

Integrative Auswertung sedimentologischer,
mineralogischer und gesteinschemischer Analysen mit
statistischen Methoden und Geographischen
Informationssystemen zur Charakterisierung der
Eigenschaften der österreichischen Vorkommen der
Lösse und Lösslehme zum Zwecke der
Baurohstoffvorsorge

Baurohstoffvorsorge

Lösse und Lösslehme

ENDBERICHT

J. Rabeder, I. Wimmer-Frey, H. Reitner,
P. Filzmoser, M.C. Mert, J.M. Reitner, M. Heinrich,
G. Hobiger & C. Benold

i + 148 Seiten, 56 Abbildungen, 22 Tabellen, 3 Anhänge

Im Rahmen der GBA-Forschungspartnerschaften:

Grundlagenorientierte Mineralrohstoffforschung

Wien, 30.06.2019

PROJEKTLEITUNG:

I. WIMMER-FREY

ROHSTOFFGEOLOGIE

J. RABEDER

ROHSTOFFGEOLOGIE

MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER (GBA):

C. BENOLD

GEOCHEMIE

M. HEINRICH

ROHSTOFFGEOLOGIE

G. HOBIGER

GEOCHEMIE

H. REITNER

GIS & DATENAUSWERTUNG

J.M. REITNER

QUARTÄRGEOLOGIE

KOOPERATIONSPARTNER**Technische Universität Wien (TUW)****Fakultät für Mathematik und Geoinformation, Institut für Stochastik
und Wirtschaftsmathematik, Forschungsgruppe Computational
Statistics (CSTAT)**

P. FILZMOSER

STATISTIK

M.C. MERT

STATISTIK

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sei herzlich für die gute Zusammenarbeit gedankt!
Die Projektdurchführung erfolgte im Rahmen der Initiative „Grundlagenorientierte
Mineralrohstoffforschung“ im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft
und Forschung und des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus.

Inhalt

Zusammenfassung.....	3
1. Einleitung.....	6
2. Projektinhalte und Projektziele.....	8
3. Vorbemerkungen zur Projektbeauftragung und -durchführung.....	9
4. Lage des Bearbeitungsgebietes.....	10
5. Frühere Studien und Gliederungsansätze.....	11
6. Arbeitsprogramm und Ergebnisse.....	14
Zusammenstellung vorhandener Daten.....	14
Proben und Analysendaten.....	14
Geodaten und Geodatenbank.....	20
Qualitätssicherung: Univariate deskriptive und explorative Datenanalyse.....	26
Explorative und deskriptive Datenanalyse, Regressionsanalysen mit Methoden der mathematischen Statistik für Kompositionsdaten.....	35
Zusammenfassung der Trends aus den Analysendaten.....	71
Abgrenzung von Rohstoffbezirken.....	75
7. Beschreibung der Rohstoffbezirke.....	78
8. Diskussion und Ausblick.....	131
9. Literaturverzeichnis.....	132
10. Publikationen, Vorträge und wissenschaftliche Arbeiten.....	148

Anhänge

Anhang 1: Erläuterung der Inhalte der Analysendatenbank.

Anhang 2: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen.

Anhang 3: Filzmoser, P., Mert, M.C. (2019): Statistische Auswertung der LOESS Daten.-
Abschlussbericht zum Forschungsprojekt, CSTAT - Institut für Stochastik und
Wirtschaftsmathematik, Technische Universität Wien – 93 S., Wien.

Zusammenfassung

Projekt. Die Geologische Bundesanstalt verfügt über eine Vielzahl an sedimentologischen, gesamtmineralogischen, tonmineralogischen und chemischen Analysen, die in unterschiedlichen Teildatensätzen vorliegen. Für das gegenständliche Projekt wurden in einem interdisziplinären Ansatz Proben aus den klassischen Lössgebieten Österreichs im ober- und niederösterreichischem Alpenvorland und im Wiener Becken bearbeitet. Dazu wurden die Analysendaten zusammengeführt, qualitätsgeprüft, gemeinsam ausgewertet und zur Gliederung und Beschreibung der Löss- und Lösslehmvorkommen nach rohstoffgeologischen Gesichtspunkten herangezogen. Der Fokus der Bearbeitung lag dabei auf der strukturierten datenbankmäßigen Erfassung der Analysen sowie dem Einsatz unterschiedlicher statistischer Methoden in Hinblick auf Qualitätssicherung, Auswerte- und Prognosemöglichkeiten.

Rohstoff. Typischerweise sind Lössse grau gelbe bis gelbbraune, karbonathaltige, ungeschichtete, poröse Sedimente mit einem Korngrößenmaximum im Schluffbereich (Hinze et al., 1989; Moser & Reitner, 1998). Lösslehme entstehen durch Verwitterung aus Lössen, insbesondere durch Lösung karbonatischer Bestandteile und Um- und Neubildung von Tonmineralen. Sie zeichnen sich durch hellbraune bis graue Färbung und Karbonatfreiheit aus und sind meist schluffdominiert mit wechselnden Anteilen an Sand und Ton. In Österreich liegt das Hauptverbreitungsgebiet der Löss- und Lösslehme im ober- und niederösterreichischem Alpenvorland sowie im Wiener Becken. Als wichtige Baurohstoffe stehen Löss- und Lösslehme seit Jahrhunderten in der österreichischen Ziegelindustrie in Verwendung. In Niederösterreich, wo heute noch an vier Produktionsstandorten Löss/Lösslehm abgebaut werden, bildeten sie einst die Hauptgrundlage der Ziegelindustrie, und selbst kleinste Vorkommen wurden genutzt. In Oberösterreich, dem Bundesland mit der größten Dichte an Ziegelwerken, werden vor allem Lösslehme seit Jahrzehnten in mehreren, großen Lagerstätten abgebaut und in der Produktion von aufgehendem Mauerwerk eingesetzt. Löss- und Lösslehme weisen in Abhängigkeit von regionaler Position, stratigraphischer Stellung, Liefergebiet, Verwitterungsintensität, dem Auftreten von Umlagerungen oder von Löss/Paläobodensequenzen äußerst heterogene Eigenschaften in Bezug auf Karbonatgehalt, Mineralbestand, Korngrößenspektrum oder Sedimentmächtigkeit auf, die als relevante Parameter für die rohstoffgeologische Beurteilung herangezogen werden können.

Arbeitsschritte. Nach Erhebung der relevanten Literatur sowie der einzelnen, projektspezifischen Teildatenbestände mineralogischer, sedimentologischer und chemischer Analysen erfolgte eine Qualitätsprüfung der Daten, erforderlichenfalls eine Ergänzung und Vereinheitlichung der erhobenen Teildatenbestände, sowie deren Zusammenführung zu einer einzigen, gemeinsamen Geodatabase. Eine gezielte Probenahme in Gebieten mit geringer Probandichte war aus budgetären Gründen nicht möglich, durch Einbeziehen neuer Analysen aus parallel stattfindenden Projekten konnte die vorhandene Datenbasis dennoch erweitert werden. Die Erstellung eines Geodatenkataloges relevanter geologischer und thematischer Karten sowie digitaler Höhenmodelle und die Darstellung dieser räumlichen Informationen gemeinsam mit den Analysendaten in einem GIS-Projekt dienten als digitales Werkzeug für die Projektbearbeitung. Eine Auswertung der vorliegenden Analyseergebnisse unter Anwendung explorativer Datenanalyse und multivariater statistischer Methoden für Kompositionsdaten in Hinblick auf die sich daraus ergebenden Gliederungsmöglichkeiten wurde gemeinsam mit dem Projektpartner CSTAT (TU Wien) durchgeführt. Auf Basis dieser Auswertungen in

Verbindung mit den geologischen Kartengrundlagen wurde eine Abgrenzung und Beschreibung genetisch zusammengehörender und gleichartiger Lagerstätten bzw. Vorkommen von Lössen und Lösslehm sowie die Ausweisung von Rohstoffbezirken (lt. Definition Weber, 1997) vorgenommen.

Ergebnisse. Aufbauend auf der Auswertung der Analysenergebnisse und unter besonderer Beachtung der derzeit in Abbau stehenden bzw. bis in jüngste Zeit genutzten Lagerstätten wurden für das ober- und niederösterreichische Alpenvorland sowie das Wiener Becken 24 räumlich bzw. genetisch-stratigraphisch zusammengehörende Löss- bzw. Lösslehm-Rohstoffbezirke ausgewiesen und als Polygone im GIS abgegrenzt. Für diese Bezirke wurden ausgehend von Korngrößenverteilung, mineralogischer Zusammensetzung und Chemismus die grobkeramischen Eigenschaften der Rohstoffe Löss und Lösslehm beschrieben und mögliche Einsatzbereiche eingegrenzt. Für jeden einzelnen Rohstoffbezirk wurden spezifische, charakteristische Eigenschaften, Verwendungshinweise, Alter, Form und Besonderheiten der Vorkommen sowie typische Lokalitäten zusammengestellt. Damit wurde die Grundlage für die zukünftige Implementierung dieser 24 Rohstoffbezirke in das Web-basierte Interaktive-Rohstoffinformationssystem IRIS-Baurohstoffe geschaffen.

Für das Projektgebiet können aus den Analysendaten folgende Trends abgeleitet werden. Augenfällig sind vor allem die niederschlagsbedingten Unterschiede zwischen dem westlichen und dem östlichen Verbreitungsbereich, die bereits Fink (1956a) bei der Abgrenzung von Feuchter und Trockener Lösslandschaft sowie einem Übergangsbereich berücksichtigte. Diese Dreigliederung wurde auch bei der statistischen Auswertung der Daten übernommen. Die größeren Niederschlagsmengen im Westen begünstigen die Verwitterung und damit die Umwandlung von Lössen zu Lösslehm. Dabei kommt es zu Veränderungen der mineralogischen und chemischen Zusammensetzung, aber auch der Korngrößenverteilung. Lössen weisen im Allgemeinen höhere Anteile an Silt, typischerweise insbesondere an Grobsilt, Karbonat und Chlorit und niedrigere Anteile an Tonfraktion, Schichtsilikaten, Aluminium, Eisen und gewissen Spurenelementen auf als die aus ihnen hervorgegangenen Lösslehm im selben Verbreitungsgebiet. Zum Teil können lokale Einflüsse gegenüber großräumigen Trends dominieren.

Zu den lokalen Charakteristika, die sich in den Analysendaten abbilden, zählen die im Vergleich zum Gesamtprobenspektrum hohen Sandgehalte im Raum Krems, an den Osthängen der Böhmisches Masse und in den isolierten Vorkommen innerhalb der Böhmisches Masse. Im Nahbereich zu den Kristallingebieten der Böhmisches Masse finden sich auch die höchsten Kaolinit- und Feldspatgehalte. Der Donaauraum spielte offenbar als Auswehungsgebiet der Sedimente aus den kalkalpinen Bereichen eine zentrale Rolle. In den Lössablagerungen entlang der Donau häufen sich signifikante Calcitgehalte (mit maximalen Gehalten bis > 60 %), speziell vom östlichen oberösterreichischen Alpenvorland bis zum Kremser Raum und im Gebiet östlich von Wien. In der Trockenen Lösslandschaft im Osten Österreichs bilden sich lokale Phänomene und der Einfluss des Einzugsgebietes weitaus deutlicher ab als in der Feuchten Lösslandschaft des Westens, in der die chemische Verwitterung gegenüber solchen Effekten dominiert.

Es zeigt sich ein klarer Trend in den Rohstoffqualitäten, der von Westen nach Osten abnimmt und gut mit den Verbreitungsbereichen von Feuchter und Trockener Lösslandschaft übereinstimmt. Im Wesentlichen sind es die höheren Tonanteile, die damit verbundenen höheren Schichtsilikatanteile und die geringen bzw. fehlenden Karbonatanteile, die die Lösslehm der Feuchten Lösslandschaft für die Produktion aller Ziegelqualitäten geeignet machen. Die Lössen der Trockenen Lösslandschaft und auch des Übergangsbereiches zeichnen sich durch höhere Grobanteile und durch niedrigere Tonanteile

aus. Damit fallen die Mediane ihrer Korngrößenverteilung in den Grenzbereich von Voll-, Gitter- und Dachziegel. Die mineralogischen und chemischen Voraussetzungen mit zum Teil beträchtlichen Karbonatgehalten, manchmal in Form von Lösskindeln, und ihren geringen Schichtsilikatanteilen reichen im Allgemeinen nur für normale Mauerziegelmassen. Die Lösslehme fallen innerhalb der Darstellung nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) zum Großteil in den Bereich der Steinzeugtone bzw. rotbrennenden Klinker, während die Lössse abhängig vom Karbonatgehalt und geringeren Al_2O_3 -gehalten in den Feldern für Dachziegel und Mauerziegel liegen.

Der umfangreiche, in konsistenter Form im Rahmen des Projektes vorbereitete Analysendatenbestand wird eine wesentliche Ausgangsbasis einer zukünftigen zentralen Analytikdatenbank der Geologischen Bundesanstalt sein und soll in seinem Umfang beispielhaft für die Aufbereitung aller weiteren Analysen feinkörniger Lockersedimentproben sein.

Die Anwendung von Methoden der explorativen Datenanalyse und der mathematischen Statistik wurde erfolgreich als adäquates Mittel zur Beschreibung, Qualitätsprüfung und Klassifikation großer Analysenmengen erprobt. Insbesondere Heatmap- und Boxplot-Darstellungen bilden Zusammenhänge bzw. Unterschiede in den Daten anschaulich ab und bieten sich auch zukünftig als wertvolles und routinemäßig einzusetzendes Instrument zur Datenauswertung an.

1. Einleitung

In Zusammenhang mit Lössen und lössähnlichen Sedimenten ist eine Vielzahl an verschiedenen Begriffen in Verwendung. In der vorliegenden Arbeit werden Lössen als terrestrische, klastische Sedimente, die hauptsächlich aus schluffigen Partikeln bestehen und vor allem durch von Wind herangetragenem Staub gebildet wurden (Pye, 1995, in Hofer, 2010), verstanden. Ihre Ablagerung erfolgte während der Vereisungsphasen der Alpen im Vorfeld der vergletscherten Gebiete. Typischerweise sind Lössen als graugelbe bis gelbbraune, karbonathaltige, ungeschichtete, poröse Sedimente mit einem Korngrößenmaximum im Schluffbereich ausgebildet (Hinze et al., 1989; Moser & Reitner, 1998). Lösslehme entstehen durch Verwitterung aus Lössen, insbesondere durch Lösung karbonatischer Bestandteile und Neubildung von Tonmineralen. Sie zeichnen sich durch hellbraune bis graue Färbung und Karbonatfreiheit aus und sind meist schluffdominiert mit wechselnden Anteilen an Sand und Ton. Die Karbonatfreiheit der Lösslehme wird vor allem auf eine synsedimentäre bzw. früh postsedimentäre bis frühdiagenetische Entkalkung unter humiden klimatischen Bedingungen zurückgeführt (Brunnacker, 1982; Moser & Reitner, 1998). In Österreich liegt das Hauptverbreitungsgebiet der Lössen und Lösslehme im ober- und niederösterreichischem Alpenvorland sowie im Wiener Becken.

Lössen und Lösslehme weisen in Abhängigkeit von regionaler Position, stratigraphischer Stellung, Liefergebiet, Verwitterungsintensität, dem Auftreten von Umlagerungen oder von Löss/Paläobodensequenzen äußerst heterogene Eigenschaften in Bezug auf Karbonatgehalt, Mineralbestand, Korngrößenspektrum oder Sedimentmächtigkeit auf (Fink, 1976; Draxler, 1980; Verginis, 1995; van Husen & Reitner, 2011a). Diese regional und stratigraphisch bedingten Unterschiede können als relevante Parameter in der rohstoffgeologischen Beurteilung betrachtet werden.

Als wichtige Baurohstoffe stehen Lössen und Lösslehme seit Jahrhunderten in der österreichischen Ziegelindustrie in Verwendung. In Niederösterreich bildeten sie einst die Hauptgrundlage der Ziegelindustrie, und selbst kleinste Vorkommen wurden genutzt. Heute werden Lössen und Lösslehme hier noch an vier Produktionsstandorten zur Ziegelherstellung herangezogen. Oberösterreich ist das Bundesland mit der größten Dichte an Ziegelwerken in Österreich. Hier werden vor allem Lösslehme seit Jahrzehnten in mehreren, großen Lagerstätten abgebaut und in der Produktion von aufgehendem Mauerwerk eingesetzt.

Neben diesen traditionellen Einsatzmöglichkeiten erlangten Lössen und Lösslehme, nicht zuletzt durch das stetig steigende ökologische Bewusstsein in der Gesellschaft, auch als Rohstoff für Lehm- und Ziegelbau zunehmende Bedeutung. So hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten eine kleine, aber äußerst aktive Lehm- und Ziegelbauszene etabliert, die auch von der Fa. Wienerberger unterstützt wird und die industrielle Fertigung von großformatigen Lehmziegeln zur Errichtung von Wohn- und Bürogebäuden mit einem hohen ökologischen und energetischen Standard zum Ziel hat (Kubista, 2016). Lehm- und Ziegelbau ist aktuell auch Gegenstand der Architekturforschung (Feiglstorfer, 2016), sowohl im Hinblick auf die Sanierung historischer Altbauten (Meingast, 2014) als auch für moderne Projekte (Wagner et al., 2009).

Die ausgedehnten Löss- und Lösslehmvorkommen im Alpenvorland und im Wiener Becken spielen allerdings nicht nur für die Rohstoffwirtschaft eine wichtige Rolle. Sie sind auch ein wesentlicher Faktor für die Landwirtschaft und damit für die Grundversorgung und Kulturlandschaftsentwicklung

Österreichs. Des Weiteren sind sie für Fragen der Quartärforschung und Bodenkunde von internationaler Bedeutung. Lössablagerungen stellen ein wesentliches terrestrisches Archiv der wechselhaften pleistozänen Klima- und Sedimentationsgeschichte und Landschaftsentwicklung dar (Pecsi & Richter, 1996). Speziell Löss/Paläobodensequenzen rückten früh ins Interesse erdwissenschaftlicher Forschung (Penck, 1903; Göttinger, 1936; Fink, 1954).

Die grundlegenden Arbeiten zur stratigraphischen Stellung der niederösterreichischen Löss- und Lösslehmablagerungen stammen von Fink (1954, 1956a); die Ablagerungen in Oberösterreich wurden von Kohl (2000) und Weinberger (1955) beschrieben. Da die verwitterungsbedingten Eigenschaften der Löss- und Lösslehmablagerungen in Österreich wesentlich von der Niederschlagsituation geprägt werden, wurde von Fink (1956a) eine regionale Gliederung in Feuchte, Trockene sowie Übergangslösslandschaft vorgeschlagen. Neuere Verbreitungskarten, denen vor allem Mächtigkeitsabschätzungen sowie Korngrößeneigenschaften zu Grunde liegen, wurden für Niederösterreich von Loishandl-Weisz & Peticzka (2005) sowie für Europa von Haase et al. (2007) erstellt.

Lösslandschaften bilden als Teil des Sedimentbestandes des Quartärs die klimagesteuerten Prozesse der bekannten Großvergletscherungen (Günz, Mindel, Riß und Würm) im Mittel- bis Spätpleistozän entsprechend der Art und Intensität des jeweiligen Klimasignals ab. Darüber hinaus dokumentieren die Löss-/Paläobodensequenzen Stranzendorf (mit Beginn des Profils an der Neogen-/Quartärgrenze) und Krems-Schießstätte (mit Ende des Profils im Holozän) sowohl ältere als auch weniger starke Klimaschwankungen und stellen damit ein einzigartiges Paläoklimaarchiv über die gesamte Zeitspanne des Quartärs dar, aus dem auch die Änderung der verwitterungsbedingten Eigenschaften in Abhängigkeit von der stratigraphischen Stellung der einzelnen Lagen abzulesen ist.

Für quartärgeschichtliche Fragestellungen liegen bereits zahlreiche Konzepte vor, für rohstoffwirtschaftliche Aspekte dagegen besteht aktuell noch Forschungsbedarf.

2. Projektinhalte und Projektziele

Im Rahmen diverser Rohstoffforschungsprojekte und Detailkartierungen wurden im Laufe der vergangenen Jahrzehnte zahlreiche Löss- und Lösslehmproben gezogen und analysiert. Die Geologische Bundesanstalt verfügt daher über eine Vielzahl an sedimentologischen, gesamtmineralogischen, tonmineralogischen und chemischen Analysen, die in unterschiedlichen Teildatensätzen vorliegen. Dieser Datenschatz kann zusammengeführt, gemeinsam ausgewertet und zur Gliederung und Beschreibung der Löss- und Lösslehmvorkommen nach rohstoffgeologischen Gesichtspunkten herangezogen werden. Um allerdings der Datenstruktur - bei den Analyseergebnissen handelt es sich um Prozent- bzw. Promilleangaben - gerecht zu werden, ist es notwendig, bei der Auswertung auf die spezifischen Eigenschaften dieser Kompositionsdaten Rücksicht zu nehmen und spezielle statistische Methoden anzuwenden.

Für das gegenständliche Projekt werden von einem interdisziplinärem Projektteam Proben aus den klassischen Lössgebieten Österreichs im ober- und niederösterreichischem Alpenvorland und im Wiener Becken ausgewertet. Neben rohstoffgeologischen Aspekten fokussiert sich die Bearbeitung auf die strukturierte datenbankmäßige Erfassung der Analysen sowie den Einsatz unterschiedlicher statistischer Methoden in Hinblick auf Qualitätssicherung, Auswerte- und Prognosemöglichkeiten. Folgende Projektziele wurden definiert:

- Erhebung der einzelnen, projektspezifischen Teildatenbestände mineralogischer, sedimentologischer und chemischer Analysen an der Geologischen Bundesanstalt
- Qualitätsprüfung, erforderlichenfalls Ergänzung und Vereinheitlichung der erhobenen Teildatenbestände sowie deren Zusammenführung zu einer einzigen, gemeinsamen Geodatabase,
- Erweiterung der vorhandenen Datenbasis durch gezielte Probenahmen in Gebieten mit geringer Probendichte sowie durch Einbeziehen neuer Analysen aus parallel stattfindenden Projekten,
- Erstellung eines Geodatenkataloges relevanter geologischer und thematischer Karten sowie digitaler Höhenmodelle und Darstellung dieser räumlichen Informationen gemeinsam mit den Analysendaten in einem GIS-Projekt,
- Auswertung der vorliegenden Analyseergebnisse unter Anwendung multivariater statistischer Methoden für Kompositionsdaten in Hinblick auf die sich daraus ergebenden Gliederungsmöglichkeiten,
- Abgrenzung und Beschreibung genetisch zusammengehörender und gleichartiger Lagerstätten bzw. Vorkommen von Lössen und Lösslehmen sowie Ausweisung von Rohstoffbezirken (lt. Definition Weber, 1997) für die Implementierung in das Web-basierte Interaktive-Rohstoffinformationssystem IRIS-Baurohstoffe.

3. Vorbemerkungen zur Projektbeauftragung und -durchführung

Mit Empfehlung des Lenkungsausschusses der GBA-Forschungspartnerschaft ‚Grundlagenorientierte Mineralrohstoffforschung‘ wurde am 27. 7. 2016 für das Projekt ‚Baurohstoffvorsorge Löss und Lösslehme‘ eine Redimensionierung empfohlen. Ende Oktober 2016 erfolgte die Beauftragung des redimensionierten Projektes. Nach der endgültigen Bekanntgabe der verfügbaren Projektmittel konnte der Vertrag mit dem Projektpartner TU Wien – CSTAT (P. Filzmoser) am 29. November 2016 abgeschlossen werden. Bedingt durch diese Verschiebung des Projektstarts erfolgt die Berichtlegung im Juni 2019.

Auf Grund der gegenüber dem Antrag verringerten Projektmittel konnte ein Teil der Aufgaben der TU Wien, betreffend die multivariaten Analysen, nicht im vollem Ausmaß durchgeführt werden. Als Ersatz wurden die vorgesehenen explorativen Auswertungen in Form von Boxplots auf regionale Auswertungen ausgedehnt und mittels Kartendarstellungen kombiniert dargestellt. Zusätzlich konnten vom CSTAT im Anschluss an die explorativen Auswertungen multivariate Regressionsanalysen durchgeführt werden, mit denen Querbezüge zwischen den unterschiedlichen Analysemethoden verdeutlicht werden konnten.

Des Weiteren konnte wegen der Kürzung der Projektmittel auch die ursprünglich geplante verdichtende Probennahme und Analytik zusätzlicher neuer Proben nicht durchgeführt werden. Dadurch gibt es vor allem für das Innviertel, den westlichen Teil der Traun-Enns-Platte und das Gebiet zwischen Traun und Donau, aber auch den westlichen Teil des niederösterreichischen Alpenvorlandes um St. Valentin und Haag sowie den nördlichen Teil der Grenzregion zwischen Wald- und Weinviertel nach wie vor nur eine verhältnismäßig geringe Probendichte.

Die im Projektantrag angekündigte Bewerbung des CSTAT an der Ausschreibung „Statistical and data analytics skills for the data science society (STATICS)“ der Europäischen Kommission, an der die Geologische Bundesanstalt als Partner teilgenommen hat, war leider nicht erfolgreich. Bei Erfolg der Bewerbung wären im Rahmen einer EU-finanzierten Statistik-Dissertation statistische Methoden zur Prüfung der Assoziationen von externen Variablen mit den einzelnen Datenbeständen der unterschiedlichen Analysemethoden (Mineralogie, Geochemie, Korngrößenanalytik) erforscht worden.

4. Lage des Bearbeitungsgebietes

Das Bearbeitungsgebiet umfasst das klassische Lössverbreitungsgebiet im ober- und niederösterreichischem Alpenvorland und im nördlichen Wiener Becken sowie Teilbereiche des südlichen Wiener Beckens, wobei der Fokus schwerpunktmäßig auf jenen Bereichen liegt, die durch Analysen gut dokumentiert sind (Abb. 1). Diese umfassen für Oberösterreich die Vorkommen der Löss- und Lösslehme auf den Hochterrassen entlang Mattig, Inn und Pram, die Lösslehme des Innviertler und des Aschacher Hügellandes, die Löss- und Lösslehme im Bereich der Linzer Randberge mit den angrenzenden Gebieten N der Donau, sowie die Löss- und Lösslehme auf Hochterrassen und Deckenschottern im Bereich der Traun-Enns-Platte. In Niederösterreich beinhaltet das mit Analysen versehene Arbeitsgebiet den Bereich der Lösslehme auf den Älteren Deckenschottern zwischen Enns und Ybbs, die Löss- und Lösslehme der Neustadtler Platte und des Strengberger Schlieriedellandes, die Löss- und Lösslehme auf den Deckenschottern zwischen Ybbs und Erlauf und beiderseits der Pielach, die Lössvorkommen auf den Älteren Terrassen und auf der Hollenburg-Karlstetten-Formation W der Traisen, sowie auf den Hochterrassen und Deckenschottern der Traisen. Weiters umfasst das Arbeitsgebiet in Niederösterreich den SE-Rand der Böhmisches Masse zwischen Krems und Kamptal, die Deckenschotter, die älteren Terrassen und das Neogen N Wagram, isolierte Vorkommen auf der Böhmisches Masse, die Löss- und Lösslehme auf meist neogenen Sedimenten im westlichen Weinviertel, im nordwestlichen Weinviertel und im Korneuburger Becken. Zusätzlich konnten auf Grund der vorliegenden Analysen in Niederösterreich auch Gebiete mit Löss- und Lösslehmvorkommen im Wiener Becken, das Gebiet der Löss- und Lösslehme auf den Donauterrassen zwischen Schwechat und Leitha, sowie die Löss- und Lösslehme im südlichen Wiener Becken zwischen Erlach und Ofenbach bearbeitet werden.

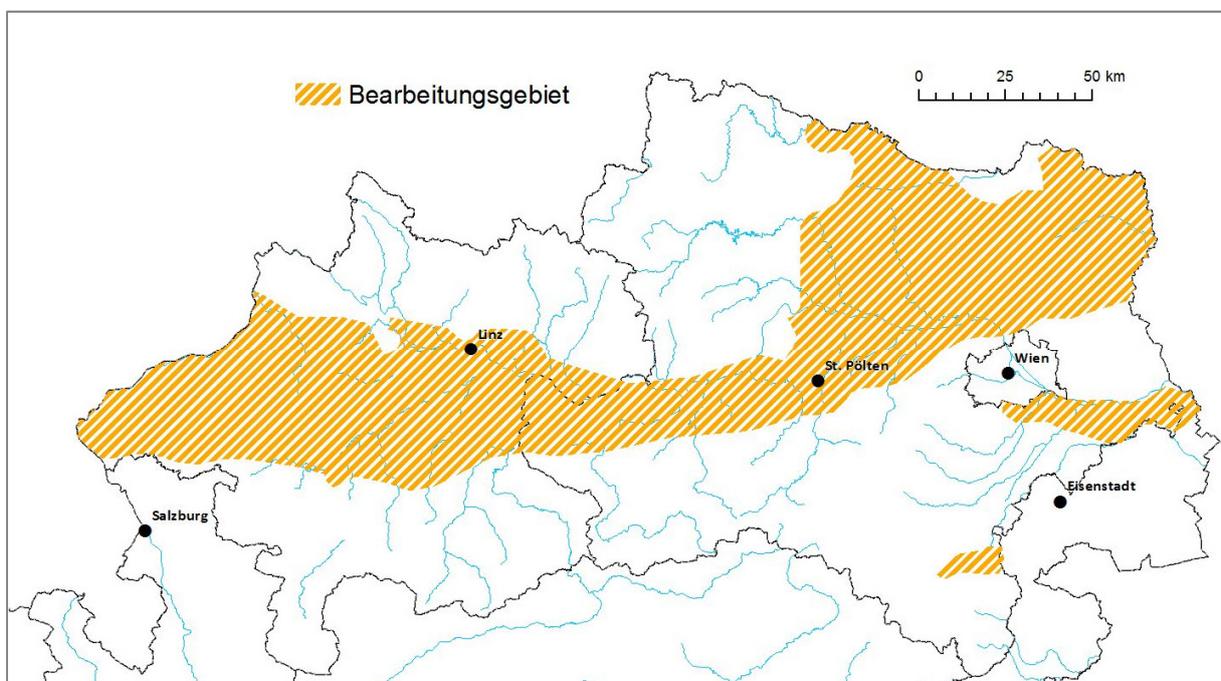


Abb. 1: Kartendarstellung der Lage des Bearbeitungsgebietes.

5. Frühere Studien und Gliederungsansätze

Lösse und Lösslehme als typische Bildungen des Pleistozäns gerieten schon früh in den Fokus der quartärgeologischen Forschung, und bald wurde nach Möglichkeiten gesucht, diese Sedimente genauer zu gliedern und voneinander abzugrenzen (Fink, 1954; Kohl 1955; Lais, 1951; Weinberger, 1955). Fink (1956a) lieferte mit seiner Unterteilung der Löss- und Lösslehmgebiete des österreichischen Alpenvorlandes und des Wiener Beckens in „Feuchte Lösslandschaft“ im Westen, „Trockene Lösslandschaft“ im Osten und dem dazwischen gelegenen „Übergangsgebiet“ ein Klassifikationsmodell, das anhand typologischer Unterschiede fossiler Bodenhorizonte vor allem klimatisch bedingte Kriterien berücksichtigt und bis heute Anwendung findet. In der als „Übergangsgebiet“ definierten Zone weisen die Warmzeiten Ähnlichkeiten mit der Bodenbildung in der Trockenen Lösslandschaft auf, in den Kaltzeiten dagegen zeigt die Entwicklung eher Charakteristika der Feuchten Lösslandschaft. Ein sehr ähnliches Modell für die würmzeitlichen Lössse des süddeutschen Raumes war nahezu zeitgleich von Brunnacker (1953, 1954, 1955) entwickelt worden.

Beide Modelle nutzen den Umstand, dass mit zunehmendem kontinentalem Einfluss auch die mittlere Jahresniederschlagsmenge abnimmt und dadurch unterschiedliche Prozesse für die Bodenbildung ausschlaggebend werden. Besonders deutlich zeigt sich dieser Effekt in Niederösterreich, wo die Böhmisches Masse als ausgeprägte topographische Barriere regelrecht als Klimascheide fungiert und einen relativ abrupten Übergang zwischen dem vom ozeanischen Klima beeinflussten Alpenvorland im Westen und dem Weinviertel bzw. dem nördlichen Wiener Becken im Osten bewirkt (Fink, 1956a; Sprafke, 2016). Letztere liegen, abgeschirmt von der Böhmisches Masse, innerhalb der Westwindzone in einer Windschattenposition und sind bereits deutlich vom kontinentalen Klima geprägt. Dabei sind Analogieschlüsse von heutigen Klimadaten auf die Gegebenheiten während des Pleistozäns durchaus zulässig (Fink, 1956a; Moser & Reitner, 1998; van Husen & Reitner, 2011a). Die oberösterreichischen Lössgebiete lassen sich demnach in Bereiche mit heutigen Jahresniederschlägen von 600 mm bis 800 mm, die der Feuchten Lösslandschaft zuzuordnen sind, und Gebiete mit Lösslehm (Stablehmlandschaft) mit heutigen Jahresniederschlägen über 800 mm gliedern (Fink et al., 1976; Moser & Reitner, 1998). In der Trockenen Lösslandschaft im östlichen Niederösterreich beträgt der mittlere Jahresniederschlag dagegen meist nur zwischen 400 mm und 600 mm.

Neben geographischer Lage und vorherrschendem Klima spielt auch die morphologisch-stratigraphische Position eine wesentliche Rolle für die Einteilung und Gliederung der Löss- und Lösslehmvorkommen. Die Vorkommen im ober- und niederösterreichischen Alpenvorland liegen fast ausschließlich auf den Terrassen der größeren Flüsse, die nach dem klassischen Schema von Penck & Brückner (1909) den großen Vereisungsphasen Günz (Älterer Deckenschotter), Mindel (Jüngere Deckenschotter) und Riß (Hochterrasse) zugeordnet werden können. Für den oberösterreichischen Raum ist es zudem meist möglich, die Terrassen direkt mit den Endmoränen der Alpenglischer zu verknüpfen (van Husen & Reitner, 2011a). Die Deckenschotterbereiche der Traun-Enns-Platte und die Hochterrasse entlang von Inn, Traun und Enns sind von teils mächtigen Lösslehm- und Lössen bedeckt, die neben ihrer rohstoffwirtschaftlichen Bedeutung auch eine wichtige Schutzfunktion für Grundwasservorkommen erfüllen (Moser & Reitner, 1998). Innerhalb der flächig verbreiteten Lössse und Lösslehme auf den Hochterrasse- und Deckenschotterkörpern treten bedingt durch Standort-, Zeit- und Klimafaktoren jedoch häufig Variationen auf. Beispiele dafür sind etwa Änderungen der Korngrößenverteilung und mineralogischen Zusammensetzung mit zunehmender Entfernung vom Auswehungsgebiet, die Abhängigkeit der Karbonatführung von der heutigen Verteilung der

Niederschläge oder die durch kleinräumige Reliefschwankungen im Untergrund (fluviatile Rinnen, Dellen) zum Teil beträchtlichen Mächtigkeitsunterschiede der quartären Überlagerung (Moser & Reitner, 1998). Die Intensität der Kalt- bzw. Warmphasen spiegelt sich in der Ausprägung der Lössakkumulation bzw. der Entwicklung der Paläoböden wider; so bewirkte die ausgeprägte Klimaverschlechterung der Mindel-Vereisung besonders große Lössmächtigkeiten, während das äußerst milde Eem-Interglazial zu mächtigen Paläobodenhorizonten führte (van Husen & Reitner, 2011a).

Im Gegensatz zu den Lössgebieten Oberösterreichs und im westlichen Niederösterreich sind der Osten und Norden Niederösterreichs eher von kleinräumigen, rasch wechselnden Gegebenheiten geprägt. Einzelne, isolierte Vorkommen treten beispielsweise am Südrand des Wiener Beckens auf. Die Löss- und Lösslehme am Rand der Böhmisches Masse sind üblicherweise in Lee-Position an nach Osten exponierten Hängen mit großen Reliefunterschieden situiert. Hier sind neben äolischen meist auch erosive und kolluviale Prozesse bildungsrelevant, was sich unter anderem in der Korngrößenverteilung an einem deutlichen Grusanteil zeigt (Hofer, 2010; Sprafke, 2016). Im Raum um Wien dagegen dominieren die mächtigen Terrassenkörper der Donau, die zumeist nur eine geringmächtige Lössauflage tragen. Nördlich der Donau sind große Flächen unterschiedlicher stratigraphischer Stellung von Löss bedeckt. Der Löss des Weinviertels zeichnet sich oft durch lockere Lagerung, hohe Porosität, starke Verfestigung und relative Schneckenarmut sowie dem Fehlen von Kalkkonkretionen und Lösskindeln aus und gilt vielfach als „typischer“ Löss (Brandtner, 1956; Hofer, 2010). Anders als das restliche Hauptverbreitungsgebiet Österreichs, das sich im Einflussbereich der Donau befindet und überwiegend Material kalkalpiner Herkunft aufweist, liegt der äußerste Osten Niederösterreichs auch im Einflussgebiet der March, entlang der zudem Material aus der nordeuropäischen Vereisung nach Süden transportiert wurde (Sprafke, 2016).

