beckensedimente sind zwar generell karbonatführend, jedoch gibt es vereinzelt Bereiche, vor allem in sarmatischen und pannonischen Sedimenten, die nur geringe Karbonatgehalte von unter 5 % aufweisen. Am Südrand des Wiener Beckens tritt als Randbildung die terrestrische Loipersbach-Formation auf, die aus Blocklehmen mit Lagen aus Kristallinschutt und Sand besteht (Abb. 8).

Rohstoffeigenschaften. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Genese und der Vielzahl von unterschiedlichen Einzugsgebieten sind die Sedimente des Wiener Beckens durch eine große Variationsbreite geprägt. Die folgende Zusammenfassung der Materialeigenschaften bezieht sich auf die Medianwerte der untersuchten Proben und kann nur als grober Überblick gesehen werden. Unter den pelitischen Vertretern überwiegt in der Korngrößenzusammensetzung generell die Siltkomponente, gefolgt von der Tonkomponente. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen die Pelite zumeist in den Feldern für Dachziegel oder dünnwandige Hohlware bzw. sind zu feinkörnig für den gut verarbeitbaren Bereich. Die gesamtmineralogische Zusammensetzung ist in der Regel dominiert von Schichtsilikaten und Quarz, während Feldspäte nur untergeordnet vorkommen. Die Beckensedimente sind üblicherweise zumindest schwach karbonatführend, die Vertreter der Loipersbach Formation dagegen karbonatfrei. In der tonmineralogischen Zusammensetzung ist die Smektitgruppe vorherrschend, die Illit-/Hellglimmergruppe ist jedoch nur geringfügig schwächer vertreten.

Verwendung. Die Verwendung der pelitischen Sedimente des Wiener Beckens hat eine lange Tradition. So finden sich sowohl im Karth am Südrand des Beckens als auch im Stadtgebiet von Wien Reste römischer Ziegelöfen. Auch aus dem Mittelalter gibt es Hinweise auf eine Nutzung zur Ziegelproduktion. Im Barock stellten die tonreichen Sedimente des Wiener Beckens die Grundlage für eine rege Bautätigkeit. Mitte des 19. Jahrhunderts setzte mit der Erschließung der Tonlagerstätten am Wienerberg die Blütezeit der Ziegelindustrie ein. Wichtige Tonlagerstätten gab es nicht nur am Wienerberg, sondern auch in Inzersdorf, Vösendorf, Hengersdorf, Leopoldsdorf und Leobersdorf. Nördlich der Donau waren beispielsweise Gänserndorf, Stillfried, Dürnkrot, Bullendorf und Waidendorf von Bedeutung. Aktuell werden noch die Sedimente des Pannonium genutzt, einerseits zur Ziegelerzeugung, andererseits für die Zementindustrie.

3.4.7. Gebiete mit Datendefiziten

Die Vorkommen jener stratigraphischen Einheiten, die potentiell karbonatarmer Tonrohstoffe beinhalten, sind hinsichtlich ihrer Verbreitung dank der vorhandenen Kartengrundlagen in den meisten Fällen gut dokumentiert. Eine Sonderstellung nehmen jene Schichtglieder ein, die zwar generell durch nennenswerte Karbonatgehalte charakterisiert sind, durch bestimmte Rahmenbedingungen jedoch auch entkarbonatisierte Bereiche aufweisen können. Dazu zählen insbesondere der Ältere Schlier und die Sedimente des Sarmatium und Pannonium im Wiener Becken. Eine Abgrenzung der karbonatarmen Bereiche ist auf Basis der verfügbaren Unterlagen nicht möglich und würde umfassende Detailuntersuchungen voraussetzen.

Hinsichtlich zu erwartender Materialeigenschaften und vorhandener Sedimentmächtigkeiten liegen in den meisten Fällen ausreichend Daten vor, um eine allgemeine Beschreibung der entsprechenden stratigraphischen Einheiten vornehmen zu können. Da die potentiellen Vorkommen allerdings in der Regel in sehr dynamischen Ablagerungsräumen mit rasch wechselnden Bedingungen gebildet wurden, ist zu ihrer genauen Charakterisierung in jedem Fall eine hohe Datendichte notwendig. Die Auswertung der bisher erhobenen Daten zeigt erwartungsgemäß eine inhomogene Verteilung der verfügbaren Informationen. Eine ausreichend gute Datenlage ist nur bereichsweise gegeben, etwa in jenen Gebieten, in denen bereits eine umfassende Prospektionstätigkeit erfolgte oder dort, wo im Zuge geologischer Kartierungen bzw. von Projekten mit rohstoffgeologischem Bezug Aufnahmen und Beprobungen durchgeführt wurden.

