

Projekt ÜLG-082

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

Bericht über das Arbeitsjahr 2022

von

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



iii + 25 Seiten, 12 Abbildungen

Wien, Jänner 2023

Projektleitung und verantwortliche Durchführung:

**Mag. Julia Rabeder**

Kompetenzeinheit Rohstoffgeologie

Projektmitarbeit:

**Ljiljana Barbir**

Kompetenzeinheit Geoanalytik

Labor

**Dr. DDipl. Ing. Christian Benold**

Department Geoanalytik und Referenzsammlungen

Geochemie

**Mag. Gerhard Bieber**

Kompetenzeinheit Geoelektrik und Radiometrie

Geophysik

**Martin Heidovitsch**

Kompetenzeinheit Aero-geophysik

Geophysik

**Dr. Gerhard Hobiger**

Kompetenzeinheit Geoanalytik

Geochemie

**Mag. Irena Lipiarska**

Kompetenzeinheit Rohstoffgeologie

GIS-Bearbeitung, Datenbank

**Dr. Mandana Peresson**

Kompetenzeinheit Rohstoffgeologie

Mineralogie

**Dr. Sebastian Pfeleiderer**

Kompetenzeinheit Rohstoffgeologie

Rohstoffgeologie

**cand. geol. Heinz Reitner**

Kompetenzeinheit Rohstoffgeologie

GIS-Bearbeitung, Rohstoffgeologie

**Mag. Alexander Römer**

Kompetenzeinheit Geoelektrik und Radiometrie

Geophysik

**Mag. Julia Weilbold**

Kompetenzeinheit 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. Nachtragsanalytik.....	8
3.5. Karbonatarme Tonrohstoffe im Burgenland, in der Steiermark und in Kärnten .....	8
3.5.1. Vorkommen karbonatarmer Tonrohstoffe in Neogenbecken .....	8
3.5.2. Karbonatarme Tonvorkommen in quartären Ablagerungsräumen .....	16
3.6. Gebiete mit Datendefiziten .....	19
4. Weiteres Arbeitsprogramm.....	20
5. Literatur .....	20

## Zusammenfassung

Laut Österreichischem Montanhandbuch (2022) waren im Jahr 2021 in Österreich 52 Tonabbauwerke in Betrieb, die insgesamt knapp 2 Mio. t Ton förderten. Damit konnten rund 94 % 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 karbonatarmer 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 zweiten Projektjahr wurde mit der Bearbeitung der Bundesländer Burgenland, Steiermark und Kärnten begonnen. Hauptgegenstand der Projektarbeiten war dabei die Erhebung von Informationen aus Literatur und an der Geologische Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria) vorliegenden Datenbeständen. Des Weiteren wurden aus den Archiven der Geologischen Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria) 26 Proben aus Gebieten mit geringer Probendichte für mineralogische und geochemische Analytik ausgewählt und untersucht. Potenziell karbonatarmer Schichtglieder finden sich im Untersuchungsgebiet des zweiten Projektjahres vor allem in den Neogenbecken am Ostrand der Alpen sowie in den intramontanen Becken. Des Weiteren zählen quartäre Bildungen wie Seetone, Aulehme, vor allem aber Lösslehme zu den wichtigen, potentiell karbonatarmen Tonvorkommen im Projektgebiet. Die Ablagerung dieser Vorkommen fand in höchst unterschiedlichen Bildungsmilieus statt, die fluviatile Systeme ebenso umfassen wie vollmarine Ablagerungsräume oder glaziale Steppenlandschaften. Zeitlich umfassen die Sedimente den Zeitraum von der Grenze Kreide/Paläogen bis hin zum Holozän. 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 (2022) waren im Jahr 2021 in Österreich 52 Tonabbau in Betrieb, die gemeinsam knapp 2 Mio. t Ton förderten. Obwohl die Förderung von Tonrohstoffen damit im Vergleich zum Vorjahr leicht zurückging, konnten über 93 % des Bedarfs an Tonrohstoffen aus heimischer Förderung gedeckt werden. Die meisten aktiven Betriebe befanden sich in Oberösterreich, gefolgt von Niederösterreich und der Steiermark. Der Rest verteilte sich auf die Bundesländer 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 CO<sub>2</sub>-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 (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria) 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 (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria) (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 (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria)
- systematische Erhebung der vorliegenden Analysendaten aus den Datenbanken der Geologischen Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria)
- 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 (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria)
- Qualitätsprüfung, Vereinheitlichung und Beschreibung der vorhandenen Analysendaten mit statistischen Methoden
- Nachanalysieren von Proben, an denen bisher noch nicht alle Analysemethoden durchgeführt wurden
- Auswertung älterer Analyseergebnisse nach aktuellen Gesichtspunkten mit moderner Auswertesoftware
- Berechnung rohstoffrelevanter Kennwerte für vorhandene Analysendaten

### 3. Arbeitsschritte und vorläufige Ergebnisse

Im zweiten Projektjahr wurde die Bearbeitung der Bundesländer Wien, Niederösterreich und Oberösterreich weitergeführt. Insbesondere wurde mit der Nachtragsanalytik von Proben aus Gebieten mit geringer Probendichte begonnen. Hauptgegenstand der Projektarbeiten war gemäß Projektplan die Erhebung von Literatur und Datenbeständen in den Bundesländern Burgenland, Steiermark und Kärnten.

#### 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 (Diplom- bzw. Masterarbeiten, Dissertationen), Artikel in Fachzeitschriften, Österreichisches Montanhandbuch.

Insgesamt wurden bisher knapp 480 Arbeiten nach Angaben zu Sedimentationsraum, Rohstoffeigenschaften, Rohstoffmächtigkeiten und Verwendung durchforstet. Basisinformationen liefern dabei 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). Übersichtsarbeiten über Tonvorkommen für die Steiermark (Huber et al., 1986) und Kärnten (Vinzenz, 1989; Vinzenz, 1990) datieren zumeist aus den 1980er Jahren. Im Zuge von Projekten zum Naturraumpotential in der Steiermark sowie zur systematischen Erfassung der steirischen Lockergesteinsvorkommen wurden die wichtigsten steirischen Tonlagerstätten bezirksweise erfasst und dokumentiert (Gräf et al., 1981; Gräf et al., 1982; Pöschl et al., 1989; Untersweg et al., 1999; Untersweg & Pöschl, 1992; Gräf et al., 1979; Gräf et al., 1984; Gräf et al., 1985; Gräf et al., 1986; Gräf et al., 1989; Beyer, et al., 1998). Für das Burgenland finden sich Informationen zu Tonvorkommen oft auch in den Berichten zur Dokumentation kurzfristiger Baustellenaufschlüsse (Peresson, 2005; Peresson, 2006; Peresson & Posch-Trözmüller, 2018; Peresson & Posch-Trözmüller, 2019; Peresson & Posch-Trözmüller, 2021; Posch-Trözmüller, 2007; Posch-Trözmüller, 2008; Posch-Trözmüller & Peresson, 2009; Posch-Trözmüller & Peresson, 2011; Posch-Trözmüller & Peresson, 2012; Posch-Trözmüller & Peresson, 2013; Posch-Trözmüller & Peresson, 2014; Posch-Trözmüller & Peresson, 2015; Posch-Trözmüller & Peresson, 2016; Posch-Trözmüller & Peresson, 2017).

### 3.2. Kartengrundlagen

Die geologischen Kartenwerke der Geologischen Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria) liegen in digitaler Form vor. Die Erhebung und Darstellung der für die karbonatarmen Tonrohstoffe relevanten stratigraphischen Einheiten basiert dabei 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) sowie die Geologischen Karten der Österreichischen Bundesländer 1:200.000 (Geologische Bundesanstalt, 2021c) herangezogen.

Vor allem in den ausgedehnten Beckenlandschaften am Ostrand der Alpen, zum Teil aber auch in den intramontanen Becken, herrschen schlechte Aufschlussverhältnisse vor, was dazu führte, dass in den vorliegenden Kartengrundlagen oftmals eine zusammenfassende Darstellung von Schichtgliedern gewählt wurde. Zusätzlich besteht die Problematik, dass in den vorhandenen Kartenwerken Löss-, Lösslehm- oder Terrassenlehmvorkommen nur selten als eigenständige Schichtglieder ausgewiesen, sondern gemeinsam mit den Terrassenkörpern, denen sie auflagern, dargestellt sind.

Soweit es trotz dieser Einschränkungen möglich war, wurden für die zu bearbeitenden Schichtglieder aus der digitalen Lockergesteinskarte jene Polygone mit zutreffenden stratigraphischen Inhalten 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 (seit 1. Jänner 2023: Kompetenzzentrum Rohstoffgeologie) (Rohstoffarchiv, Tonarchiv) als auch die entsprechenden Datenbanken (Abbaudatenbank) ausgewertet. Dabei stellt insbesondere die Abbaudatenbank der Geologischen Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria) eine wichtige Datenquelle dar, die 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 in den Bundesländern Burgenland, Steiermark und Kärnten finden sich knapp über 500 Einträge. Die dokumentierten Erhebungsstände sind dabei allerdings nicht alle gleichermaßen aktuell - der älteste Eintrag datiert aus dem Jahr 1924, der aktuellste aus dem Jahr 2022. 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 tatsächlich genutzt, die meisten davon waren Terrassenlehme. Dabei werden in einigen Fällen nicht nur der Terrassenlehm selbst, sondern auch die neogenen Sedimente im Liegenden der Terrassenkörper abgebaut. Weitere Abbaue gewinnen Material aus der Feldbach-Formation, der Apfelberg-Formation sowie dem Neogen des Lavanttales. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die in der Abbaudatenbank erfassten Abbaue und deren Status zum Zeitpunkt der letzten verfügbaren Datenerhebung.