Der Einfluss des Auswehungsgebietes bedingt in Kombination mit den Auswirkungen von Klima, Niederschlag und dem Zeitfaktor die Ausprägung spezifischer mineralogischer, geochemischer und Korngrößenmäßiger Charakteristika. Karbonatgehalte etwa können auch zur Abgrenzung von Lössregionen genutzt werden. Sprafke (2016) gibt beispielsweise für die Region um Krems typische Karbonatgehalte von rund 20 % an, während in der Region um Stillfried Karbonatgehalte von rund 15 % signifikant sind (Fink, 1954). Im Bereich um Paudorf finden sich etwas niedrigere Karbonatgehalte, da dort durch das Auftreten von sandreicheren Abschnitten die äolische Komponente mit silikatischem Material verdünnt wird (Sprafke, 2016). In Gebieten mit höheren Niederschlägen entstehen durch Karbonatlösung und Neubildung von Tonmineralen mit fortschreitender Zeit aus Lössen karbonatarmer bis karbonatfreie Lösslehme. Während in typischen Lössen das Korngrößenmaximum im Bereich von Grobsilt – zum Teil auch im Bereich von Feinsand und Mittelsilt – liegt, können grob- bzw. feinkörnigere Ausbildungsformen auf andere als äolische Bildungsprozesse hinweisen. Größere Korngrößen sind in der Regel durch erosive oder kolluviale Prozesse bedingt und zeigen oft eine deutliche lokale Komponente. Feinsilt und Ton dagegen sind ein Indiz für Verwitterungsprozesse und Bodenbildung.

Löss- und Lösslehmabfolgen entwickeln sich durch ein komplexes Zusammenspiel verschiedenster Faktoren; alle Charakteristika von Herkunft, Transport und Ablagerungsraum spielen gleichermaßen eine entscheidende Rolle. Um alle Aspekte, die sich auf Grund von Herkunft bzw. Liefergebiet, Transportprozessen und nachfolgenden, ablagerungsbedingten Veränderungen ergeben, miteinzubeziehen wurde der unter der Bezeichnung PTD (Provenance – Transport – Deposition) bekannte Gliederungsansatz entwickelt (vgl. Assadi-Langroudi, 2019). Dabei wird zwischen Eigenschaften, die sich aus syngenetischen Einflüssen und solchen, die sich aus epigenetischen

Einflüssen ergeben, unterschieden. Bereits die Pioniere der Lössforschung erkannten die Wichtigkeit der Einbeziehung aller relevanten Fachrichtungen, um die unterschiedlichen Aspekte der Lössgenese bestmöglich zu erfassen (vgl. Fink, 1956a). Auch viele moderne Studien bedienen sich eines Multi-Methoden-Ansatzes unter Einbeziehung qualitativer und quantitativer Verfahren aus den Bereichen Pedologie, Sedimentologie und Geomorphologie mit dem Ziel eines besseren Verständnisses der Entstehungsprozesse sowie deren Einbindung in einen größeren Landschafts- und paläoklimatischen Kontext (vgl. Sprafke, 2016).

6. Arbeitsprogramm und Ergebnisse

Zusammenstellung vorhandener Daten

Proben und Analysendaten

Die Geologische Bundesanstalt verfügt über eine Vielzahl an Analysen von Löss- und Lösslehmproben, die im Laufe verschiedenster Projekte bzw. im Zuge von Tätigkeiten zur Erfüllung der gesetzlichen Aufgabenbereiche durchgeführt wurden.

Diese Proben wurden als Ausgangspunkt für alle weiteren Auswertungen erhoben und zusammengestellt. Grundvoraussetzung für die Berücksichtigung einer Probe war dabei, dass zumindest eine gesamtmineralogische Analyse vorlag, im Idealfall zusätzlich auch tonmineralogische, chemische und korngößenmäßige Untersuchungsergebnisse. Den Grundstock bilden dabei die Analysen jener Proben, die im Rahmen der überregionalen, rohstoffgeologischen Landesaufnahme gezielt aus in Abbau befindlichen bzw. kürzlich genutzten Vorkommen genommen wurden. Um eine möglichst breite Datenbasis zu schaffen und Synergieeffekte bestmöglich zu nutzen, wurden zudem alle verfügbaren Analyseergebnisse aus Projekten implementiert. Besonders hervorzuheben sind hier die Dokumentation nur kurzzeitig verfügbarer Aufschlüsse im Rahmen von Baustellendokumentationen (Hofmann & Homayoun, 1996; Homayoun et al., 1999; Peresson-Homayoun et al., 2001; Peresson-Homayoun et al., 2003; Peresson-Homayoun et al., 2004; Peresson-Homayoun et al., 2005; Peresson-Homayoun et al., 2006; Posch-Trözmüller & Peresson, 2008; Posch-Trözmüller & Peresson, 2011; Peresson & Posch-Trözmüller, 2012; Posch-Trözmüller & Peresson, 2012; Peresson & Posch-Trözmüller, 2013; Posch-Trözmüller & Peresson, 2013; Peresson & Posch-Trözmüller, 2014; Posch-Trözmüller & Peresson, 2014; Posch-Trözmüller & Peresson, 2015; Peresson & Posch-Trözmüller, 2016; Posch-Trözmüller & Peresson, 2016; Peresson & Posch-Trözmüller, 2017; Posch-Trözmüller & Peresson, 2017; Posch-Trözmüller & Peresson, 2018), die bezirksweise Erfassung des Geopotentials in Niederösterreich (Heinrich et al., 2000; Heinrich et al., 2001; Heinrich et al., 2006; Heinrich et al., 2008; Heinrich et al., 2010; Heinrich et al., 2013; Heinrich et al., 2017) sowie Detailkartierungen in ausgewählten niederösterreichischen Weinbaugebieten (Heinrich et al., 2008; Heinrich et al., 2012; Heinrich et al., 2012). Eine weitere, wichtige Datenquelle für den oberösterreichischen Raum stellen die Arbeiten von Moser & Reitner (1998) dar. Tabelle 1 gibt einen Überblick über Quellen und Probenanzahl der in die weitere Auswertung einfließenden Analysen.

Insgesamt konnten Analysendaten zu 773 Löss- und Lösslehmproben erhoben werden, 126 davon betreffen Abbaue bzw. ehemalige Abbaue. Nicht für alle Proben liegen Ergebnisse in gleicher Qualität und gleichem Umfang vor. Je nach projektspezifischer Fragestellung wurden zum Teil divergierende Untersuchungsschwerpunkte gesetzt. Zudem stammen die Analysen aus unterschiedlichen Labors, und die ältesten Ergebnisse datieren aus den späten 1980er Jahren. All dies bedingt, dass die Daten, die in die weitere Auswertung eingehen, gewisse Inhomogenitäten aufweisen.

Tab. 1: Überblick über die erhobenen Analysen von Lössen und Lösslehmen.

Quelle	Probenanzahl
Rohstoffgeologische Landesaufnahme	78
Bericht OC-13 (Moser & Reitner, 1998)	90
Baustellendokumentation	190
Geopotentialerfassung (Bezirke Bruck an der Leitha, Hollabrunn, Horn, Korneuburg, Melk, Mistelbach, Tulln, Scheibbs)	148
Detaillkartierungen in Weinbaugebieten (Carnuntum, Kamptal, Traisental)	240
geologische Landesaufnahme	9
Publikation Ziegelöfen	23
Summe	773

Trotz dieser Inhomogenitäten kann davon ausgegangen werden, dass die Mehrzahl der erhobenen Analysen mit folgender Methodik analysiert wurde:

Gesamtmineralbestand: Mittels Röntgendiffraktometer-Analyse (RDA) wurden Mineralphasen qualitativ und semiquantitativ erfasst. Die Proben wurden getrocknet und in einer Scheibenschwingmühle zu Analysenfeinheit vermahlen. Um die für die Auswertung der RDA-Diagramme notwendigen texturfreien Präparate zu erhalten, wurde das so genannte "Back-loading"-Verfahren angewandt. Anschließend wurden die Proben einer röntgenographischen Phasenanalyse mit folgenden Messbedingungen unterzogen:

Messbedingungen im abgefahrenen Bereich von $2^{\circ} 2\theta$ bis $65^{\circ} 2\theta$

Röntgendiffraktometer PANalytical-X'Pert Pro Powder
 Vertikalgoniometer PW 3050/60
 Cu-Ka-Keramik-Röhre
 Pixel-Detector
 Empfangsspalt 0,3 mm
 continuous scans, Schrittweite $0,013^{\circ}$
 40 kV, 40 mA
 Messzeit 10sec/Schritt
 Messprogramm X'Pert Data Collector und X'Pert Highscore und AutoQuan

Die Röntgenbeugungsreflexe der einzelnen Mineralphasen dienen sowohl zur Identifizierung als auch zur semiquantitativen Mengenbestimmung. Sie wurden mit der zugehörigen Auswertesoftware X'Pert Highscore bearbeitet, mit den entsprechenden Phasendiagrammen aus der Referenzdatenbank des International Centre for Diffraction Data (ICDD) verglichen und identifiziert. Der Gesamtmineralbestand wurde jeweils qualitativ und semiquantitativ ermittelt. Die semiquantitative Auswertung der einzelnen Mineralphasen erfolgte mit Hilfe des Programms AutoQuan, das sich auf die Kernroutinen des Rietveld-Programms BGMN stützt.

Tonmineralanalyse der Fraktion < 2 μm : Die Proben wurden mit 15 % igem Wasserstoffperoxid dispergiert. Nach Abklingen der Reaktion und Entfernung des überschüssigen H_2O_2 erfolgte eine 15-

minütige Beschallung im Ultraschallbad. Mittels Zentrifuge wurde die 2- μm -Fraktion gewonnen. Anschließend erfolgte die Kationenbelegung. Jeweils 400 ml der Tonsuspension wurden mit 100 ml 4 N KCl-Lösung bzw. 4 N MgCl_2 -Lösung vermischt und 24 Stunden geschüttelt. Als Unterlage für die Texturpräparate dienten Keramikplättchen, auf die durch Unterdruck die Tonsuspension aufgesaugt wurde.

Nach erfolgter Aufnahme im Röntgen-Diffraktometer kamen je eine Mg- und je eine K-belegte Probe in Ethylenglykol-Atmosphäre, eine weitere K-belegte Probe in DMSO (Dimethylsulfoxid)-Atmosphäre (zur Unterscheidung von Chlorit und Kaolinit) und - falls zur sicheren Identifizierung von Vermiculit notwendig - eine Mg-belegte in Glycerin-Atmosphäre. Für die Tonmineralogie wurden die Peakflächen der Hauptreflexe mit Hilfe des X'pert-Data Viewer-Programmes planimetriert und nach der Methode von Schultz (1964) über Korrekturfaktoren (Riedmüller, 1978) die tonmineralogische Zusammensetzung der Fraktion $< 2\mu\text{m}$ berechnet.

Chemische Untersuchungen: Die Analyse der Haupt- und Spurenelemente erfolgte mittels Röntgenfluoreszenz (RFA). Die Proben wurden mit einer Scheibenschwingmühle (Achatmühle) analysefein gemahlen. Für die gravimetrische Analyse wurden in einem ersten Schritt an den analysenfeinen, lufttrockenen Proben der Trocknungs- (bei 110 °C) und Glühverlust (bei 1000 °C) ermittelt. Danach wurden folgendermaßen Tabletten für die Röntgenfluoreszenzanalyse hergestellt: 4 g der analysenfeinen Proben wurden mit 0,9 g Wachs (MERCK, Hoechst Wachs C Mikropulver) in einer Kugelmühle (Retsch MM200) vermengt und in einem SPECAC Presswerkzeug tablettiert.

Mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzspektroskopie (PANalytical Epsilon 5) wurden die Haupt-, Neben- und Spurenelemente Al, Ba, Ca, Co, Cs, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Rb, Si, Sr, Ti, V, Zn, Zr und Y analysiert. C und S wurden durch Verbrennungsanalyse mit anschließender Infrarot-Detektion der entstehenden Gase mittels Lecomat CS-200 bestimmt. Die Auswertung der Messdaten erfolgte mittels interner Kalibrierungsmethoden. Zur Qualitätssicherung werden zertifizierte Standards verwendet.

Korngrößenuntersuchungen: Die Korngrößenverteilung wurde durch Kombination von Nasssiebung der Fraktion $>32\ \mu\text{m}$ und automatischer Sedimentationsanalyse mittels SEDIGRAPH III Plus 5125 (vor 2014: SEDIGRAPH 5100) der Firma Micromeritics ermittelt. Jeweils 50 g - bzw. 100 g im Falle von sandreichen Proben - des getrockneten Probematerials wurden mit 15 %igem Wasserstoffperoxid vorbehandelt, um eine Oxidation der organischen Bestandteile und eine gute Dispergierung der Probe zu erreichen. Nach Abklingen der Reaktion und kurzer Ultraschallbehandlung wurden die Proben mit einem Siebsatz bestehend aus Sieben mit den Maschenweiten 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 250 μm , 125 μm , 63 μm und 32 μm nass gesiebt. Die Grobfractionen wurden bei 105°C getrocknet und in Massenprozent der Einwaage angegeben. Der Anteil $<32\ \mu\text{m}$, der beim Nasssieben zur Gänze gewonnen wurde, wurde im Wasserbad eingedickt bzw. getrocknet, davon ein repräsentativer Teil entnommen, mit 0,5 % Pentanatriumtriphosphatlösung versetzt, im Ultraschallbad dispergiert und im Sedigraph mittels Röntgenstrahl nach dem Stoke'schen Gesetz analysiert.

Aus der Kornsummenkurve des Sedigraphs und den Siebdaten der Nasssiebung wurde die Korngrößenverteilung der Gesamtprobe mit Hilfe des Programms SEDPAK (Malecki, 1985; Reitner et al., 2005) ermittelt. Die Proben wurden in Konzentrationsdreiecken nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) nach ihrem jeweiligen Anteil an Sand, Silt und Ton klassifiziert und ihre Anteile an

den einzelnen Korngrößenfraktionen nach DIN 4022 berechnet. Dabei wurde auch eine Berechnung der sedimentologisch wesentlichen Parameter Mittelwert, Standardabweichung und Schiefe der Kornverteilung nach dem Moment-Berechnungsverfahren und zum Vergleich auch nach Verfahren von Folk & Ward (1957) durchgeführt. Zusätzlich wurden die für die Verarbeitbarkeit eines Tonrohstoffes wichtigen Kennwerte nach Winkler (1954) berechnet.

Die Ergebnisse der mineralischen Phasenanalytik, der Korngrößenanalysen sowie der Hauptelementanalytik liegen in Form von Gewichtsprozent vor. Die Spurenelemente sind in ppm (parts per million) angegeben.

Nur für 533 Proben liegen tatsächlich sowohl gesamt- und tonmineralogische als auch chemische und korngrößenmäßige Untersuchungen vor. Bei allen übrigen Proben fehlt mindestens eine Analysenart. Während für allen Proben Angaben zur Gesamtmineralogie zur Verfügung stehen, sind etwa nur für 73 % der Proben chemische Analysen vorhanden. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Vollständigkeit der erhobenen Analysen.

Tab. 2: Überblick über die erhobenen Analysenarten.

Gesamtmineralogie	Tonmineralogie	Chemie	Korngrößen	Probenanzahl
x	x	x	x	533
x	x		x	145
x		x	x	10
x	x	x		2
x			x	46
x		x		20
x	x			9
x				8
773	689	565	753	

Die Anzahl der erfassten Probenahmelokalitäten beträgt 473; von etlichen Probenahmelokalitäten liegen mehrere Proben vor, meist aus unterschiedlichen Horizonten bzw. Tiefenstufen, zum Teil auch aus unterschiedlichen Probenahmekampagnen.

Die Tatsache, dass bereits vorhandene Proben für die weiteren Auswertungen herangezogen wurden, bringt mit sich, dass die Probenahmepunkte im Arbeitsgebiet verhältnismäßig heterogen verteilt sind. Es gibt sowohl Gebiete mit überdurchschnittlich hoher Probenanzahl, wie etwa das Kamptal oder das Traisental, als auch solche mit relativ geringer Probedichte. Dazu zählen vor allem das Innviertel, der westliche Teil der Traun-Enns-Platte und das Gebiet zwischen Traun und Donau, aber auch der westliche Teil des niederösterreichischen Alpenvorlandes um St. Valentin und Haag sowie der nördliche Teil der Grenzregion zwischen Wald- und Weinviertel. Dieses Ungleichgewicht in der Probenverteilung sollte gemäß ursprünglicher Projektplanung durch zusätzliche Probenahmen ausgeglichen werden – ein Vorhaben, das leider einer Kürzung der Projektmittel zum Opfer fiel.

Vor dem Zusammenführen zu einem einheitlichen Datensatz wurden die Informationen über die einzelnen Proben qualitätsgeprüft. Proben, die offensichtlich fälschlicherweise als Löss bzw. Lösslehm deklariert waren, wurden ebenso nicht in den gemeinsamen Datensatz aufgenommen wie Proben mit nicht plausiblen Analyseergebnissen.

Um die Informationen so weit wie möglich zu vereinheitlichen, wurde mit dem Tabellenkalkulationsprogramm MS-Excel eine Datentabelle entworfen, die alle erforderlichen Angaben zu Probenahmelokalität, Probe und Analytik enthält. Erweitert wurde diese Grundstruktur um Zusatzinformationen, die Angaben über Herkunft der Daten oder ausführende Labors ebenso umfassen wie aus den Analysenergebnissen berechnete Werte zur Qualitätseinstufung. Soweit es möglich war, wurden für jede Probe die jeweils fehlenden Informationen erhoben und ergänzt. Insbesondere wurden für 66 Proben, von denen bislang nur Mineral- und Korngrößenanalysen vorlagen, nachträglich chemische Analysen durchgeführt; für 101 Proben älteren Datums wurde die Chemie gemäß aktuellen Standards für das gegenständliche Projekt neu berechnet; für 59 Proben wurde eine Neuauswertung der gesamtmineralogischen Zusammensetzung basierend auf den Kernroutinen des Rietveld-Programms BGMN vorgenommen.

Zu jenen Parametern, die zusätzlich zu den Analysenergebnissen aus ebendiesen berechnet wurden, zählen verwitterungsrelevante Werte wie das Verhältnis von Rubidium zu Strontium, das Verhältnis von Na_2O zu Al_2O_3 , das Verhältnis von SiO_2 zu Al_2O_3 (R-Index), der Kd-Wert (Verhältnis von Grob- und Mittelsilt zu Feinsilt und Ton), der ICV (index of compositional variability; Verhältnis der Summe aus CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO und MgO zu Al_2O_3) und der CIA (chemical index of alteration; Verhältnis von Al_2O_3 zur Summe von Al_2O_3 , CaO - ohne Karbonat -, Na_2O und K_2O).

Von rohstoffgeologischer Aussagekraft sind jene aus den Analysenergebnissen berechneten Werte, die einen Eintrag ins Diagramm nach Winkler (1954) bzw. ins Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) ermöglichen.

Im Dreiecksdiagramm nach Winkler (1954) 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. 2).

Im Diagramm nach Augustinik (1975), modifiziert durch Vogt (2015a), wird die Summe aus Erdalkali- und Alkalioxiden sowie Fe_2O_3 gegen das Verhältnis von Al_2O_3 zu SiO_2 aufgetragen und damit die chemische Zusammensetzung, die unter anderem Einfluss auf die Brenneigenschaften des Materials hat, berücksichtigt. Es ergeben sich Bereiche, die eine Eignung als Mauerziegel, karbonatreiche Dachziegel, Klinker rot, Klinker gelb, Töpfertone, Steinzeugtone oder feuerfeste Tone indizieren, wobei die einzelnen Eignungsklassen einander zum Teil überlappen können (Abb. 3).

Dieser Analysendatenbestand ist ohne größere Adaptionen in die zentrale Baurohstoffdatensammlung der Geologischen Bundesanstalt integrierbar. Des Weiteren wurde eine Metadokumentation über die Struktur des Datensatzes erstellt, die gleichzeitig auch als „Übersetzungshilfe“ der erdwissenschaftlichen Fachbegriffe für die Nicht-Geologen im Projektteam herangezogen werden kann. Die Datenfelder der Datentabelle sind in Anhang 1 dargestellt und erläutert.

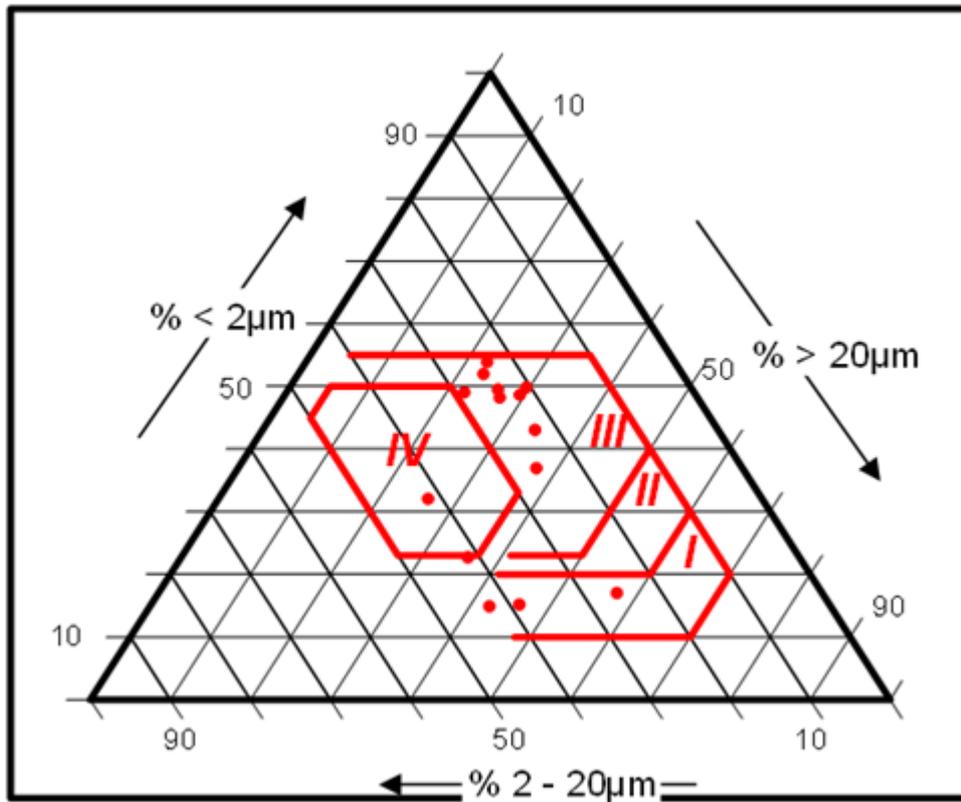


Abb. 2: Dreieckdiagramm nach Winkler (1954) am Beispiel des Lagerstättenbezirkes „L_009 – Löss- und Lösslehmbezirk Ältere Deckenschotter zwischen Ybbs und Erlauf“. Mögliche Verwendungsklassen: I = Vollsteine, II = Gittersteine, III = Dachziegel, IV = dünnwandige Deckensteine.

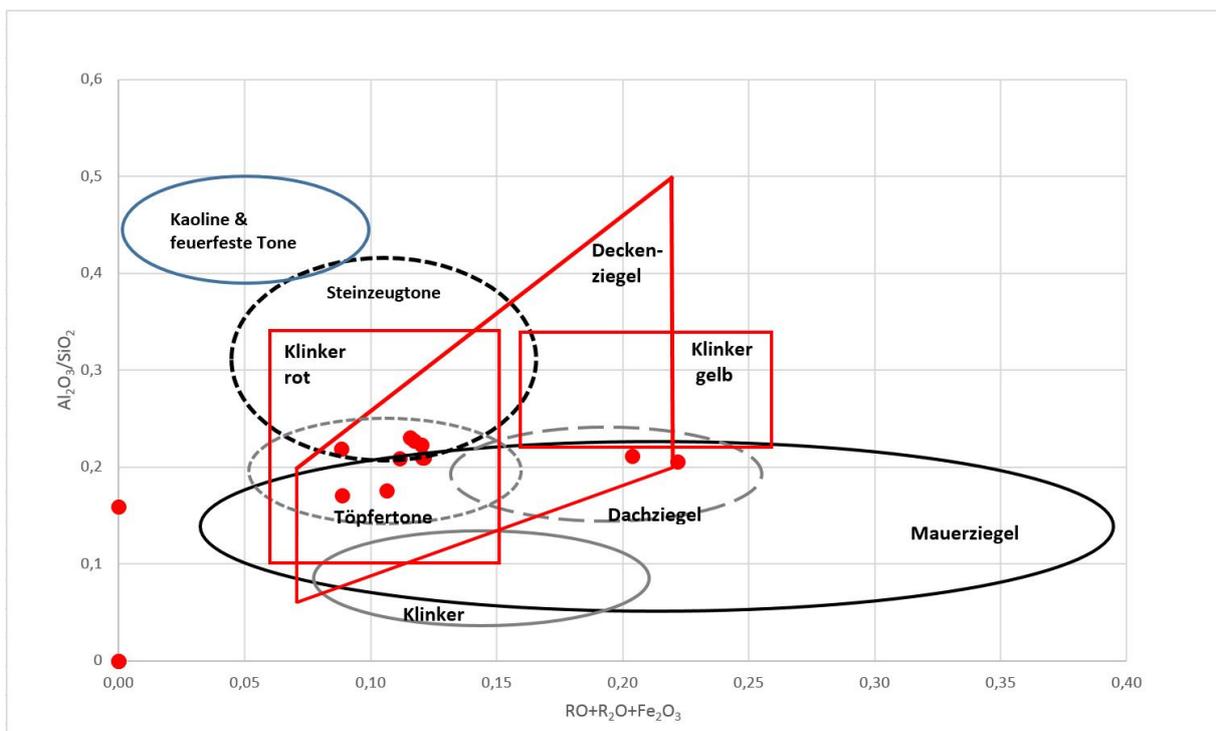


Abb. 3: Streudiagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) am Beispiel des Lagerstättenbezirkes „L_009 – Löss- und Lösslehmbezirk Ältere Deckenschotter zwischen Ybbs und Erlauf“.

Geodaten und Geodatenbank

Zur Vorbereitung für die Auswertung wurde der vorliegende gesammelte Datenbestand von 773 Proben aus 473 unterschiedlichen Probenahmelokalitäten mit dem Programm ArcCatalog (ESRI, 2018a) in eine **Geodatenbank** importiert. Mit Hilfe von SQL (Structured Query Language) Abfragen wurden die relevanten Tabellenspalten (Variablen) in der Geodatenbank ausgewählt und eine konsistente Datentabelle sowie eine zugehörige GIS-Datenebene erstellt. Für die Festlegung der Lage der Probepunkte im Bearbeitungsgebiet wurden die Einträge in den Feldern Rechtswert (RW_M34) und Hochwert (HW_M34) bei der Erstellung der GIS-Datenebene herangezogen. Die Analysendaten liegen somit nach Probepunkten geordnet georeferenziert in der Geodatenbank vor. Eine Karte der Lage der Probepunkte wurde erstellt (Abb. 4). Neben den Analysendaten sind zu den Probepunkten auch Metadaten über die zugehörigen Probenahmeprojekte und Informationen über das Vorliegen von Rohstoffabbau für Ziegelrohstoffe am Probepunkt abgespeichert.

Die Datenhaltung in einer Geodatenbank ermöglichte die räumliche Bearbeitung und Auswertung des Datenbestandes mit Verwendung eines **Geographischen Informationssystems (GIS)**.

So wurden zusätzlich zu den Boxplot-Kartendarstellungen des Projektpartners CSTAT (Anhang 3) im GIS Kartendarstellungen ausgewählter Analysenergebnisse erstellt. Abbildung 5 zeigt als Beispiel für solche **Punktsymbolkarten** die Karbonatgehalte [%] der Proben im Bearbeitungsgebiet, die aus den Ergebnissen der gesamtmineralogischen Analysen abgeleitet wurden. In Abbildung 6 sind zusätzlich die SiO₂-Gehalte [%] aus der gesteinschemischen Analytik der Proben dargestellt. Ein Vergleich dieser beiden Kartendarstellungen macht deutlich, dass die Mehrzahl der Proben im oberösterreichischen und niederösterreichischen Alpenvorland geringe Karbonatgehalte aufweist, ebenso wie die Proben im nordöstlichen Weinviertel, während die SiO₂-Gehalte der Proben ein genau gegenläufiges Bild zeigen.

Zusätzlich wurden für die Projektarbeiten weitere relevante räumliche Daten- und Kartengrundlagen digital in einem GIS-Projekt bereitgestellt und ausgewertet sowie Kartendarstellungen erzeugt.

Zur Darstellung und Auswertung der **Verbreitung der Löss- und Lösslehmvorkommen** im Bearbeitungsgebiet wurde die in digitaler Form vorliegende Lockergesteinskarte der Geologischen Bundesanstalt (Heinrich et al., 2018) herangezogen. Die Lockergesteinskarte enthält die zum Zeitpunkt der Berichterstellung aktuellen geologischen Kartengrundlagen zu Verteilung und Vorkommen von Lockersedimenten in Österreich. Durch Auswahl der relevanten Datensätze (Polygone) aus dem GIS-Datenbestand nach den Einträgen in der lithologisch-faziellen Legende der Lockergesteinskarte (Tab. 3) wurde eine Löss- und Lösslehmverbreitungskarte erstellt (Abb. 7). Die Verbreitungskarte bildet eine wesentliche Grundlage für die Ausweisung und Abgrenzung der Löss- und Lösslehmagerstättenbezirke.

Tab. 3: Abfrage der lithologisch-faziellen Legende der Lockergesteinskarte nach Löss und Lösslehm.

KOMPAKT_LEGNR	KOMPAKT_LEGTEXT
60	Lehm (Pliozän bis Holozän)
270	Hochterrassenschotter, Hochterrasse, meist mit Löss/Lehmbedeckung (Riss)
280	Deckenschotter (Günz, Mindel)
281	Deckenschotter mit Löss/Lehm (Günz, Mindel)
290	Löss, Lösslehm (Pleistozän)

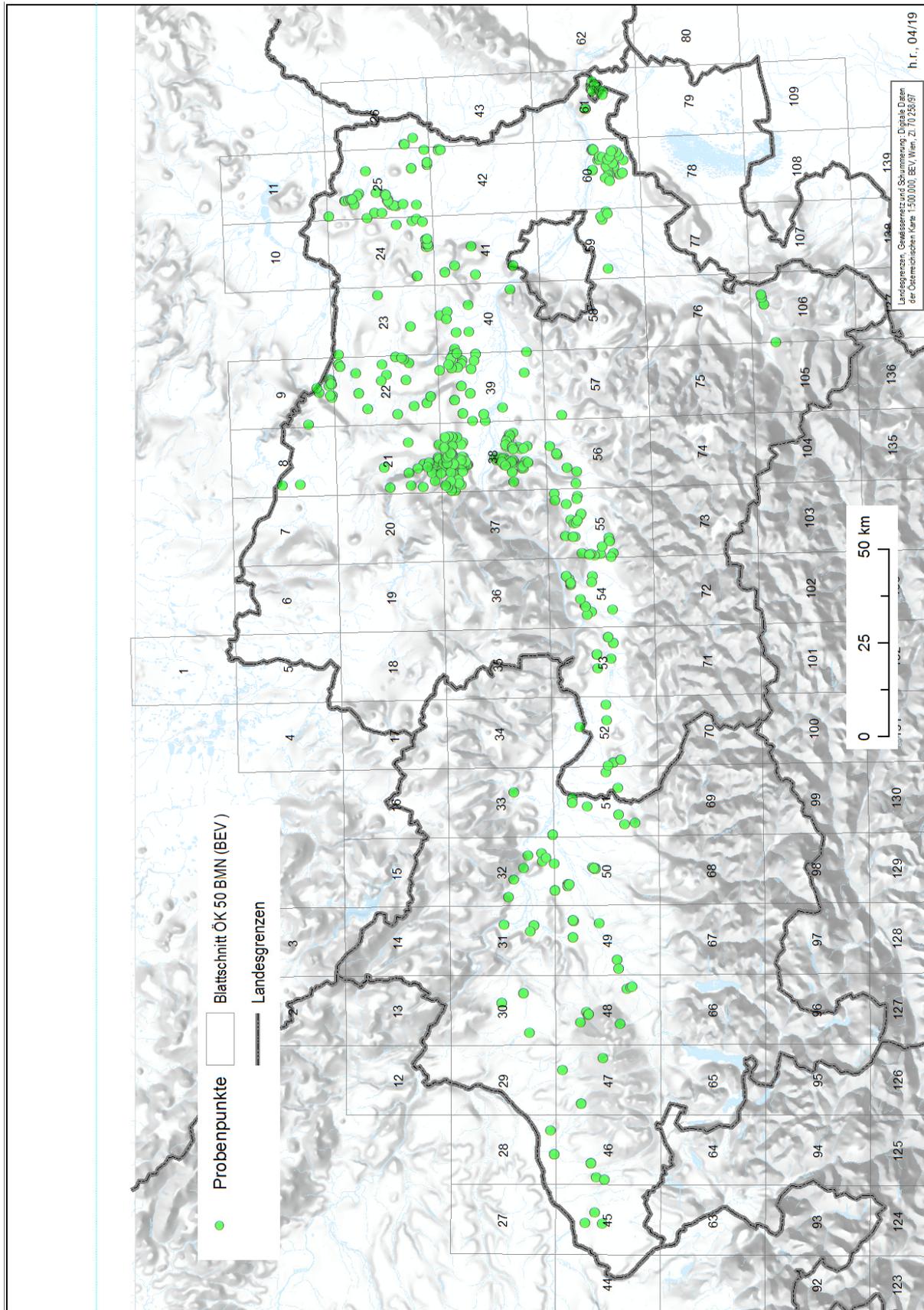


Abb. 4: Karte der Lage der Probenpunkte im Bearbeitungsgebiet

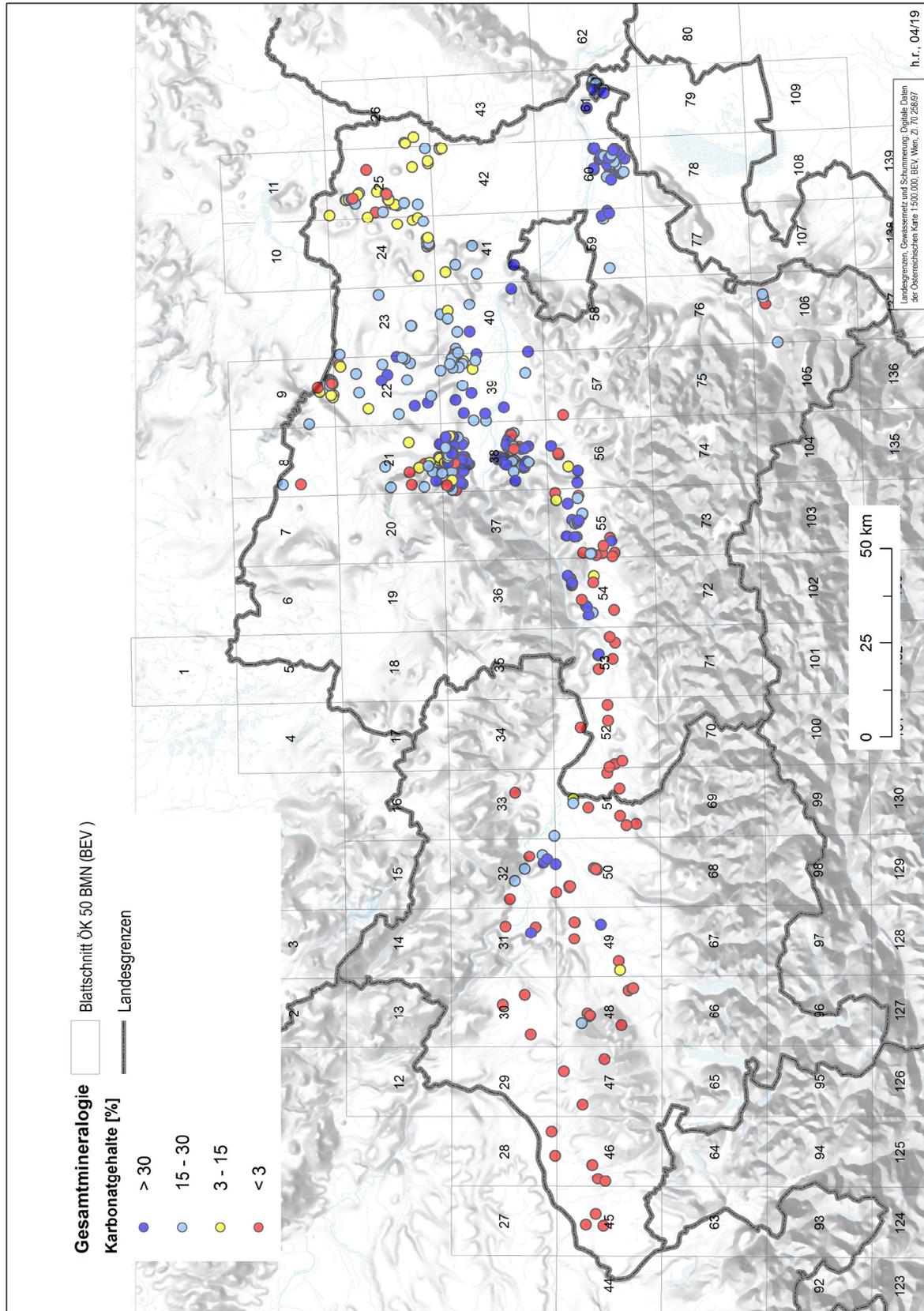


Abb. 5: Punktsymbolkarte der Karbonatgehalte [%] der Proben im Bearbeitungsgebiet.