4. Weiteres Arbeitsprogramm

Für die nächsten Arbeitsjahre sind folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Weiterführung der Literaturlauswertung und Datenerhebung sowie Identifikation von Gebieten mit Datendefiziten
Für 2022 ist ein Schwerpunkt auf den Bundesländern Burgenland, Kärnten und Steiermark vorgesehen.
- Planung und Durchführung von Geländeaufnahmen, Probennahmen und geophysikalischen Messkampagnen
Für 2022 wird das Nachholen der Geländetätigkeiten in den Bundesländern Niederösterreich und Oberösterreich angestrebt, die Arbeiten für die Bundesländer Burgenland, Kärnten und der Steiermark sollen daran anschließend begonnen werden.
- Durchführung Analytik (inklusive Nachtragsanalytik und Neuberechnungen)
Für 2022 ist die Analyse der im Zuge der Geländetätigkeiten genommenen Proben geplant. Des Weiteren sollen nach Möglichkeit bereits vorhandene Proben, für die einzelne Analysenarten fehlen, nachanalysiert werden.
- Datenauswertung, Datenkompilation, Interpretation
- Darstellung der erhobenen Daten in einem GIS-Projekt
- Berichtlegung und Dissemination

5. Literatur

Austromineral (1982): Hochwertige Tone am SE-Rand der Böhmisohen Masse, NÖ: Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröffentlichter Bericht Projekt NA-003/d, 171 S., 22 Abb., 18 Tab., 7 Anl., Wien.

Austromineral (1983): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf, NÖ; Teil 1: Geologische Bearbeitung. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröffentlichter Bericht Projekt NA-003/f, 110 S., 14 Abb., 10 Tab., 6 Anl., Wien.

Austromineral (1984a): Hochwertige Tone am SE-Rand der Böhmisohen Masse, NÖ: Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröffentlichter Bericht Projekt NA-003/d, v+98 S., 28 Abb., 17 Tab., 13 Blg., 1 Anh., Wien.

Austromineral (1984b): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf, NÖ; Teil 2: Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröffentlichter Bericht Projekt NA-003/f, 133 S., 19 Abb., 11 Tab., 14 Ktn., 27 Anl., Wien.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (2020): Österreichisches Montan-Handbuch 2021.- 94. Jg., 352 S., Wien.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (2021): Österreichisches Montan-Handbuch 2021.- 95. Jg., 351 S., Wien.

Füchtbauer, H. (1959): Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine.- Erdöl und Kohle, 12/8, S. 605-613, Hamburg.

Geologische Bundesanstalt (2021a): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000.- Digitaler Datenbestand Kartographisches Modell KM50, Geologische Bundesanstalt, Wien.

Geologische Bundesanstalt (2021b): Geofast - Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000.- Digitaler Datenbestand, Geologische Bundesanstalt, Wien.

Geologische Bundesanstalt (2021c): Geologische Karte der Österreichischen Bundesländer 1:200.000.- Digitaler Datenbestand Kartographisches Modell KM200, Geologische Bundesanstalt, Wien.

Heinrich, M., Zezula, G., Brüggemann, H., Groiss, R. & Pestal, G. (1981): Feuerfestsande und Feuerfesttone im Hausruck: Endbericht 1980. – Unveröffentlichter Bericht Projekt O-A-001b/80, 27 S., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Heinrich, M., Zezula, G., Schacht, H., Winkler, R., Baumgartner, P., Brüggemann, H. & Sordian, H. (1979): Detailaufnahme und Bewertung der Linzer Sande in Bezug auf die Verwendung in der Feuerfest- und Glasindustrie und Bestandsaufnahme der damit in Verbindung stehenden Tonvorkommen mit Bestandsaufnahme der Lockersedimente in Oberösterreich.- Unveröffentlichter Bericht Projekt O-A-007/78., 187 S., 13 Ktn., 8 Blg., 1 Blgbd., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Heinrich, M. & Untersweg, T. (2019): Übersichtskarte zur Verbreitung von Lockergesteinen in Österreich. Kompilation: Brüggemann, H., Grösel, K., Heinrich, M., Kohl, H., Kolmer, Ch., Kreuss, O., Letouzé, G., Moshhammer, B., Pascher, G., Peresson, H., Pfeleiderer, S., Pober, E., Posch-Trözmüller, G., Rabeder, J., Rakaseder, St., Reitner, H. & Untersweg, T., Stand 2019, Fachabteilung Rohstoffgeologie, Geologische Bundesanstalt, Wien.