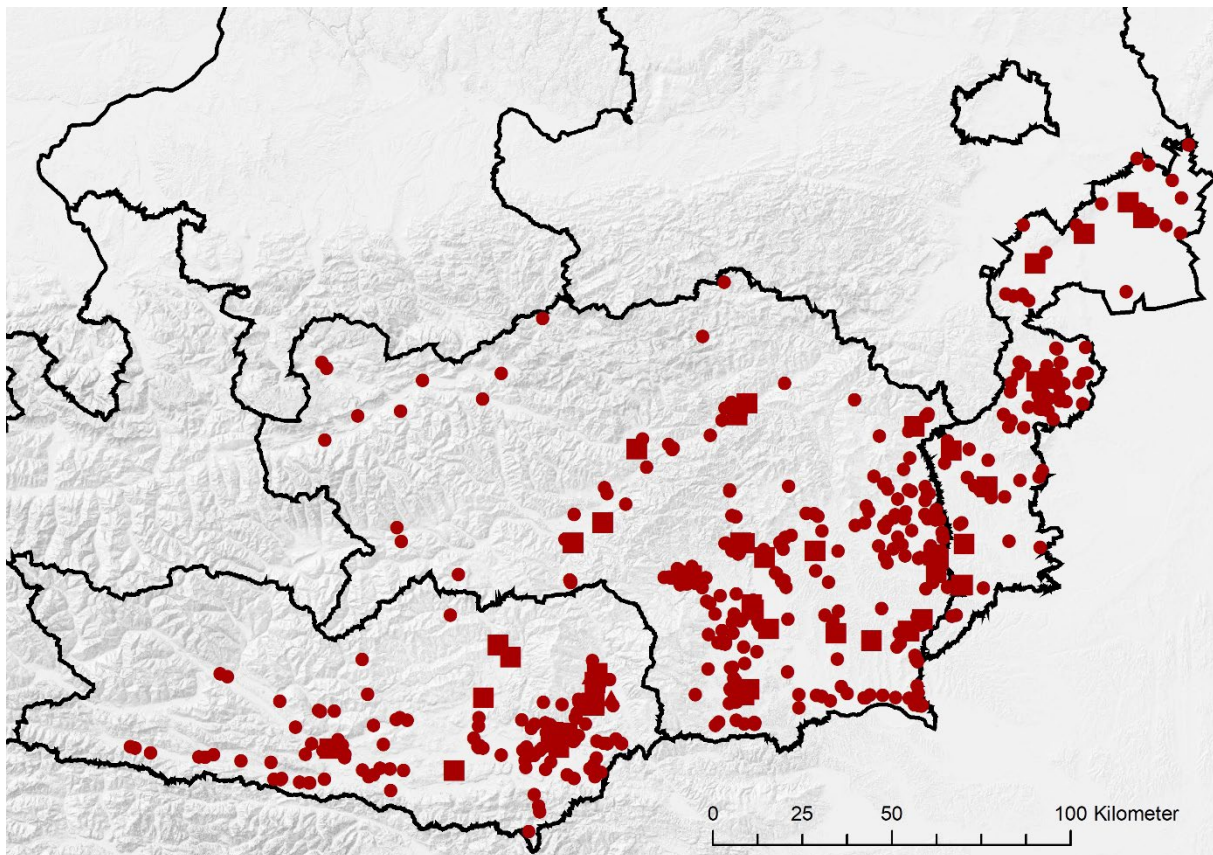


Abb. 1: Lage ehemaliger (Punkte) und nach letztem Erhebungsstand aktiver (Quadrate) Abbaue laut Abbaudatenbank der Geologischen Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria). Dreiecke kennzeichnen Vorkommen, die zum Zeitpunkt der Erhebung noch nicht in Betrieb waren. Geländemodell: Basemap.

Des Weiteren wurde das Österreichische Montanhandbuch (Bundesministerium für Finanzen, 2022) in Hinblick auf Betriebsstätten ausgewertet. Hier finden sich in den relevanten Schichtgliedern 14 Abbaue mit aufrechter Abbaubewilligung, davon zehn in neogenen, zumeist pannonen Sedimenten und zwei in quartären Terrassenlehmen. Die übrigen zwei Abbaue nutzen sowohl Terrassenlehme als auch die unterlagernden neogenen Sedimente. Das abgebaute Material wird zum größten Teil in der Ziegelproduktion eingesetzt, untergeordnet zur Zementherstellung, zur Erzeugung von Blähtonprodukten sowie zur Deponieabdichtung. Abbildung 2 zeigt die Lage der aktiven Abbaue in (potentiell) karbonatarmen Schichtgliedern laut Österreichischem Montanhandbuch 2022.

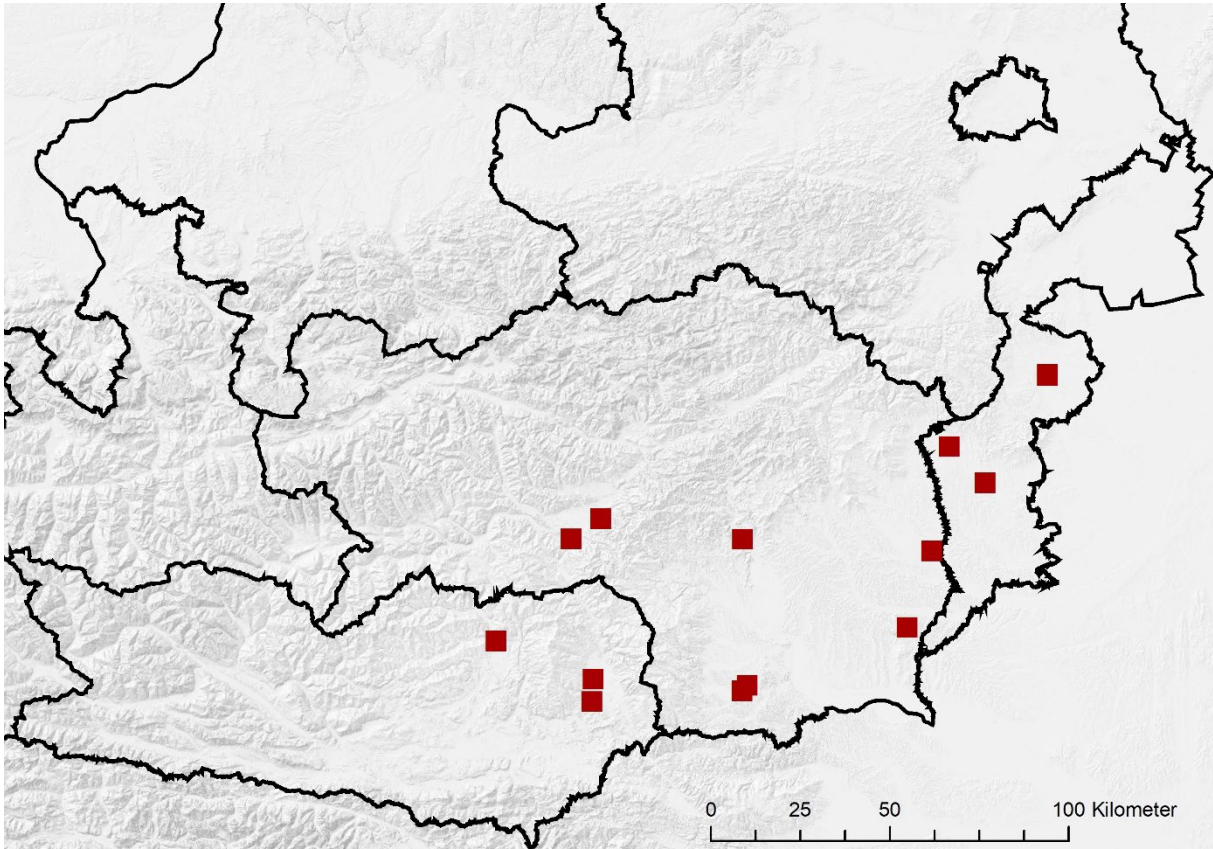


Abb. 2: Lage von Vorkommen mit aufrechter Abbaubewilligung laut Österreichischem Montanhandbuch 2022. Geländemodell: Basemap.

Zur Erhebung der vorhandenen Analysen wurden zusätzlich die sogenannte Baustellendatenbank, ausgewählte Proben- und Analysendatenbanken der Fachabteilung Sedimentgeologie (seit 1. Jänner 2023: Kompetenzeinheit Sedimentgeologie), die Datenbank der geochemischen Analysen (PVS) der Geologischen Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria), diverse Projektdatenbanken sowie analoge Datenbestände herangezogen. Für die Bundesländer Burgenland, Steiermark und Kärnten wurden Daten zu 178 Korngrößenanalysen, 218 gesamtmineralogischen Analysen und 210 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 bislang erhobenen Analysendaten stammen aus unterschiedlichen Projekten mit zum Teil sehr spezifischen Fragestellungen und liegen dementsprechend nicht alle in gleicher Qualität und gleichem Umfang vor. Sämtliche Analysenergebnisse 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  $< 2 \mu\text{m}$  (sehr fein),  $2\text{-}20 \mu\text{m}$  (fein) und  $> 20 \mu\text{m}$  (grob) werden Proben abhängig von ihrer Korngrößenverteilung möglichen Verwendungsklassen (I = Vollsteine, II = Gittersteine, III = Dachziegel und IV = dünnwandige Deckensteine) zugeordnet.

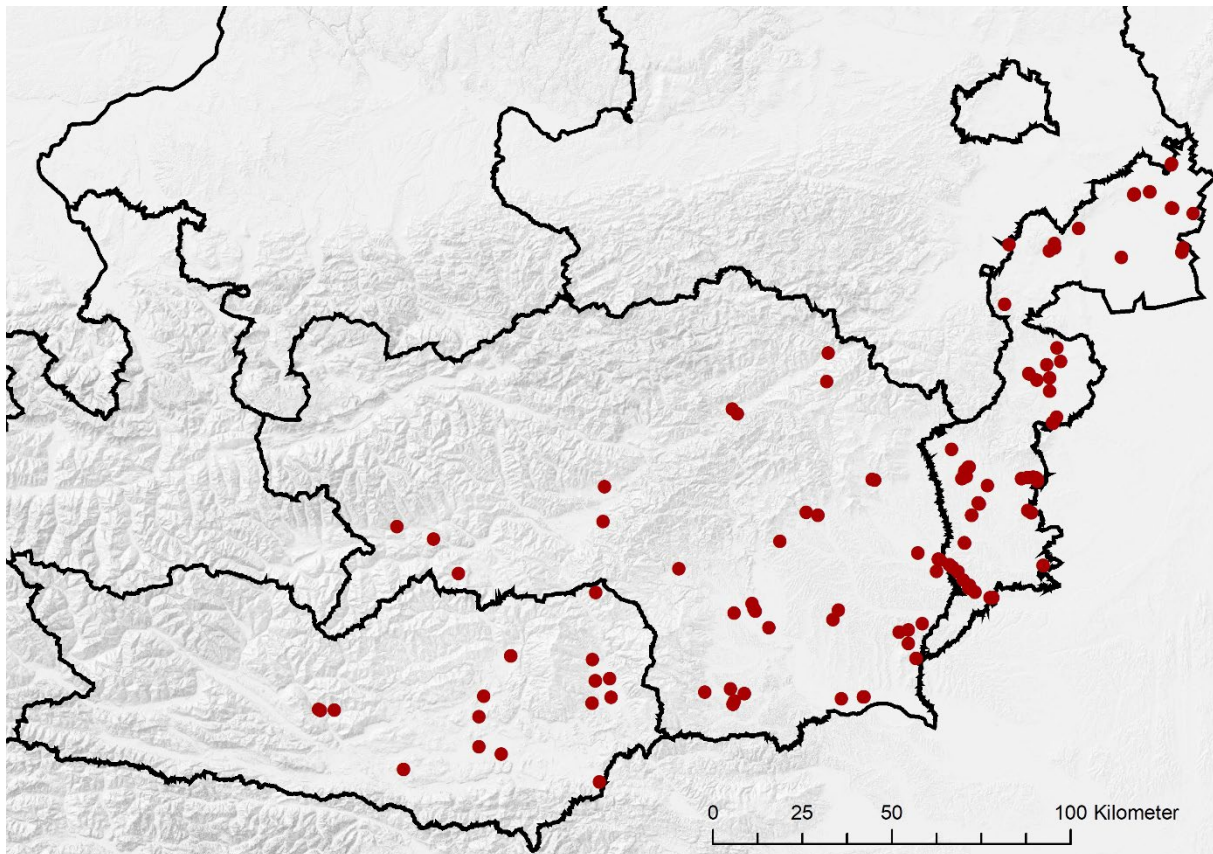


Abb. 3: Verteilung der Probenahmepunkte, für die Analysen vorliegen. Geländemodell: Basemap.