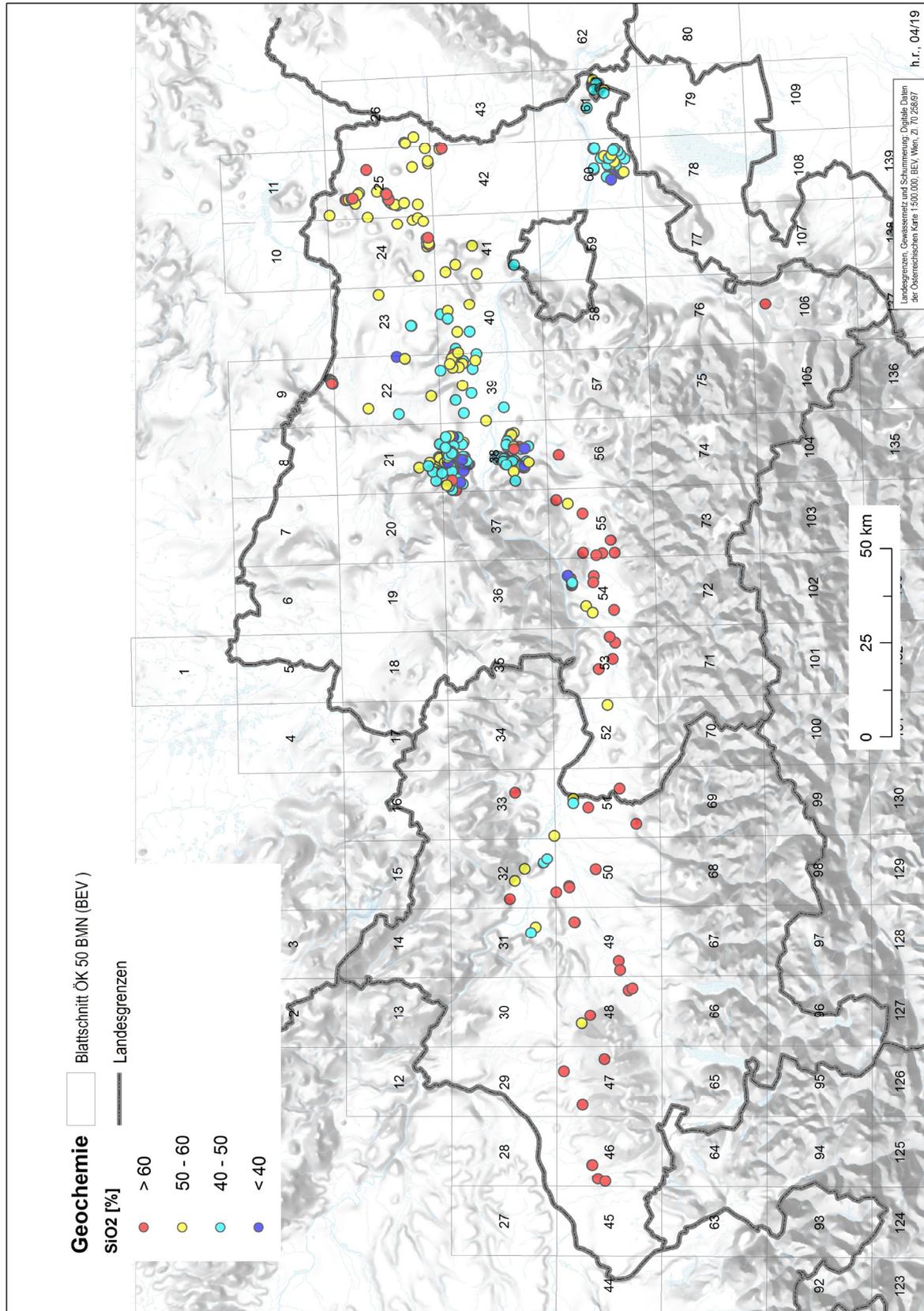


Abb. 6: Punktsymbolkarte der SiO₂ – Gehalte der Proben im Bearbeitungsgebiet.

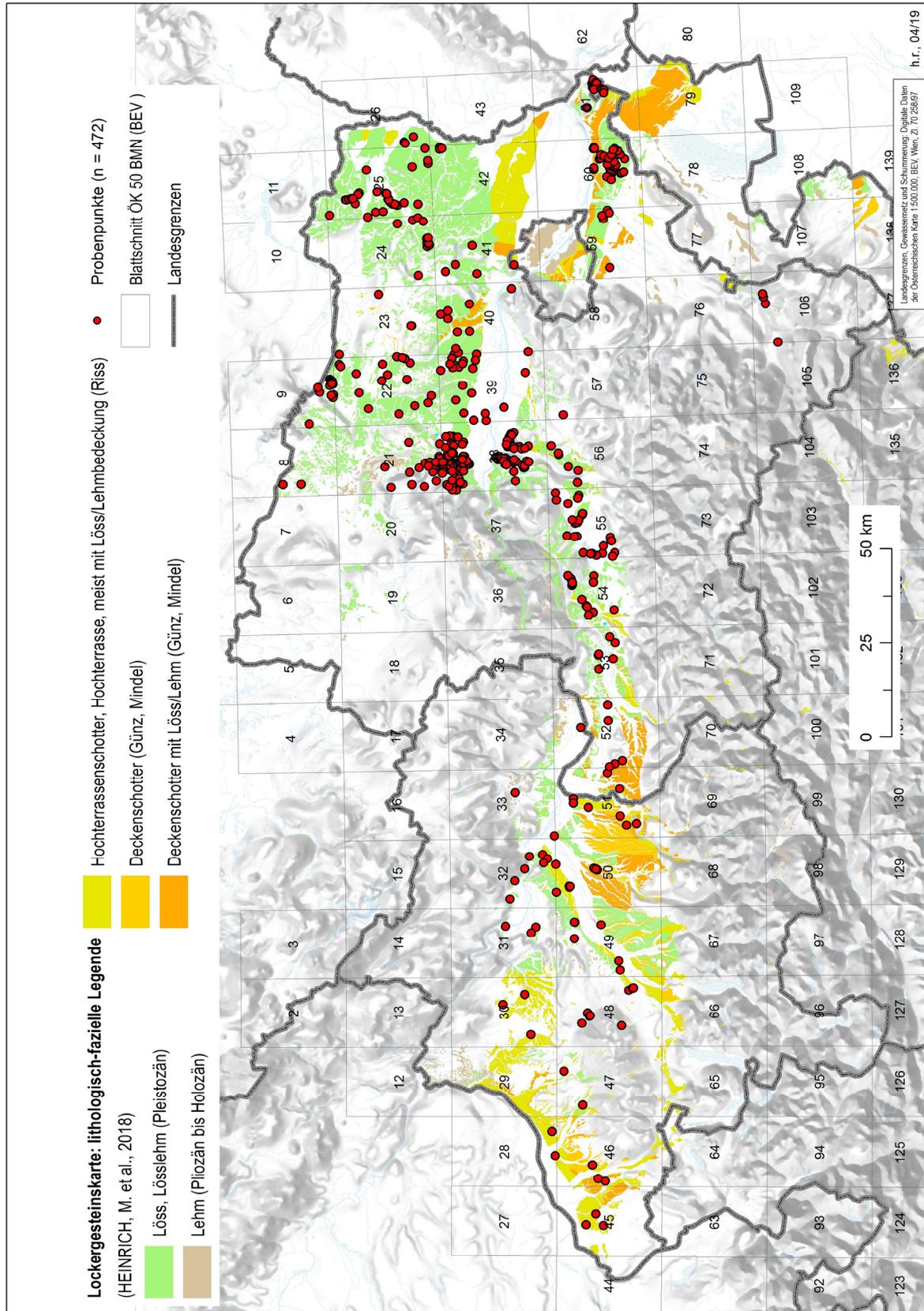


Abb. 7: Karte der Verbreitung der Lösslehm im Bearbeitungsgebiet.

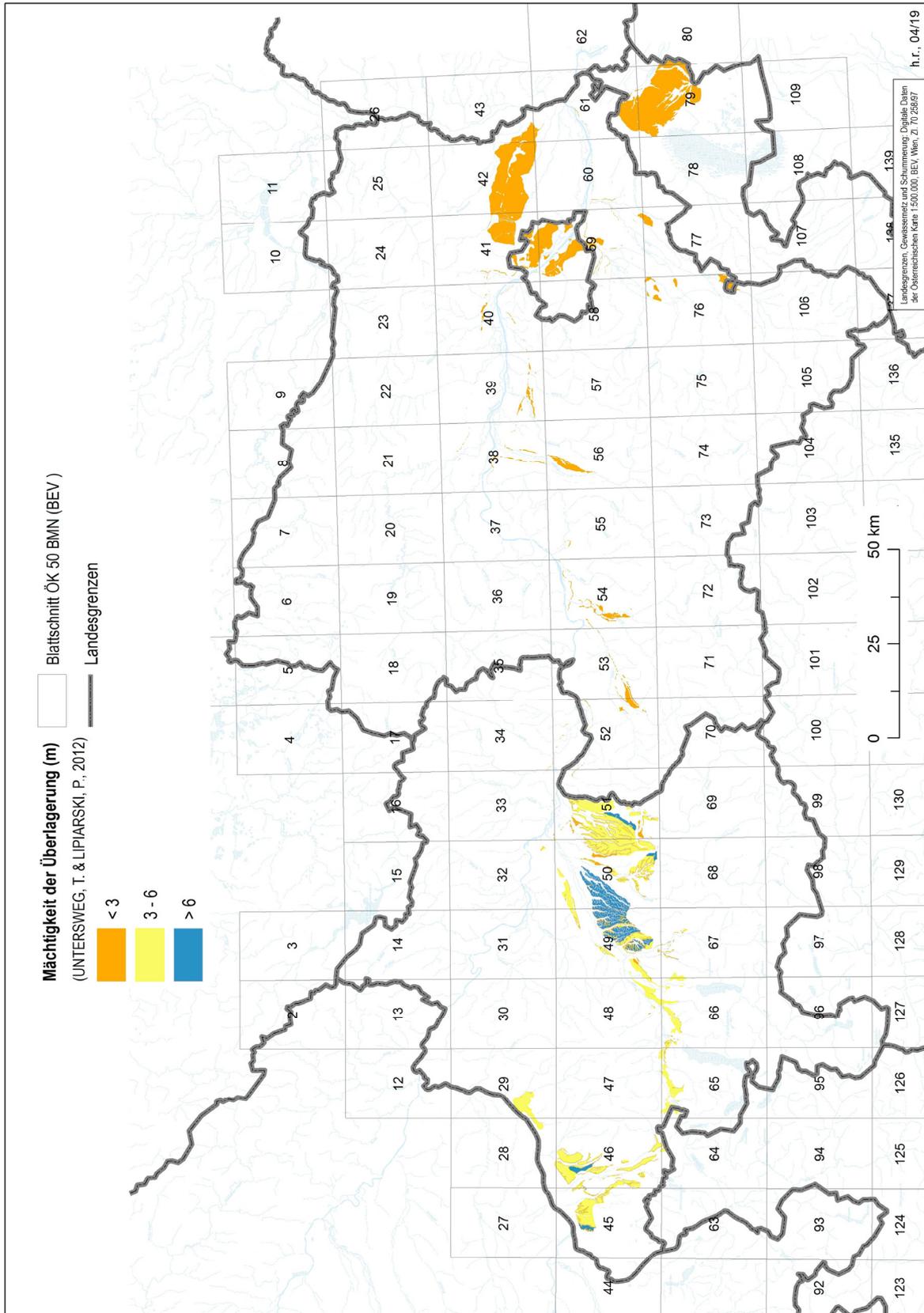


Abb. 8: Karte der Mächtigkeitsmodelle der Löss- und Lösslehme im Bearbeitungsgebiet.

Die **Mächtigkeit der Lössablagerungen** ist ein wesentlicher Aspekt bei der Beschreibung der Lagerstätten der Baurohstoffe Löss und Lösslehme und kann lokal, in Abhängigkeit von stratigraphischer Stellung, morphologischer Position bzw. Exposition zu Paläowindrichtungen, sehr unterschiedlich ausgebildet sein. Für den Raum der Traun-Enns-Platte in Oberösterreich wurde von Moser & Reitner (1998) eine Modellierung der Lössmächtigkeiten erstellt. Ebenso wurden im Rahmen der Arbeiten zum Österreichischen Rohstoffplan (Weber, 2012) Angaben zur Mächtigkeit erhoben und zugeordnet bzw. zur Modellierung der Mächtigkeit von Deckschichten herangezogen (Pfleiderer et al., 2012). Diese flächenhaft als GIS-Datensätze vorliegenden Angaben wurden im Rahmen eines Projektes zum Vollzug des Lagerstättengesetzes auf zusätzliche Regionen erweitert (Untersweg & Lipiarski, 2012). Zur Darstellung und Auswertung der Mächtigkeiten der Löss- und Lösslehmvorkommen im Bearbeitungsgebiet konnten diese in digitaler Form vorliegenden Mächtigkeitsmodellierungen herangezogen und eine Karte der Mächtigkeitsmodelle erstellt werden (Abb. 8). Für jene Löss- und Lösslehmgebiete, zu denen keine Mächtigkeitsmodellierungen verfügbar waren, wurden die Mächtigkeitsangaben aus Bohrprofilen von Aufschlussdatenbanken ausgehoben. Diese Datenbanken wurden von den Ämtern der Landesregierungen für Ober- bzw. Niederösterreich im Rahmen ihrer Kooperationen mit der Geologischen Bundesanstalt für die Projektarbeit zur Verfügung gestellt.

Zusätzlich wurden aus der relevanten Literatur vorliegende Karten zur Verbreitung bzw. Gliederung der Löss- und Lösslehmbezirke gescannt und georeferenziert in das GIS eingebunden. Des Weiteren wurden Geodatenkatalog und GIS-Projekt mit den digitalen Datenbeständen der geologischen Übersichts- und Detailkarten der Geologischen Bundesanstalt (www.geologie.ac.at) ergänzt. Für die weiterführende Interpretation und Auswertung wurden Höhen- und Niederschlagsmodelle eingebunden und diese räumlichen Informationen gemeinsam mit den Analysendaten in dem GIS-Projekt dargestellt.

Die für die Projektarbeiten aufgebaute GIS-Plattform beinhaltet somit die digitalen, georeferenzierten Datenbestände inhaltlich relevanter Fachthemen. Alle genannten Geodatensätze wurden den ProjektmitarbeiterInnen in einem zentralen Serververzeichnis der Geologischen Bundesanstalt abteilungsübergreifend bereitgestellt. Die in Geodatenbank und Geodatenkatalog erfassten Informationen wie Punktsymbolkarten, Löss- und Lösslehmverbreitungskarte, Mächtigkeitskarte und Bohrungsinformationen stellen wertvolle Grundlagen zur Ausweisung und Beschreibung der Löss- und Lösslehmbezirke dar.

Qualitätssicherung: Univariate deskriptive und explorative Datenanalyse

Für die Auswertung mit Hilfe der Statistikprogramms „R“ konnte mit Hilfe der R-Programmbibliothek „RODBC“ (Ripley, B. & Lapsley, M., 2017) auf die oben genannte Datentabelle in der Geodatabase zugegriffen werden. Die Daten konnten somit spezifisch ausgewählt und gruppiert werden. In Folge wurden für den Datenbestand mit „R“ statistische Kennzahlen berechnet, die Korngrößenangaben in Texturdreiecke der Österreichischen Bodenkartierung (Korngrößenanteile < 2 mm) eingetragen und Darstellungen für die explorative Datenanalyse (Histogramme, Streudiagramme, Boxplots und Summenkurven) erstellt (Filzmoser, 2015). Diese Auswertungen wurden sowohl für den Gesamtdatenbestand durchgeführt als auch für die Teildatenbestände (Lagerstättenbezirke, vgl. Kapitel 7) bereitgestellt. Die Darstellungen für den Gesamtdatenbestand sind in Anhang 2 enthalten. Diese Ergebnisse dienen zur Qualitätskontrolle und -sicherung der Daten und wurden in Folge für die

Beschreibung der Lagerstättenbezirke herangezogen. Einen Überblick über die statistischen Kennzahlen des gesamten Analysendatenbestandes zeigen die Tab. 4 bis 8.

Tab. 4: Statistische Kennzahlen der Korngrößenanalysen (Abkürzungen: Min. = Minimum, Q1 = 25%-Quartil, Q3 = 75%-Quartil, Max. = Maximum, MAD = mittlere absolute Abweichung vom Median, IQR = Interquartilabstand, Std.Abw. = Standardabweichung, N = Anzahl der Analysen).

Korngrößengruppen [%]	Min.	Q1	Median	Mittelwert	Q3	Max.	MAD	IQR	Std. Abw.	N
Kies	0,0	0,0	0,1	0,8	0,6	43,2	0,1	0,6	2,4	735
Grobkies	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,4	682
Mittelkies	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	19,3	0,0	0,0	1,1	682
Feinkies	0,0	0,0	0,1	0,6	0,5	15,5	0,1	0,5	1,4	682
Sand	0,6	6,5	11,3	14,3	19,1	81,8	8,5	12,5	11,3	735
Grobsand	0,0	0,1	0,4	1,1	1,2	26,8	0,6	1,1	2,1	729
Mittelsand	0,0	0,6	1,4	3,2	3,7	49,3	1,7	3,0	4,7	729
Feinsand	0,5	5,3	8,5	10,5	13,9	55,6	6,3	8,7	7,9	729
Silt	4,8	51,0	60,7	59,6	69,8	84,5	13,9	18,8	12,8	735
Grobsilt	2,5	21,8	28,7	29,2	35,8	66,7	10,4	14,0	9,9	729
Mittelsilt	1,2	15,0	20,2	19,4	23,5	36,3	6,2	8,5	5,7	729
Feinsilt	1,0	8,6	10,7	10,8	12,7	21,3	3,1	4,2	3,2	729
2 µm bis 20 µm	0	24,8	30,6	29,9	35,7	50,6	8,1	10,9	8,0	731
> 20 µm	12,8	35,9	45,4	44,7	53,5	91,0	13	17,6	13,5	731
Ton	4,3	17,7	22,5	25,3	31,0	58,0	9,0	13,3	10,7	735

Tab. 5: Statistische Kennzahlen der Gesamtmineralogieanalysen (Abkürzungen: Min. = Minimum, Q1 = 25%-Quartil, Q3 = 75%-Quartil, Max. = Maximum, MAD = mittlere absolute Abweichung vom Median, IQR = Interquartilabstand, Std.Abw. = Standardabweichung, N = Anzahl der Analysen).

Gesamtmineralogie [%]	Min.	Q1	Median	Mittelwert	Q3	Max.	MAD	IQR	Std. Abw.	N
Quarz	15	30	34	34,6	38,0	61	5,9	8,0	6,6	773
Feldspäte	3	10	13	13,4	16,1	41	4,5	6,1	5	773
Alkalifeldspat	0	2,6	4,1	4,5	6,0	33	2,5	3,4	2,59	738
Plagioklas_Albit	1	7	9	9,2	11	32	3,0	4	3,36	738
Schichtsilikate	11	24,8	30,9	33,8	42	70	11,6	17,2	12,02	773
Calcit	0	0,2	9,7	10,0	16	55,9	10,9	15,8	8,75	773
Dolomit	0	0,1	6,7	8,1	13,6	35	9,8	13,4	7,53	773

Tab. 6: Statistische Kennzahlen der Tonmineralogieanalysen (Abkürzungen: Min. = Minimum, Q1 = 25%-Quartil, Q3 = 75%-Quartil, Max. = Maximum, MAD = mittlere absolute Abweichung vom Median, IQR = Interquartilabstand, Std.Abw. = Standardabweichung, N = Anzahl der Analysen).

Tonmineralogie [%]	Min.	Q1	Median	Mittelwert	Q3	Max.	MAD	IQR	Std. Abw.	N
Smektit	0	18	29	30,8	43	87	19,0	25	18,1	689
Vermiculit	0	0	3	5,5	7	52	4,5	7	8,5	688
Illit	0	25	34	34,2	41	74	11,9	16	12,1	689
Chlorit	0	8	15,3	14,9	21	46	9,4	13	9,1	689
Kaolinit	0	10	13,6	14,9	19	44	6,5	9	7,6	685

Tab. 7: Statistische Kennzahlen der Gesteinschemieanalysen – Hauptelemente (Abkürzungen: LOQ = Nachweisgrenze, Min. = Minimum, Q1 = 25%-Quartil, Q3 = 75%-Quartil, Max. = Maximum, MAD = mittlere absolute Abweichung vom Median, IQR = Interquartilabstand, Std.Abw. = Standardabweichung, N = Anzahl der Analysen).

Gesteinschemie – Hauptelemente [%]	LOQ	Min.	Q1	Median	Mittelwert	Q3	Max.	MAD	IQR	Std. Abw.	N
SiO ₂	0,50	28,96	46,03	53,00	53,44	59,83	79,24	10,33	13,79	9,00	565
TiO ₂	0,01	0,20	0,56	0,69	0,68	0,79	1,14	0,17	0,23	0,15	565
Al ₂ O ₃	0,01	5,65	9,36	11,53	11,63	13,48	19,60	3,08	4,12	2,83	565
FeO	0,01	1,55	3,50	4,25	4,36	5,03	12,33	1,13	1,53	1,19	565
MnO	0,01	0,02	0,07	0,07	0,08	0,09	0,30	0,01	0,02	0,03	565
MgO	0,10	0,87	2,43	3,13	3,18	3,90	6,50	1,07	1,47	1,03	565
CaO	0,05	0,21	5,25	10,96	10,58	16,03	29,98	7,84	10,78	6,59	565
Na ₂ O	0,10	0,10	0,47	0,70	0,76	0,93	2,33	0,34	0,46	0,40	557
K ₂ O	0,01	0,86	1,58	1,96	1,94	2,22	4,67	0,46	0,64	0,43	565
P ₂ O ₅	0,01	0,02	0,09	0,14	0,25	0,50	1,19	0,11	0,41	0,19	565
SO ₃	0,01	0,01	0,03	0,04	0,07	0,06	1,23	0,02	0,03	0,10	514
H ₂ O ^{110°C}		0,22	0,75	1,00	1,22	1,37	14,50	0,42	0,62	1,17	510
H ₂ O		0,10	1,26	1,80	1,89	2,35	13,31	0,81	1,10	1,04	498
CO ₂	0,01	0,05	6,35	10,64	10,49	15,88	27,48	7,25	9,51	6,00	518

Tab. 8: Statistische Kennzahlen der Gesteinschemieanalysen – Spurenelemente (Abkürzungen: LOQ = Nachweisgrenze, Min. = Minimum, Q1 = 25%-Quartil, Q3 = 75%-Quartil, Max. = Maximum, MAD = mittlere absolute Abweichung vom Median, IQR = Interquartilabstand, Std.Abw. = Standardabweichung, N = Anzahl der Analysen).

Gesteins- chemie - Spuren- elemente [mg/kg]	LOQ	Min.	Q1	Median	Mittel- wert	Q3	Max.	MAD	IQR	Std. Abw.	N
Ba	1	164	293	372	365	425	665	94	132	87	539
Ce	1	28	69	78	77	85	115	12	16	13	249
Co	1	4	7	9	11	14	35	5	7	5	539
Cr	1	39	64	77	84	92	626	20	28	46	539
Cs	1	1	4	6	6	7	22	2	3	3	500
Cu	1	1	18	22	24	27	343	7	9	16	539
Ni	1	9	28	34	36	40	98	9	12	11	539
Pb	1	1	14	18	18	22	53	6	8	6	539
Rb	1	39	66	88	88	105	177	29	39	24	532
Sr	1	68	135	173	168	202	432	46	66	50	539
V	1	23	66	83	84	98	175	24	32	23	528
Y	1	14	25	29	29	33	46	6	8	6	525
Zn	1	1	50	62	62	72	137	17	22	17	539
Zr	1	85	268	314	318	363	662	70	95	71	539

Eine erste Darstellung der Korngrößenanteile zeigt eine Dominanz der Siltanteile im Datenbestand (Abb. 9). Werden die Korngrößenanteile der Proben in das Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung (Englisch & Kilian, 1998) eingetragen, so wird für den Gesamtdatenbestand ein Überwiegen der Kategorien „Schluff“ und „Lehm“ ersichtlich (Abb. 10 und Abb. 11). Im Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung werden auf der Abszisse die Tonanteile und auf der Ordinate die Siltanteile (Schluffanteile) aufgetragen. Da nur Korngrößen < 2 mm berücksichtigt werden, ergibt sich der Sandanteil aus der Differenz zu 100 %. An den Eckpunkten des Texturdreieckes finden sich die Bodenarten Ton, Schluff und Sand, im Zentrum Lehm, dazwischen existieren verschiedenste Übergangsformen. Zu Vergleichszwecken wurden die Analysendaten nach der jeweils dominierenden Korngrößenfraktion in Boxplot-Diagrammen dargestellt.

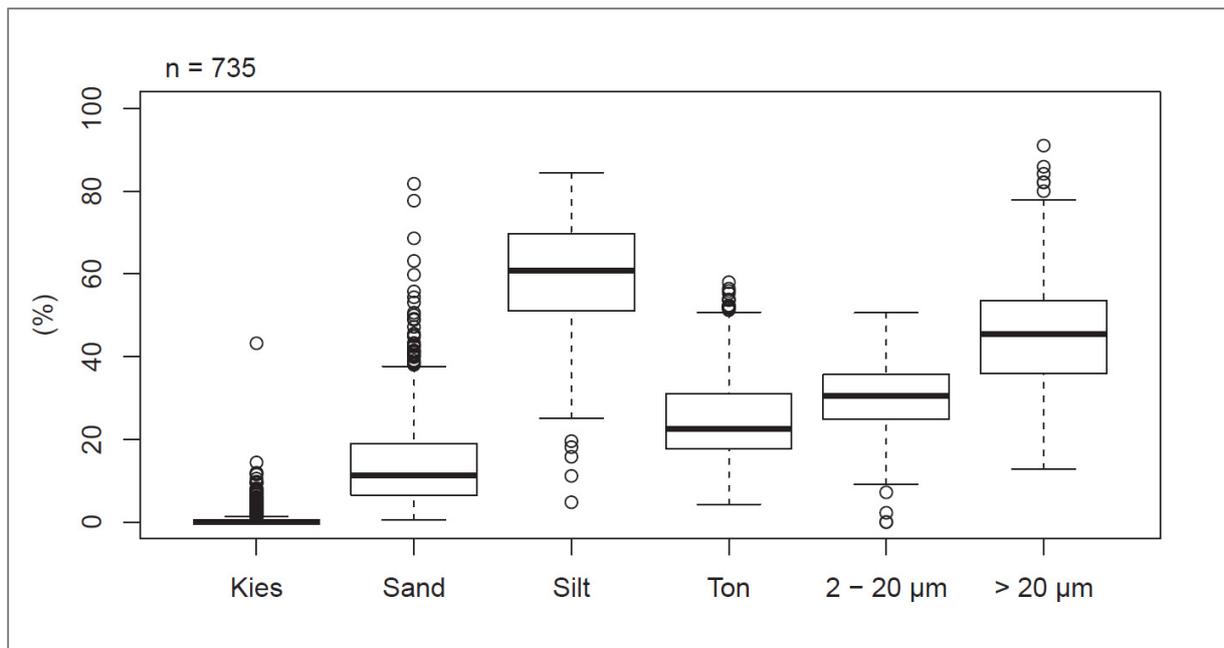
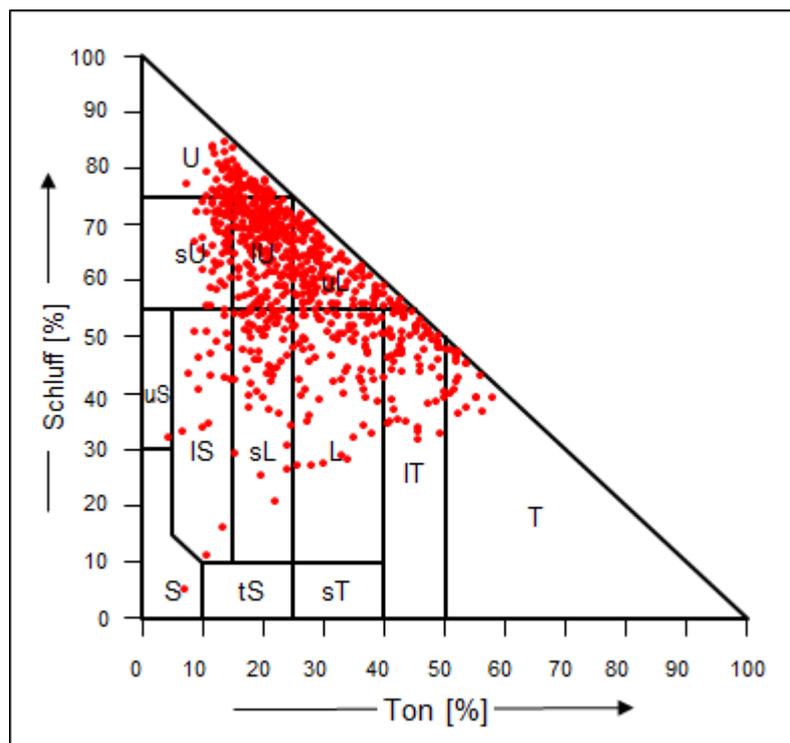


Abb. 9: Boxplots der Proben mit Korngrößenanalysen (Großgruppen).

**Bodenarten:**

S	Sand
uS	schluffiger Sand
IS	lehmiger Sand
tS	toniger Sand
sU	sandiger Schluff
U	Schluff
IU	lehmiger Schluff
sL	sandiger Lehm
L	Lehm
uL	schluffiger Lehm
sT	sandiger Ton
uT	schluffiger Ton
IT	lehmiger Ton
T	Ton

Abb. 10: Kategorisierung der Proben mit Korngrößenanalysen ($n = 735$) nach dem Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung (Korngrößenanteile < 2 mm).

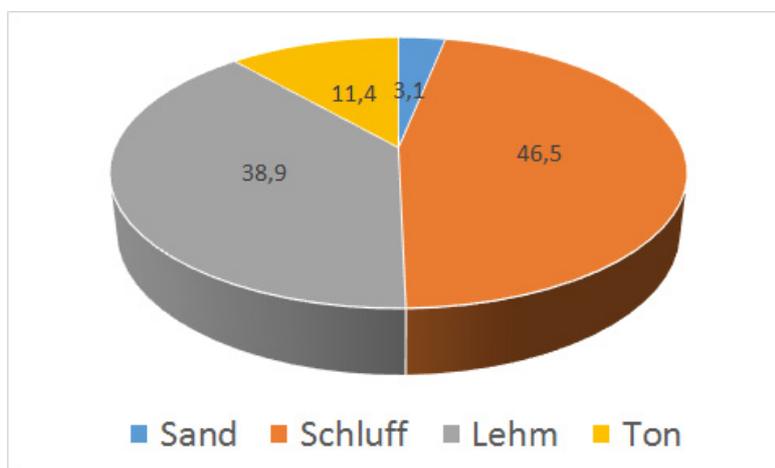


Abb. 11: Anteile der Probenkategorien nach dem Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung (Korngrößenanteile < 2 mm, Angaben in Prozent).

Eine Boxplotdarstellung der Analysenergebnisse der Gesamtmineralogie zeigt die Dominanz der Anteile an Quarz und Schichtsilikaten (Abb. 12).

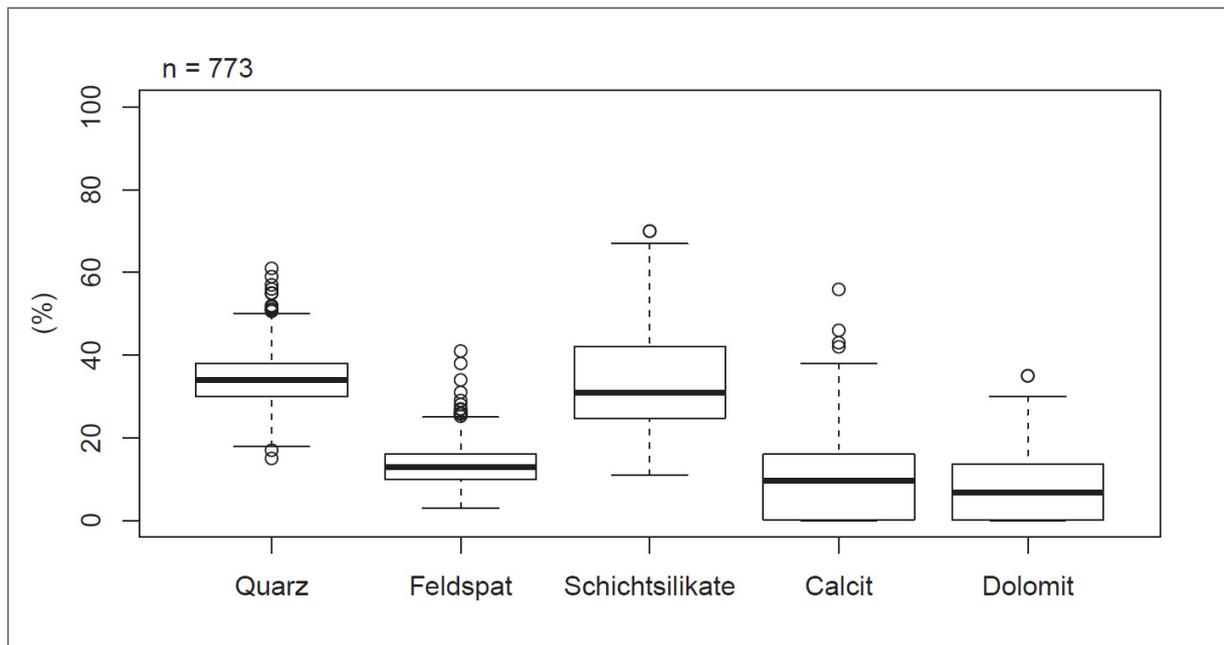


Abb. 12: Boxplots der Proben mit Analysen der Gesamtmineralogie.

Werden die Calcit- und Dolomitanteile aufsummiert und gemeinsam als Karbonatgehalt ausgewiesen, so ist bei der Auswertung nach dem Texturdreieck der geringe Karbonatanteil in der Texturgruppe der Tone sehr markant (Abb. 13). Unterschiede in den Quarzgehalten sind in den Texturgruppen nicht sehr deutlich ausgeprägt (Abb. 14), die Schichtsilikatgehalte zeigen für die Texturgruppen einen ansteigenden Trend, der von der Sand- zu der Tongruppe verläuft (Abb. 15). Gegenläufig dazu nehmen die Feldspatgehalte von den Sanden zu den Tonen ab (Abb. 16).