Hellerschmidt-Alber, J. (1995): Bundesweite Übersicht über Vorkommen von Industriemineralen (Österreich).- Unveröffentlichter Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt Ü-LG-027, 225 S., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Letouze-Zezula, G., Kociu, A., Lipiarski, P., Pfeleiderer, S., Reitner, H. (1999): Jahresendbericht 1995 zum Projekt OC-10 der Bund-/Bundesländerkooperation Massenrohstoffsicherung OÖ und Jahresendbericht 1997 zum Projekt OC-10a der Bund-/Bundesländerkooperation Beiträge zur Baurohstoff-Vorsorge in OÖ mit Nachträgen aus Juni 2000.- Unveröffentlichter Bericht Projekt O-C-/010/95 und O-C-010a/97, 87 S., 5 Abb., 59 Blg., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Lipiarski, P., Untersweg, T., Lipiarska, I. & Heinrich, M. (2012): Angewandt-geologische digitale Arbeitskarte Niederösterreich (AngeAN): Endbericht.- Projekt N-C-076/2010-2012, 51 S., 32 Abb., Anh., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Malecki, G., Pirkl, H. & Schermann, O. (1975): Erkundung heimischer Rohstoffe als Basis für eine Tonerde-Erzeugung - "Tonerdeprojekt".- Unveröffentlichter Bericht, Geologische Bundesanstalt / Fachabteilung Rohstoffgeologie, Wien.

Moser, G. & Reitner, J. (1998): Untersuchung der Löss- und Lösslehme in Oberösterreich südlich der Donau hinsichtlich ihrer Grundwasserschutzfunktion. Teil 2 zum Endbericht OC-13 der Bund/Bundesländerkooperation. Flächendeckende Bewertung der Grundwasserschutzfunktionen des geologischen Untergrundes in Oberösterreich unter spezieller Berücksichtigung des Barrieren- und Rohstoffpotentials der quartären Löss- und Lösslehme.- Unveröffentlichter Bericht Projekt OC-13, 80 S., 10 Taf., 10 Anh. mit 80 Abb., 11 Tab., 6 Ktn., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Müller, G. (1961): Das Sand-Silt-Ton-Verhältnis in rezenten marinen Sedimenten.- Neues Jahrbuch der Mineralogie, S. 148-163, Stuttgart.

Rabeder, J., Wimmer-Frey, I., Reitner, H., Filzmoser, P., Mert, M.C., Reitner, J.M., Heinrich, M., Hobiger, G., Benold, Ch. (2019): Integrative Auswertung sedimentologischer, mineralogischer und gesteinschemischer Analysen mit statistischen Methoden und Geographischen Informationssystemen zur Charakterisierung der Eigenschaften der österreichischen Vorkommen der Löss- und Lösslehme zum Zwecke der Baurohstoffvorsorge – Baurohstoffvorsorge Löss- und Lösslehme.- Endbericht Projekt MRI_LössLehm, i+148 S., 56 Abb., 22 Tab., 3 Anh., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Reitner, H. (2019): GeoSignaturen Oö - Modul 2: Endbericht.- iii+16 S., 9 Abb., 2 Tab., Anh., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Reitner, H., & Letouze-Zezula, G. (2002): Oberflächennahe Mineralrohstoffe OÖ Reserven.- Unveröffentlichter Bericht Projekt O-C-016a, 47 S., 7 Abb., 1 Bglbd., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Roetzel, R. (2007): Bericht 2002-2006 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 23 Hadres.- Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 147/3-4, S. 615-623, Wien.

Weber, L. (Hrsg., 2012): Der österreichische Rohstoffplan.- Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt, 26, 263 S., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Wimmer-Frey, I., Letouze-Zezula, G., Müller, H. & Schwaighofer, B. (1992): Tonlagerstätten und Tonvorkommen Österreichs.- 57 S., Fachverband der Stein- und Keramischen Industrie & Verband der Österreichischen Ziegelwerke, Wien.