Daten zu Rohstoffmächtigkeiten wurden bisher vor allem aus Datenbanken der Geologischen Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria) (Abbaudatenbank, Baustellendatenbank, Proben- und Analysendatenbank der Fachabteilung Sedimentgeologie (seit 1. Jänner 2023: Kompetenzzentrum Sedimentgeologie, Geophysik) erhoben. Bohrdaten liegen dabei insbesondere aus Projekten zur Erfassung und Dokumentation kurzzeitig zur Verfügung stehender Aufschlüsse (Baustellenprojekte) vor. Diese Daten sind nicht flächig verfügbar, sondern zeichnen den Verlauf von Infrastrukturbauten wie Straßen- oder Bahnabschnitten nach. Für die Steiermark konnte für die Auswertung der Bohrdaten hinsichtlich Schichten und Mächtigkeit zusätzlich eine Bearbeitung des Bohrdatenbestandes des Erdwissenschaftlichen Archivs des Geologisch-Mineralogischen Landesdienstes (Universalmuseum Joanneum, 2021) herangezogen werden. Dabei handelt es sich nicht um den Originaldatensatz, sondern um einen von der Fachabteilung Hydrogeologie der Geologischen Bundesanstalt ausgewerteten und interpretierten Datenbestand (Legerer et al., 2021), der eine Unterscheidung der in den Bohrungen angetroffenen Schichten in Deckschichten, Grundwasserleiter und Grundwasserstauer vornimmt und zwischengeschaltete, geringmächtige Schichten nicht bzw. kaum berücksichtigt. Aus den Bohrdaten wurden für die relevanten Schichtglieder die Datenbankinhalte abgefragt und die Ergebnisse der Bohrdatenauswertung abschließend getrennt nach geologischen Formationen in Form von Datentabellen bzw. GIS-Datenbeständen abgelegt.

### 3.4. Nachtragsanalytik

Für die Nachtragsanalytik wurde auf Grundlage der im ersten Projektjahr definierten Gebiete mit geringer Datendichte aus der Probensammlung der Geologischen Bundesanstalt (seit 1. Jänner 2023: GeoSphere Austria) insgesamt 26 Proben aus 16 Lokalisationen zur nachträglichen Analytik ausgewählt. Sieben dieser Proben stammen aus der Hollabrunn-Mistelbach-Formation, jeweils fünf aus der Weitersfeld-Formation und der Zellerndorf-Formation, jeweils vier aus der St. Marein-Freischling-Formation und der Rittsteig-Formation sowie eine aus der Langau-Formation. Die Proben wurden gesamt- und tonmineralogisch, Korngrößenmäßig und geochemisch analysiert.

### 3.5. Karbonatarmer Tonrohstoffe im Burgenland, in der Steiermark und in Kärnten

Vorkommen karbonatarmer bzw. potentiell karbonatarmer Tonrohstoffe finden sich in den Bundesländern Burgenland, Steiermark und Kärnten vor allem in den neogenen Becken und inneralpin in den größeren Flusstälern. Die Vorkommen umspannen altersmäßig ein breites Spektrum, das vom Paläogen bis zum Holozän reicht. Auch ihre Bildungsmilieus sind äußerst vielfältig und umfassen sowohl vollmarine Ablagerungsräume als auch brackische, limnische und fluviatile Bereiche bis hin zu glazialen Steppenlandschaften. Die spezifischen Charakteristika dieser Tonvorkommen werden im Folgenden kurz beschrieben.

#### 3.5.1. Vorkommen karbonatarmer Tonrohstoffe in Neogenbecken

##### **Oberpullendorfer Becken**

**Stooper Tone** (Känozoikum: Neogen: Miozän: Obersarmatium bis Pannonium)

**Sedimentationsraum.** Das Verbreitungsgebiet der Stooper Tone erstreckt sich im mittleren Burgenland südöstlich und östlich von Stoob sowie im Herrschaftswald zwischen Stoob und Großwarasdorf (Abb. 4). Bei den Sedimenten handelt es sich um fossilleere, pelitische Süßwasserablagerungen, die von Schottern und Lehmen überlagert werden. Es können zwei Ausbildungsformen unterschieden werden. Im Liegenden finden sich blaue, sandfreie, hochplastische Tone, deren Färbung auf feinste organische Partikel zurückzuführen ist. Im Hangenden folgen graue bis graublaue, schluffig-sandige, ebenfalls plastische Tonsilte.

**Rohstoffeigenschaften.** Nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) ist die blaue Varietät überwiegend als Siltton, die graue als Tonsilt anzusprechen. Beide Ausbildungsformen liegen im Diagramm nach Winkler (1954) aufgrund ihrer hohen Anteile an der 2-20 µm-Fraktion im gut verarbeitbaren Bereich, überwiegend im Feld für dünnwandige Hohlware. Die Stooper Tone sind karbonatfrei, bestehen zu mehr als 50 % aus Schichtsilikaten, des Weiteren aus Quarz und Feldspat. In der Fraktion < 2 µm dominieren Minerale der Smektit- und Kaolinitgruppe gegenüber jenen der Illit-/Hellglimmergruppe; Chlorit tritt praktisch nicht auf. Nach keramtechnischen Gesichtspunkten sind die Stooper Tone als niedersinternde Steinzeugtone einzustufen.



Abb. 4: Verbreitung der Stober Tone (dunkelgrün) im Oberpullendorfer Becken. Topographie: Basemap.

**Verwendung.** Die Stober Tone wurden nachweislich seit dem 17. Jahrhundert als Töpfertone eingesetzt und bilden bis heute die Grundlage der Stober Keramikindustrie. Bis in die 1950er Jahre bestand auch eine Tonwarenfabrik, die Kachelöfen erzeugte. Des Weiteren wird das Material zur Klinker- und Dachziegelproduktion verwendet. Laut Österreichischem Montanhandbuch 2022 bestehen aktuell noch zwei bergrechtlich bewilligte Gewinnungsstätten. Abgesehen von seiner keramischen Bedeutung wurde der Stober Ton 1992 als Heilpeloid mit der Bezeichnung „Fangopol“ anerkannt.

### **Pannonium im Steirischen Becken**

**Feldbach-Formation** (Känozoikum: Neogen: Miozän: Unterpannonium)

**Schichten von Weiz** (Känozoikum: Neogen: Miozän: Pannonium)

**Tone der Friedberg-Pinkfelder Bucht** (Känozoikum: Neogen: Miozän: Oberpannonium)

**Sedimentationsraum.** Die pannonen Sedimente nehmen weite Teile des Oststeirischen Beckens ein und umfassen ein breites Spektrum von Tonen, Silten, Mergeln und Feinsanden, zum Teil mit reicher Fossilführung (Abb. 5). Im Unterpannonium finden sich im Beckeninneren brackische, später brackisch-limnische Ablagerungen, während sich an den Beckenrändern der Übergang zur fluviatilen Sedimentation durch limnische und deltatische Silt-Ton-Sand-Wechselfolgen manifestiert. Bereits im höheren Unterpannonium ist im größten Teil des Oststeirischen Beckens der Wechsel zu rein fluviatiler Sedimentation vollzogen (Groß et al., 2007).

**Rohstoffeigenschaften.** Die vorliegenden Analysen stammen größtenteils aus Vorkommen, die zur Ziegelherstellung genutzt wurden bzw. werden. Sie bilden daher nur einen kleinen Ausschnitt des Spektrums an pannonen Sedimenten im Steirischen Becken ab. Nach der Nomenklatur von Müller

(1961) und Füchtbauer (1959) handelt es sich bei diesen Proben zumeist um Silte mit stark wechselnden Sand- und Tonanteilen. So können die Sandgehalte zwischen 5 % und 35 %, die Tongehalte zwischen 10 % und 40 % schwanken. Ein entsprechend breites Spektrum weisen die Sedimente auch im Diagramm nach Winkler (1954) auf, wo sie sowohl die Felder für Vollziegel, Gitterziegel, Dachziegel als auch für dünnwandige Hohlware abdecken. Die pannonen Tonrohstoffe sind mit wenigen Ausnahmen, in denen Karbonatgehalte  $< 5\%$  nachgewiesen werden konnten, karbonatfrei. Das gesamtmineralogische Spektrum ist geprägt von einem hohen Schichtsilikatanteil, der in der Regel  $50\%$  übersteigt, einem Quarzanteil von rund  $30\%$  und geringen Feldspatgehalten. In der Fraktion  $< 2\ \mu\text{m}$  herrscht die Smektitgruppe vor. Eine Ausnahme bilden jene Tone, die in Nachbarschaft zu Kohlenflözen vorkommen. Hier ist die Fireclay-Gruppe charakteristisch, gefolgt von der Illit-/Hellglimmergruppe.

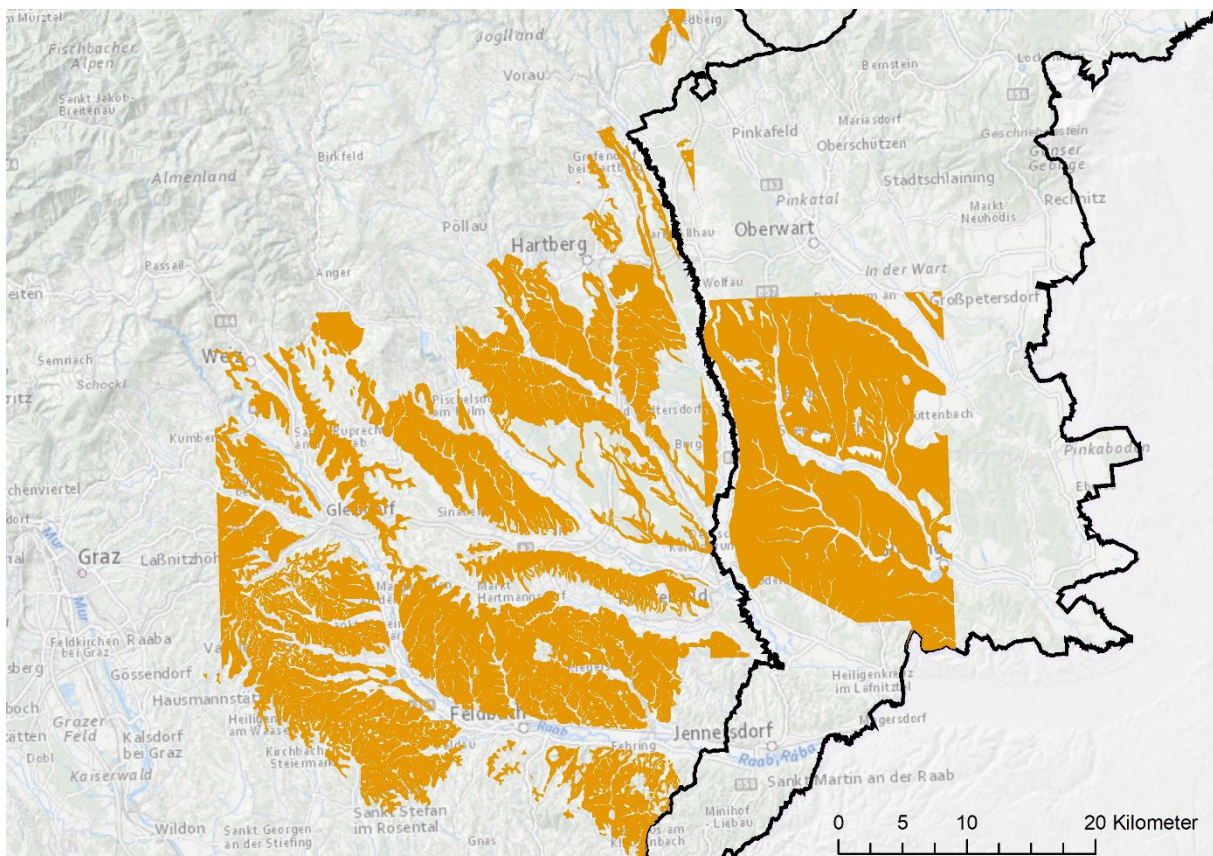


Abb. 5: Verbreitung des Pannonium im Steirischen Becken (ockergelb). Topographie: Basemap.