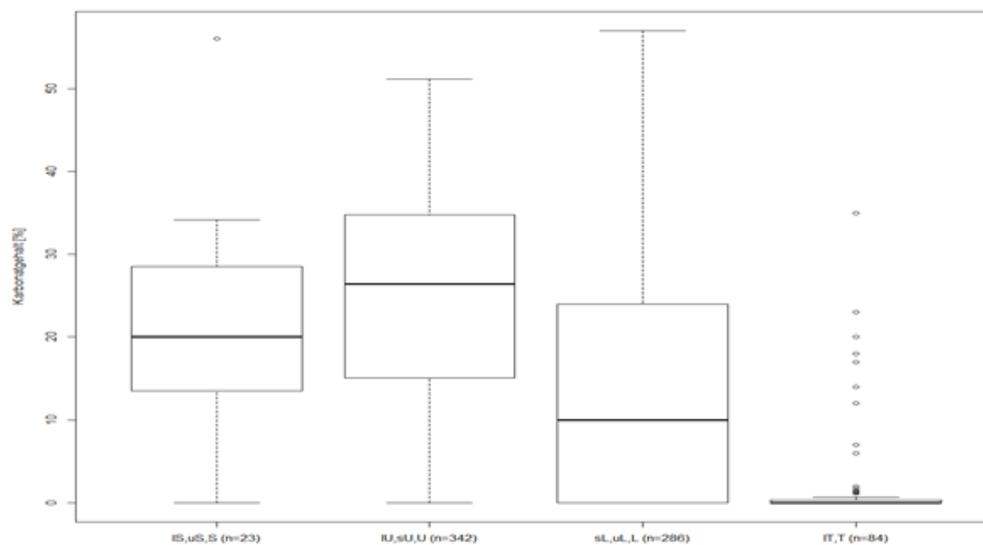


Abb. 13: Boxplots der Karbonatgehalte (Calcit + Dolomit) der Proben mit Gesamtmineralogieanalysen, gruppiert nach dem Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung.

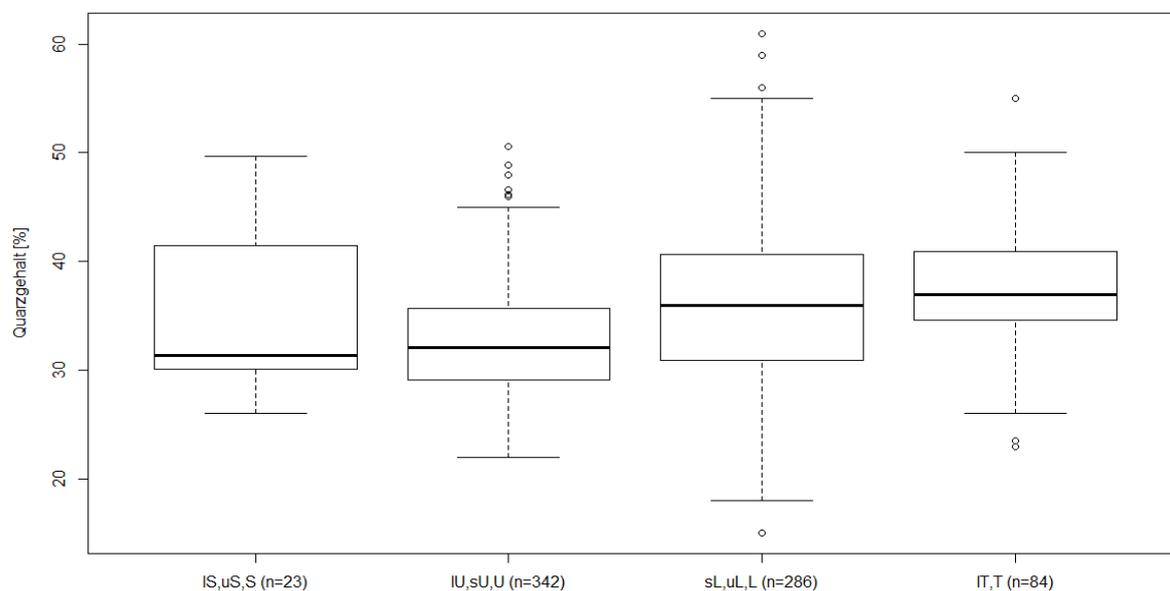


Abb. 14: Boxplots der Quarzgehalte der Proben mit Gesamtmineralogieanalysen, gruppiert nach dem Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung.

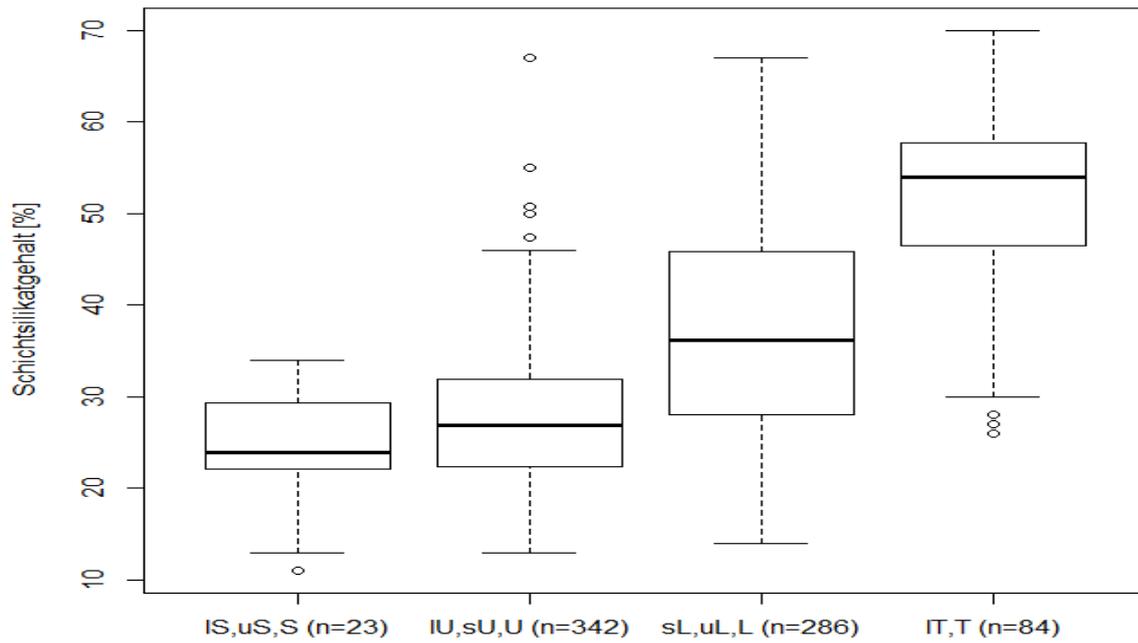


Abb. 15: Boxplots der Schichtsilikatgehalte der Proben mit Gesamtmineralogieanalysen, gruppiert nach dem Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung.

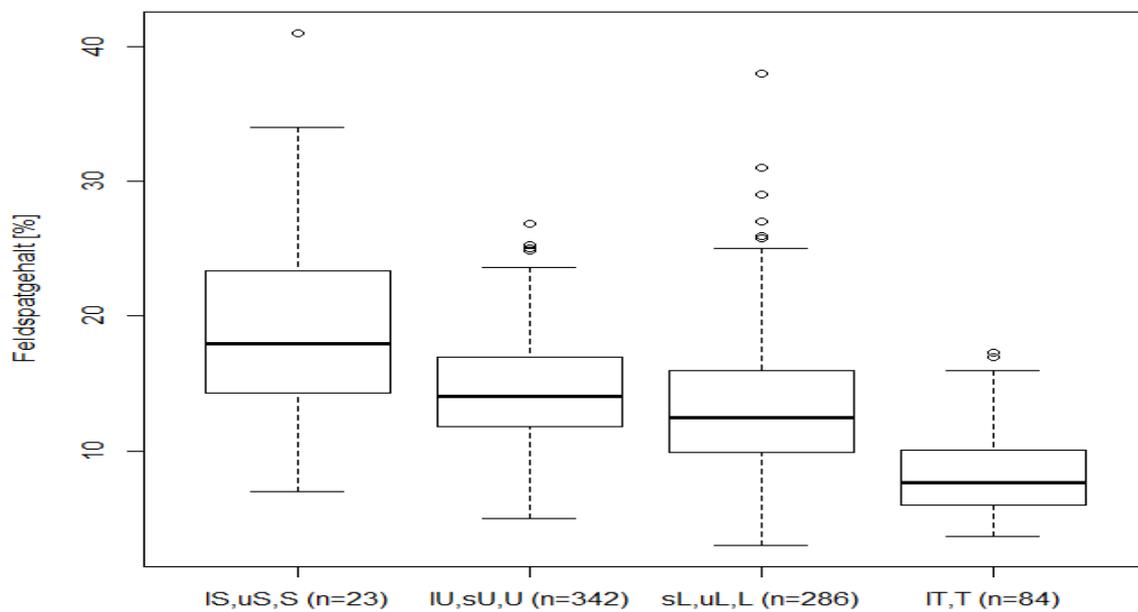


Abb. 16: Boxplots der Feldspatgehalte der Proben mit Gesamtmineralogieanalysen, gruppiert nach dem Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung.

Bei den Tonmineralen dominieren im Gesamtdatenbestand die Anteile an Smektit und Illit (Abb. 17).

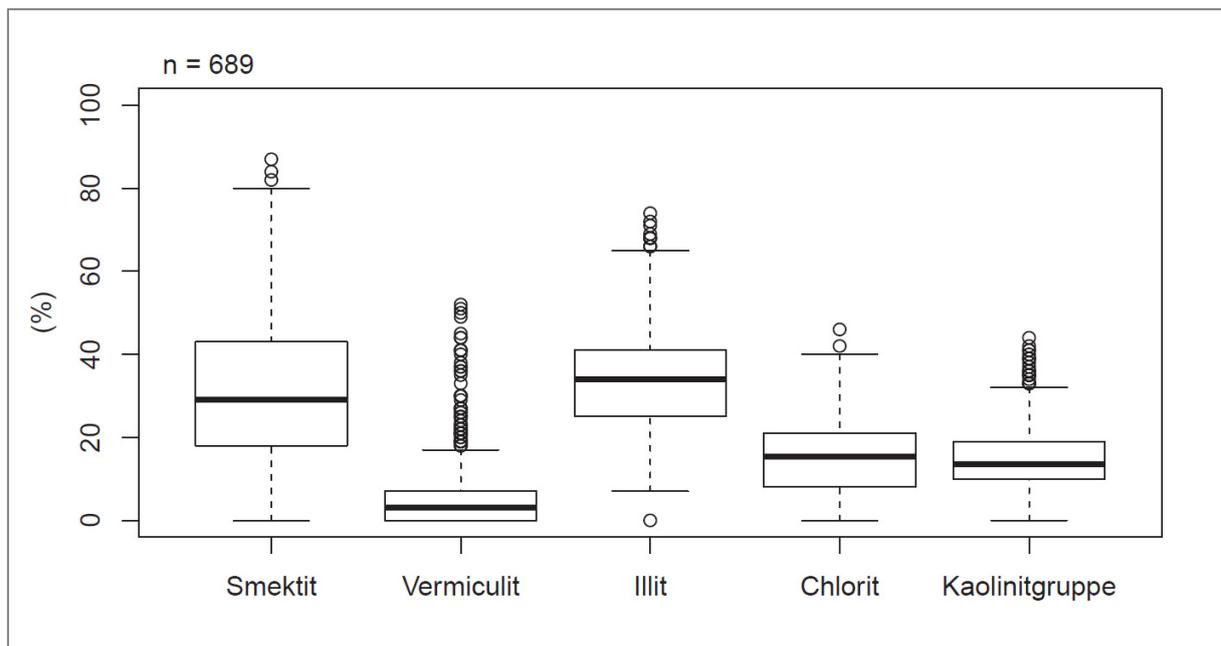


Abb. 17: Boxplots der Proben mit Analysen der Tonmineralogie.

Explorative und deskriptive Datenanalyse, Regressionsanalysen mit Methoden der mathematischen Statistik für Kompositionsdaten

Der Gesamtdatenbestand wurde zusätzlich vom Projektpartner Forschungsgruppe Computational Statistics (CSTAT, Technische Universität Wien) unter Anwendung von Methoden der mathematischen Statistik für Kompositionsdaten untersucht. In den Analysedaten sind die Messwerte der Bestandteile in den Proben in Form von Anteilsangaben (Einheiten in Prozent – Gewichtsprozent bzw. mg/kg) enthalten. Für diese Art von Daten wird in der mathematischen Statistik der Begriff Kompositionsdaten verwendet. Für die Auswertung von Kompositionsdaten stellt die mathematische Statistik spezielle Methoden zur Verfügung (Aitchison, 1986; Pawlowsky-Glahn et al.; 2015, Filzmoser et al., 2018). Diese Methoden berücksichtigen, dass die Angaben nicht in Form von absoluten Gehalten, sondern als relative Anteile vorliegen, und somit für die überwiegende Anzahl von Fragestellungen die Verhältnisse der Anteile als relevante Information betrachtet werden. Da der Wertebereich der Daten begrenzt ist (z.B. können Prozentangaben einen Zahlenwert zwischen Null und Hundert einnehmen), sind mathematische Methoden, die auf euklidischen Distanzen basieren, nicht für deren Auswertung geeignet, sondern eine speziell für Kompositionsdaten entwickelte Distanzmessung wird zur Anwendung gebracht (Egozcue & Pawlowsky-Glahn, 2006). Die Betrachtung von Unterschieden oder Ähnlichkeiten in diesen Daten sollte somit nicht unter Messung der euklidischen Abstände, wie z.B. bei den klassischen statistischen Methoden, erfolgen. In konventionellen (multivariaten) statistischen Methoden sind vielfach lineare euklidische Distanzen zentraler Bestandteil der mathematischen Algorithmen. Werden z.B. geochemische Kompositionsdaten mit konventionellen (multivariaten) statistischen Methoden ausgewertet, wird die Interpretation der Ergebnisse auf Grund der genannten

Eigenschaften erschwert (Chayes, 1960; Rollinson, 1995). So können z.B. bei der Berechnung von Korrelationskoeffizienten für Kompositionsdaten verstärkt negative Werte auftreten, die auf Grund des begrenzten Wertebereichs mathematisch bedingt hervorgerufen werden (Pearson, 1897) und nicht auf Zusammenhängen in den Daten beruhen. Durch die Anwendung von speziell für Kompositionsdaten entwickelte geeignete Transformationen können jedoch euklidische Distanzen zur Auswertung der transformierten Kompositionsdaten verwendet werden. Damit wird für die Ergebnisse multivariater statistischer Methoden eine wesentliche Verbesserung in der Interpretierbarkeit von Kompositionsdaten in Aussicht gestellt (Pawlowsky-Glahn et al., 2015). Die speziell für die Auswertung von Kompositionsdaten entwickelten Softwareprodukte (Templ et al., 2008; Filzmoser et al., 2012; Hron & Filzmoser, 2013) wurden bei der Auswertung im gegenständlichen Projekt angewendet. Eine weiterführende Beschreibung der Grundlagen und der Methoden zur Analyse von Kompositionsdaten ist in den oben genannten Literaturzitierten enthalten.

Für die Darstellung der Unterschiede in den Berechnungsergebnissen zwischen konventionellen Methoden (Verwendung der Datenwerte in Prozentangaben) und Methoden für Kompositionsdaten (Verwendung der transformierten Datenwerte) kann für die im Projekt vorliegenden Analysedaten als Beispiel die Korrelationsanalyse der gesamtmineralogischen Analysen herangezogen werden. Bei Berechnung der paarweisen Korrelationskoeffizienten für die Daten der Gesamtmineralogie unter Verwendung der Prozentangaben (Abb. 18, links) wird z.B. für die Gehalte an Feldspäten und Schichtsilikaten ein negativer Korrelationskoeffizient (-0,35) als Ergebnis ausgewiesen. Im Gegensatz dazu zeigt die Berechnung für die transformierten Daten (Abb. 18, rechts) einen positiven Korrelationskoeffizienten (0,66). Dieses Beispiel zeigt, dass für die weiterführende Interpretation und wissenschaftliche Auswertung wesentliche Unterschiede je nach Auswahl der Berechnungsmethoden vorliegen.

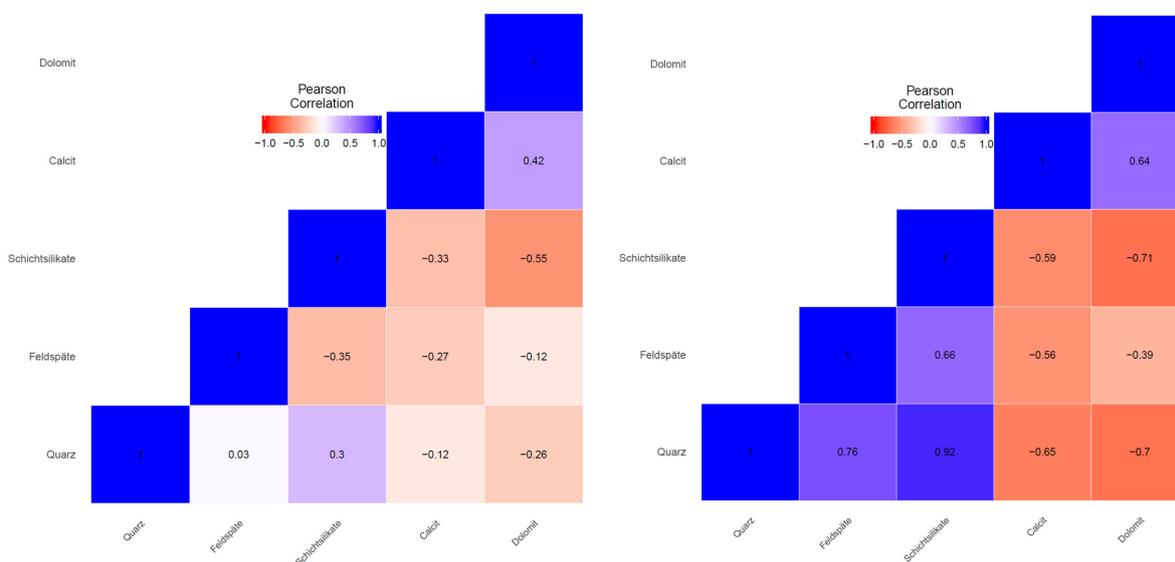


Abb. 18: Vergleich Korrelationskoeffizienten der Gesamtmineralogie (links) und der Gesamtmineralogie clr-transformiert (rechts)

Die Ergebnisse der Auswertungen des Projektpartners CSTAT mit Methoden der mathematischen Statistik für Kompositionsdaten dienen zur Beschreibung des Gesamtdatenbestandes. Im

gegenständlichen Projekt sollten mit Hilfe explorativer Datenanalyse unter Anwendung multivariater statistischer Methoden die Löss- und Lösslehmproben auf Basis der Analysenergebnisse in Gruppen mit ähnlichen Eigenschaften gegliedert werden. Auf Grund der im Vergleich zu den beantragten Mitteln für diesen Projektteil reduzierten genehmigten Mittel konnten die geplanten multivariaten Auswertungen nicht in vollem Umfang durchgeführt werden. Cluster- und Diskriminanzanalysen wurden deswegen nicht durchgeführt. Als Ersatz wurden die vorgesehenen explorativen Auswertungen in Form von Boxplots auf regionale Auswertungen ausgedehnt und mittels Kartendarstellungen kombiniert dargestellt. Zusätzlich konnten vom CSTAT im Anschluss an die explorativen Auswertungen noch multivariate Regressionsanalysen durchgeführt werden, mit denen Querbezüge zwischen den unterschiedlichen Analysenmethoden verdeutlicht werden konnten. Somit konnten auch mit den geringeren verfügbaren Projektmitteln regionale Unterschiede bzw. Homogenbereiche in den Analysendaten identifiziert werden. Im nachfolgenden Textteil werden ausgewählte Ergebnisse beschrieben und interpretiert, die gesamten Auswertungen sind vollständig in Anhang 3 enthalten.

Bei den statistischen Auswertungen wurden die Analysendaten zuerst in CLR (centered-log-ratio) bzw. ILR (isometric-log-ratio) Koordinaten transformiert und in Folge die transformierten Daten verwendet. Dabei wurden die verschiedenen Analysenarten (Korngrößenanalytik, Gesamtmineralogie, Tonmineralogie und Geochemie) getrennt ausgewertet. Deskriptive und explorative Auswertungen dienen zur Beschreibung des gesamten Datenbestandes und zur Beschreibung des Datenbestandes nach Teilgruppen.

Mit Hilfe univariater Auswertungen wurden in Kombination von Einzelementkarten und Boxplots räumliche Unterschiede und Homogenbereiche im Gesamtdatenbestand dargestellt (Anhang 3, Kapitel 2.3), die Ergebnisse der Auswertungen sind als Vorstufe der Ausweisung der einzelnen Lagerstättenbezirke (Kapitel 7) zu betrachten. Für die Analysedaten wurden dazu die Perzentile der jeweiligen (clr-transformierten) Analysengehalte berechnet, die Probenpunkte mit einer Farbabstufung gemäß den 10 % Schritten der Perzentile versehen und somit farblich klassifiziert in der Kartendarstellung eingetragen. Zusätzlich wurden die Proben nach ihrer Lage im Arbeitsgebiet von West nach Ost definierten Meridianstreifen gemäß ihrer geographischen Längenangabe zugeordnet und somit gruppiert, für diese Teilkollektive wurden jeweils Boxplots der (clr-transformierten) Gehalte erstellt und den nach Meridianstreifen gegliederten Kartendarstellungen grafisch gegenübergestellt. Diese Auswertungen sollten, unabhängig von der vorgegebenen Gliederung in Landschaftstypen nach Fink, den Probenbestand auf von West nach Ost verlaufende Trends bzw. Gruppierungen überprüfen. Untenstehend werden einzelne markante Beispiele davon dargestellt.

In den Korngrößengehalten ist eine Abnahme der Dominanz der Tonanteile nach Osten im Gegensatz zu den größeren Korngrößenanteilen sichtbar (Abb. 19).

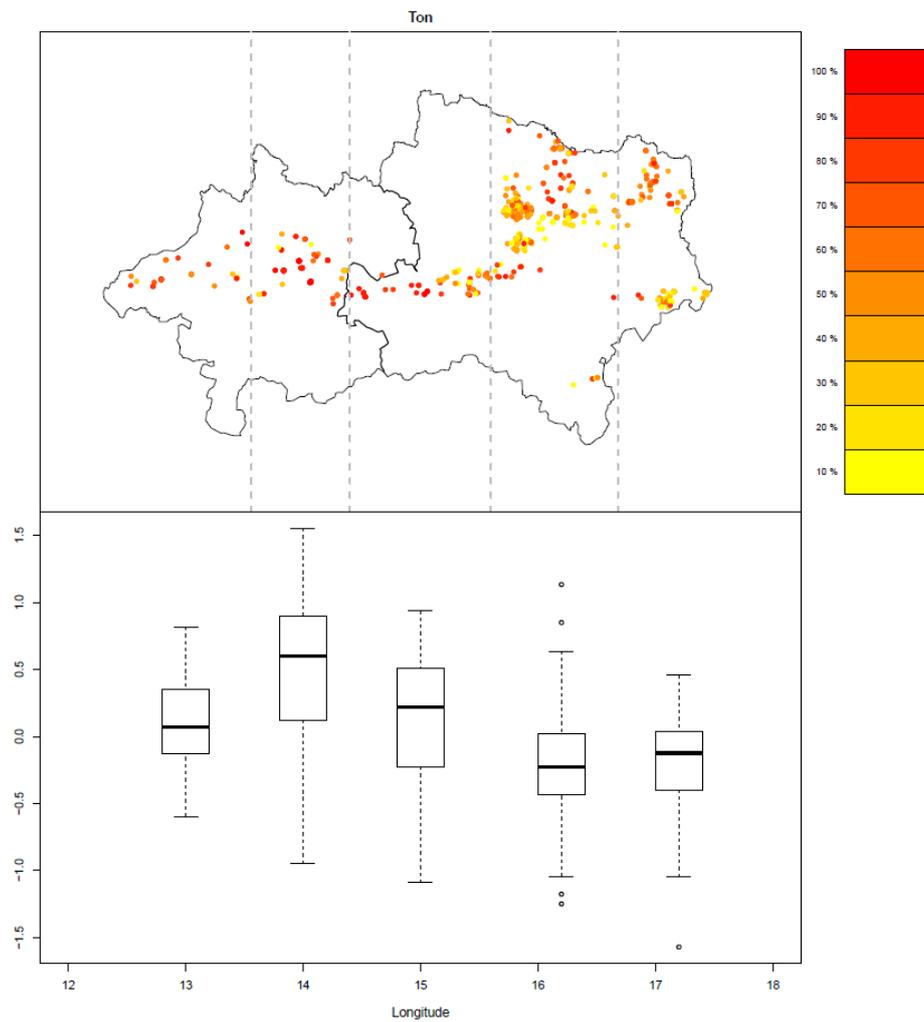


Abb. 19: Regionale Verteilung der (clr-transformierten) Tongehalte, Gegenüberstellung der Kartendarstellung des Gesamtdatenbestandes (nach Perzentilen klassifiziert) und der Boxplots der Teilgruppen (nach Meridianstreifen gruppiert).

Für die gesamtmineralogischen Analysen zeigen diese kombinierten Darstellungen gleichlautend für die Gehalte an Schichtsilikaten einen Trend zu abnehmender Dominanz von West nach Ost (Abb. 20).

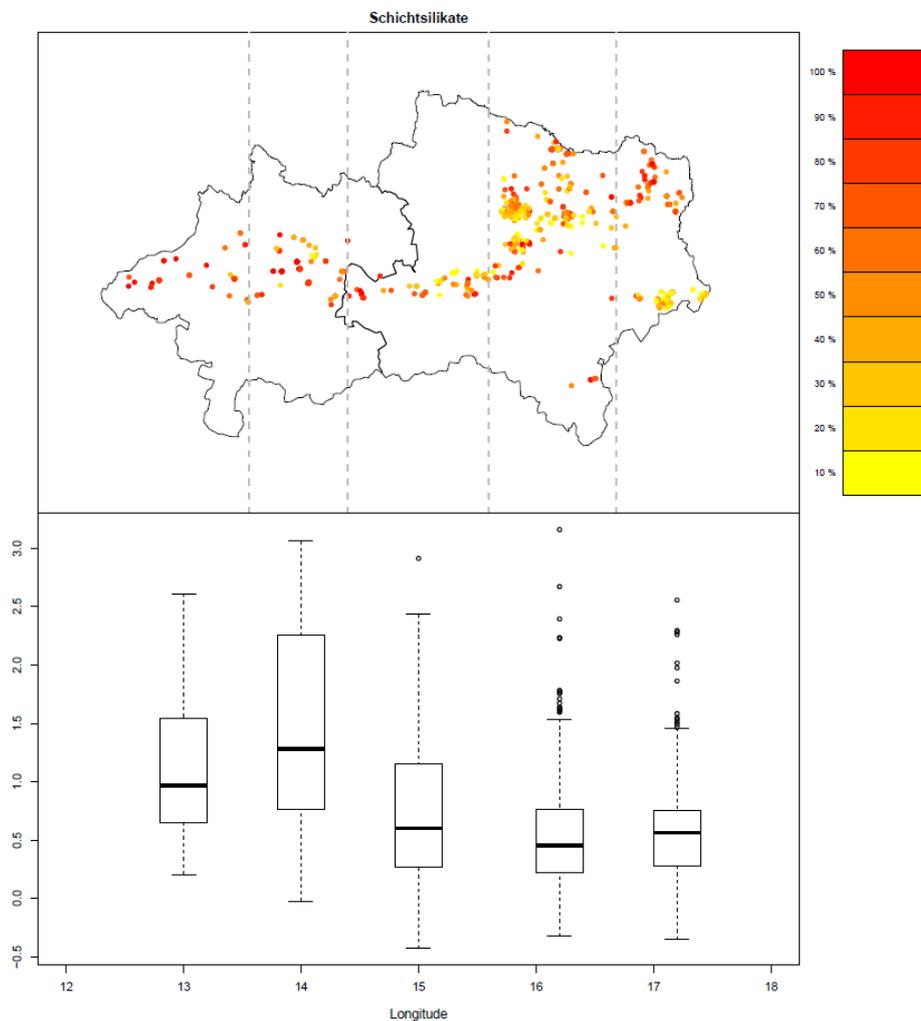


Abb. 20: Regionale Verteilung der (clr-transformierten) Schichtsilikatgehalte, Gegenüberstellung der Kartendarstellung des Gesamtdatenbestandes (nach Perzentilen klassifiziert) und der Boxplots der Teilgruppen (nach Meridianstreifen gruppiert).

In den tonmineralogischen Analysen sind die westlichen Meridianstreifen durch geringere Dominanz der Chloritgehalte gekennzeichnet (Abb. 21).

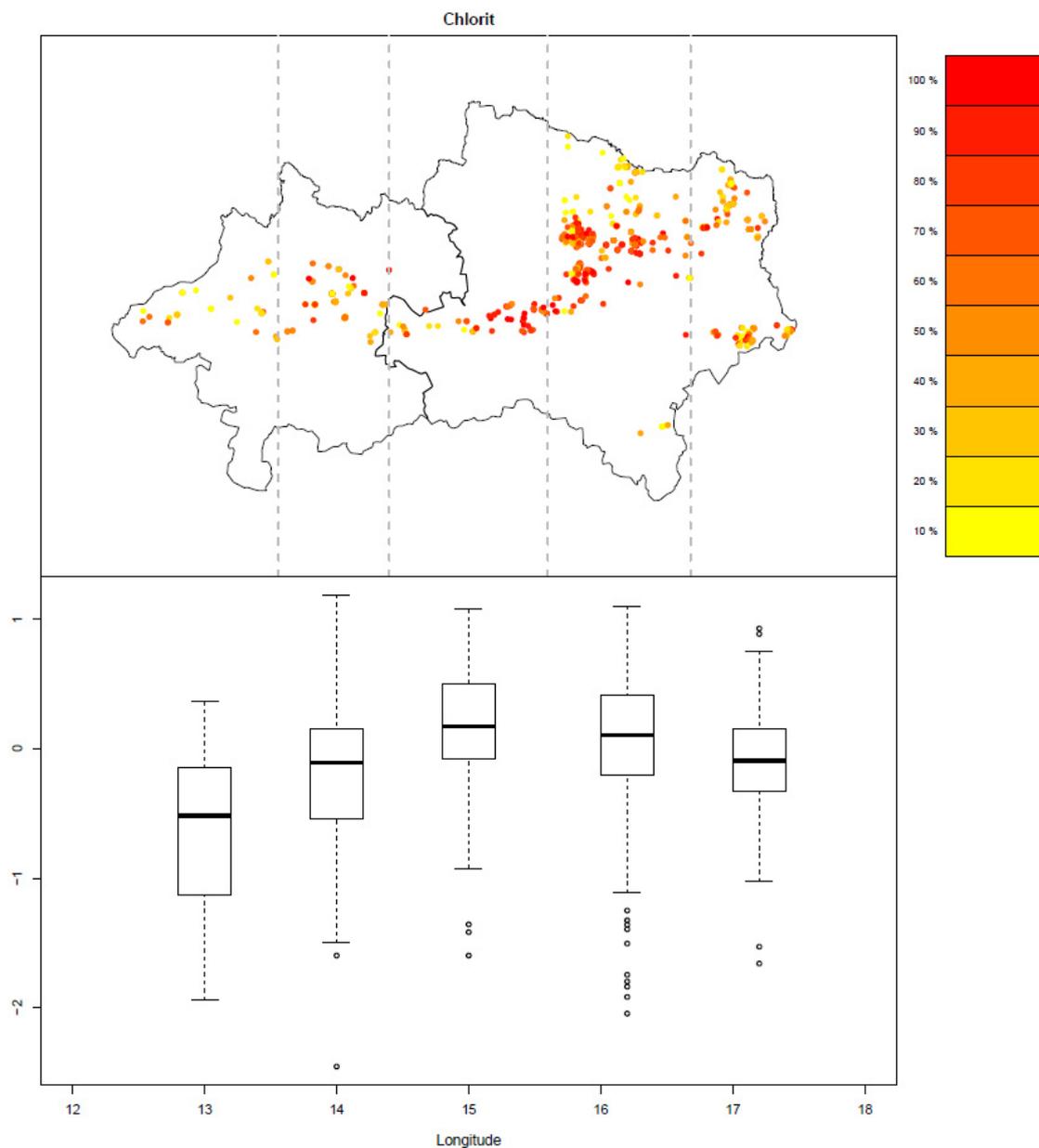


Abb. 21: Regionale Verteilung der (clr-transformierten) Chloritgehalte, Gegenüberstellung der Kartendarstellung des Gesamtdatenbestandes (nach Perzentilen klassifiziert) und der Boxplots der Teilgruppen (nach Meridianstreifen gruppiert).

In den Hauptelementgehalten wird für die östlichen Meridianstreifen geringere Dominanz für die Gehalte an Al_2O_3 (sowie auch für SiO_2 , TiO_2 und K_2O) verzeichnet (Abb. 22), während die Gehalte an CaO (und auch CO_2) in den östlichen Meridianstreifen dominieren (Abb. 23).

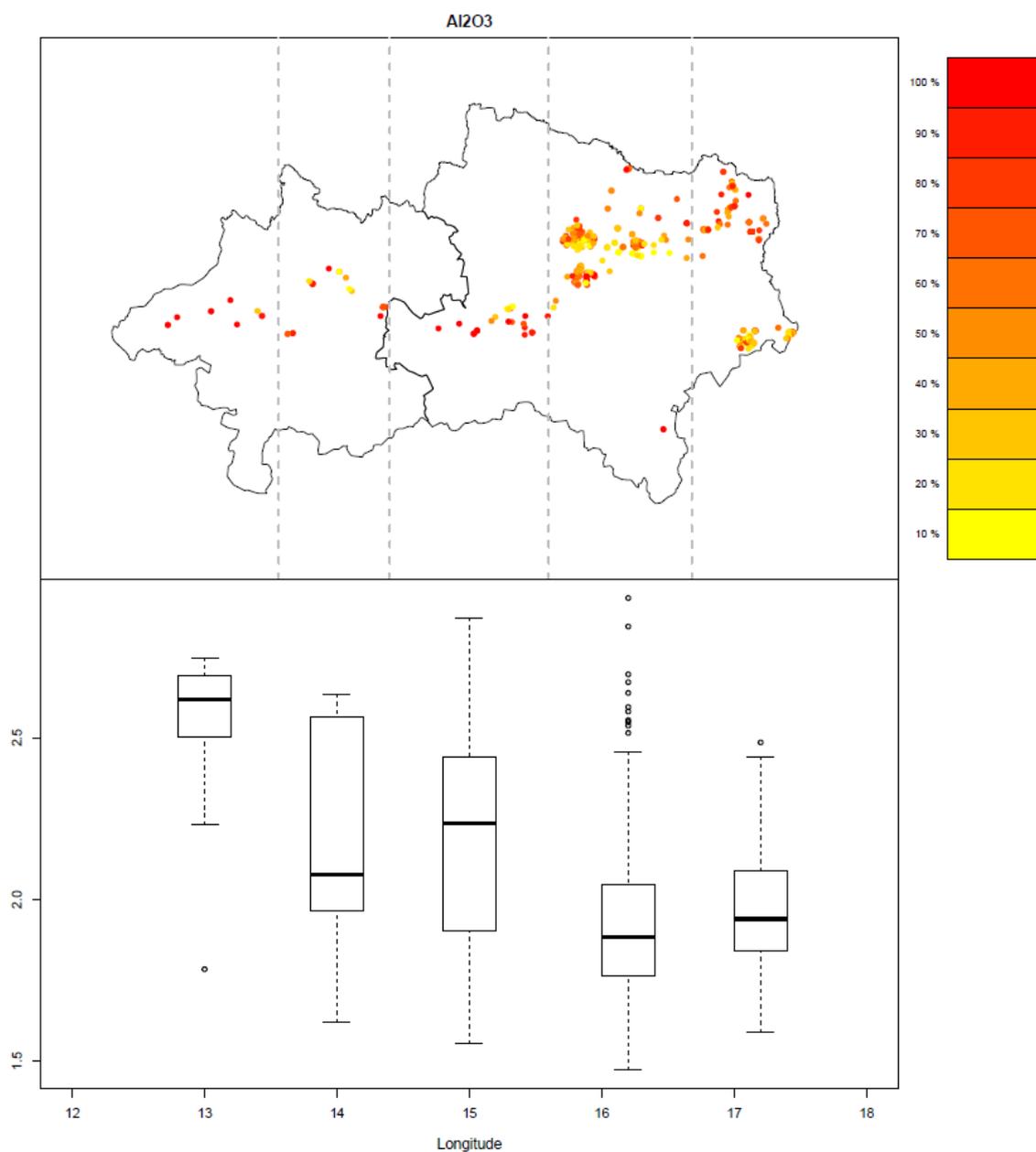


Abb. 22: Regionale Verteilung der (clr-transformierten) Gehalte an Al_2O_3 , Gegenüberstellung der Kartendarstellung des Gesamtdatenbestandes (nach Perzentilen klassifiziert) und der Boxplots der Teilgruppen (nach Meridianstreifen gruppiert).