Wimmer-Frey, I., Schwaighofer, B. & Müller, H.W. (1996): Bundesweite Übersicht zum Forschungsstand der österreichischen Tonlagerstätten und Tonvorkommen mit regionaler Bedeutung.- Unveröffentlichter Bericht, Bund/Bundesländer- Rohstoffprojekt Ü-LG-034/95, 6 Bl., 5 Beil., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Wimmer-Frey, I. (1998): Bericht über mineralogische und korngößenmäßige Untersuchungen an Ton- und Lehmvorkommen.- In: Heinrich, M. (Red.): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Raum Geras – Retz – Horn – Hollabrunn (Bezirke Horn und Hollabrunn). – Unveröffentlichter Bericht Projekt N-C-036/97, Anhang 3, 21 S., 8 Beil., 2 Ktn., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Wimmer-Frey, I. (2001): Bericht über mineralogische und Korngrößenmäßige Untersuchungen an Ton- und Lehmvorkommen im Bezirk Scheibbs unter besonderer Berücksichtigung ihrer grobkeramischen Eignung. –In: Heinrich, M. (Red.): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Scheibbs: Zusammenfassung und Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr.- Unveröffentlichter Bericht Projekt N-C-40/1999-2000, Anhang 2, 8 S., 2 Tab., 9 Abb., 1 Kt., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Wimmer-Frey, I. mit Beiträgen von Rabeder, J., Klein, P. & Lipiarski, P. (2004): Bericht über mineralogische und Korngrößenmäßige Untersuchungen an Ton- und Lehmvorkommen im Bezirk Melk unter besonderer Berücksichtigung ihrer grobkeramischen Eignung.- In: Heinrich, M. (Red.) (2006): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Melk. – Unveröffentlichter Bericht Projekt N-C-52/2001-2003, Anhang 2, 14 S., 11 Tab., 12 Abb., 3 Ktn., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Wimmer-Frey, I. mit Beiträgen von Rabeder, J., Roetzel, R. & Lipiarski, P. (2008): Mineralogische und Korngrößenmäßige Untersuchungen an feinkörnigen Sedimenten von Kartierungsbohrungen auf Blatt ÖK 39 Tulln und historische Betrachtungen zum Ziegelgewerbe im Bezirk Tulln.- In: Heinrich, M. (Red.): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Tulln. - Unveröffentlichter Bericht Projekt N-C-61/2005-2007, Anhang 1, 12 S., 8 Abb., 5 Tab., 3 Ktn., 1 Beil., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Wimmer-Frey, I. mit Beiträgen von Hobiger, G., Roetzel, R., Rabeder, J. & Lipiarski, P. (2010): Mineralogische und Korngrößenmäßige Untersuchungen an feinkörnigen Sedimenten im Bezirk Korneuburg.- In: Heinrich, M. (Red.): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Korneuburg. - Unveröffentlichter Bericht Projekt N-C-64/2007-2009. Anhang 2a, 13 S., 4 Abb., 6 Tab., 3 Ktn. + Legende, Geologische Bundesanstalt, Wien.

Wimmer-Frey, I. & Rabeder, J. (2013): Mineralogische und Korngrößenmäßige Untersuchungen an feinkörnigen Sedimenten im Bezirk Bruck an der Leitha. – In: Heinrich, M. (Red.): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Bruck an der Leitha – „Geogenes Naturraumpotential Bezirk Bruck an der Leitha“. - Unveröffentlichter Bericht Projekt N-C-70/2010-2012, Anhang 2, 15 S., 3 Abb., 2 Tab., 3 Ktn. + Legende, Geologische Bundesanstalt, Wien.

Wimmer-Frey, I., Rabeder, J. & Lipiarski, P. (2017): Mineralogische und Korngrößenmäßige Untersuchungen an feinkörnigen Sedimenten im Bezirk Mistelbach. – In: Heinrich, M. (Red.): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Mistelbach. - Unveröffentlichter Bericht Projekt N-C-88/2014-2016, Anhang 1, 18 S., 5 Abb., 4 Tab., 3 Ktn., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Winkler, H.G.F. (1954): Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse.- Ber. Dt. Keram. Ges., 31, S. 337-343, Bonn.