**Verwendung.** Die pannonen Sedimente des Steirischen Beckens wurden und werden vor allem für die Ziegelproduktion verwendet, ein Teil der Produktion geht in die Zementherstellung. Die Illit-reichen Sedimente der Feldbach-Formation von Mataschen, bekannt als Illittone von Fehring, werden zusammen mit pliozänen, tuffitischen Maarsedimenten von Burgfeld in der Blähtonproduktion eingesetzt. Im Jahr 2022 bestanden noch für vier Gewinnungsstätten aufrechte Betriebsbewilligungen (BMF, 2022).

## Sarmatium im Steirischen Becken

Sedimente von St. Anna am Aigen (Känozoikum: Neogen: Miozän: Sarmatium)

Sedimente von St. Stefan bei Gratkorn (Känozoikum: Neogen: Miozän: Sarmatium)

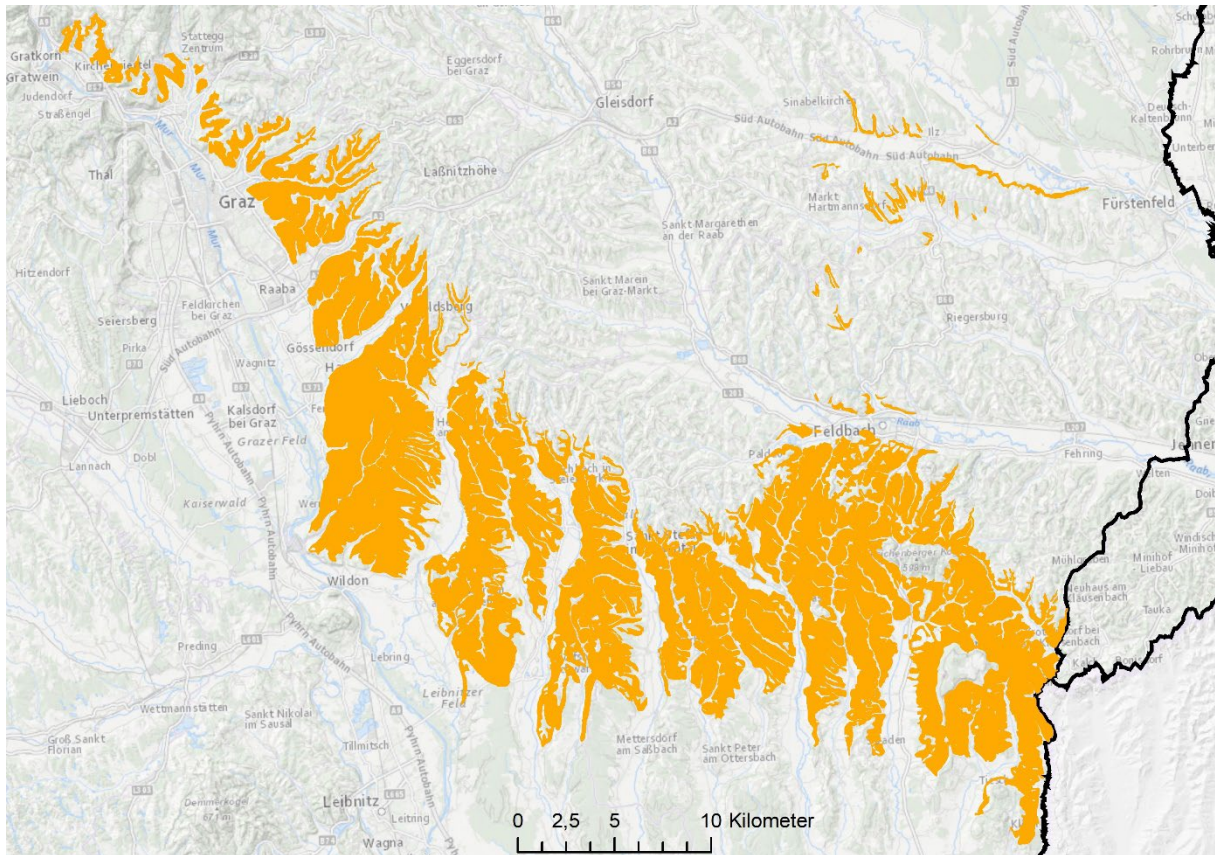


Abb. 6: Verbreitung des Pannonium im Steirischen Becken (orange). Topographie: Basemap.

**Sedimentationsraum.** Große Teile des südwestlichen Steirischen Beckens werden von sarmatischen Sedimenten eingenommen (Abb. 6). Im Beckeninneren handelt es sich dabei meist um feinkörnige, tonig-mergelige Ablagerungen, in die mitunter sandige Partien zwischengeschaltet sind. Das Sarmatium ist geprägt von mehreren Transgressions- und Regressionsphasen - generell vollzog sich im Laufe des Sarmatium durch die Abschnürung des Sedimentationsraums der Paratethys vom vollmarinen Mittelmeer ein Übergang zu brackischen bzw. limnischen-fluviatilen Bedingungen (Groß et al., 2007; Flügel & Neubauer, 1984).

**Rohstoffeigenschaften.** Die Proben aus den sarmatischen Sedimenten der Steiermark stammen zumeist aus (ehemaligen) Tongruben und repräsentieren nur einen kleinen Ausschnitt der möglichen Ausbildungsformen. Karbonatfreie Bildungen finden sich beispielsweise bei St. Anna am Aigen, wo kaolinreiche, smektitfreie Siltsande vorkommen, die sich durch eine hohe Feuerfestigkeit auszeichnen. Bei St. Stefan bei Gratkorn ist eine pelitische Abfolge aus Tonsilten bis Silttonen aufgeschlossen, die mit Ausnahme der basalen Abschnitte kaum Sandgehalte aufweist. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen diese Sedimente im Bereich von dünnwandigen Deckensteinen und Dachziegeln. Sie zeichnen sich durch geringe Karbonatgehalte aus, die fast immer unter 10 % liegen. Die gesamtmineralogische Zusammensetzung ist geprägt durch einen hohen Schichtsilikatanteil von über 50 %, gefolgt von Quarz und geringen Feldspatanteilen. In der Tonmineralfraktion herrschen Vertreter der Smektitgruppe vor, daneben finden sich Minerale der Kaolinit-, Illit-/Hellglimmer- und Chloritgruppe.

**Verwendung.** Bis ins vorige Jahrhundert fanden die Sedimente des Sarmatiums Verwendung in der Ziegelindustrie, vor allem um Graz bestanden etliche Ziegelwerke. Die Tone von St. Anna am Aigen wurden in der Feuerfestindustrie eingesetzt. Laut Österreichischem Montanhandbuch (2022) besteht

aktuell noch eine aufrechte Gewinnungsbewilligung für das Vorkommen bei Gratkorn; die Rohstoffe werden für die Zementindustrie gewonnen.

**Badenium im Mattersburger Becken, Oberpullendorfer Becken, Steirischen Becken und den intramontanen Becken der Mur-Mürzfurche  
Groisenbach-Subformation im Aflenzner Becken (Känozoikum: Neogen: Miozän: Unterbadenium)**

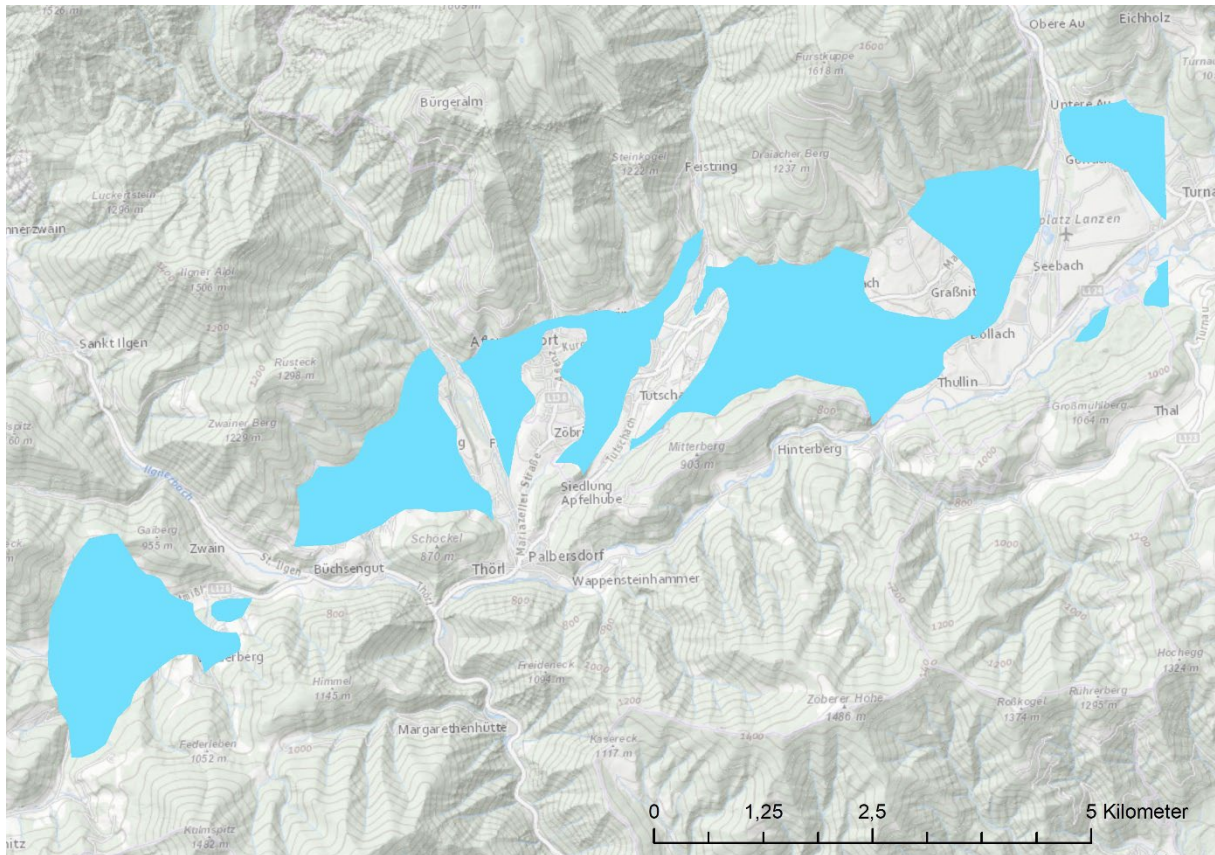


Abb. 7: Verbreitung des Badenium im Aflenzner Becken (hellblau). Topographie: Basemap.

**Sedimentationsraum.** Sedimente des Badenium finden sich im bearbeiteten Gebiet einerseits im Mattersburger Becken und am Nordrand des Oberpullendorfer Beckens, andererseits am Nordrand des Grazer Beckens sowie in den Einbruchsbecken entlang der Mur-Mürzfurche. Die Sedimente umfassen ein breites Spektrum an unterschiedlichen Bildungsmilieus – feinkörnige Sedimente sind vor allem im Beckeninneren anzutreffen und wurden unter vollmarinen Bildungsbedingungen abgelagert. An den Beckenrändern dominieren dagegen Ablagerungen großer Deltasysteme mit deutlichem fluviatilen Einfluss. Im zentralen Bereich des Aflenzner Beckens zeugen reiche Diatomeenfaunen im Unterbadenium von brackischen bis limnischen, nur leicht salinaren Ablagerungsbedingungen.