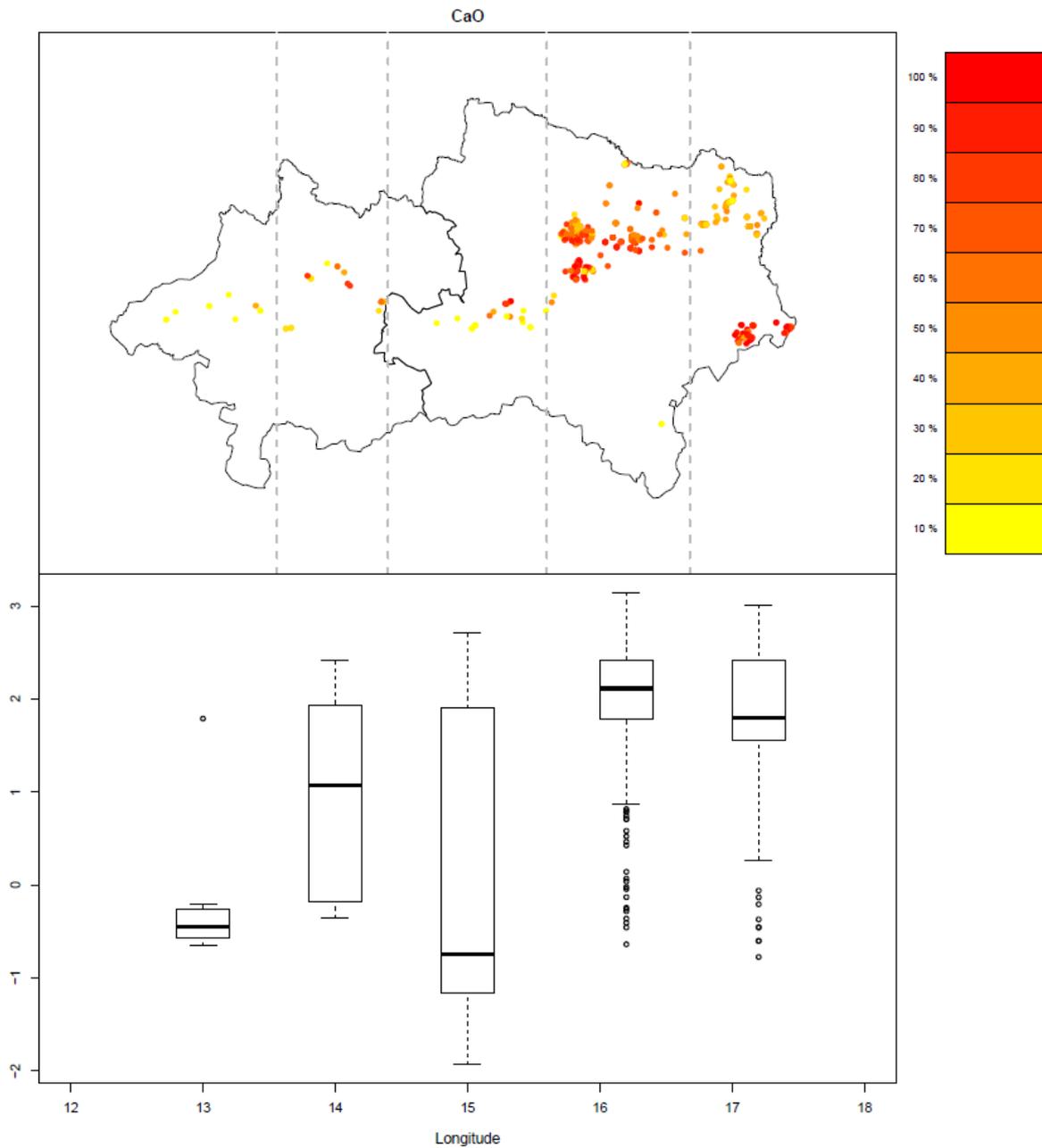


Abb. 23: Regionale Verteilung der (clr-transformierten) Gehalte an CaO, Gegenüberstellung der Kartendarstellung des Gesamtdatenbestandes (nach Perzentilen klassifiziert) und der Boxplots der Teilgruppen (nach Meridianstreifen gruppiert).

Bei den Spurenelementen zeigen besonders die Strontiumgehalte einen Trend der zunehmenden Dominanz von West nach Ost (Abb. 24).

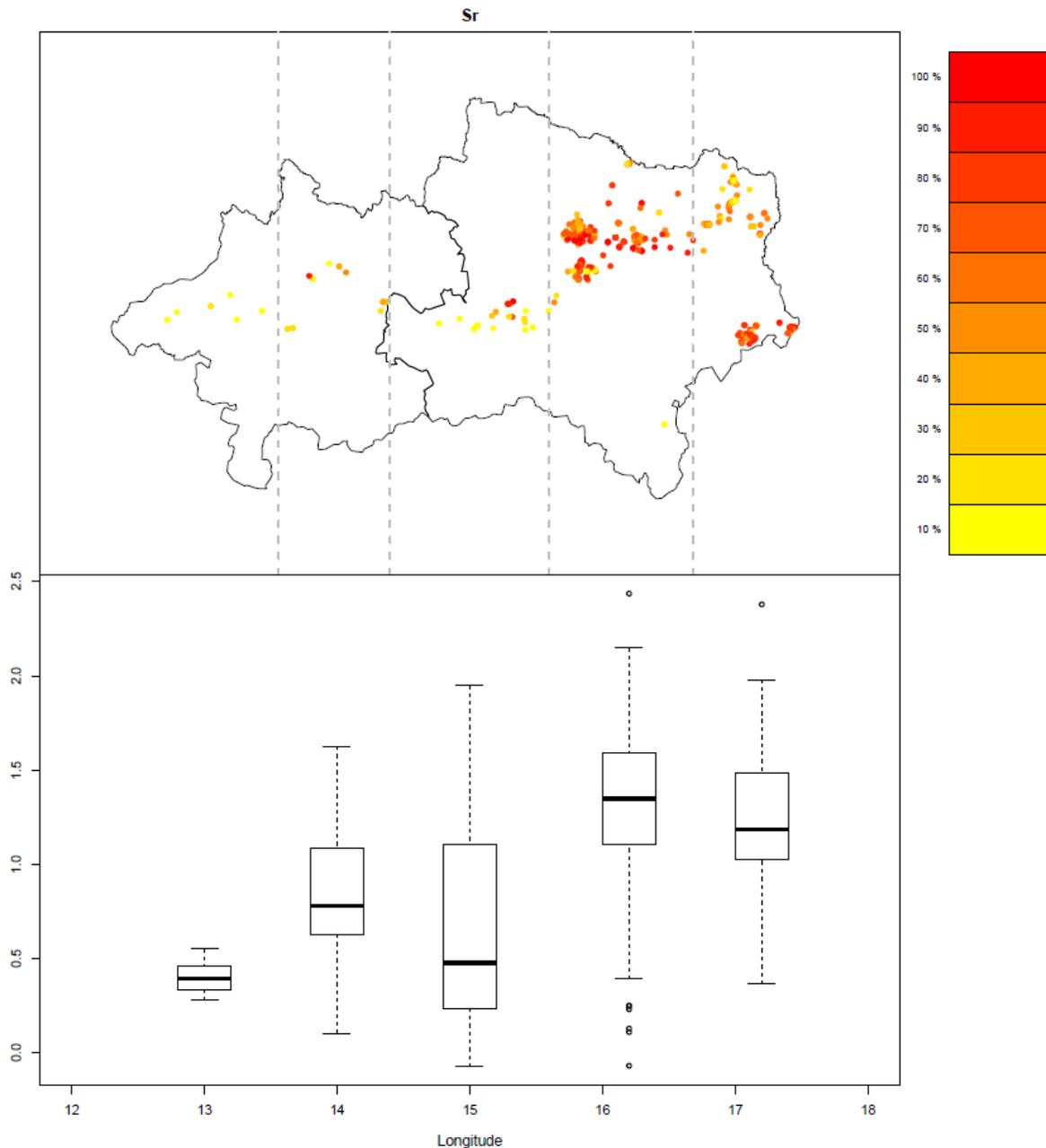


Abb. 24: Regionale Verteilung der (clr-transformierten) Gehalte an Strontium, Gegenüberstellung der Kartendarstellung des Gesamtdatenbestandes (nach Perzentilen klassifiziert) und der Boxplots der Teilgruppen (nach Meridianstreifen gruppiert).

Aus diesen Beispielen ist ersichtlich, dass die Boxplot Auswertungen der von West nach Ost nach Meridianstreifen ausgewählten Teilgruppen der Proben zur Darstellung der räumlich auftretenden Unterschiede bzw. Homogenbereiche geeignet sind. In den Kartendarstellungen sind jedoch auch weitere, z.B. von Nord nach Süd verlaufende Gruppierungen bzw. Trends der Analysevariablen ersichtlich. Diese räumlich angeordneten Cluster stellen eine weitere Grundlage für die Ausweisung der einzelnen Lagerstättenbezirke dar.

Zusätzlich wurden für die Analyse der Homogenbereiche bzw. um Unterschiede im Probenbestand aufzuzeigen auch zwei Gruppierungsansätze aus der Literatur herangezogen. Die erste Gruppierung wurde gemäß den Verwendungsklassen I, II, III und IV in dem Dreiecksdiagramm nach Winkler (1954) vorgenommen. Dazu wurden jene Proben verwendet, für die Korngrößenanalysen zur Verfügung standen (Abb. 25, Tab. 9, Abb. 26 und Abb. 27).

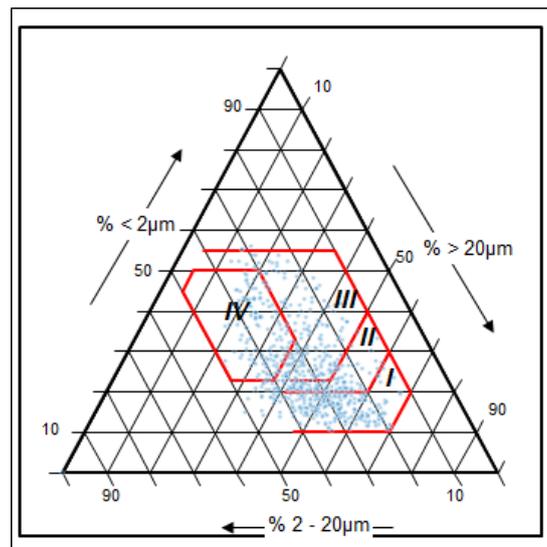


Abb. 25: Kategorisierung der Proben mit Korngrößenanalysen nach ihrer Lage in den Teilregionen im Dreiecksdiagramm nach Winkler, 1954 (I = Vollsteine, II = Gittersteine, III = Dachziegel, IV = dünnwandige Deckensteine).

Tab. 9: Anzahl der Proben mit Korngrößenanalysen kategorisiert nach Winkler (1954).

Winkler Index	Verwendungsklasse	Anzahl
I	Vollsteine	245
II	Gittersteine	132
III	Dachziegel	176
IV	dünnwandige Deckensteine	136
Gesamt:		689

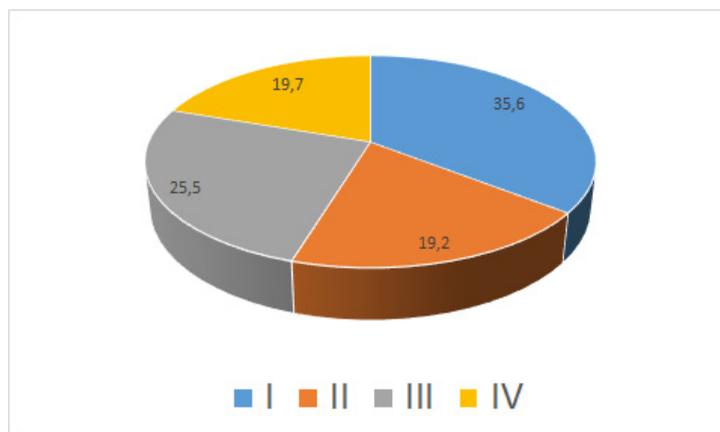


Abb. 26: Tortendiagramm der Häufigkeit (Angaben in %) der Proben mit Korngrößenanalysen, kategorisiert nach Winkler, 1954 (I = Vollsteine, II = Gittersteine, III = Dachziegel, IV = dünnwandige Deckensteine).

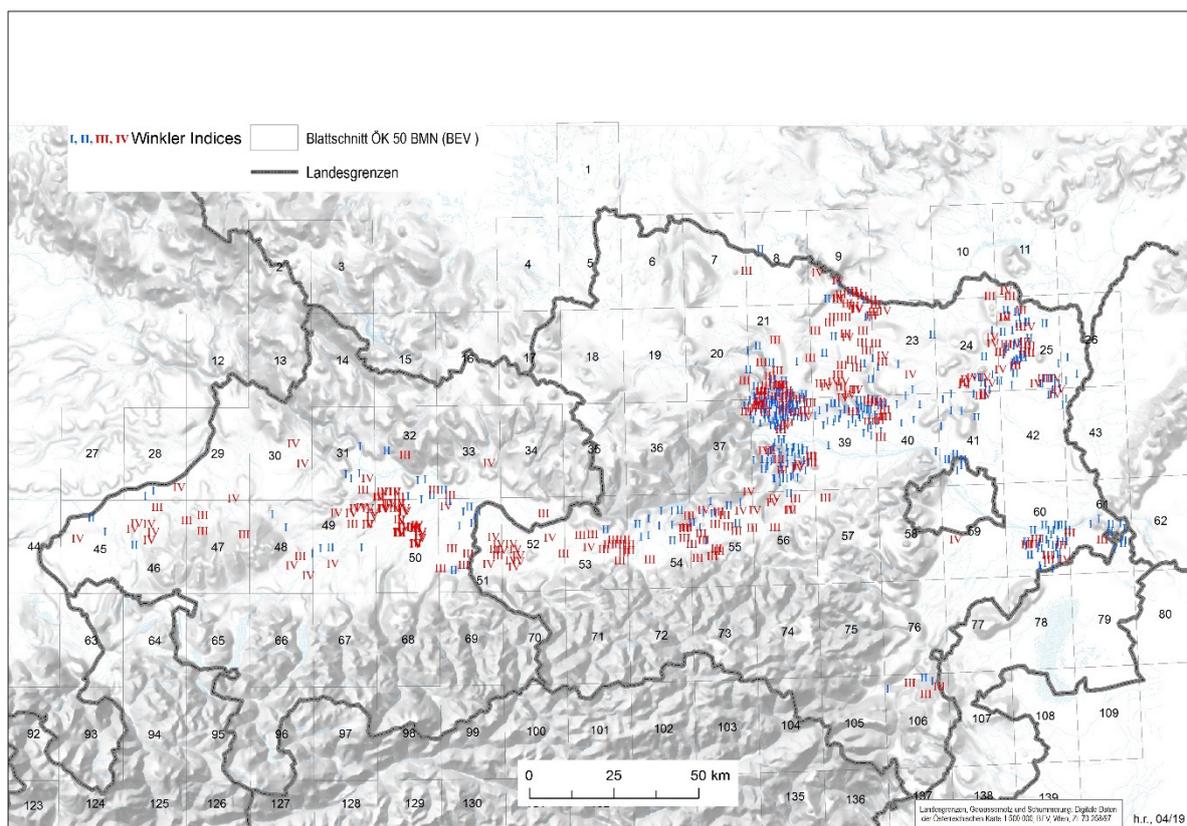


Abb. 27: Kartendarstellung der Lage der Probenpunkte mit Gruppierung der Proben mit Korngrößenanalysen nach ihrer Lage in den Teilregionen im Dreiecksdiagramm nach Winkler (1954).

Mit der zweiten Gruppierungsart wurden die Proben nach Lage der Probenpunkte regional in die drei Landschaftstypen nach Fink (1956a) (Abb. 28,) eingeteilt.

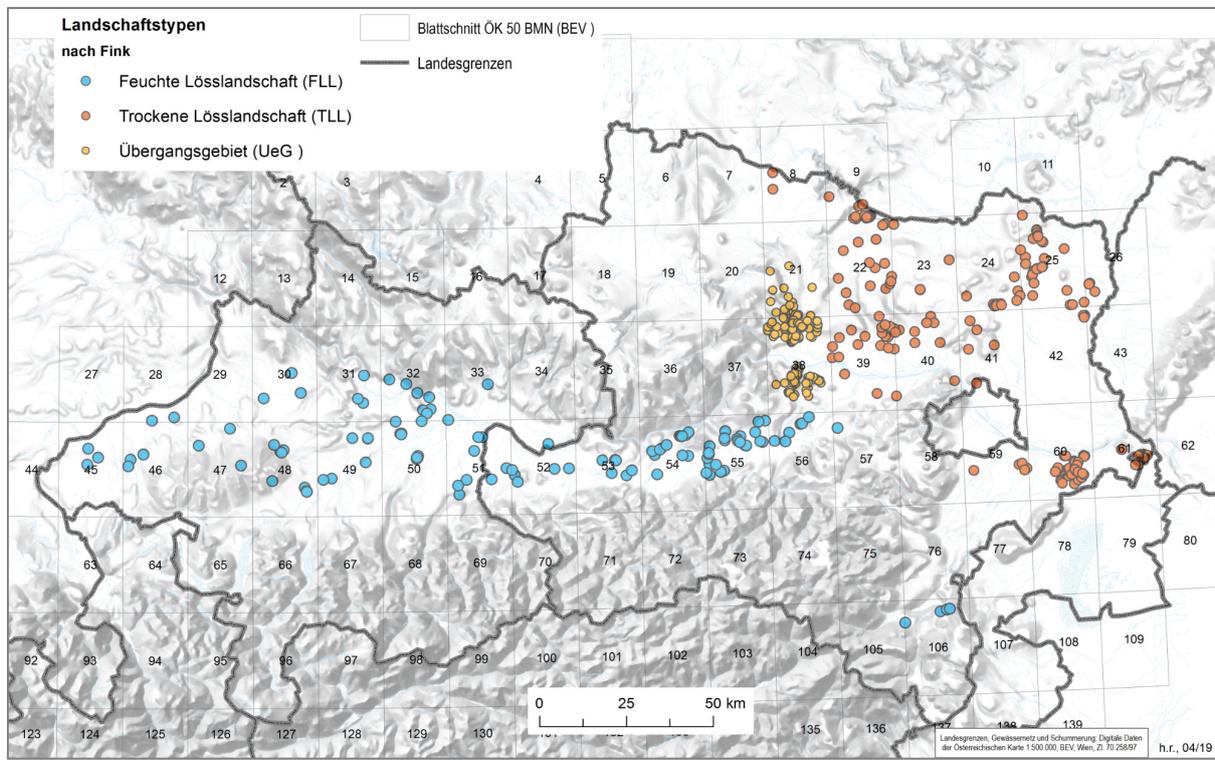


Abb. 28: Kartendarstellung der Proben, kategorisiert nach Lage der Probenpunkte in den Regionen der Landschaftstypen nach Fink (1956a).

Tab. 10: Anzahl der Proben kategorisiert nach Lage der Probenpunkte in den Landschaftstypen nach Fink (1956a).

Landschaftstyp nach Fink (1956a)	Gruppe	Anzahl
Feuchte Lösslandschaft	FLL	237
Trockene Lösslandschaft	TLL	322
Übergangsgebiet	UeG	176
Gesamt:		735

Werden die Proben mit Hilfe der Korngrößenanalysen nach diesen drei Kategorien ausgewertet, so zeigen die Proben der Kategorie der Feuchten Lösslandschaft ein Überwiegen der Lehmenteile nach dem Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung (Korngrößenanteile < 2mm). Die beiden anderen Kategorien werden von den Schluffanteilen dominiert, wobei für die Kategorie Übergangsgebiet im Vergleich zur Kategorie der Trockenen Lösslandschaft ein etwas höherer Lehmenteil auf Kosten der Ton- und Schluffanteile angezeigt wird (Abb. 29).

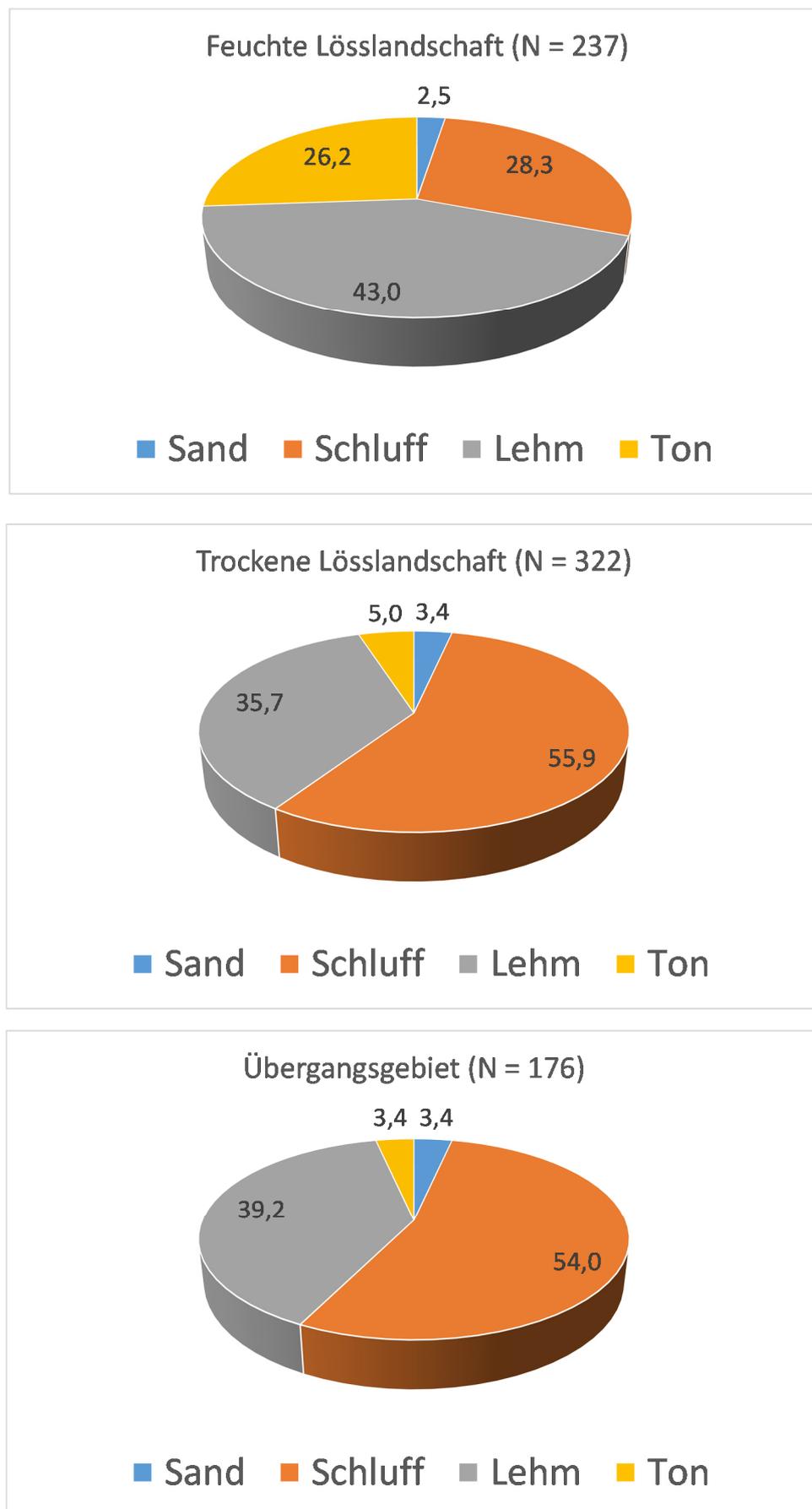


Abb. 29: Tortendiagramme der Anteile nach dem Texturdreieck der Österreichischen Bodenkartierung (Korngrößenanteile < 2 mm, Angaben in Prozent), kategorisiert nach Fink (1956a).

Mit Hilfe von Korrelationsanalysen wurden die paarweisen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Variablen, getrennt nach den jeweiligen Analysenarten, untersucht. Die Korngrößenanalysen des Gesamtdatenbestandes (< 2mm, clr-transformiert) weisen einen positiven paarweisen Korrelationskoeffizienten bei den Anteilen der Korngrößengruppen Silt und Ton auf, hingegen wird ein negativer paarweiser Korrelationskoeffizient für die Sand- und Tonanteile berechnet (Abb. 30).

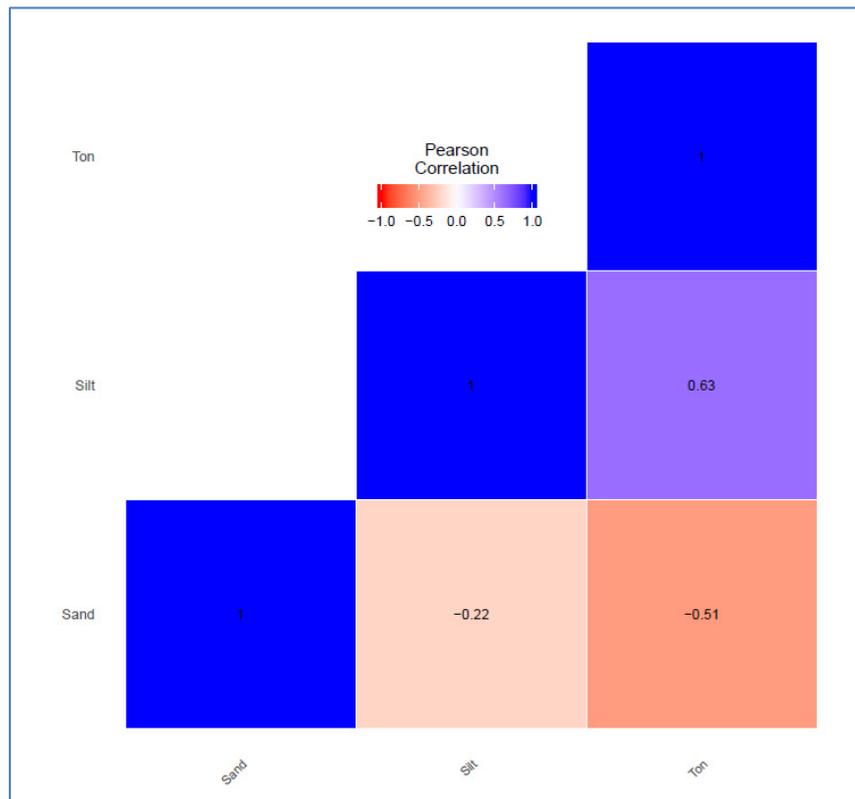


Abb. 30: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Korngrößengroßgruppenanalysen des Gesamtdatenbestandes (< 2 mm, clr-transformiert).

Bei einer Auswertung nach Teilgruppen nach Winkler (1954) werden für alle Teilgruppen (I, II, III und IV) noch deutlicher positive paarweise Korrelationskoeffizienten für Silt und Ton ausgewiesen. Der negative Korrelationskoeffizient für Sand und Ton des Gesamtdatenbestandes wird jedoch nur in den Proben der Teilregionen „III“ und „IV“ mit ähnlich deutlicher Ausprägung verzeichnet. In den Teilregionen „I“ und „II“ treten starke negative Korrelationskoeffizienten für Sand- vs. Siltanteile auf (Abb. 31).

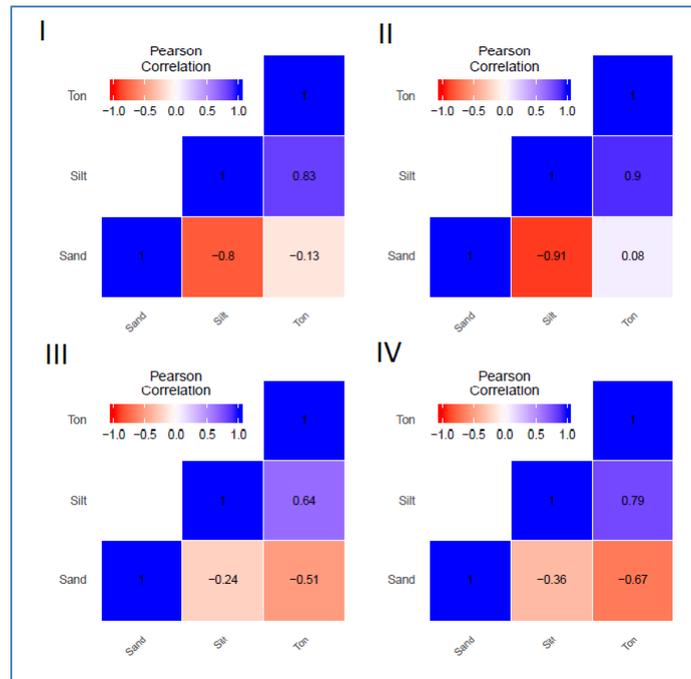


Abb. 31: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Korngrößengroßgruppenanalysen (< 2 mm, clr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

Wird der Gesamtdatenbestand regional in Landschaftstypen nach Fink (1956a) gruppiert und getrennt ausgewertet, so tritt der positive Korrelationskoeffizient von Silt zu Ton ebenfalls in allen drei Teilgruppen auf (Abb. 32). Hingegen zeigt nur die Gruppe „FLL“ einen zum Gesamtdatenbestand in vergleichbarer Stärke vorliegenden negativen Korrelationskoeffizienten bei den Korngrößengruppen Sand und Ton.

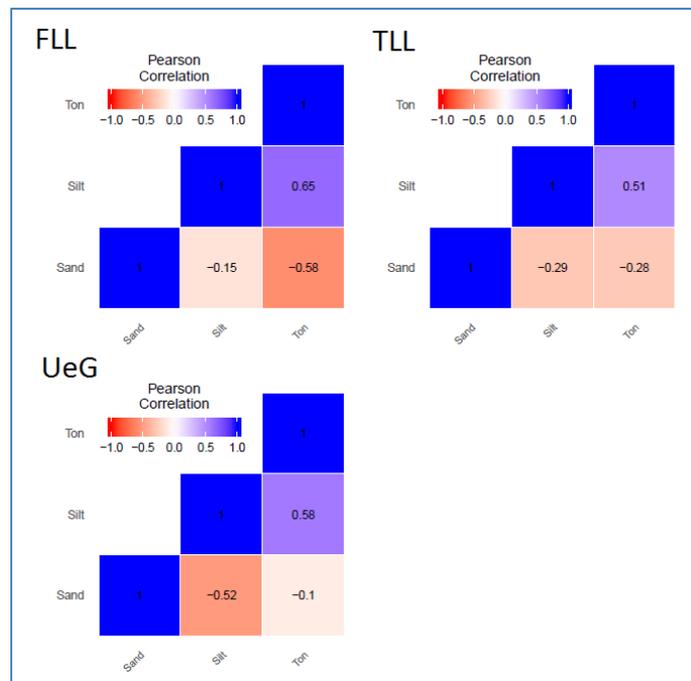


Abb. 32: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Korngrößengroßgruppenanalysen (< 2 mm, clr-transformiert), kategorisiert nach den Landschaftstypen nach Fink (1956a).

Die Gruppe „UeG“ weist einen negativen Korrelationskoeffizienten bei Sand und Silt auf. Für die Gruppe „TLL“ sind diese beiden negativen Korrelationskoeffizienten weniger deutlich ausgeprägt.

Damit kann als erste Interpretation angenommen werden, dass die negativen Korrelationskoeffizienten der Sand- vs. Tonanteile durch Unterschiede in der Wirksamkeit der Verwitterungsprozesse (Bildung von Tonmineralen) verursacht werden. Die Proben mit Kategorien nach Winkler (1954) „III“ und „IV“ enthalten höhere Anteile der Tonfraktion, die im Gegensatz zu den Sandgehalten stehen. Ebenso kennzeichnet der Gegensatz von Ton- zu Sandgehalten die Feuchte Lösslandschaft. Regionale Unterschiede und/oder unterschiedliche Transport- und Depositionsbedingungen scheinen den Gegensatz zwischen Sand- und Siltanteilen hervorzurufen. Die Proben der Kategorien nach Winkler „I“ und „II“ enthalten mehr Silt, der in Gegensatz zu Sand tritt. Ebenso scheinen in den Proben aus dem Übergangsbereich häufiger die Sand- gegenläufig zu den Siltanteilen aufzutreten. Bei jenen Proben, die im Landschaftstyp der Trockenen Lösslandschaft zu liegen kommen, bedingen augenscheinlich geringere Gegensätze der Sand- zu den Ton- bzw. Siltanteilen nur weniger deutlich ausgeprägte negative Korrelationskoeffizienten.

Auffallend ist der in allen Teilgruppen deutlich positive Korrelationskoeffizient von Silt- vs. Tonanteilen, deren gemeinsames Verhalten somit nur wenig beeinflusst von regionalen Unterschieden erscheint, und besonders stark bei Proben mit den Winklerindices „I“, „II“ und „IV“ ausgeprägt ist.

In den nachfolgend durchgeführten gruppierten Darstellungen der Korngrößenanteile (clr-transformiert) mittels Boxplots werden die gegenläufigen Trends von Ton- vs. Sandanteilen bzw. Silt- vs. Sandanteilen ebenso deutlich sichtbar (Abb. 33 und Abb. 34). Bei Gruppierung der Proben gemäß dem Dreiecksdiagramm nach Winkler (1954) werden in den Boxplots die Silt- und Tonanteile gemäß den definierten Bereichen der Teilregionen nachgezeichnet, die Tonanteile dominieren zunehmend mit aufsteigender Kategoriezahl von „I“ zu „IV“. Bei den Proben der Kategorie „III“ werden einige Proben mit sehr geringen Sandanteilen sowie auch einige Proben mit sehr hohen Tonanteilen ausgewiesen, diese extremen Werte werden in Form von Punkten dargestellt. Die geringsten Sandanteile sowie dominierende Silt- und Tonanteile weisen die Proben mit der Kategorie „IV“ auf.

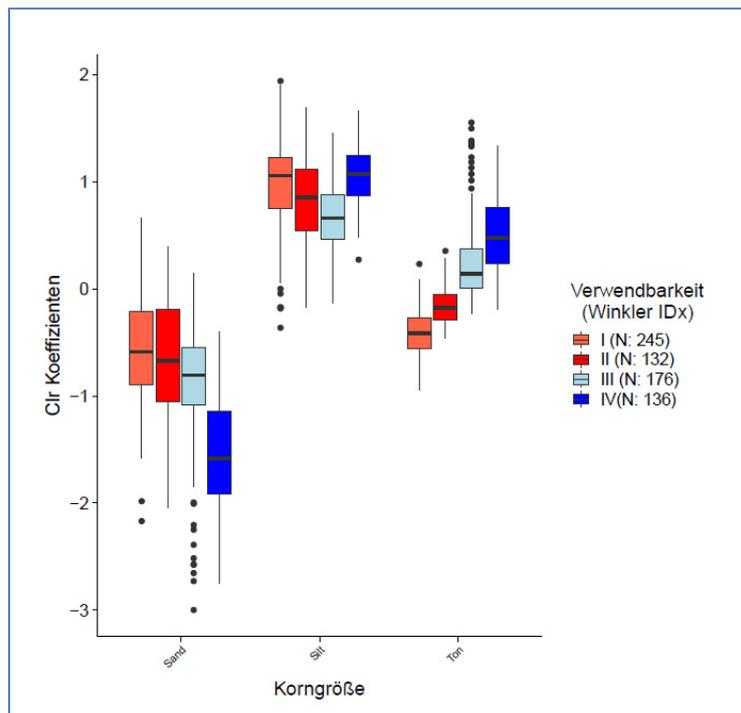


Abb. 33: Boxplots der Korngrößengroßgruppenanalysen (< 2 mm, clr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

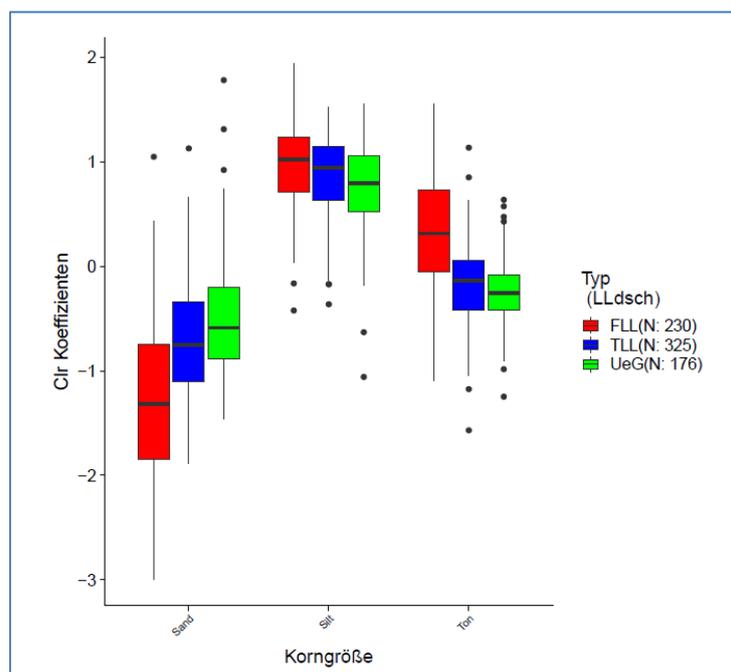


Abb. 34: Boxplots der Korngrößengroßgruppenanalysen (< 2 mm, clr-transformiert), kategorisiert nach den Landschaftstypen nach Fink (1956a).