**Rohstoffeigenschaften.** Nur wenige der aus dem Badenium vorliegenden Proben sind karbonatfrei bzw. karbonatarm. Dazu zählen etwa die Proben aus dem zentralen Beckenbereich des Aflenzner Beckens, einem Einbruchsbecken entlang der Mur-Mürzfurche (Abb. 7). Nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind sie als Tonsilte anzusprechen, die nur geringe Sandanteile beinhalten. In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung dominieren Schichtsilikate mit einem Median von knapp 53 % und Quarz, der Gehalte bis zu 50 % erreichen kann. Die Proben führen Kiesgur und weisen hohe Anteile an Christobalit auf, der auf das zahlreiche Vorhandensein von Diatomeen zurückzuführen ist. In der Tonmineralfraktion < 2 µm weist mehr als die Hälfte der Proben Smektitanteile von über 50 % auf. Das Tonmineralspektrum enthält des Weiteren relativ hohe Anteile



der Illit-/Hellglimmergruppe sowie geringe Anteile von Mineralen der Chlorit- und Kaolinitgruppe. Im Nahbereich von Kohleflözen tritt im Gegensatz dazu ein hoher Kaolinitgehalt auf, während Chlorit fehlt.

**Verwendung.** Ebner et al. (2002) erwähnen die Tonvorkommen im Aflenzer Becken als mögliches Rohstoffpotential zur Ziegelerzeugung, stufen die Diatomit führenden Tone jedoch als nicht bauwürdig ein.

### Karpatium im Steirischen Becken und den intramontanen Becken der Mur-Mürzfurche

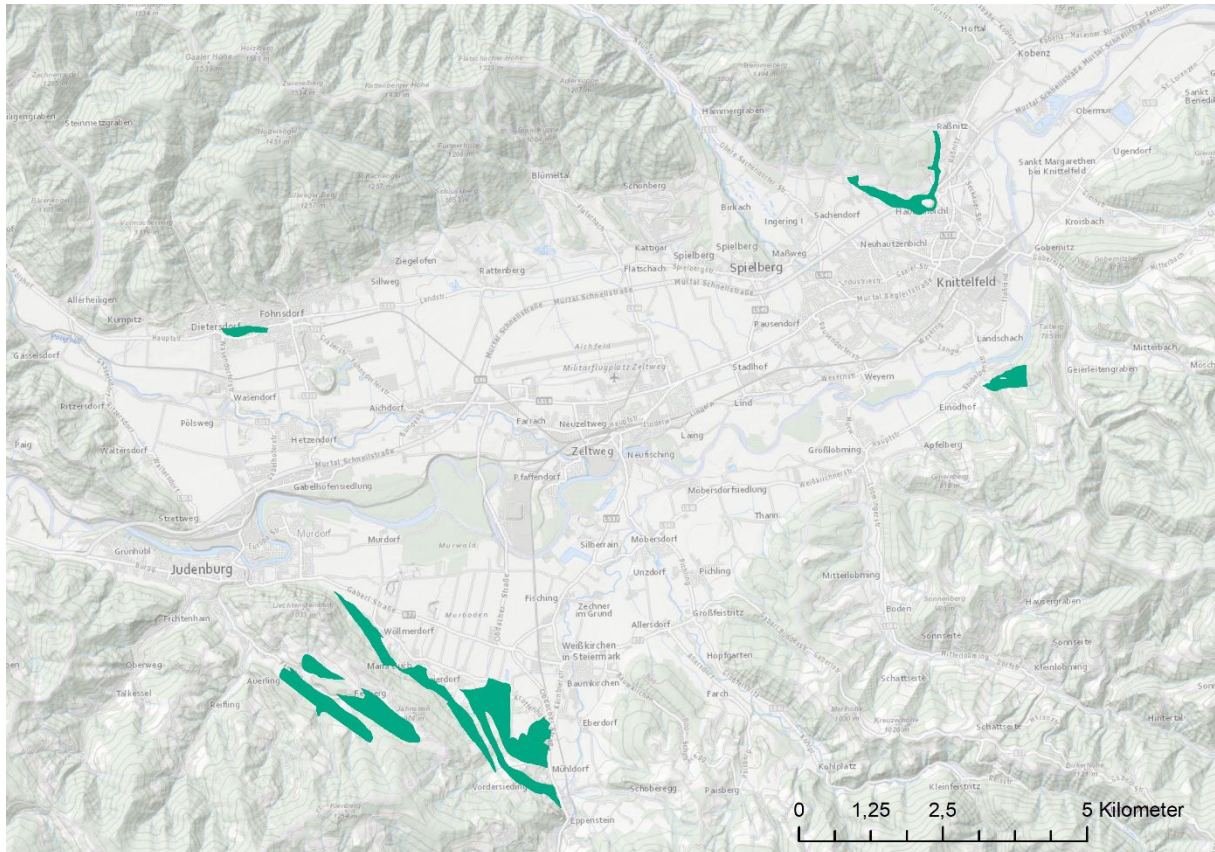


Abb. 8: Verbreitung des Karpatiums im Bereich um Apfelberg und Weißkirchen in Steiermark (dunkelgrün). Topographie: Basemap.

**Sedimentationsraum.** Sedimente des Karpatium finden sich sowohl in der Mur-Mürzfurche als auch im Weststeirischen und im Oststeirischen Becken. Sie repräsentieren höchst unterschiedliche Bildungsräume, die von hochmarinen Sedimenten bis zu limnisch-fluviatilen Ablagerungen reichen. Entsprechend breit ist auch das Spektrum ihrer Korngrößenmäßigen und mineralogischen Zusammensetzung. Karbonatarme Rohstoffe aus dem Karpatium des Steirischen Beckens sind nur selten erhalten. Zu ihnen zählen die limnisch-fluviatilen Ablagerungen von Weißkirchen-Krottendorf sowie die Vorkommen von Apfelberg, wo sich Deltasedimente mit vulkanogenen Einschaltungen finden (Abb. 8).

**Rohstoffeigenschaften.** Entsprechend ihrer Bildung in fluviatilen Ablagerungsräumen mit rasch wechselnden Sedimentationsbedingungen weisen die karbonatarmen Sedimente des Karpatium ein breites Korngrößenspektrum auf, die Sand-, Silt- und Tongehalte sind großen Schwankungen unterworfen. Im Diagramm nach Winkler (1954) finden sie sich sowohl in den Feldern für Voll- und Gitterziegel als auch in jenen für Dachziegel und dünnwandige Deckensteine. Auch die mineralogische Zusammensetzung ist äußerst heterogen. Schichtsilikate dominieren zumeist, die Quarzgehalte

variieren zwischen 10 % und 50 %. In der tonmineralogischen Zusammensetzung herrscht bei einigen Proben die Smektitgruppe vor, bei anderen die Illit-/Hellglimmergruppe. Chlorit macht Anteile bis zu 30 % aus, Kaolinit ist vor allem in Proben aus kohlführenden Schichten vertreten.

**Verwendung.** Das Material wurde und wird zur Ziegelherstellung verwendet. Die Vorkommen im Bereich von Apfelberg etwa können auf eine lange Verwendungstradition, die bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts reicht, verweisen.

**Neogen des Lavanttales** (Känozoikum: Neogen: Miozän: Oligän bis Känozoikum: Neogen: Pliozän)

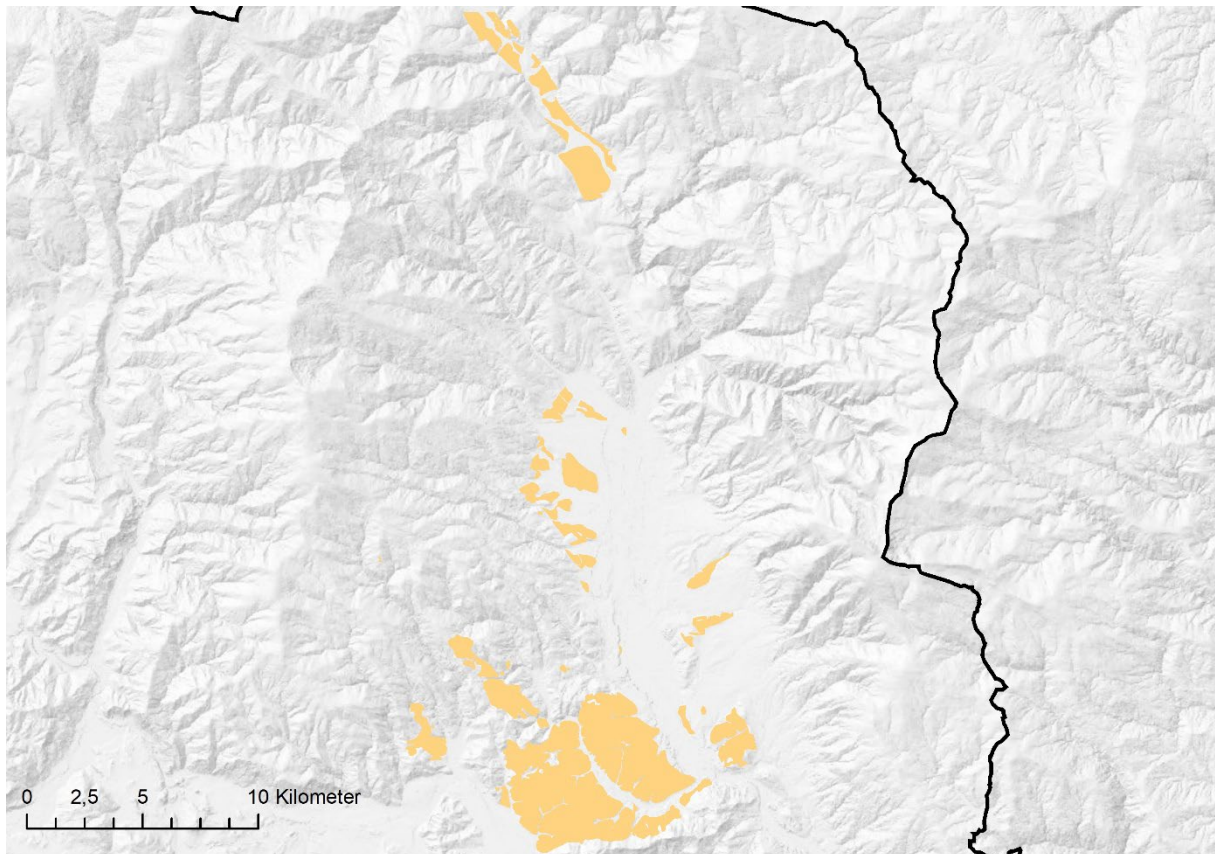


Abb. 9: Verbreitung des Neogens des Lavanttales (gelb). Topographie: Basemap.

**Sedimentationsraum.** Die neogenen Sedimente des Lavanttales umfassen altersmäßig ein breites Spektrum und bilden unterschiedliche Sedimentationsräume ab (Abb. 9). Bei den älteren Ablagerungen aus dem Oligän bis zum Karpatium handelt es sich um Süßwassersedimente; durch eine Meeresstransgression im Badenium kam es zur Ausbildung mariner Pelite. Ab dem Sarmatium zog sich das Meer wieder zurück und es wurden terrestrische Sedimente abgelagert.

**Rohstoffeigenschaften.** Entsprechend der unterschiedlichen Bildungsbedingungen weisen auch die zehn aus dem Lavanttal vorliegenden Proben eine große Variationsbreite in ihren Ausbildungsformen auf. Ihr Korngrößenspektrum reicht gemäß der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) von Sandsiltten über Sandsilttonen bis zu Silttonen. Im Diagramm nach Winkler (1954) kommen die Proben sowohl in den Feldern für höherwertige Verwendungszwecke wie Dachziegel als auch im Feld für Mauerziegel oder außerhalb des gut verwendbaren Einsatzbereichs zu liegen. Allen vorliegenden Proben gemein ist jedoch das Fehlen von Karbonat. Charakteristisch ist zudem der hohe Anteil an Schichtsilikaten in der gesamtmineralogischen Zusammensetzung, der in der Regel über 50 % liegt. In

der Tonmineralfraktion sind die Illit-/Hellglimmergruppe und die Smektitgruppe meist gleich stark vertreten, ebenso treten nennenswerte Anteile an Kaolinit auf.

**Verwendung.** Nach Vinzenz (1989) zeigen die meisten Proben eine Eignung für grobkeramische Zwecke, einige auch für feinkeramische Zwecke; viele der Proben weisen eine deutliche Blähneigung auf. Aktuell wird das Material aus der Umgebung von St. Andrä im Lavanttal zur Erzeugung von hochporosierten Ziegeln verwendet.

### Neogen des Klagenfurter Becken

**Rosenbacher Kohlschichten (Känozoikum: Neogen: Miozän: Sarmatium)**

**Grundflözschichten (Känozoikum: Neogen: Miozän)**

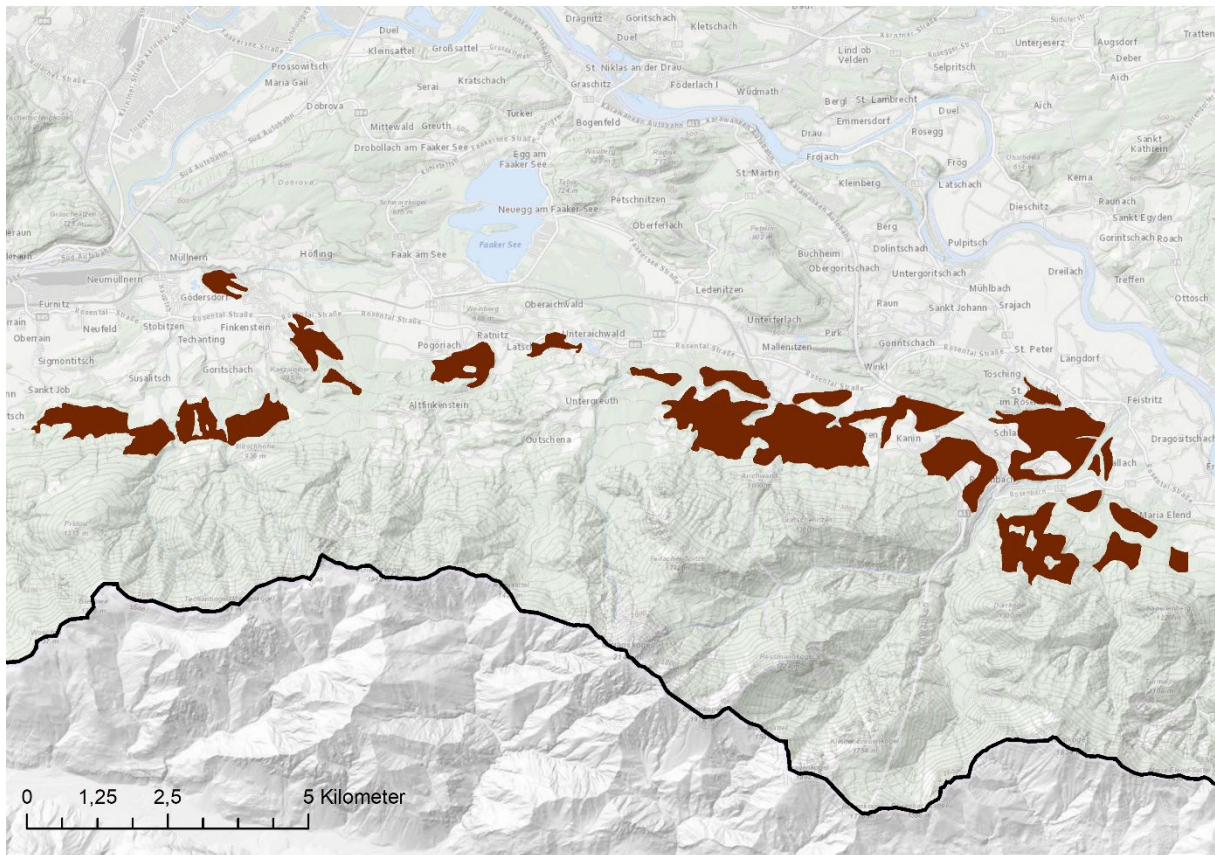


Abb. 10: Verbreitung des Rosenbacher Kohlschichten (dunkelbraun). Topographie: Basemap.

**Sedimentationsraum.** Im Miozän bildeten sich in den intramontanen Senken nördlich der Karawanken Kohlenvorkommen, die mit Tonen vergesellschaftet sind. Dazu zählen die Rosenbacher Kohlschichten, bei denen es sich um eine insgesamt zwischen 100 m und 600 m mächtige Wechselfolge aus meist schluffreichen Tonen und glimmerreichen Sanden handelt, in die mitunter Lagen von Holzresten und geringmächtigen Flözen von Braun- und Glanzkohlen zwischengeschaltet sind (Abb. 10). Im Hangenden und Liegenden dieser Kohlschichten sind weiße bzw. graue Tone anzutreffen. Die Grundflözschichten sind im Raum Penken – Turiawald, Rauschelesee und Stein im Jauntal erhalten und zeigen in ihrem Verbreitungsbereich große Mächtigkeitsschwankungen, wobei die Mächtigkeit 100 m nicht übersteigt (Kahler, 1938). Die Sedimente bestehen aus einer Abfolge von blaugrauen Tonen, partienweise kommen höhere Sandgehalte vor.

**Rohstoffeigenschaften.** Aus den Rosenbacher Kohlschichten liegt nur eine Probe vor. In ihrer Korngrößenverteilung sind Sand-, Silt- und Tonanteil beinahe gleich hoch. Im Diagramm nach Winkler (1954) kommt sie im Grenzbereich der Felder für Dachziegel und Gitterziegel zu liegen. In der

gesamtmineralogischen Zusammensetzung sticht der hohe Quarzgehalt von über 60 % hervor. In der Tonmineralfraktion überwiegt die Kaolinitgruppe gefolgt von der Illit-/Hellglimmergruppe, während quellfähige Tonminerale vollständig fehlen. Aus den Grundflözschichten gibt es Angaben zu zwei Proben, die nach der Nomenklatur nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) als Siltton bzw. Tonsilt anzusprechen sind. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen sie im Feld für dünnwandige Hohlware. Das gesamtmineralogische Spektrum besteht fast ausnahmslos aus Schichtsilikaten und Quarz. In der Fraktion < 2 µm ist die Kaolinitgruppe mit Anteilen von mehr als 70 % vorherrschend, gefolgt von der Illit-/Hellglimmergruppe und geringen Mengen an Vermiculit.

**Verwendung.** Aktuell besteht keine Nutzung der Tonvorkommen des Klagenfurter Beckens. Die Rosenbacher Kohlschichten weisen jedoch eine Eignung für grobkeramische Verwendungszwecke auf, neigen allerdings zum Teil zum Blähen (Vinzenz, 1989). Im Bereich der Grundflözschichten wurde in den vorigen Jahrhunderten Kohleabbau betrieben. Nach Vinzenz (1989) eignen sich die Tone der Grundflözschichten jedenfalls für grobkeramische Zwecke, in vielen Fällen konnte darüber hinaus auch eine Eignung als feinkeramische bzw. höherwertige Tone festgestellt werden.

### **Gosau des Krappfeldes** (Mesozoikum: Kreide bis Känozoikum: Paläogen bis Neogen)

**Sedimentationsraum.** Die Entwicklung der Sedimente des Krappfeldes reicht von der Oberkreide bis ins Neogen. Aus der Oberkreide sind neritische Sedimente erhalten, die diskordant von Sedimenten des Paläogens überlagert werden. Die basalen paläogenen Bildungen bestehen aus terrestrischen, bunten Tonen mit zwischengeschalteten Kohleflözen; sie werden von einer marinen Abfolge aus fossilreichen Kalken und Mergeln überlagert.

**Rohstoffeigenschaften.** Während die marinen Tone an der Basis und am Top der Abfolge karbonatführend sind, sind die terrestrischen Bildungen karbonatfrei. Diese Sedimente sind sehr feinkörnig, der Tonanteil übersteigt mitunter 50 %. Nach der Nomenklatur nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind sie dementsprechend überwiegend als Tonsilte, Silttone bzw. sandige Tonsilte oder sandige Silttone einzustufen. Die gesamtmineralogische Zusammensetzung ist charakterisiert durch hohe Schichtsilikatanteile, die in der Regel zwischen 45 % und 50 % liegen, und gleichermaßen hohe Quarzanteile, während Feldspäte und Karbonate fehlen. Der relativ hohe Quarzgehalt kann sich in der Ziegelproduktion als problematisch erweisen. In der Fraktion < 2 µm herrschen Vertreter der Kaolinitgruppe mit bis über 60 % vor. Den Rest des Tonmineralspektrums macht die Illit-/Hellglimmergruppe aus, während quellfähige Tonminerale fehlen.

**Verwendung.** Die Tonvorkommen des Krappfeldes wurden noch bis in die 2000er Jahre bei Silberegg zur Ziegelproduktion abgebaut; heute werden sie nicht mehr genutzt. Aus Untersuchungen durch Vinzenz (1989) ist bekannt, dass sich die Tone des Krappfeldes zumindest teilweise auch für feinkeramische bzw. höherwertige Verwendungszwecke eignen. Den Tonen aus der Grube Fuchsofen/Pemberger wurde in dieser Studie eine Eignung als Töpfertone oder als Rohstoff zur Steinzeugerzeugung attestiert (Vinzenz, 1989).

#### *3.5.2. Karbonatarme Tonvorkommen in quartären Ablagerungsräumen*

### **Seetone, Bändertone** (Känozoikum: Quartär: Pleistozän)

**Sedimentationsraum.** Seetone sind glazilimnische bzw. glazilakustrine Sedimente und finden sich in fast allen größeren Tälern in den ehemals vergletscherten Bereichen Österreichs (Abb. 11). In der Phase des Eisrückzugs kam es bereichsweise zum Aufstauen des Schmelzwassers der sich

zurückziehenden Gletscher an noch bestehenden Eismassen. In den so entstandenen temporären Eisrandstauseen bildeten sich feinkörnige, oftmals feingeschichtete bis gebänderte Sedimente. Diese Bänderung wird mit jahreszeitlichen Schwankungen in Verbindung gebracht, wobei die hellen Lagen auf sommerliche Schmelzwasserfluten, die dunklen Lagen auf Sedimentation aus der feinen Trübe des Seewassers bei winterlichem Niedrigwasser zurückgeführt werden können. Seetonvorkommen können zum Teil Mächtigkeiten von mehreren Zehner Metern erreichen. Die Vorkommen in den Bundesländern Kärnten und Steiermark, aus denen Proben vorliegen, stehen in Verbindung mit dem Abschmelzen des Draugletschers bzw. des Ennsgletschers.