Die Medianwerte der clr-transformierten Sandanteile steigen vom feuchten über den trockenen Landschaftstyp zum Übergangsgebiet. Im Gegensatz dazu werden die Mediane der Silt- und Tonanteile vom feuchten über den trockenen Landschaftstyp zum Übergangsgebiet geringer. Besonders in der Feuchten Lösslandschaft sind viele Proben durch Dominanz der Tonanteile gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu dominieren bei vielen Proben im Übergangsgebiet die Sandgehalte.

Allgemein zeigen die gruppierten Boxplots der Korngrößenanalysen, dass in den Proben aller Gruppen überwiegend die Siltanteile dominieren, die Tonanteile und Sandanteile hingegen nur in Ausnahmefällen.

Werden die Korngrößenanteile (clr-transformiert) der Korngrößengruppen „Silt“ und „Sand“ noch in Fein-, Mittel- und Grobanteile untergliedert, so zeigen die zugehörigen Korrelationsanalysen und Boxplots ein der Auswertung der Großgruppen ähnliches Bild (Abb. 35 bis Abb. 37).

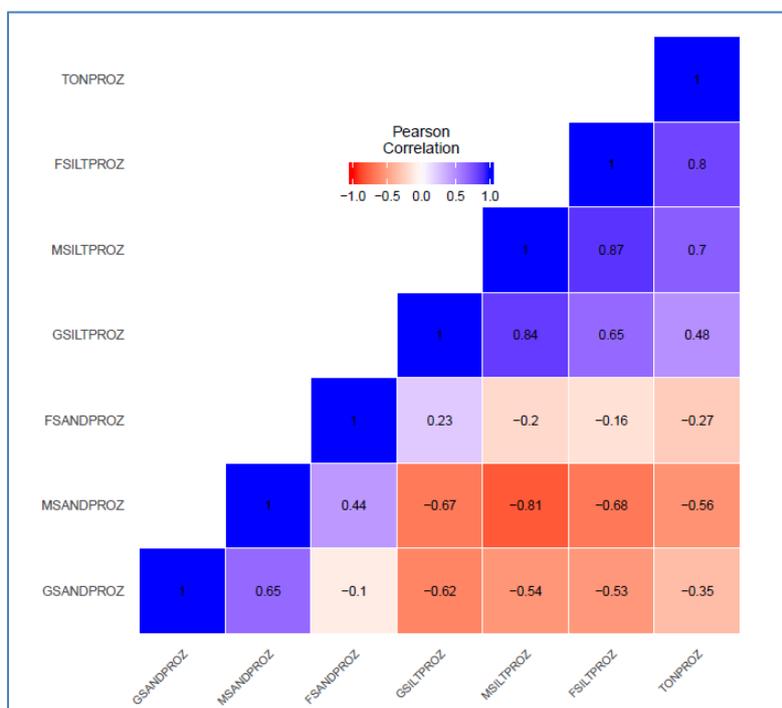


Abb. 35: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Korngrößenanalysen des Gesamtdatenbestandes (< 2 mm, clr-transformiert).

Die Tonanteile und die untergliederten Siltanteile (clr-transformiert) weisen zueinander positive paarweise Korrelationskoeffizienten auf, sowohl im Gesamtdatenbestand als auch in allen einzelnen Gruppen, nach Winkler (1954) und nach Landschaftstypen. Damit zeigen sie ein gemeinsames, gleichlautendes Verhalten. Die clr-transformierten Anteile an Grob- und Mittelsand zeigen zu den Ton- und Siltanteilen im Gesamtbestand und für alle Gruppen negative paarweise Korrelationskoeffizienten. Damit wird ein gegenläufiges Verhalten augenscheinlich. Für die Feinsandanteile weisen die paarweisen Korrelationskoeffizienten zu den anderen Korngrößengruppen geringere Beträge auf und fallen uneinheitlich, fallweise positiv, fallweise negativ, aus.

Dieses Verhalten wird auch bei den gruppierten Boxplots für die Untergliederungen der Silt- und Sandanteile sichtbar. Bei den Boxplot-Auswertungen der Gruppen nach Winkler (1954) hält die Gruppe „IV“ die geringsten Anteile an Mittel- und Feinsand und die höchsten Anteile an Mittel- und Feinsilt sowie Ton. Die Medianwerte der clr-transformierten Mittelsandanteile steigen von der Gruppe des feuchten, über die Gruppe des trockenen Landschaftstyps und zur Gruppe Übergangsgebiet an, die Medianwerte der Silt- und Tonanteile nehmen im Gegensatz dazu ab. Die Fein- und Mittelsandanteile sind in den Proben der Gruppe des feuchten Landschaftstyps am geringsten ausgeprägt, im Übergangsgebiet sind vor allem die Grob- und Mittelsandanteile häufiger dominant.

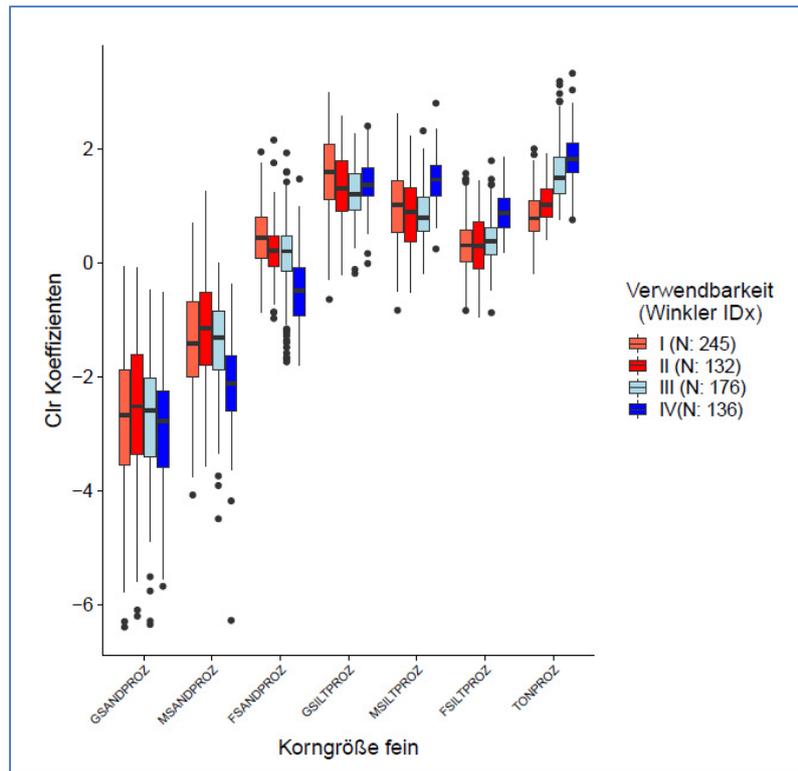


Abb. 36: Boxplots der Korngrößengruppenanalysen (< 2 mm, clr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

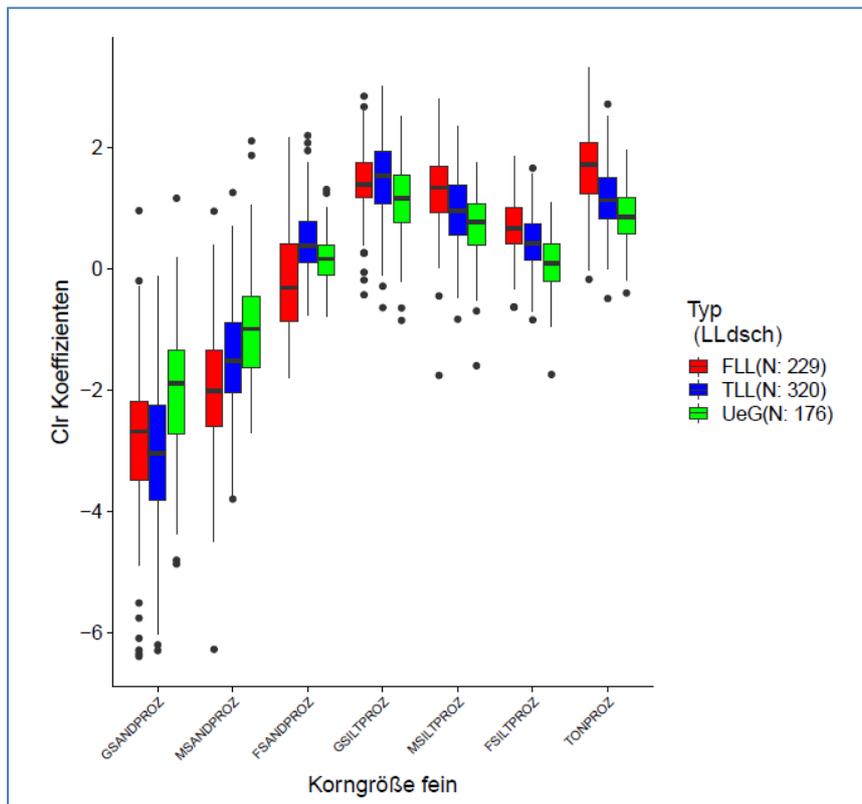


Abb. 37: Boxplots der Korngrößengruppenanalysen (< 2 mm, clr-transformiert), kategorisiert nach den Landschaftstypen nach Fink (1956a).

Bei den Ergebnissen der Korrelationsanalyse der clr-transformierten gesamtmineralogischen Analysendaten ist vor allem der Gegensatz der Calcit- und Dolomitanteile gegenüber den Quarz-, Feldspat- und Schichtsilikatanteilen auffallend (Abb. 38 bis Abb. 40). Calcit- und Dolomitanteile zeigen zueinander positive paarweise Korrelationskoeffizienten, ebenfalls positive paarweise Korrelationskoeffizienten weisen die Quarz-, Feldspat- und Schichtsilikatanteile zueinander auf. Im Gegensatz dazu zeigen die beiden Karbonatanteile gegenüber den Silikaten durchwegs negative Korrelationskoeffizienten. Dieses Verhalten ist, da sowohl im Gesamtdatenbestand als auch ebenfalls in den einzelnen Teilgruppen identisch vorliegend, für alle Löss- und Lösslehmproben unabhängig von regionaler Lage oder Unterschieden in den Korngrößenanteilen charakteristisch.

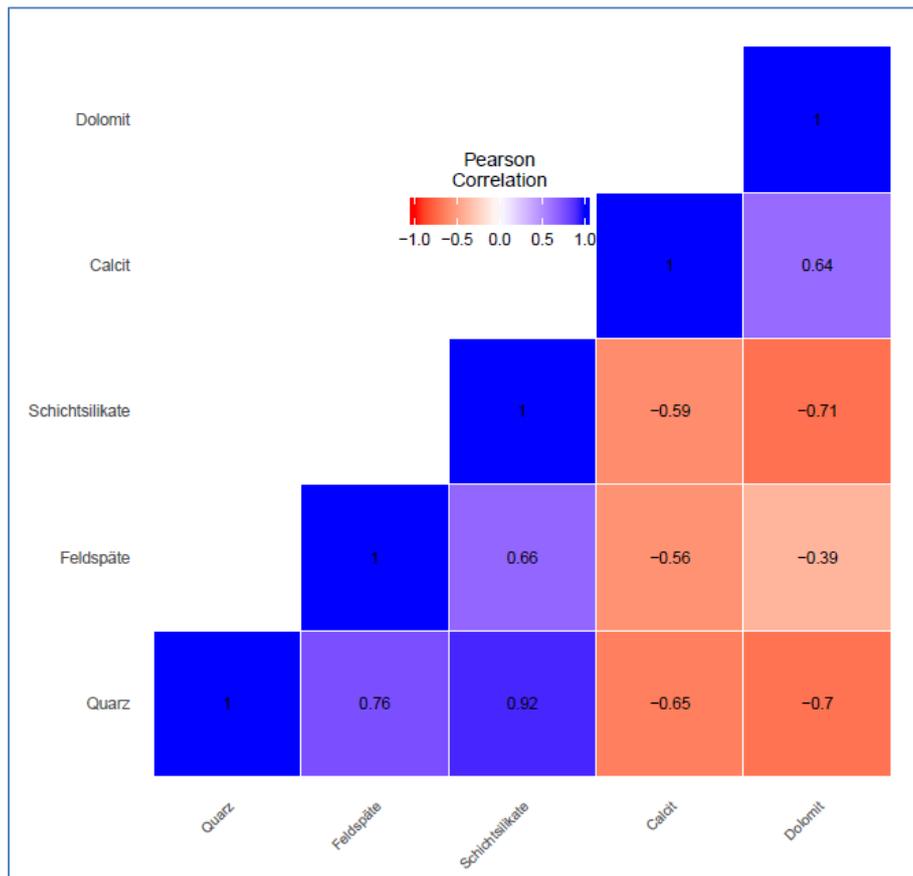


Abb. 38: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Gesamtmineralogieanalysen (clr-transformiert) des Gesamtdatenbestandes.

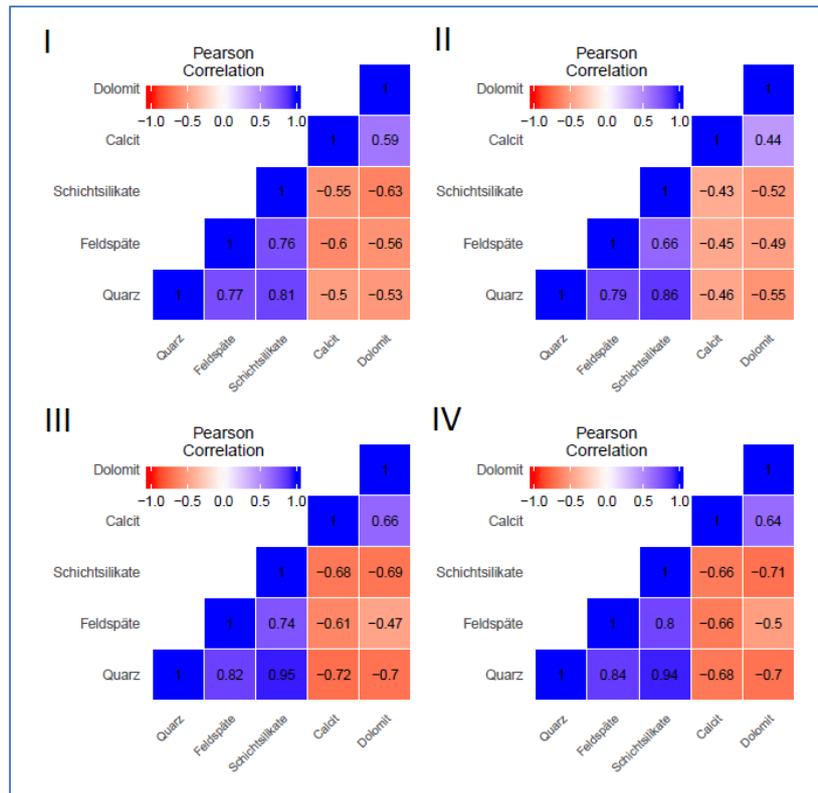


Abb. 39: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Gesamtmineralogieanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

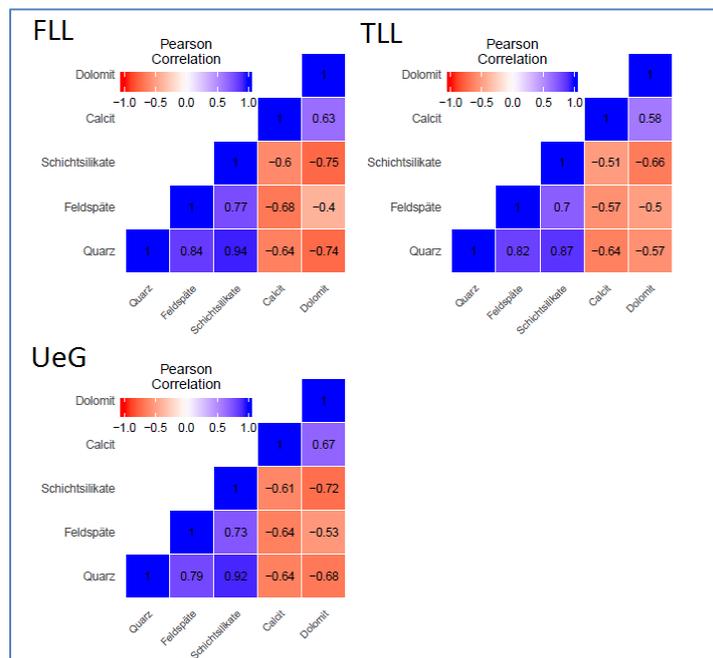


Abb. 40: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Gesamtmineralogieanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Landschaftstyp nach Fink (1956a).

Bei der Darstellung der Gesamtmineralogiegehalte mittels Boxplots (Abb. 41 und Abb. 42) erscheinen in allen Gruppen die Anteile von Quarz und Schichtsilikaten als dominierend vorzuliegen, besonders deutlich sichtbar bei dem Probenbestand des feuchten Landschaftstyps. Der Landschaftstyp Übergangsgebiet weist die höchsten Medianwerte von Calcit und Dolomit auf. Besonders geringe

Karbonatgehalte können dabei Lösslehmproben zugeordnet werden. Bei der Gruppierung nach Winkler (1954) liegen steigende Medianwerte in den Gruppen von „I“ bis zu „IV“ für die Gehalte an Quarz und Schichtsilikaten vor, ein abnehmender Trend ist bei den Medianwerten für Dolomit ersichtlich.

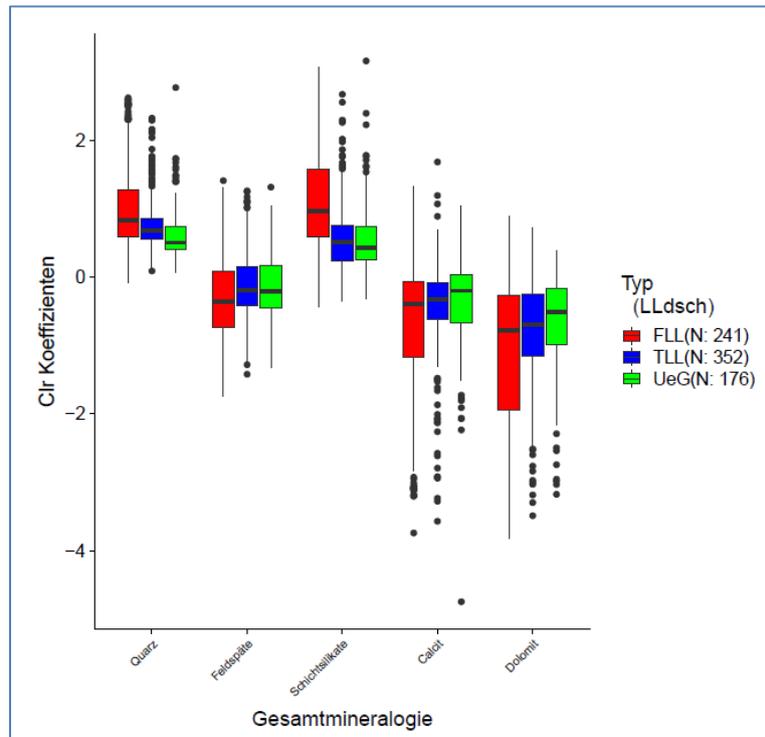


Abb. 41: Boxplots der Gesamtmineralogieanteile (clr-transformiert), kategorisiert nach Landschaftstypen nach Fink (1956a).

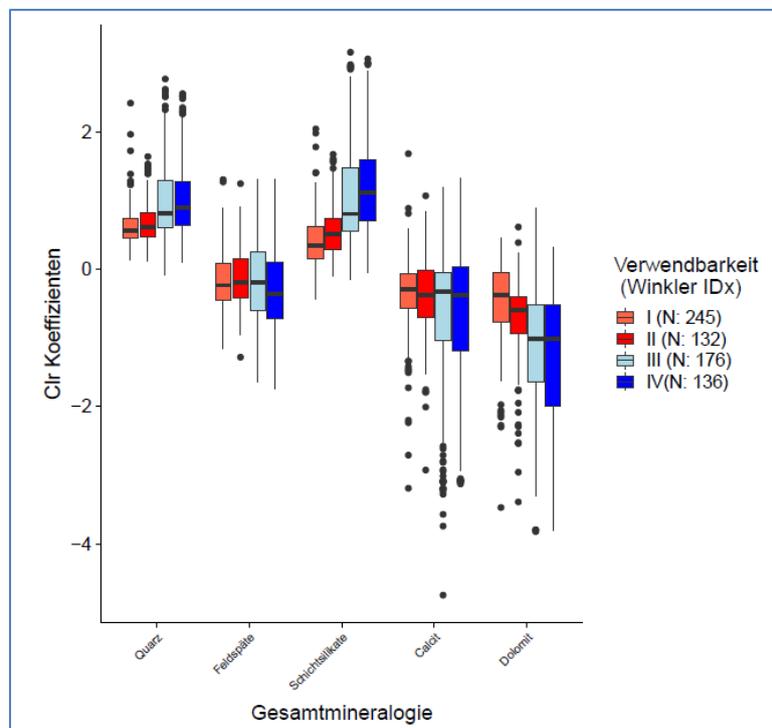


Abb. 42: Boxplots der Gesamtmineralogieanteile (clr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

Als Interpretation der Auswertungen der Analysenergebnisse der Gesamtmineralogie erscheint damit der Einfluss von Verwitterungsprozessen (Tonmineralbildung, Karbonatlösung) bzw. der Gegensatz von karbonatischen zu siliziklastischen Komponenten im Analysenbestand deutlich abgebildet.

Bei der Korrelationsanalyse der Tonmineralogie (clr-transformiert) tritt ein positiver Korrelationskoeffizient für Chlorit und Illit auf. Beide Tonmineralarten zeigen somit ähnliches Verhalten im Probenbestand, wobei diese Korrelationskoeffizienten in der Gruppe trockener Landschaftstyp und Übergangsbereich deutlicher ausgeprägt erscheinen (Abb. 43 bis Abb. 45).

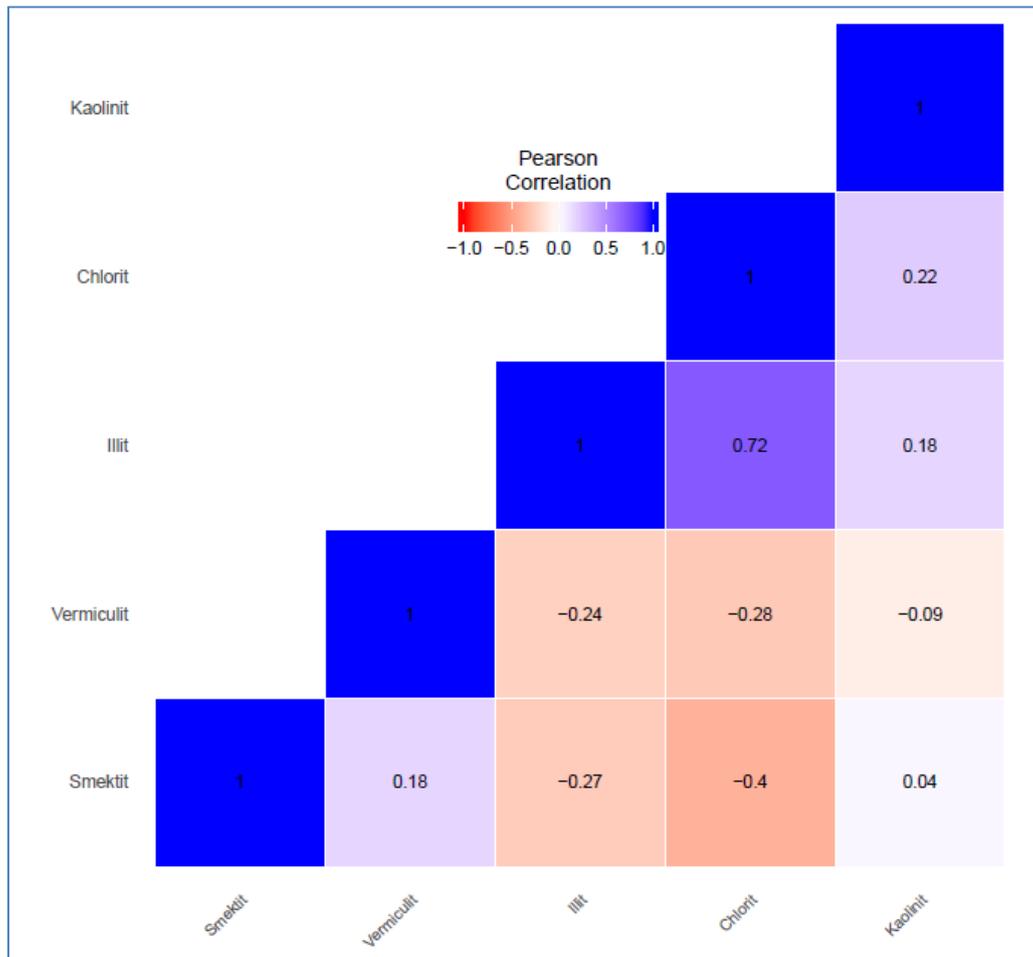


Abb. 43: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Tonmineralogieanalysen (clr-transformiert) des Gesamtdatenbestandes.

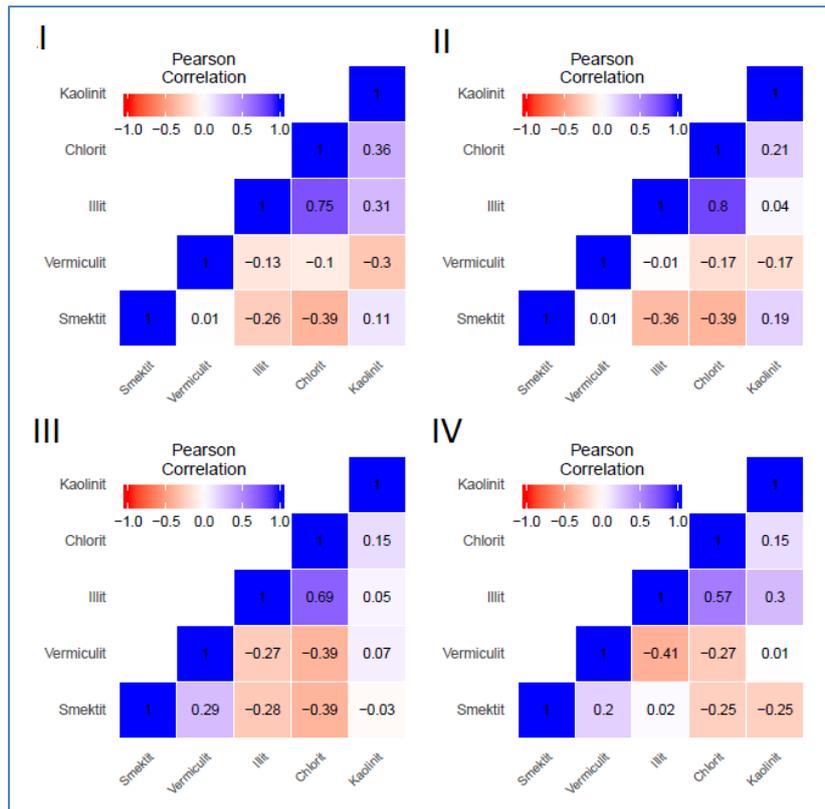


Abb. 44: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Tonmineralogieanalysen (cr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

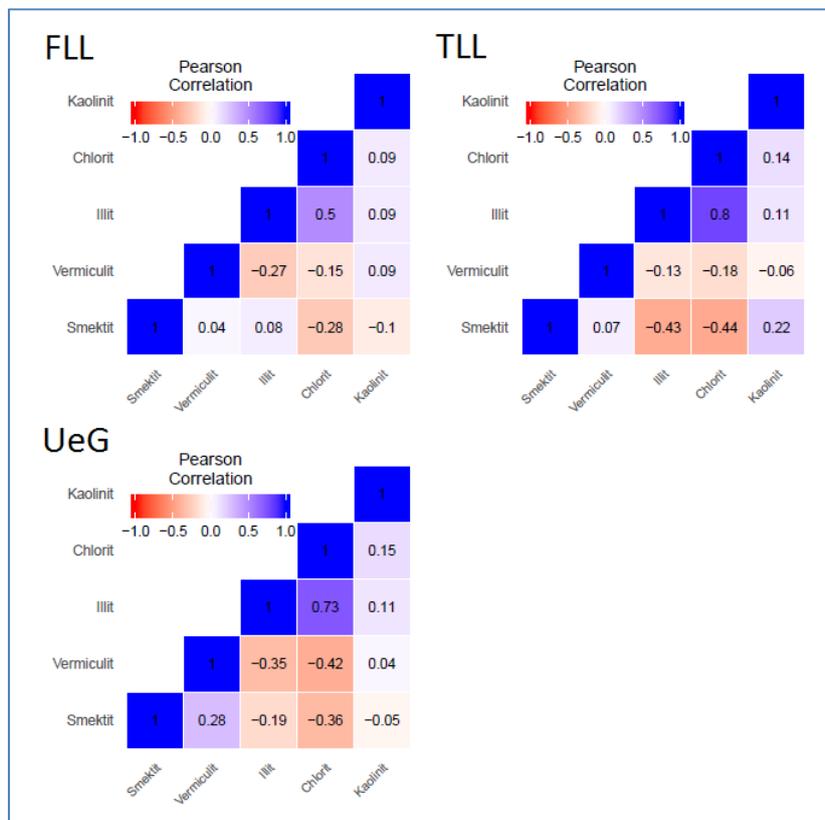


Abb. 45: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Tonmineralogieanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Landschaftstypen nach Fink (1956a).

In der Boxplot-Darstellung (Abb. 46) sind die Medianwerte der Proben des feuchten Landschaftstyps bei Illit, Chlorit und Kaolinit geringer, höher jedoch fallen die Medianwerte bei den Smektit- und Vermiculitgehalten dieses Landschaftstyps im Vergleich mit den Gruppen trockener Landschaftstyp und Übergangsgebiet aus.

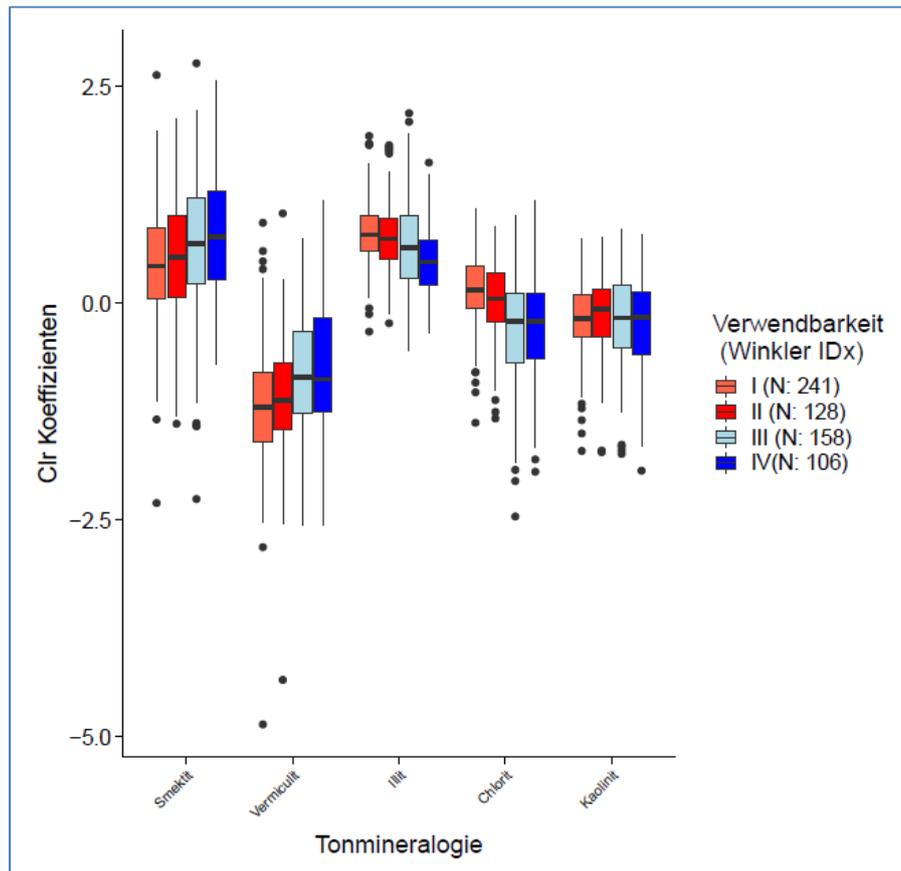


Abb. 46: Boxplots der Tonmineralogieanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

In den Boxplotdarstellungen der nach Winkler (1954) gruppierten Tonmineralogieanalysen (Abb. 47) tritt im Verlauf der Gruppen von „I“ bis „IV“ eine Erhöhung der Medianwerte der Smektit- und Vermiculitanteile auf, somit scheint eine Zunahme dieser Anteile bei Verringerung der Korngrößen aufzutreten. Im Gegensatz dazu ist eine Verringerung der Medianwerte der Anteile an Illit, Chlorit und Kaolinit im Verlauf der Gruppen von „I“ bis „IV“ ersichtlich, damit wird eine Abnahme dieser Anteile bei Verringerung der Korngrößen angezeigt.

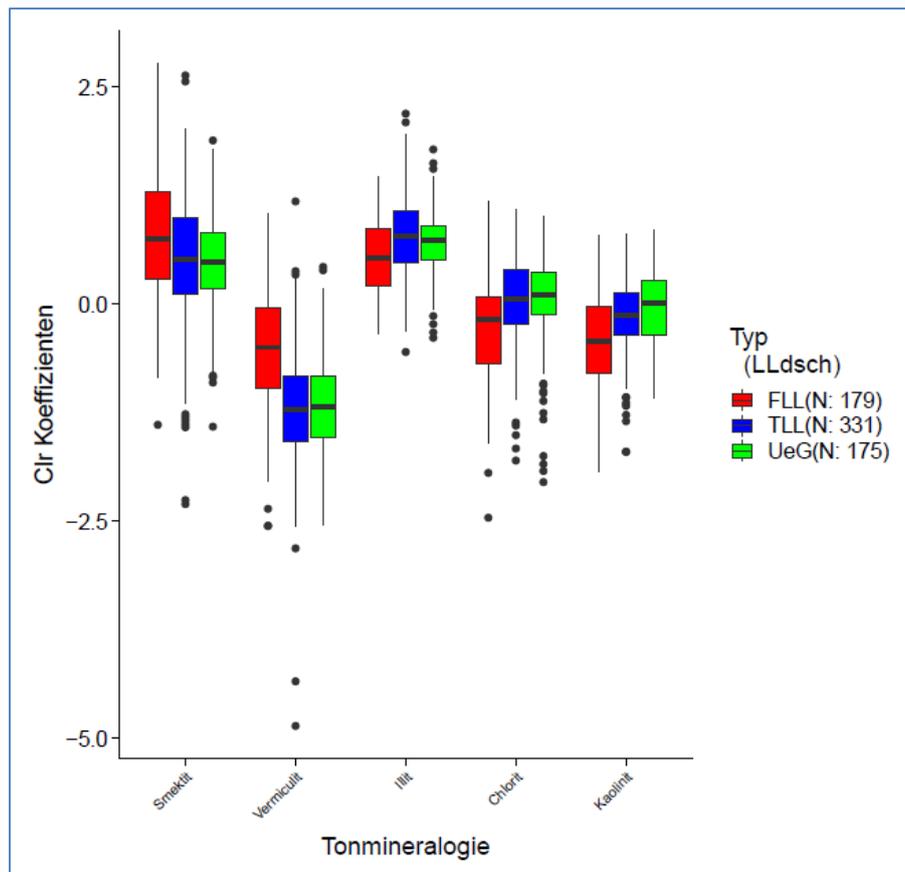


Abb. 47: Boxplots der Tonmineralogieanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Landschaftstypen nach Fink (1956a).

Auch die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Tonmineralogieanalysen können als Ausdruck der Einflüsse von Verwitterungsprozessen (Bildung von Smektit und Vermiculit, Umwandlung von Illit und Chlorit) interpretiert werden, besonders ausgeprägt in den Proben des feuchten Landschaftstyps nach Fink (1956a).

Die Korrelationsanalyse der Hauptelemente (Abb. 48) zeigt ein den Ergebnissen der Auswertung der Gesamtmineralogie ähnliches Bild. Die Korrelationskoeffizienten der clr-transformierten Hauptelementanteile sind vom Gegensatz der Karbonatbestandteile Calcium (CaO), Magnesium (MgO) und Kohlendioxid (CO₂) zu den restlichen Hauptelementanteilen geprägt, der durch negative paarweise Korrelationskoeffizienten gekennzeichnet wird. Innerhalb der genannten beiden Gruppen von Hauptanteilen sind überwiegend paarweise positive Korrelationskoeffizienten ausgebildet. Besonders ausgeprägt beispielsweise zwischen CaO und CO₂, K₂O zu Al₂O₃ bzw. SiO₂, sowie zwischen Fe₂O₃ und Al₂O₃ bzw. TiO₂. Dieses Ergebnis liegt sowohl für den Gesamtdatenbestand (Abb. 48), als auch im Wesentlichen für die oben genannten Teilgruppen (nach Winkler, 1954 bzw. nach Fink, 1956a) gleichlautend vor (vgl. Anhang 3, Abbildungen 2.29 und 2.30 auf den Seiten 33 und 34).

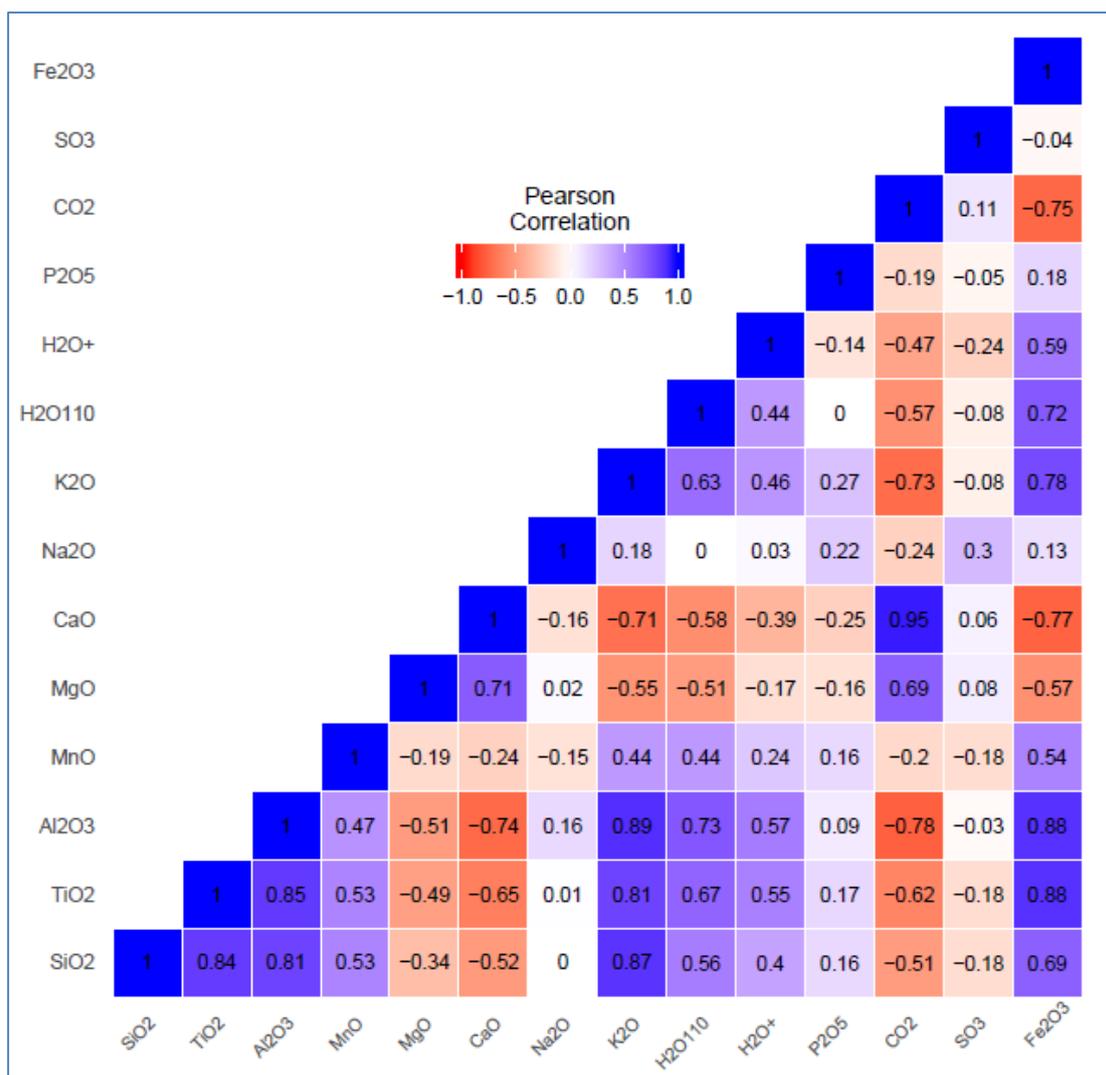


Abb. 48: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Hauptelementanalysen (clr-transformiert) des Gesamtdatenbestandes.

Die Boxplot-Darstellungen der clr-transformierten geochemischen Analyseergebnisse der Hauptanteile zeigen ein ähnliches Bild (Abb. 49 und Abb. 50). Vor allem in der Feuchten Lösslandschaft werden geringere Gehalte an CaO, MgO und CO₂ verzeichnet, während die Medianwerte von SiO₂, TiO₂, K₂O, Al₂O₃, MnO, H₂O, P₂O₅ und deutlich auch von Fe₂O₃ in den Proben für diesen Landschaftstyp höher liegen. In den nach Winkler (1954) gruppierten Boxplots steigen die Medianwerte der Hauptanteile Al₂O₃, K₂O, H₂O und Fe₂O₃ von den Gruppen „I“ zu „III“ (bei Abnahme der Korngrößen).

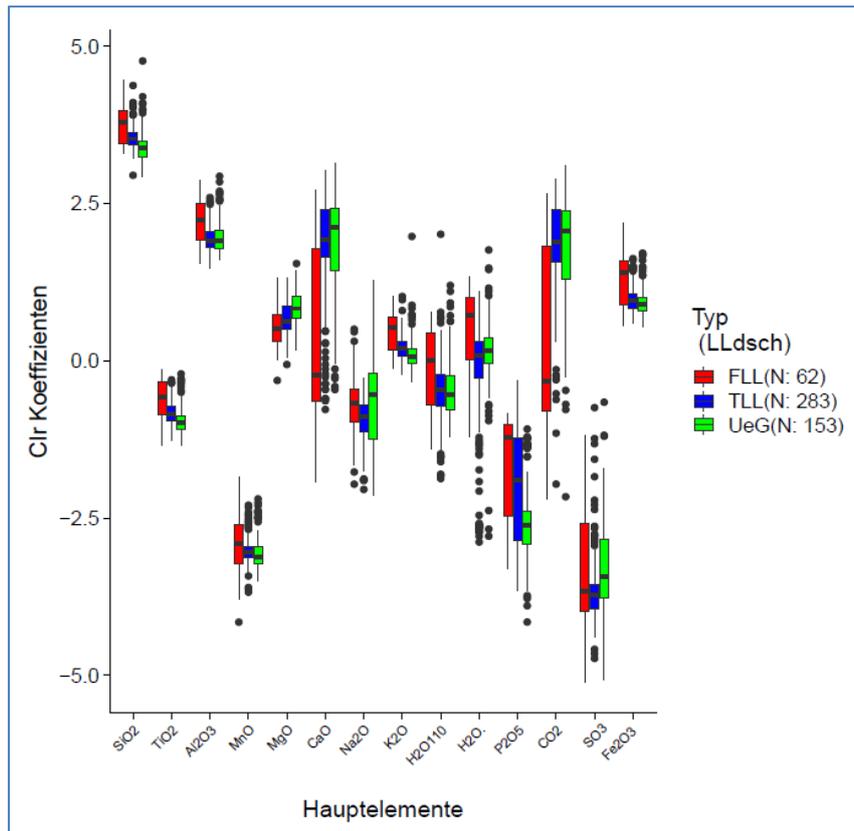


Abb. 49: Boxplots der Hauptelementanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Landschaftstypen nach Fink (1956a).

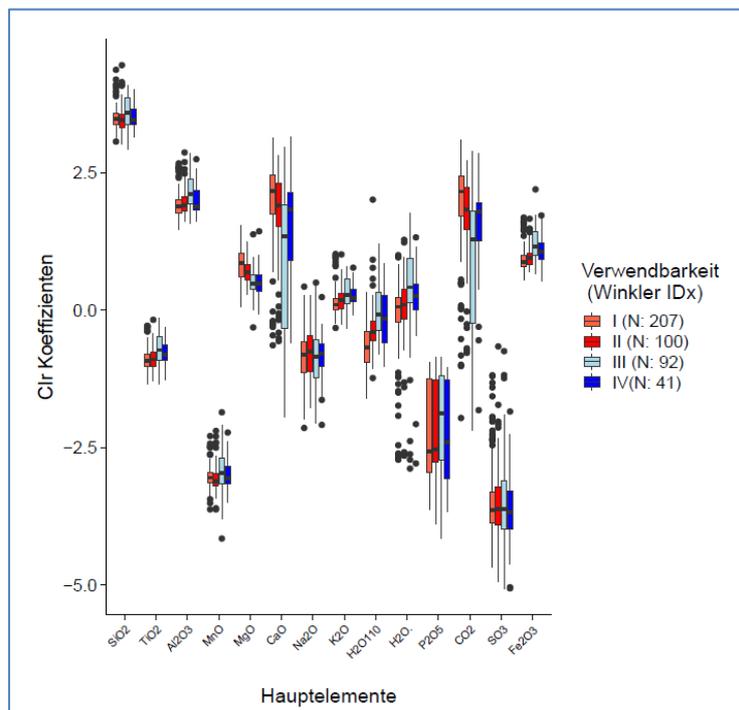


Abb. 50: Boxplots der Hauptelementanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

Damit scheint auch in den Analyseergebnissen der Hauptelemente, ähnlich den Auswertungen der Gesamtmineralogie, der Einfluss von Verwitterungsprozessen (Tonmineralbildung, Karbonatlösung, Ausfällungen aus eisenhaltigen Lösungen) bzw. der Gegensatz von karbonatischen zu siliziklastischen Komponenten sichtbar zu werden.

Die Korrelationskoeffizienten der clr-transformierten Spurenelementgehalte (Abb. 51) sind bei der Auswertung des Gesamtdatenbestandes überwiegend schwach ausgeprägt und liegen uneinheitlich vor. Deutliche positive paarweise Korrelationskoeffizienten werden für die Elementpaare Ba/Sr, Pb/Zn und Y/Zr verzeichnet. Die Spurenelemente Ba und Sr sind jeweils in Karbonaten enthalten, Blei und Zink zeigen ähnliches geochemisches Verhalten, Y und Zr können Schwermineralen zugeordnet werden. Bei der Auswertung nach Teilgruppen nach Winkler (1954) (Abb. 52) liegen deutlich negative Korrelationskoeffizienten von Pb, Zn und Cu zu mehreren anderen Spurenelementen in der Teilgruppe „IV“ vor. Dieses Bild wird bei der Gruppe der Proben des feuchten Landschaftstyps, wenngleich etwas weniger deutlich, nachgezeichnet (Abb. 53). Die zugehörigen Boxplots (Abb. 54 und Abb. 55) zeigen Dominanz bei Ba, Sr und Zr. Bei Sr (Vergesellschaftung mit Karbonaten) wird der niedrigste Medianwert für die Feuchte Lösslandschaft ausgewiesen. Die Medianwerte von Pb, Sr und V nehmen vom feuchten über den trockenen Landschaftstyp zum Übergangsgebiet hin ab. Die Trockene Lösslandschaft weist den höchsten Zr-Medianwert auf.

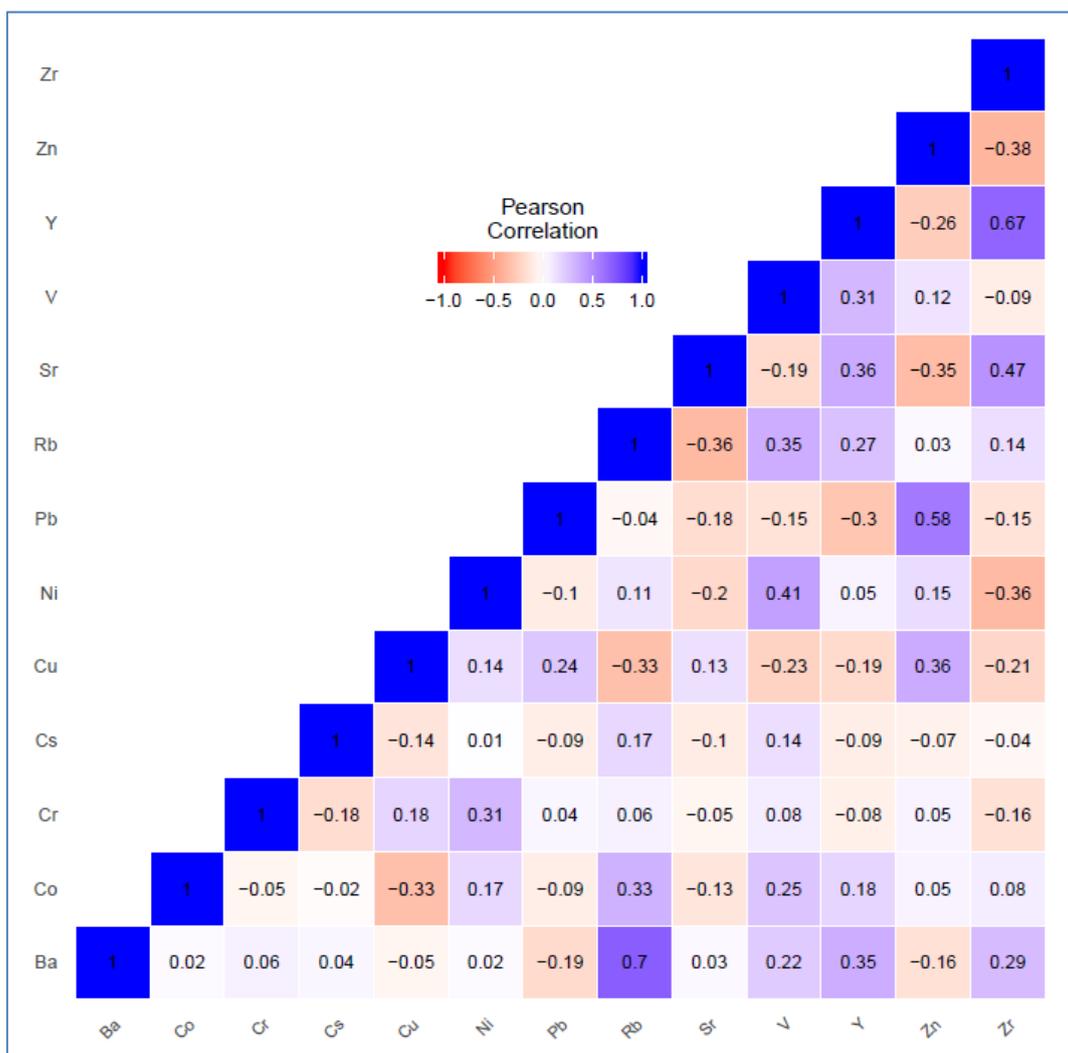


Abb. 51: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Spurenelementgehalte (clr-transformiert) des Gesamtdatenbestandes.

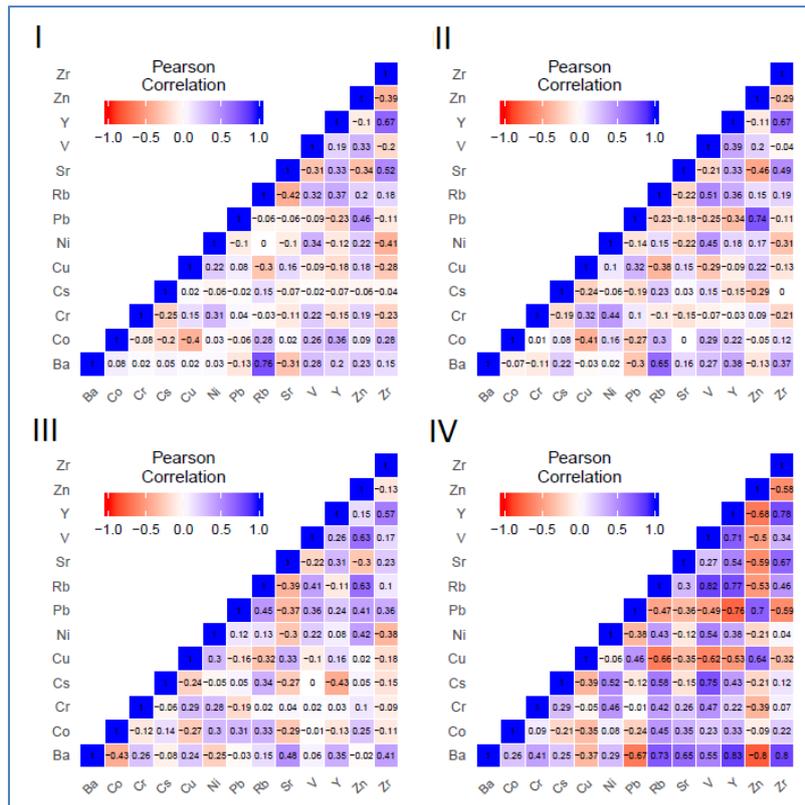


Abb. 52: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Spurenelementgehalte (clr-transformiert), kategorisiert nach Winkel (1954).

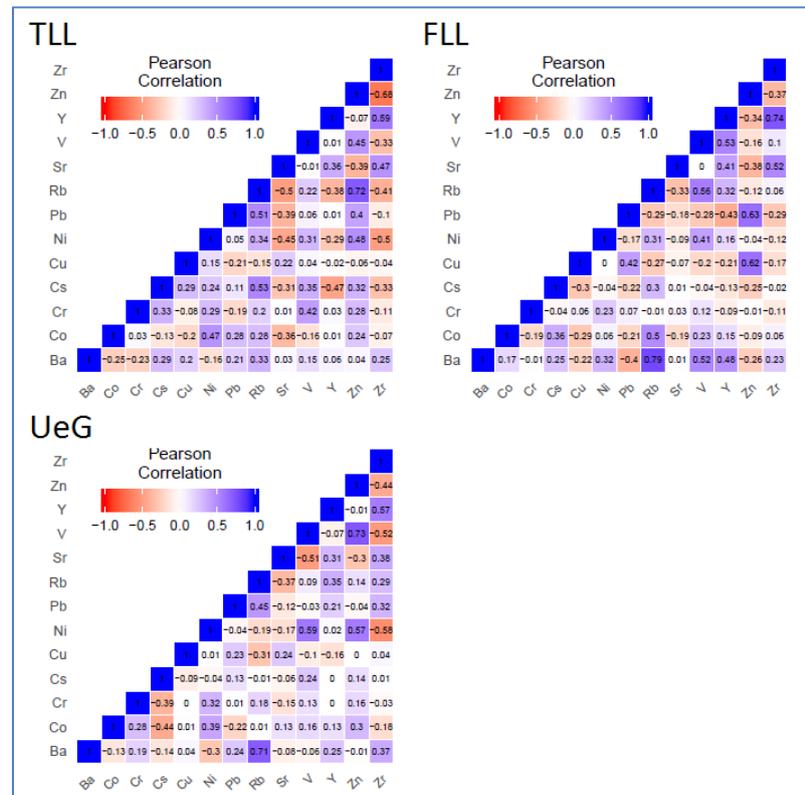


Abb. 53: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der Spurenelementgehalte (clr-transformiert), kategorisiert nach Landschaftstypen nach Fink (1956a).

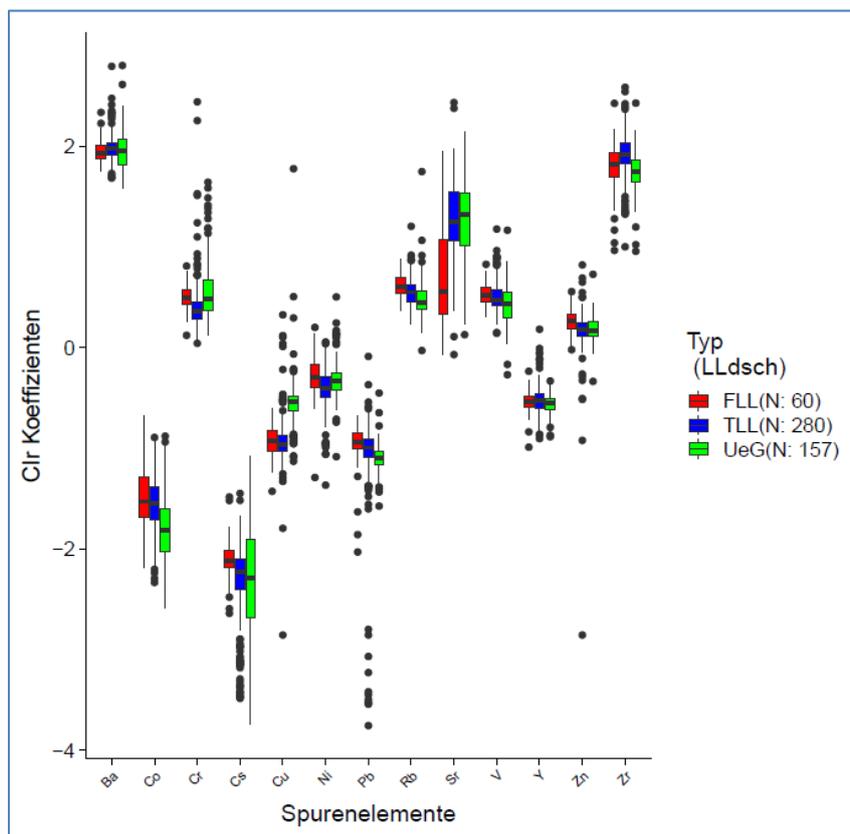


Abb. 54: Boxplots der Spurenelementanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Landschaftstypen nach Fink (1956a).

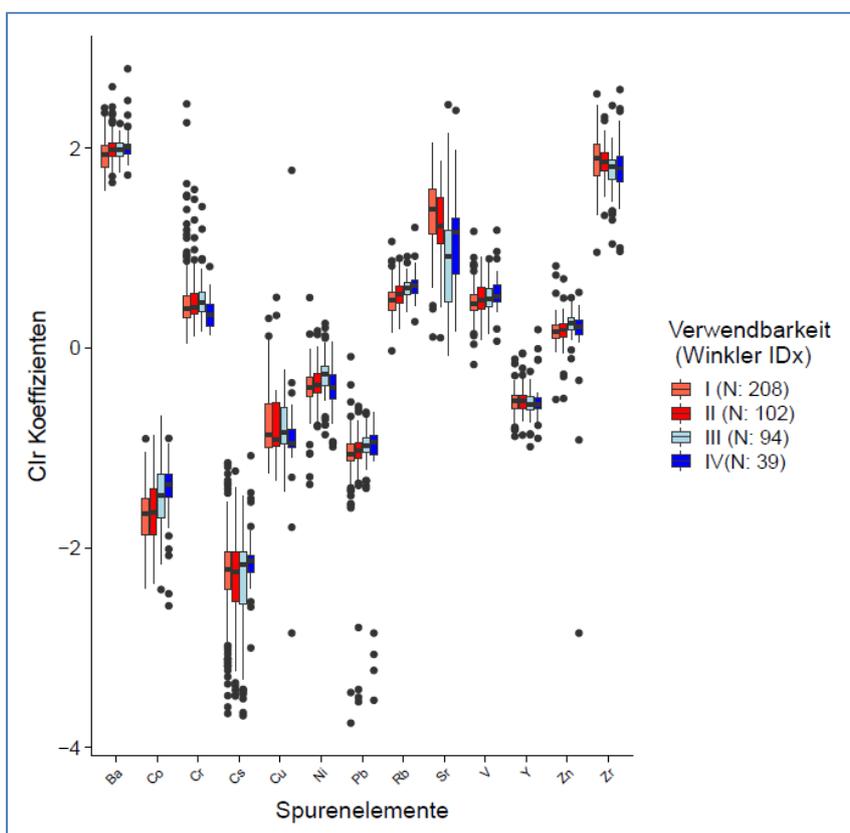


Abb. 55: Boxplots der Spurenelementanalysen (clr-transformiert), kategorisiert nach Winkler (1954).

Abschließend wurde mit Hilfe von multivariaten statistischen Auswertungen die Dominanz der einzelnen Analysengehalte in Bezug auf die beschriebenen Gruppierungen untersucht. Mit Hilfe der ilr-transformierten Analysengehalte wurden die genannten Gruppierungen (abhängige Variablen) mit linearen Regressionsanalysen modelliert. Dabei wird die Dominanz der jeweiligen Gehalte (unabhängige Variablen) in den Regressionskoeffizienten abgebildet (Estimate). Als Signifikanzniveau wurde der Wert fünf Prozent gewählt, d.h. Variablen die einen Zahlenwert $\text{Pr}(>|t|)$ kleiner als 0,05 aufweisen, werden als signifikant für die Modellrechnung betrachtet. Zusätzlich wird für die einzelnen Modellbildungen jeweils der Anteil der durch das Modell erklärten Varianz in Prozentangaben ausgewiesen.

Lineare Regression der Gruppierung nach Winkler (1954)

Die Korngrößenvariablen sind für die Modellierung der Gruppierung nach Winkler (1954) naturgemäß hoch signifikant, da diese Gruppierung vor allem auf den Silt- und Tongehalten basiert. Die Regressionskoeffizienten weisen für Ton ein positives Vorzeichen auf, im Gegensatz dazu sind die Regressionskoeffizienten von Silt und Sand mit einem negativen Vorzeichen versehen. Die erklärte Varianz beträgt 65 % (Tab. 11).

Tab. 11: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse – Winkler modelliert durch Korngröße.

	Estimate	Std. Error	t value	$\text{Pr}(> t)$
(Intercept)	2.8308	0.0668	42.3918	0.0000
Sand	-0.6024	0.0339	-17.7778	0.0000
Silt	-1.2992	0.0651	-19.9442	0.0000
Ton	1.9015	0.0588	32.3399	0.0000

Von den Variablen der Gesamtmineralogie sind für die Modellierung der Gruppierung nach Winkler die Feldspat-, Schichtsilikat- und Dolomitgehalte hoch signifikant, die Regressionskoeffizienten der Schichtsilikate weisen ein positives Vorzeichen auf, jene der Feldspat- und Dolomitgehalte ein negatives Vorzeichen. Der Anteil der erklärten Varianz beträgt 39 % (Tab. 12).

Tab. 12: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse – Winkler modelliert durch Gesamtmineralogie.

	Estimate	Std. Error	t value	$\text{Pr}(> t)$
(Intercept)	1.1994	0.0971	12.3563	0.0000
Quarz	-0.1100	0.1800	-0.6107	0.5416
Feldspäte	-0.9917	0.0928	-10.6912	0.0000
Schichtsilikate	1.2534	0.1296	9.6689	0.0000
Calcit	0.0827	0.0456	1.8150	0.0700
Dolomit	-0.2345	0.0476	-4.9294	0.0000

Wird die Gruppierung nach Winkler mittels Tonmineralogie modelliert, wird für die Gehalte an Vermiculit und Chlorit hohe Signifikanz ausgewiesen, der Regressionskoeffizient von Vermiculit ist positiv, jener von Chlorit negativ. Der Anteil der erklärten Varianz beträgt nur 13 % (Tab. 13).

Tab. 13: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse – Winkler modelliert durch Tonmineralogie.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.3624	0.1151	20.5211	0.0000
Smektit	0.1222	0.0549	2.2277	0.0263
Vermiculit	0.2771	0.0536	5.1679	0.0000
Illit	0.0397	0.1189	0.3334	0.7390
Chlorit	-0.5374	0.1024	-5.2491	0.0000
Kaolinit	0.0984	0.0803	1.2253	0.2209

Werden die Hauptelementgehalte für die Modellierung der Gruppierung nach Winkler (1954) herangezogen (Tab. 14), so werden die Elementgehalte von SiO₂, MgO und H₂O^{110°C} als hoch signifikant ausgewiesen, wobei der Regressionskoeffizient von H₂O^{110°C} ein positives Vorzeichen trägt und die Regressionskoeffizienten von SiO₂ und MgO negative Vorzeichen aufweisen. Zusätzlich werden auch die Anteile von Al₂O₃, K₂O und Fe₂O₃ als signifikant gekennzeichnet. Der Regressionskoeffizient von Al₂O₃ ist negativ, der Koeffizient von K₂O und Fe₂O₃ sind positiv. Der Anteil der erklärten Varianz beträgt 38 %.

Tab. 14: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse – Winkler modelliert durch Hauptelemente.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	11.2552	2.3170	4.8577	0.0000
SiO ₂	-1.6564	0.4913	-3.3716	0.0008
TiO ₂	0.4763	0.5386	0.8843	0.3770
Al ₂ O ₃	-1.5720	0.5011	-3.1374	0.0018
MnO	0.1384	0.1932	0.7166	0.4740
MgO	-0.9162	0.1914	-4.7878	0.0000
CaO	0.1065	0.1410	0.7552	0.4506
Na ₂ O	-0.0308	0.0999	-0.3087	0.7577
K ₂ O	1.3435	0.5016	2.6786	0.0077
H ₂ O ¹¹⁰	0.9532	0.1208	7.8892	0.0000
H ₂ O	0.0830	0.0766	1.0834	0.2792
P ₂ O ₅	0.0415	0.0596	0.6966	0.4864
CO ₂	0.0012	0.1475	0.0083	0.9934
SO ₃	0.0698	0.0680	1.0271	0.3049
Fe ₂ O ₃	0.9619	0.4385	2.1937	0.0288

Zusammenfassend betrachtet sind die Gehalte an der Korngrößengruppe Ton, der Gesamtmineralogieanteil der Schichtsilikate, der Gehalt am Tonmineral Vermiculit, sowie an den Hauptelementen K₂O, H₂O^{110°C} und Fe₂O₃ signifikant für eine Modellierung der Probenzuordnung nach Winkler. Diese Variablen weisen mit ihren positiven Vorzeichen in die Bereiche mit höherwertiger Verwendungsklassen nach Winkler (1954). Somit zeigen für die Modellierung von Feinanteil-betonen Gruppen nach Winkler (1954) die Anteile der Korngrößengruppe Ton, gemeinsam mit den Anteilen am Mineralbestand der Schichtsilikate und am Tonmineral Vermiculit, sowie den Anteilen der Hauptelemente K₂O, H₂O^{110°C} und Fe₂O₃, eine ähnliche Tendenz. Mit einem negativen Vorzeichen versehen, und somit in die Bereiche mit weniger hochwertigen Verwendungsklassen nach Winkler (1954) weisend, sind als signifikant die Gehalte an den Korngrößengruppen Sand und Silt, an den Mineralen Feldspäte und Dolomit, am Tonmineral Chlorit sowie an den Hauptelementen SiO₂, Al₂O₃ und MgO gekennzeichnet. Damit zeigen für die Modellierung der mit geringeren Feinanteilen

versehenen Gruppen nach Winkler die Variablen Sand, Silt, Feldspäte, Dolomit, Chlorit, sowie SiO_2 , Al_2O_3 und MgO ähnliche Tendenz. Die Anteile der erklärten Varianz sind für die Regressionsmodelle auf Basis der Korngrößen, der Gesamtmineralogie und der Hauptelemente markant, für das Modell Tonmineralogie hingegen schwach ausgeprägt.

Lineare Regression der Gruppierung nach den Landschaftstypen laut Fink (1956a)

Werden die Korngrößenanalysen für die Modellierung der Gruppenzugehörigkeit der Proben zu den Landschaftstypen nach Fink (1956a) herangezogen, so zeigen die Variablen Sand und Ton hoch signifikante Beiträge mit gegensätzlichem Vorzeichen, für die Siltgehalte wird kein signifikanter Beitrag für die Einteilung der Proben nach Landschaftstypen ausgewiesen. Der Anteil der erklärten Varianz beträgt nur 22 % (Tab. 15).

Tab. 15: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse – Landschaftstyp nach Fink modelliert durch Korngröße.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.1185	0.0609	34.7781	0.0000
Sand	0.3743	0.0303	12.3482	0.0000
Silt	0.0709	0.0595	1.1920	0.2336
Ton	-0.4452	0.0536	-8.3070	0.0000

Die Analysen der Gesamtmineralogie erklären ebenfalls nur 26 % der Varianz für die Modellierung der Gruppenzugehörigkeit der Proben zu den Landschaftstypen nach Fink (1956a). Die Variablen Quarz (negatives Vorzeichen), Feldspäte und Calcit (positive Vorzeichen) werden als hoch signifikant gekennzeichnet; auch die Schichtsilikate scheinen (mit negativem Vorzeichen) als signifikant auf (Tab. 16).

Tab. 16: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse – Landschaftstyp nach Fink modelliert durch Gesamtmineralogie.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.7540	0.0653	42.1719	0.0000
Quarz	-0.7350	0.1185	-6.2033	0.0000
Feldspäte	0.8278	0.0622	13.3070	0.0000
Schichtsilikate	-0.1843	0.0834	-2.2108	0.0273
Calcit	0.1058	0.0307	3.4491	0.0006
Dolomit	-0.0142	0.0315	-0.4513	0.6519

Bei einer Modellierung der Gruppenzugehörigkeit der Proben zu den Landschaftstypen nach Fink (1956a) durch die Analysenwerte der Tonmineralogie wird nur ein Anteil von 17 % der Varianz erklärt. Vermiculit und Smektit (mit negativem Vorzeichen), Kaolinit und Chlorit (positive Vorzeichen) werden als hoch signifikant bzw. signifikant ausgewiesen (Tab. 17).

Tab. 17: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse – Landschaftstyp nach Fink modelliert durch Tonmineralogie.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.9312	0.0688	28.0509	0.0000
Smektit	-0.0923	0.0337	-2.7421	0.0063
Vermiculit	-0.2777	0.0324	-8.5804	0.0000
Illit	-0.1317	0.0713	-1.8485	0.0650
Chlorit	0.1525	0.0617	2.4705	0.0137
Kaolinit	0.3491	0.0494	7.0692	0.0000

Eine Modellierung der Gruppenzugehörigkeit der Proben zu den Landschaftstypen nach Fink (1956a) mit Hilfe der Analysendaten der Hauptelemente kann einen Anteil von 46 % der Varianz erklären. Hoch signifikant, mit positivem Vorzeichen, sind für die Modellberechnung die Gehalte von Al_2O_3 , sowie mit negativem Vorzeichen, die Gehalte an SiO_2 , TiO_2 und P_2O_5 . Als signifikant, mit positivem Vorzeichen, werden auch die Elementgehalte von MnO , MgO , Na_2O und CO_2 , sowie, mit negativem Vorzeichen, von Fe_2O_3 gekennzeichnet (Tab. 18).

Tab. 18: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse – Landschaftstyp nach Fink modelliert durch Hauptelemente.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.4712	1.1646	2.1220	0.0343
SiO_2	-1.5366	0.2428	-6.3293	0.0000
TiO_2	-0.9027	0.2487	-3.6294	0.0003
Al_2O_3	2.5541	0.2648	9.6471	0.0000
MnO	0.2675	0.1047	2.5556	0.0109
MgO	0.3096	0.1041	2.9748	0.0031
CaO	0.0199	0.0777	0.2565	0.7977
Na_2O	0.1382	0.0541	2.5558	0.0109
K_2O	-0.2064	0.2515	-0.8207	0.4122
H_2O_{110}	0.1223	0.0624	1.9593	0.0506
H_2O	0.0172	0.0424	0.4071	0.6841
P_2O_5	-0.1338	0.0316	-4.2324	0.0000
CO_2	0.1821	0.0802	2.2713	0.0236
SO_3	-0.0687	0.0375	-1.8307	0.0678
Fe_2O_3	-0.7627	0.2408	-3.1671	0.0016

Zusammenfassend sind für eine Modellierung der Gruppierung der Proben nach den Landschaftstypen nach Fink (1956a) (1 = Feuchte Lösslandschaft, 2 = Trockene Lösslandschaft, 3 = Übergangsgebiet) die Gehalte an Sand, an Feldspäten, an Calcit, Chlorit und Kaolinit, sowie an Al_2O_3 , MnO , MgO , Na_2O und CO_2 signifikant und werden mit ihrem positiven Vorzeichen jeweils bei den Modellierungen in Richtung der Gruppen „2 = Trockene Lösslandschaft“ und „3 = Übergangsgebiet“ wirksam. Mit negativem Vorzeichen versehen, werden die Variablen Ton, Quarz, Schichtsilikate, Vermiculit und Smektit, sowie SiO_2 , TiO_2 , P_2O_5 und Fe_2O_3 im Rahmen der einzelnen Modellierungen als signifikant gekennzeichnet und weisen auf die Gruppe „1 Feuchte Lösslandschaft“ hin. Die Anteile der erklärten Varianz sind für das Regressionsmodell auf Basis der Hauptelemente markant, jedoch gering für die Modelle basierend auf Korngrößenanteilen, sowie auf Gesamt- und Tonmineralogiegehalte.