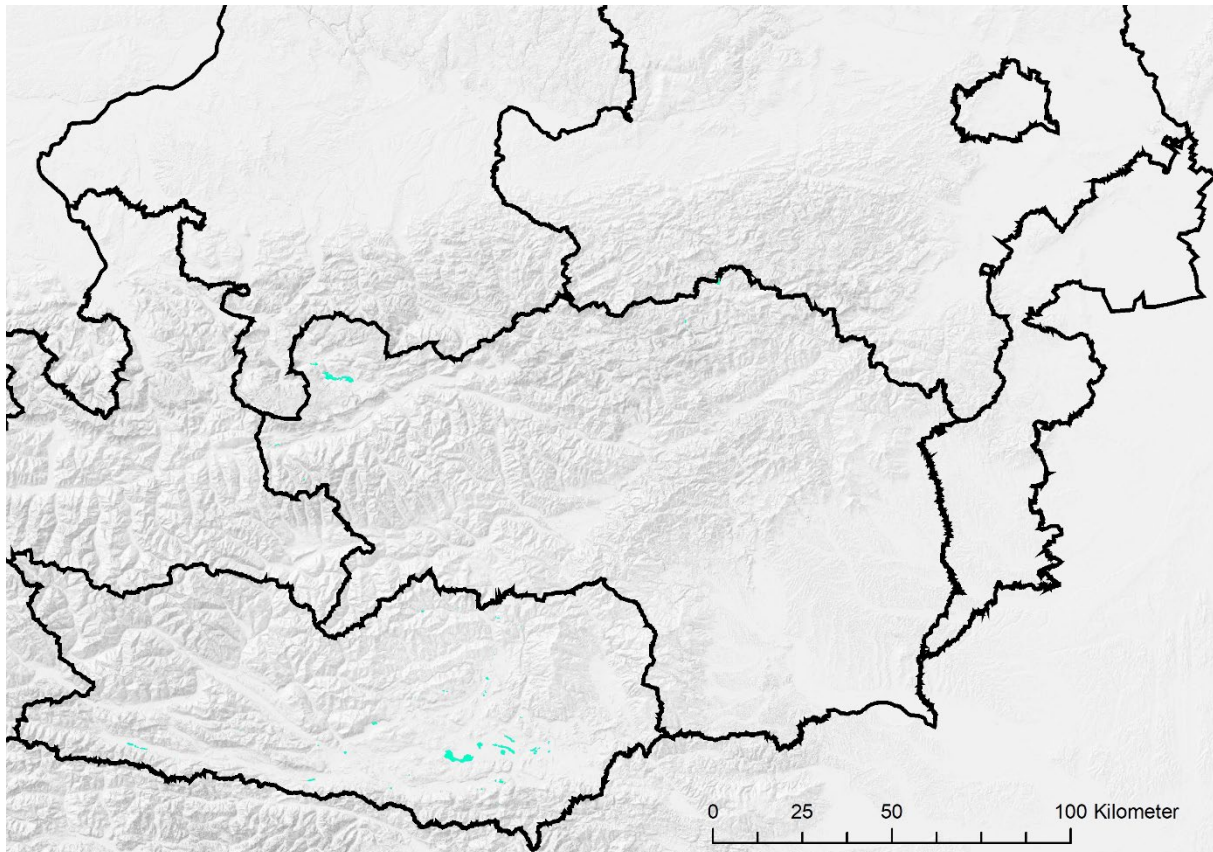


Abb. 11: Verbreitung von glazialakustrinen Sedimenten (türkis) in den Bundesländern Burgenland, Steiermark und Kärnten. Topographie: Basemap.

**Rohstoffeigenschaften.** Die Korngrößenverteilung der pleistozänen Seetone ist üblicherweise sehr einheitlich, die Variationsbreite beschränkt sich vor allem auf Schwankungen im Silt- und Tongehalt. Nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind die Seetone als Tonsilte bzw. tonige Silte anzusprechen. Der Siltanteil ist dabei ausgesprochen hoch und übersteigt in vielen Fällen 50 %. In der Regel sind die Seetone sandfrei. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen sie aufgrund ihrer hohen Fein- und Mittelsiltanteile meist bereits außerhalb des gut verarbeitbaren Bereiches, zum Teil auch im Feld für dünnwandige Hohlware. In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung dominieren Schichtsilikate mit Anteilen von mehr als 50 %, die Gehalte und Quarz und Feldspäten schwanken zwischen 10 % und 20 %. Der Karbonatgehalt der Seetone ist abhängig vom jeweiligen Einzugsgebiet und unterliegt beträchtlichen Schwankungen. Vorkommen, die ihr Material aus kristallinem Hinterland beziehen, sind in der Regel völlig karbonatfrei, solche mit karbonatischen Einzugsgebieten können Maximalwerte von bis zu 35 % Karbonat aufweisen. In der Tonmineralfraktion herrschen detritäre Hellglimmer mit Anteilen zwischen 50 % und 75 % deutlich vor, des Weiteren

finden sich Vertreter der Chloritgruppe mit meist zwischen 25 % und 30 %. Die Kaolinitgruppe ist nur untergeordnet und nur in karbonatfreien Proben nachweisbar, quellfähige Tonminerale fehlen völlig.

**Verwendung.** Pleistozäne Seetone stellten vor allem in den alpinen Gebieten oftmals die einzige Rohstoffquelle für die Ziegelproduktion dar. Die Arbeiten von Vinzenz (1989, 1990) ergaben für fast alle untersuchten Proben eine Eignung für grobkeramische Zwecke. In der Steiermark bestand bis ins Jahr 2000 bei St. Lambrecht ein Abbau auf Seetone. In Kärnten wurden noch bis in letzter Zeit zwei spätglaziale Seetonvorkommen zur Ziegelherstellung bzw. als Deponieton genutzt.

#### **Aulehme** (Känozoikum: Quartär: Holozän)

**Sedimentationsraum.** Aulehme finden sich in fluviatilen Systemen in Stillwasser- bzw. Überflutungsbereichen. Sie stellen in der Regel lokal eng begrenzte Vorkommen dar.

**Rohstoffeigenschaften.** Bismal liegen keine Analysen zu Aulehmen vor.

**Verwendung.** In der Steiermark besteht bei St. Ruprecht an der Raab ein Abbau auf holozäne Aulehme, die als Deponietone zum Einsatz kommen.

#### **Lösslehme** (Känozoikum: Quartär: Pleistozän)

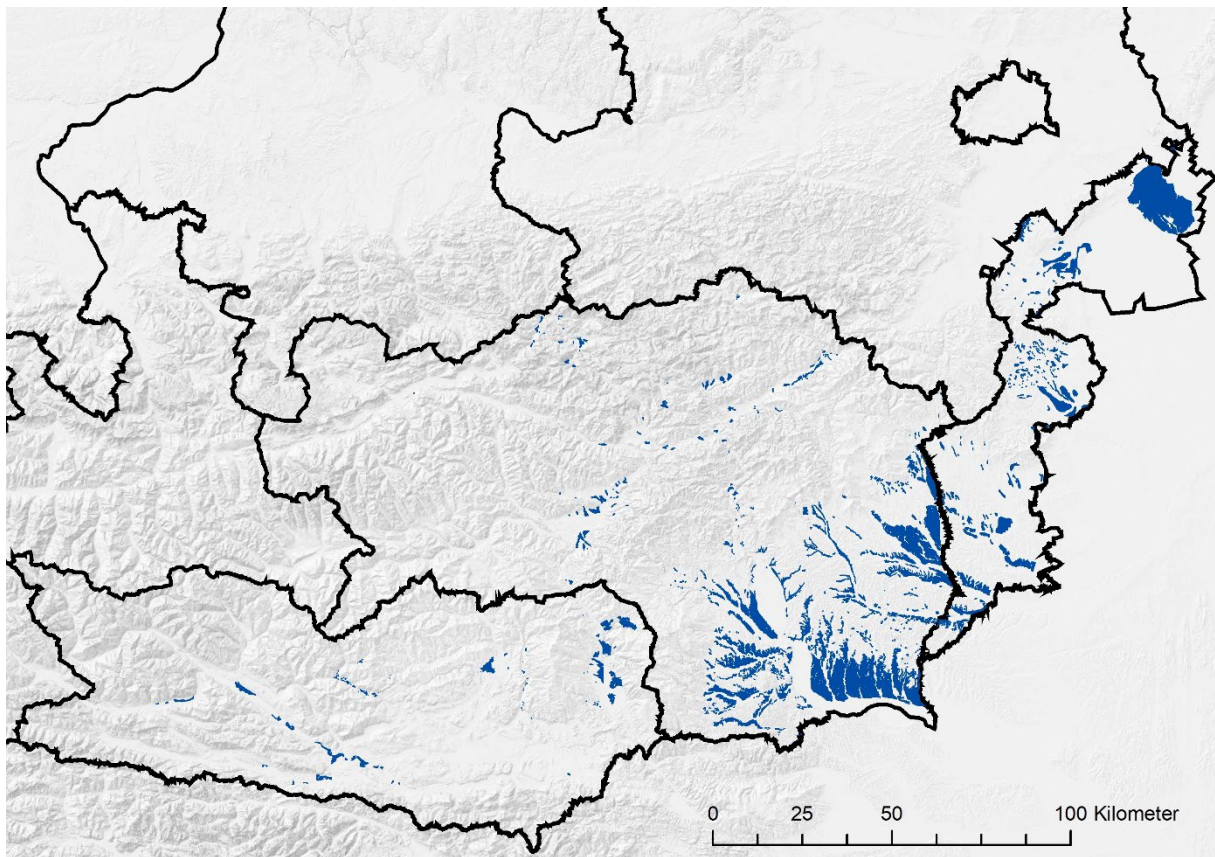


Abb. 12: Verbreitung von Terrassenkörpern mit potentieller Lösslehmbedeckung (blau) in den Bundesländern Burgenland, Steiermark und Kärnten. Topographie: Basemap.

**Sedimentationsraum.** Quartäre Terrassenlehme sind vor allem in der Steiermark, aber auch im Burgenland, auf Hochterrasse, Deckenschottern sowie älteren Terrassenkörpern weit verbreitet (Abb. 12). Sie entstanden während der Eiszeiten durch Auswehung von feinkörnigen Sedimenten aus den

vegetationsfreien Terrassenlandschaften am Rand des Alpenbogens. Je nach Liefergebiet können sie anfangs einen gewissen Karbonatgehalt aufweisen; durch Verwitterungsprozesse wie Karbonatlösung und Neu- bzw. Umbildung von Tonmineralen bildeten sich im Lauf der Zeit jedoch karbonatfreie Lösslehme. In oberflächennahen Bereichen finden sich mitunter Anzeichen für Solifluktion, Umlagerungs- oder Abschwemmprozesse. Zum Teil treten innerhalb von Lösslehmabfolgen kohlige Anreicherungen, Sandlagen, Horizonte von Feinkiesen, fossile Bodenhorizonte oder Kalkkonkretionen auf. Die Lösslehme im Steirischen Becken weisen in geschützten Lagen Sedimentmächtigkeiten von bis zu 15 m auf.

**Rohstoffeigenschaften.** Die Lehme können nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) als Tonsilte bis Silttone klassifiziert werden und weisen variierende Sandgehalte auf. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen sie vorwiegend in den Feldern für dünnwandige Hohlware und Dachziegel. Die gesamtmineralogische Zusammensetzung ist geprägt von hohen Schichtsilikatanteilen, die in der Regel mindestens die Hälfte des gesamtmineralogischen Spektrums ausmachen. Der Quarzanteil beträgt durchschnittlich 30 %, Feldspatgehalte machen meist unter 10 % aus. Die Terrassenlehme sind karbonatfrei. In der Fraktion  $< 2 \mu\text{m}$  herrschen zumeist Vertreter der Illit-/Hellglimmergruppe und der Kaolinitgruppe vor, wobei regionale Unterschiede bestehen können. Quellfähige Tonminerale wie Smekтите und Vermiculite sind durch sehr variable Gehalte charakterisiert – ihre Anteile schwanken zwischen 0 % und knapp 50 %.

**Verwendung.** Die in weiten Teilen der Steiermark verbreiteten Lösslehme sind von hoher Bedeutung für die Ziegelindustrie. Bei Fürstenfeld besteht aktuell ein Abbau, in dem der Rohstoff für aufgehendes Mauerwerk gewonnen wird. Für das Werk in Gleinstätten südlich von Graz werden Lösslehme zur Dachziegelproduktion abgebaut.

### 3.6. Gebiete mit Datendefiziten

Die Vorkommen jener stratigraphischen Einheiten, die potentiell karbonatarmer Tonrohstoffe beinhalten, liegen in den Bundesländern Burgenland, Steiermark und Kärnten oft in schlecht aufgeschlossenen Gebieten. Proben und gut dokumentierte Bearbeitungen sind oft nur punktuell vorhanden und stammen meist aus aktuellen oder ehemaligen Abbauen, Bohrungen oder Aufschlüssen, die im Zuge von Bautätigkeit entstanden sind. Da die potentiellen Vorkommen allerdings zum Teil in sehr dynamischen Ablagerungsräumen mit rasch wechselnden Bedingungen gebildet wurden, wäre 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. Dadurch entsteht auch in der Beschreibung der Tonrohstoffe ein unvollständiges Bild, das nur durch umfassende Detailuntersuchungen vervollständigt werden könnte.

#### 4. Weiteres Arbeitsprogramm

Für das letzte Arbeitsjahr sind folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Weiterführung der Literaturlauswertung und Datenerhebung sowie Identifikation von Gebieten mit Datendefiziten mit Schwerpunkt auf den Bundesländern Salzburg, Tirol und Vorarlberg
- Durchführung von Geländeaufnahmen, Probennahmen und geophysikalischen Messkampagnen
- Durchführung Analytik (inklusive Nachtragsanalytik und Neuberechnungen)
- Datenauswertung, Datenkompilation, Interpretation
- Darstellung der erhobenen Daten in einem GIS-Projekt
- Berichtlegung und Dissemination

#### 5. Literatur

Beyer, A., Untersweg, T., Plass, N. & Pöschl, M. (1998): Rohstoffsicherung Steiermark Teil 1: Bezirk Deutschlandsberg und Westteil Bezirk Leibnitz, Murau, Liezen-West, Liezen-Ost, Teile Bezirke Bruck/Mur, Leoben und Judenburg, Weiz.- Bericht Büro Beyer & Joanneum Research, Rohstoffsicherung i.A. der Steiermärkischen Landesregierung, 50 S. und Teilberichte, Graz.

Bundesministerium für Finanzen (2022): Österreichisches Montan-Handbuch 2022.- 96. Jg., 343 S., Wien.

Ebner, F., Gruber, W., Rainer, Th., Reischenbacher, D. & Sachsenhofer, R.F. (2002): Neubewertung des Rohstoffpotentials der Sedimentbecken der Norischen Senke.- Bericht der Vereinigung für Angewandte Lagerstättenforschung in Leoben, 23 S., 14 Abb., Anh., Leoben.

Flügel, W. H. & Neubauer, F. (1984): Steiermark: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Steiermark 1:200.000.- 127 S., 28 Abb., 5 Tab., 1 Kte., Geologische Bundesanstalt, 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.

Gräf, W., Haditsch, J. G., Yamac, Y., Flack, J., Hafner, F. & Thalhammer, O. (1979): Systematische Erfassung und Beprobung von Lockergesteinsablagerungen in den Räumen Hartberg – Landesgrenze, Fürstenfeld, Ilz und Gnasbachtal.- Bericht Projekt St-A-006/78, 64 S., 6 Blg., Graz.

Gräf, W., Hübel, G., Pöschl, M., Aigner, R. & Polegeg, S. (1984): Systematische Erfassung von Lockergesteinen in der Steiermark. Kiese – Sande – Tone – Lehme. Teil I. Bestandsaufnahme und Istzustandserhebung.- Forschungsgesellschaft Joanneum, 128 S., 1 Abb., 2 Taf., 5 Blgbde., Graz.

Gräf, W., Hübel, G. & Pöschl, M. (1989): Die Lockergesteine der Steiermark Erfassung und Dokumentation.- Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt, 10, S. 159-167, 3 Abb., 2 Tab., Wien.

Gräf, W., Huber, A., Hübel, G., Krainer, B. & Pöschl, M. (1985): Systematische Erfassung von Lockergesteinen in der Steiermark. Kiese – Sande – Tone – Lehme. Teil II. Hoffungsgebiete.- Bericht Projekt St-A-005e/84, 37 S., 5 Blg., Graz.

Gräf, W., Huber, A., Hübel, G. & Pöschl, M. (1986): Systematische Erfassung von Lockergesteinen in der Steiermark. Kiese – Sande – Tone – Lehme. Teil III: Hoffungsgebiete.- Bericht Projekt St-A-005e/85, 58 S., 12 Abb., 4 Blg., Graz.

Gräf, W., Pöschl, M., Suetter, G. & Untersweg, T. mit Beiträgen von Arbeiter-Czerny, I., Ebner, F. & Flack, J. (1982): Erläuterungen zu den geogenen Naturraumpotentialkarten des Bezirkes Leibnitz.- Bericht Projekt St-C-008f/81, 170 S., 30 Abb., 29 Tab., Graz.

Gräf, W., Suetter, G., Untersweg, T. mit Beiträgen von Arbeiter, I., Eisenhut, M., Flack, J. & Ornig, F. (1981): Erläuterungen zu den geogenen Naturraumpotentialkarten des Bezirkes Radkersburg.- Bericht Projekt St-C-008a/80, 219 S., 46 Abb., 21 Tab., 28 Blg., Graz.

Groß, M., Fritz, I., Piller, W.E., Soliman, A., Harzhauser, M., Hubmann, B., Moser, B., Scholger, R., Suttner, T.J. & Bojar, H.-P. (2007): The Neogene of the Styrian Basin – Guide to Excursions.- In: Neogene of Central and South-Eastern Europe: 2nd International Workshop Landesmuseum Joanneum, Kapfenstein, 17.-21 May 2007, S- 117-193, 43 Abb., Graz.

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.

Huber, A., Hübel, G., Pöschel, M. & Gräf, W. (1986): Systematische Erfassung von Lockergesteinen in der Steiermark, Kiese – Sande – Tone – Lehme, Hoffungsgebiete Teil III: Endbricht.- Unveröff. Bericht Projekt St-A-005e/85, 58 S., 12 Abb., 4 Blg., 1 Blgbd., Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.

Kahler, F. (1938): Die Kohlenlagerstätten der Karawanken und ihres Vorlandes.- Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 86, S. 201-205, 2 Abb., Wien.

Legerer, P., Schriebl, A., Aschenbrenner, F., Hollersbacher, K., Papp, E., Peresson, M. & Schubert, G. (2021): Auswertung der steirischen Bohrdaten in Hinblick auf eine räumliche Erfassung der Aquifere und Deckschichten: Endbericht.- Unveröff. Bericht i.A. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, 25 S., Ill., Anh., digitaler Datenbestand, 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.

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

Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Draxler, I., Herrmann, P., Klein, P., Lipiarski, P., Massimo, D., Nowotny, A., Rabeder, J. & Reitner, H. (2005): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 13/2004-2005, 63 S., 53 Abb., 8 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Peresson, M. mit Beiträgen von Draxler, I., Herrmann, P., Klein, P., Mandic, O., Massimo, D., Rabeder, J. & Reitner, H. (2006): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 15/2005-2007, 109 S., 118 Abb., 7 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Bieber, G., Hobiger, G., Jochum, B., Papp, E., Peresson, H., Rabeder, J. & Römer, A. (2018): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 33/2017-2020, 143 Bl., 134 Abb., 8 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Peresson, H. & Rabeder, J. (2019): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 33/2017-2020, 122 Bl., 111 Abb., 1 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen Hobiger, G., Peresson, H. & Rabeder, J. (2021): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 033/2017-2020, 159 Bl., 176 Abb., 1 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Draxler, I., Heinrich, M., Lipiarski, P., Massimo, D., Peresson, M., Rabeder, J. & Reitner, H. (2007): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 15/2005-2007, 55 S., 53 Abb., 5 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Draxler, I., Heinrich, M., Lipiarski, P., Massimo, D., Meller, B., Peresson, M., Rabeder, J. & Reitner, H. (2008): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 15/2005-2007, 151 S., 121 Abb., 6 Tab., 18 Taf., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Heinrich, M., Meller, B., Nowotny, A., Rabeder, J., Schuster, R. & Wimmer-Frey, I. (2009): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 20/2008-2010, 89 S., 77 Abb., 22 Tab., 2 Taf., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Coric, St., Harzhauser, M., Heinrich, M., Hobiger, G. & Rabeder, J. (2011): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 20/2008-2010, 127 Bl., 109 Abb., 19 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Hobiger, G., Peresson, H., Rabeder, J., Schedl, A. & Schuster, R. (2012): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 27/2010-2012, 141 Bl., 129 Abb., 7 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Hobiger, G. & Rabeder, J. (2013): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 27/2010-2012, 140 Bl., 132 Abb., 13 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Bieber, G., Coric, St., Heinrich, M., Hodits, B., Kalman, W., Rabeder, J. & Römer, A. (2014): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-

Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 27/2010-2012, 145 Bl., 121 Abb., 8 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Bieber, G., Hobiger, G., Rabeder, J., Römer, A. & Wimmer-Frey, I. (2015): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 30/2014-2016, 224 Bl., 224 Abb., 4 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Bieber, G., Coric, St., Hobiger, G., Moshhammer, B., Rabeder, J., Römer, A. & Rupp, Ch. (2016): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 30/2014-2016, 155 Bl., 110 Abb., 11 Tab., 1 Taf., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Bieber, G., Coric, St., Jochum, B., Moshhammer, B., Papp, E., Rabeder, J., Römer, A. & Rupp, Ch. (2017): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen - Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Burgenland.- Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt B-C 30/2014-2016, 116 Bl., 87 Abb., 10 Tab., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Pöschl, M., Huber, A. & Fritz, I. (1989): Naturraumpotentialkarten der Steiermark Bezirk Fürstenfeld. Teilbereich: Geologie und Rohstoffsicherung.- Bericht Forschungsgesellschaft Joanneum, 37 S., Blg., Graz.

Universalmuseum Joanneum – Geologie & Paläontologie (2021): Bohrdat - Die Steirische Bohrpunktdatenbank.– Digitale Web Applikation WebGIS Steiermark - Geotechnik (Bearbeitungsstand 2021), <https://www.gmld.at/bohrdat.html>, Graz.

Untersweg, T. & Pöschl, M. (1992): Naturraumpotentialkarten der Steiermark. Bezirk Hartberg.- Bericht Projekt St-C-045/91, 64 S., 8 Abb., 4 Blgbd., Graz.

Untersweg, T., Beyer, A., Plass, N., Pöschl, M. & Schwendt, A. (1999): Rohstoffsicherung Steiermark 2. Teil: Bezirke Bruck/Mur, Feldbach, Fürstenfeld, Hartberg, Judenburg, Knittelfeld, Leoben, Mürzzuschlag, Voitsberg.- Bericht Joanneum Research in Gemeinschaft mit A. Beyer, Rohstoffsicherung i.A. der Steiermärkischen Landesregierung, 40+26+25+29+22 S., Graz.

Vinzenz, M. (1989): Erfassung und analytische Bearbeitung des Rohstoffpotentials an höherwertigen Tonen und Tonschiefern Kärntens: Teil 1.- Unveröff. Bericht Projekt K-A-037/90-F, 39 S., 4 Abb., 3 Tab., 5 Blgbd., Montanuniversität Leoben, Leoben.

Vinzenz, M. (1990): Erfassung und analytische Bearbeitung des Rohstoffpotentials an höherwertigen Tonen und Tonschiefern Kärntens: Teil 2.- Unveröff. Bericht Projekt K-A-037/90-F, 182 S., 77 Abb., 15 Tab., Montanuniversität Leoben, Leoben.

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.

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.