Lineare Regression der chemischen Zusammensetzung nach Augustinik (1975)

Auch für die Modellierung der chemischen Zusammensetzung der Proben nach Augustinik (1975) wurde eine Regressionsanalyse vorgenommen. Aus den Werten der Proben auf der X- und Y-Achse nach Augustinik (1975) wurden die Verhältniszahlen berechnet und anschließend logarithmiert, die Analysendaten der Proben wurden für die Modellrechnung \ln -transformiert. Dabei erklärt ein Modell auf Basis der Korngrößenanalysen einen Anteil von 44 % der Varianz. Sand und Silt sowie Ton sind hoch signifikant, wobei die beiden Ersteren mit positivem Vorzeichen auf höhere Verhältniszahlen nach Augustinik hinweisen, hingegen die Tongehalte mit negativem Vorzeichen in Richtung der niedrigen Wertebereiche verweisen (Tab. 19).

Tab. 19: Regressionskoeffizienten der chemischen Zusammensetzung nach Augustinik (1975) modelliert durch Korngröße.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.4667	0.0357	-13.0699	0.0000
Sand	0.1140	0.0179	6.3853	0.0000
Silt	0.5244	0.0338	15.4979	0.0000
Ton	-0.6384	0.0316	-20.2134	0.0000

Werden die Gehalte der Gesamtmineralogie für eine Modellierung der chemischen Zusammensetzung der Proben nach Augustinik (1975) herangezogen, so beträgt der Anteil der erklärten Varianz 58 %. Alle Mineralbestandteile sind signifikant, wobei nur der Anteil der Schichtsilikate mit negativem Vorzeichen die niedrigen Verhältniszahlen nach Augustinik anzeigt, die anderen Mineralgehalte weisen mit ihrem positiven Vorzeichen auf höhere Wertebereiche nach Augustinik (1975) hin (Tab. 20).

Tab. 20: Regressionskoeffizienten der chemischen Zusammensetzung nach Augustinik (1975) modelliert durch Gesamtmineralogie.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.2347	0.0334	7.0174	0.0000
Quarz	0.2557	0.0617	4.1402	0.0000
Feldspäte	0.1781	0.0346	5.1514	0.0000
Schichtsilikate	-0.6175	0.0453	-13.6269	0.0000
Calcit	0.0977	0.0164	5.9393	0.0000
Dolomit	0.0862	0.0171	5.0464	0.0000

Werden die Tonmineralgehalte für die Modellierung der chemischen Zusammensetzung nach Augustinik (1975) eingesetzt, so beträgt der Anteil der erklärten Varianz 26 %. Smektit und Vermiculit sind signifikant und verweisen, mit negativem Vorzeichen behaftet, auf niedrige Werte hin. Ebenfalls signifikant, aber mit positivem Vorzeichen versehen, werden durch die Gehalte an Chlorit höhere Werte nach Augustinik (1975) angezeigt (Tab. 21).

Tab. 21: Regressionskoeffizienten der chemischen Zusammensetzung nach Augustinik (1975) modelliert durch Tonmineralogie.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.2776	0.0431	-6.4387	0.0000
Smektit	-0.0524	0.0197	-2.6658	0.0079
Vermiculit	-0.1943	0.0193	-10.0506	0.0000
Illit	0.0482	0.0419	1.1503	0.2506
Chlorit	0.1736	0.0386	4.4950	0.0000
Kaolinit	0.0249	0.0319	0.7815	0.4349

Zusammenfassend können sowohl die Korngrößenanteile als auch die Anteile der Gesamtmineralogie als wesentliche Einflussfaktoren für die chemische Zusammensetzung nach Augustinik (1975) betrachtet werden, die Tonmineralogie zeigt einen geringeren Einfluss. Gleichlautend verweisen besonders die Ton- und Schichtsilikatgehalte auf die Bereiche mit niedrigen Werten nach Augustinik (1975). Auf höhere Wertebereiche nach Augustinik (1975) verweisen die Gehalte an Silt, an Quarz und Feldspäten, sowie an Calcit und Dolomit.

Zusammenfassung der Trends aus den Analysendaten

Aus den Analysendaten der 773 vorhandenen Löss- und Lösslehmproben wird deutlich, wie stark klimatische Verhältnisse, stratigraphische Position und geographische Lage mit ihren lokalen morphologischen Besonderheiten Faktoren wie mineralogische und chemische Zusammensetzung, Korngrößenverteilung, Mächtigkeit und folglich auch die rohstoffgeologische Eignung der äolischen Sedimente beeinflussen können.

Den größten Einfluss haben dabei die klimatischen Bedingungen, insbesondere die Niederschlagsverhältnisse, die sich in der Ausbildung einer Feuchten Lösslandschaft im Westen, einer Trockenen Lösslandschaft im Osten und einem dazwischen gelegenen Übergangsgebiet manifestieren (vgl. Fink, 1956a). Innerhalb dieser Großlandschaften lagern unterschiedlich alte Löss- und Lösslehmabfolgen auf Hochterrassen, Deckenschottern oder direkt über neogenen Sedimenten. In vielen Fällen tragen regionale Gegebenheiten zur weiteren Differenzierung der äolischen Deckschichten bei.

Augenfällig sind die **niederschlagsbedingten Unterschiede** zwischen dem westlichen und dem östlichen Verbreitungsbereich, die bereits Fink (1956a) mit der Abgrenzung von Feuchter und Trockener Lösslandschaft sowie einem Übergangsgebiet berücksichtigte. Diese Dreigliederung wurde auch bei der statistischen Auswertung der Daten übernommen. Die größeren Niederschlagsmengen im Westen begünstigen die Verwitterung und damit die Umwandlung von Lössen zu Lösslehm. Dabei kommt es zu Veränderungen der mineralogischen und chemischen Zusammensetzung, aber auch der Korngrößenverteilung. Lössen weisen im Allgemeinen höhere Anteile an Silt, typischerweise insbesondere an Grobsilt, Karbonat und Chlorit und niedrigere Anteile an Ton, Schichtsilikaten, Aluminium, Eisen und gewissen Spurenelementen auf als die aus ihnen hervorgegangenen Lösslehm im selben Verbreitungsgebiet.

Im oberösterreichischen und westlichen niederösterreichischen Alpenvorland bis in den Raum Ybbs/Melk, einem Gebiet, in dem die mittleren Jahresniederschläge deutlich über 700 mm, zum Teil auch über 850 mm, liegen, sind vor allem Lösslehme mit Karbonatgehalten unter 10 %, meist unter 3 %, zu finden. Eine Ausnahme bilden lediglich die jungen, wärmzeitlichen Lössе auf den Hochterrassen, beispielsweise im Raum Linz. Zwischen Ybbs/Melk und St. Pölten befindet sich ein Mischbereich, in dem sowohl Lössе als auch Lösslehme vorkommen. Die mittleren Jahresniederschläge hier betragen 600-700 mm, können lokal aber auch höher sein. Im Weinviertel und im Wiener Becken, wo sich die mittleren Jahresniederschläge zwischen 500-600 mm, im äußersten Norden und Nordosten gar nur um 450-500 mm, bewegen, sind meist Lössе mit Karbonatgehalten über 10 % verbreitet, während Lösslehme eher untergeordnet vorkommen. Die Karbonatgehalte in den Gebieten im Windschatten der Böhmischem Masse sowie im südlichen Wiener Becken sind dabei am höchsten (vielfach über 20 % bzw. über 30 %), im nördlichen Wiener Becken liegen die Karbonatgehalte dagegen meist zwischen 10 % und 20 %.

Neben der Reduktion des Karbonatgehaltes bewirken die Verwitterungs- und Umwandlungsprozesse im humiden Klima im Westen des Untersuchungsgebietes auch den Zerfall einzelner Mineralphasen sowie die Neubildung von Tonmineralen. Betrachtet man die Medianwerte der einzelnen Bereiche, so treten in den Lösslehmern der Feuchten Lösslandschaft die höchsten Schichtsilikatgehalte (mit einem Median von 50 %), insbesondere die höchsten Vermiculitgehalte (mit einem Median von 9 %) auf, während die Chloritgehalte relativ niedrig sind. Die Zunahme von Schichtsilikaten und Tonmineralen führt in weiterer Folge zu einer Kornverfeinerung. So weisen die Lösslehme im Bereich der Feuchten Lösslandschaft in Summe die niedrigsten Sandgehalte (mit einem Median von 7 %), die höchsten Siltgehalte (mit einem Median von 53 %) sowie sehr hohe Tongehalte auf. Dabei verschiebt sich in den meisten Fällen das für Lössе so typische Vorherrschen der Grobsiltfraktion in Richtung Dominanz der Mittelsiltfraktion. Die meisten dieser Lösslehmern zeichnen sich aufgrund ihrer günstigen Korngrößenverteilung durch eine gute Eignung als Ziegelrohstoff aus und werden im Diagramm nach Winkler (1954) in die Verwendungsgruppen für dünnwandige Deckensteine und Dachziegel eingestuft.

Die Lössе aus der Trockenem Lösslandschaft sind aufgrund der eher ariden Klimabedingungen schwächeren Verwitterungseinflüssen ausgesetzt und zeichnen sich durch, im Vergleich zum gesamten Probenspektrum, überdurchschnittlich hohe Smektit- (mit einem Median von 34 %), Kaolinit- (mit einem Median von 14 %) und Feldspatgehalte aus. Die höchsten Kaolinit- und Feldspatgehalte finden sich in der Regel in Nachbarschaft zur Böhmischem Masse. Bei den Karbonaten überwiegt die Calcitkomponente - im Gegensatz zur Feuchten Lösslandschaft, in der die Dolomitkomponente vorherrscht.

Die **stratigraphische Position** spielt ihrerseits eine wichtige Rolle für die Eigenschaften der äolischen Sedimente. Die Löss- und Lösslehmervorkommen liegen im Bearbeitungsgebiet in unterschiedlicher Altersstellung vor, doch nur in seltenen Fällen sind absolute Altersdatierungen in der Literatur vorhanden (Hofer, 2010; Sprafke, 2016; Terhorst et al., 2002; Terhorst, 2013; Verginis, 1995). Für den im Projekt bearbeiteten Probenbestand stehen keine absoluten Altersdatierungen zur Verfügung. Auf den älteren Terrassen können Löss- und Lösslehmablagerungen unterschiedlicher Kaltzeiten vorliegen, aber nur für jene, die auf eindeutig identifizierten risszeitlichen Hochterrassen zu liegen kommen, kann ein wärmzeitliches Alter angenommen werden. Auf Grund der geringen Probenanzahl solcher wärmzeitlicher Lössе können statistischen Methoden nicht zielführend angewendet werden. Somit

findet die Altersstellung der Vorkommen nicht explizit, sondern nur indirekt, auf Grundlage der stratigraphischen Position, in der sich die Proben befinden, Eingang in die vorliegenden Auswertungen.

Auf den Hochterrassen finden sich die jüngsten, wärmzeitlichen Löss- und Lösslehme, die durch eine relativ ursprüngliche Zusammensetzung mit geringen Alterationen charakterisiert sind. Kennzeichnend sind hohe Siltgehalte (mit einem Median von 75 % für Löss), wobei vor allem die Grobsiltkomponente (mit einem Median von 39 % für Löss) hervortritt, sowie hohe Hellglimmer-, Chlorit- und Vermiculitgehalte (mit Medianwerten von 39 %, 20 % bzw. 8 % für Löss).

Im Gegensatz dazu sind die Lösslehme auf den Jüngeren und Älteren Deckenschottern durch deutlich ältere Anteile charakterisiert und meist von mehreren Akkumulations-, Abtragungs- und Bodenbildungsphasen unter wechselnden klimatischen Bedingungen geprägt. Sie zeichnen sich in der Regel durch die höchsten Tongehalte (mit einem Median von 39 % für Lösslehme) aus; ebenso kommen hier, im Vergleich zum Gesamtdatensatz, die höchsten Quarz- und Smektitgehalte (mit Medianwerten von 41 % bzw. 35 % für Lösslehme) vor. Die Löss- über den Deckenschottern fallen hingegen durch signifikant hohe Karbonatanteile (mit einem Median von 32 %) auf und passen damit auf den ersten Blick nicht ins Bild. Diese scheinbare Diskrepanz ist dem Umstand geschuldet, dass es sich in diesen Fällen um Proben aus dem hangendsten, jüngsten Sedimentationsabschnitt handelt, die das Würm repräsentieren. Während Proben von Lösslehm nur aus dem westlichen Verbreitungsgebiet zur Verfügung standen, decken die Lössproben das gesamte Bearbeitungsgebiet ab. Es zeigt sich ein Einfluss des Klimas auch auf Proben innerhalb derselben stratigraphischen Position: in den trockeneren Gebieten im Osten finden sich in der Tonmineralfraktion tendenziell höhere Gehalte an Chlorit und Illit und niedrigere Gehalte an den quellfähigen Phasen Vermiculit und Smektit. Ganz generell sind die Anteile an Schichtsilikaten in den Proben aus dem östlichen Verbreitungsgebiet geringer als im Westen.

In jenen Bereichen, in denen Löss- und Lösslehme direkt über feinkörnigen, neogenen Sedimenten bzw. auf Kieskörpern unterschiedlichen Alters im Nahbereich zu feinkörnigen Neogensedimenten lagern, treten, im Vergleich zum Gesamtprobenspektrum, außergewöhnlich hohe Tongehalte (mit einem Median von 20 % bei Lössen bzw. 35 % bei Lösslehm) auf. Charakteristisch sind des Weiteren hohe Quarz- und Feldspatgehalte sowie hohe Smektit- und Kaolinitgehalte in der Tonmineralfraktion.

Neben klimatisch bedingten Faktoren und stratigraphischer Stellung haben nicht zuletzt die **geographische Lage und die morphologische Position**, in der sich die Ablagerungen befinden, einen wesentlichen Einfluss auf die Eigenschaften der Löss- und Lösslehme. Zum Teil können lokale Einflüsse gegenüber großräumigen Trends dominieren. Zu den lokalen Charakteristika, die sich in den Analysendaten abbilden, zählen die im Vergleich zum Gesamtprobenspektrum hohen Sandgehalte im Raum Krems, an den Osthängen der Böhmisches Masse und in den isolierten Vorkommen innerhalb der Böhmisches Masse. Hier vermischt sich lokaler Verwitterungsgrus mit den äolischen Sedimenten und bewirkt so die höchsten Sandgehalte (mit einem Median von 37 %) im Untersuchungsgebiet. Damit einhergehend ist oft auch ein geringerer Karbonatgehalt, da die eingemischten Lokalkomponenten in den meisten Fällen aus kristallinem Material bestehen.

Im Nahbereich zu den Kristallingebieten der Böhmisches Masse finden sich die höchsten Kaolinit- und Feldspatgehalte. In Bezug auf Kaolinit sind dabei besonders das westliche Weinviertel, die isolierten Vorkommen innerhalb der Böhmisches Masse aber auch Teile des Alpenvorlandes (mit Spitzenwerten

von > 40 % des Tonmineralspektrums) hervorzuheben, während die Vorkommen im Traisental durch verhältnismäßig niedrige Gehalte auffallen. Die höchsten Feldspatgehalte (mit maximalen Werten von bis zu 40 % am gesamtmineralogischen Spektrum) treten im westlichen Weinviertel und im Raum Krems auf, aber auch im nördlichen Alpenvorland, im Bereich des Wagrams und im nordöstlichen Weinviertel ist Feldspat prominent vertreten.

Der Donaoraum spielte offenbar als Auswehungsgebiet der Sedimente aus den kalkalpinen Bereichen eine zentrale Rolle. In den Lössablagerungen entlang der Donau finden sich gehäuft signifikante Calcitgehalte (mit maximalen Gehalten bis > 60 %), speziell vom östlichen oberösterreichischen Alpenvorland bis zum Kremser Raum und im Gebiet östlich von Wien. Mit zunehmender Entfernung zum Donautal nehmen meist auch die Calcitgehalte ab und betragen etwa im nordöstlichen Weinviertel in vielen Fällen weniger als 10 %.

Viele der Löss- und Lösslehmablagerungen zeugen von der Dominanz der Westwinde im Ablagerungsraum. Sie sind bevorzugt an windabgewandten, nach Osten und Südosten geneigten Hängen in unterschiedlichsten Mächtigkeiten zu finden. In erosionsgeschützten Lagen wie z. B. am Manhartsberg-Abbruch sind zum Teil Profile mit Anteilen aus dem ältesten Pleistozän erhalten geblieben. Im nordöstlichen Weinviertel entlang der March und ihren Zubringern sind die äolischen Einträge auch den Nord- und Ostwinden geschuldet.

Die **Eignung der Löss- und Lösslehme als grobkeramischer Rohstoff** in der Ziegelherstellung ist unbestritten. Es zeigt sich ein klarer Trend in den Rohstoffqualitäten, der von Westen nach Osten abnimmt und gut mit Verbreitungsbereich von Feuchter und Trockener Lösslandschaft übereinstimmt. Im Wesentlichen sind es die höheren Tonanteile, die damit verbundenen höheren Schichtsilikatanteile und die geringen bzw. fehlenden Karbonatanteile, die die Lösslehme der Feuchten Lösslandschaft für die Produktion aller Ziegelqualitäten geeignet machen.

Die Löss- und Lösslehmablagerungen der Trockenen Lösslandschaft und auch des Übergangsbereiches zeichnen sich durch höhere Grobanteile und durch niedrigere Tonanteile aus. Damit fallen die Mediane ihrer Korngrößenverteilung in den Grenzbereich von Voll-, Gitter- und Dachziegel. Die mineralogischen und chemischen Voraussetzungen mit zum Teil beträchtlichen Karbonatgehalten, manchmal in Form von Lösskindeln, und ihren geringen Schichtsilikatanteilen reichen im Allgemeinen nur für normale Mauerziegelmassen.

Auf den Chemismus bezogen ergeben sich ebenfalls West-Ost-Trends, die einerseits mit den unterschiedlich starken Verwitterungsvorgängen im Zusammenhang stehen, andererseits aber auch die Unterschiede im äolischen Ausgangsmaterial aufzeigen.

Die CaO- und MgO-Werte weisen hohe positive Korrelationen mit den CO₂-Werten auf und sind daher zum größten Teil an die Minerale der Karbonatgruppe gebunden. In der fast karbonatfreien Feuchten Lösslandschaft mit den höchsten Verwitterungsraten sind sie am geringsten vertreten. In der Überganglandschaft lassen sich die im Vergleich zur Trockenen Lösslandschaft höheren Medianwerte für CaO, MgO und CO₂ trotz der nach Osten zu abnehmenden Verwitterungsintensitäten nur durch Unterschiede im äolischen Ausgangsmaterial erklären. Damit bestätigt sich der starke Einfluss des kalkalpin geprägten Einzugsgebietes der Überganglandschaft im Donaoraum, der sich bereits in der mineralogischen Zusammensetzung abzeichnet, auch in den chemischen Analysendaten.

Die Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -, Rb- und H_2O -Werte, positiv mit den Summen der Schichtsilikate korreliert, zeigen ebenfalls einen von West nach Ost abnehmenden Trendverlauf, was sich gut mit den Verwitterungsvorgängen und den damit verbundenen Um- und Neubildungen der Tonminerale erklären lässt. So fallen die Lösslehme innerhalb der Darstellung nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) zum Großteil in den Bereich der Steinzeugtone bzw. rotbrennenden Klinker, während die Lössle abhängig vom Karbonatgehalt in den Feldern für Dachziegel und Mauerziegel liegen.

Innerhalb der Spurenelemente ist Zr mit einem Median um 300 ppm erwähnenswert. Zr ist in erster Linie an das gleichnamige Schwermineral Zirkon gebunden und aufgrund seiner Verwitterungsresistenz immer deutlich angereichert.

Abgrenzung von Rohstoffbezirken

Die Abgrenzung der Rohstoffbezirke baut auf der ursprünglich für Erze und Industrieminerale geschaffenen Definition nach Weber (1997) auf, in der festgelegt ist: *„Ein Bezirk ist die Gesamtheit genetisch zusammengehörender, charakteristischer Anreicherungen mineralischer Rohstoffe in einer bestimmten geologisch-tektonischen Einheit. Die Form der einzelnen charakteristischen Lagerstätten, deren Mineralparagenese, oft auch das Nebengestein sind gleichartig. In vielen Fällen zeichnet sich der Lagerstätteninhalt auch durch gleichartige geochemische und isotopengeochemische Eigenschaften aus. In vielen Fällen kann dies auf eine gleichartige Genese zurückgeführt werden. Örtlich können mehrere Bezirke flächig ineinandergreifen.“* Um dabei auch Lockergesteinen im Allgemeinen und äolischen Sedimenten im Speziellen gerecht zu werden, wurden zudem insbesondere jene Kriterien herangezogen, auf denen auch die Gliederung der Lössle und Lösslehme beruht.

Ausgehend von den vorhandenen Analysenergebnissen und unter besonderer Beachtung der derzeit in Abbau stehenden bzw. bis in jüngste Zeit genutzten Lagerstätten wurden so 24 räumlich bzw. genetisch-stratigraphisch zusammengehörende Bereiche abgegrenzt. Für diese Bezirke wurden auf Grundlage der Korngrößenverteilung, der mineralogischen Zusammensetzung und des Chemismus die grobkeramischen Eigenschaften der Lössle und Lösslehme beschrieben und mögliche Einsatzbereiche eingegrenzt. Ebenso wurde im Speziellen auf charakteristische Eigenschaften, Verwendungshinweise, Alter, Form und Besonderheiten der Vorkommen sowie auf typische Lokalitäten der einzelnen Rohstoffbezirke eingegangen. Zur Abschätzung des niederschlagsbedingten Verwitterungspotentials wurden für jeden Bezirk die mittleren Jahresniederschlagsmengen für den Bezugszeitraum 1961 bis 1990 angegeben (Nachtnebel, H.P. & Fürst, J., 2003).

Des Weiteren wurden alle Löss- und Lösslehm-Bezirke als Polygone im GIS eingetragen und mit fortlaufender, eindeutiger Nummer und Bezeichnung attribuiert. Eine Liste der Bezirke ist in Tab. 22 enthalten, Abb. 56 zeigt die Lage der Rohstoffbezirke im Arbeitsgebiet. Zusätzlich wurden für die einzelnen Lagerstättenbezirke der Lössle und Lösslehme Streudiagramme nach Augustinik (1975) und Dreiecksdiagramme nach Winkler (1954) erstellt.

Tab. 22: Liste der Löss- und Lösslehmbezirke im Arbeitsgebiet.

Nummer	Bezeichnung
L_001	Löss- und Lösslehm-Bezirk Hochterrassen entlang Mattig, Inn und Pram
L_002	Lösslehm-Bezirk Innviertler Hügelland und angrenzende Gebiete
L_003	Lösslehm-Bezirk Aschacher Hügelland
L_004	Löss- und Lösslehm-Bezirk Linzer Randberge und angrenzende Gebiete (N der Donau)
L_005	Löss- und Lösslehm-Bezirk Deckenschotter der Traun-Enns-Platte und angrenzender Gebiete im Trauntal
L_006	Löss- und Lösslehm-Bezirk Hochterrassen der Traun-Enns-Platte und angrenzender Gebiete im Traun- und Ennstal
L_007	Lösslehm-Bezirk Ältere Deckenschotter zwischen Enns und Ybbs
L_008	Löss- und Lösslehmbezirk Neustadtler Platte und östliches Strengberger Schlieriedelland
L_009	Löss- und Lösslehm-Bezirk Ältere Deckenschotter zwischen Ybbs und Erlauf
L_010	Löss- und Lösslehm-Bezirk Deckenschotter beiderseits der Pielach
L_011	Löss-Bezirk Ältere Terrassen und Hollenburg-Karlstetten-Formation W der Traisen
L_012	Löss-Bezirk Hochterrassen der Traisen
L_013	Löss- und Lösslehm-Bezirk Hochterrasse und Deckenschotter der Traisen und Neogensockel (Schlier)
L_014	Löss-Bezirk SE-Rand der Böhmisches Masse zwischen Krems und Kamptal
L_015	Löss-Bezirk Deckenschotter N Wagram
L_016	Löss-Bezirk Ältere Terrassen und Neogen N Wagram
L_017	Löss- und Lösslehm-Bezirk isolierte Vorkommen innerhalb der Böhmisches Masse
L_018	Löss-Bezirk westliches Weinviertel (meist neogene Sedimente)
L_019	Löss-Bezirk Korneuburger Becken
L_020	Löss- und Lösslehm-Bezirk Hochscholle nördliches Wiener Becken
L_021	Löss-Bezirk Tiefscholle nördliches Wiener Becken
L_022	Löss-Bezirk Donauterrassen zwischen Schwechat und Leitha (Niveau Deckenschotter)
L_023	Löss- und Lösslehm-Bezirk südliches Wiener Becken zwischen Erlach und Ofenbach
L_024	Löss-Bezirk nordwestliches Weinviertel (Bereich Retz bis Alberndorf)

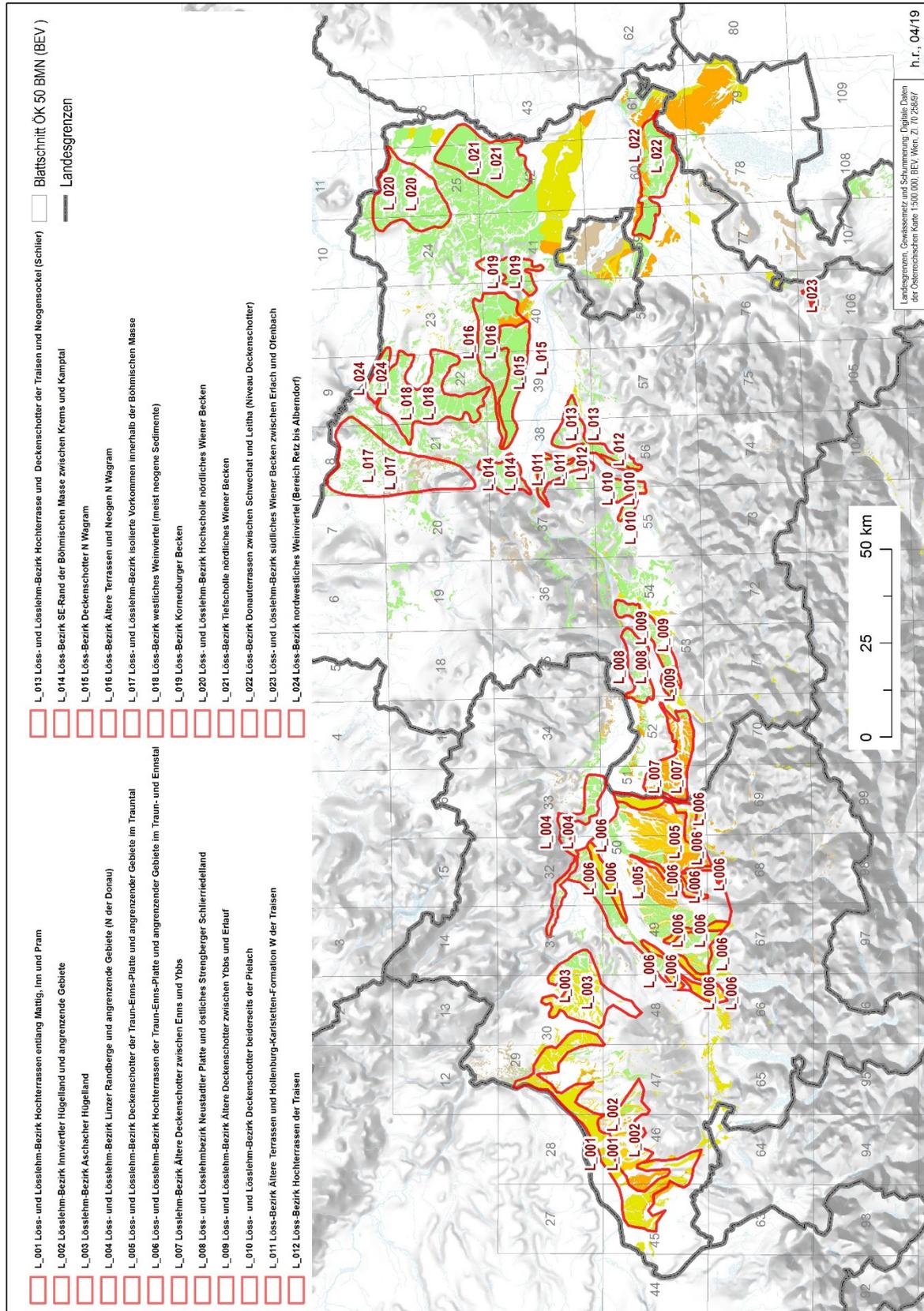


Abb. 56: Karte der Lagerstättenbezirke für Löss- und Lösslehm.

7. Beschreibung der Rohstoffbezirke

L_001 Löss- und Lösslehm-Bezirk Hochterrassen entlang Mattig, Inn und Pram

ÖK 28, 29, 30, 45, 46

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk umfasst den rund 50 km langen Hochterrassenstreifen südlich des Inn zwischen Gilgenberg am Weilhart und Schärding sowie die Hochterrassen entlang von Mattig und Pram bis Kerschham bzw. bis Taiskirchen im Innkreis. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) liegt zwischen 700 mm im Norden und 1250 mm im Süden des Verbreitungsgebietes.

Die Löss- bzw. Lösslehmbedeckung auf den Terrassenkiesen erreicht hier in der Regel Mächtigkeiten von einigen Dezimetern bis wenigen Metern; vor allem an Kuppen, Terrassenkanten und in windgeschützten Lagen können aber auch Akkumulationen von mehr als 10 m Mächtigkeit auftreten. Die äolischen Sedimente über den Hochterrassenkörpern zeichnen sich generell durch eine hohe Variabilität hinsichtlich granulometrischen und mineralogischen Parametern aus, die einerseits durch Verwitterungsprozesse bedingt, andererseits aber auch stark standortbezogen ist. So besteht etwa ein qualitativer Unterschied zwischen Auswehungs- und Liefergebiet bzw. zwischen Randbereichen und zentralen Bereichen der Hochterrassenflächen (Moser & Reitner, 1998). An den Terrassenkanten finden sich etwa grobporigere, grobkörnigere Lössse mit niedrigeren Tongehalten.

Charakteristisch für diesen Abschnitt ist zudem eine deutliche Zweigliederung der äolischen Sedimente in den hangenden Löss und den liegenden Lösslehm. In den basalen Bereichen dieser Abfolge finden sich häufig Hinweise auf interstadiale Bodenbildungen. Bei den Lössen handelt es sich um graue bis gelbe, karbonatreiche, grobporige Silte; die Lösslehme sind bräunlich bis rötlich braun, nahezu karbonatfrei, tonreicher und zeichnen sich durch höhere Gehalte an Schichtsilikaten, insbesondere an Vermiculit und Kaolinit, aus. Sowohl Lössse als auch Lösslehme können verhältnismäßig hohe Sandgehalte aufweisen. In den Lössen ist zum Teil eine reiche Malakofauna erhalten. In den oberflächennahen Abschnitten der Löss- und Lösslehmabfolge treten bereichsweise Kryoturbationserscheinungen auf.

Aus diesem Rohstoffbezirk liegen acht Proben vor, davon zwei Löss- und sechs Lösslehmproben. Alle wurden Korngrößenmäßig und gesamtmineralogisch analysiert. An sieben dieser Proben wurde zudem eine tonmineralogische Analyse der Fraktion < 2 µm durchgeführt.

Korngrößenmäßig ist bei allen untersuchten Proben Silt die dominierende Komponente, wobei innerhalb der Siltfraktion Grobsilt, gefolgt von Mittelsilt, vorherrschend ist. Bei den Lössen betragen die Medianwerte 75 % für Silt, 16 % für Ton und 9 % für Sand. Bei den Lösslehmten tritt die Tonkomponente deutlich den Vordergrund – hier betragen die Medianwerte 66 % für Silt, 25 % für Ton und 9 % für Sand. Alle Proben sind praktisch kiesfrei. Gemäß der Nomenklatur nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind die Sedimente überwiegend als Tonsilte bzw. tonig-sandige Silte anzusprechen. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen die Lössse in den Feldern für Vollsteine, die Lösslehme eignen sich aufgrund ihrer günstigeren Korngrößenverteilung vermehrt auch für höherwertige Einsatzzwecke wie Dachziegel und dünnwandige Deckensteine.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung fällt der hohe Anteil an Schichtsilikaten auf, der - vor allem bei den Lösslehmten - häufig 40 % übersteigt. Bei den Feldspäten tritt Plagioklas sehr deutlich hervor; die Gehalte an Plagioklas können mehr als das Dreifache der Gehalte an Alkalifeldspat betragen. Generell ergibt sich für Lössse eine Verteilung der Medianwerte von 35 % für Schichtsilikate,

34 % für Quarz, 13 % für Feldspäte, 16 % für Calcit und 18 % für Dolomit. Die Medianwerte für Lösslehme zeigen folgendes Bild: 44 % Schichtsilikate, 38 % Quarz, 17 % Feldspäte und 1 % Dolomit. Für die tonmineralogische Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm liegen zum Vergleich nur die Werte einer einzigen Lössprobe vor. In dieser Probe dominiert die Illit-Hellglimmer-Gruppe mit 39 %, gefolgt von der Smektit-Gruppe mit 28 %. Die Chlorit-Gruppe ist mit 17 % vertreten, die Kaolinit-Gruppe und die Vermiculit-Gruppe jeweils mit 8 %. Bei den Lösslehmen hingegen ist die Vermiculit-Gruppe mit einem Median von 36 % vorherrschend, gefolgt von der Illit-Hellglimmer-Gruppe mit einem Median von 27 % und der Kaolinit-Gruppe mit einem Median von 17 %. Der Median der Chlorit-Gruppe beträgt nur 8 %, Vertreter der Smektit-Gruppe fehlen in den meisten Lösslehmproben völlig.

Verwendungshinweise

Das Material wurde früher in mehreren Gruben abgebaut und zur Ziegelproduktion verwendet. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen die Lössle in den Feldern für Vollsteine, die Lösslehme eignen sich aufgrund ihrer günstigeren Korngrößenverteilung für höherwertige Einsatzzwecke wie Dachziegel und dünnwandige Deckensteine.

Form

meist flächig verbreitet, zum Teil kleinere isolierte Vorkommen

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm

Besonderheiten

In den basalen Abschnitten der Löss-Lösslehmabfolge finden sich fossile Bodenbildungen.

Vor allem im oberflächennahen Bereich können die Lössle und Lösslehme von Kryoturbation betroffen sein.

Typische Vorkommen

Leimhof, Gunderding bei Altheim

Ausgewählte und weiterführende Literatur

- Kohl, H. (2000): Das Eiszeitalter in Oberösterreich: Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich: In Memoriam Univ.-Prof. Dr. Julius Fink. – Schriftenreihe des OÖ Musealvereins – Ges. f. Landeskunde, 17, 487 S., 145 Abb., 5 Tab., 1 Beil., Linz.
- Kolmer, Ch., van Husen, D. & Salcher, B. (2008): Landschaftsgeschichte und Hydrogeologie der neogenen und quartären Ablagerungen zwischen Mattig und Inn.- Amt der oberösterreichischen Landesregierung, 243 S., 4 Blg., Linz.
- Moser, G. & Reitner, J. (1998): Untersuchung der Lössle 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 Lössle und Lösslehme.- Unveröff. Teilbericht im Rahmen des Forschungsprojektes OC-13, 80 S., 10 Taf., 10 Anh. mit 80 Abb., 11 Tab, 6 Ktn., Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.
- Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Egger, J., Lipiarski, P., Massimo, D., Reitner, H., Rupp, Ch. & Slapansky, P. (2003): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probennahme zum Projekt Neue Bahn und anderen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf umweltrelevante, rohstoffwissenschaftlich und grundlagenorientierte Auswertungen und die Aufschlussarbeiten in der Molassezone und den penninischen Einheiten. – Unveröff. Endbericht Bund/Bundesländer-

- Rohstoffprojekt O-C-021/2000-03, Bibl. d. Geol. Bundesanst./ Wiss. Archiv, 68 Bl., 59 Abb., Wien.
- Terhorst, B., Frechen, M. & Reitner, J. (2002): Chronostratigraphische Ergebnisse aus Lößprofilen der Inn- und Traun-Hochterrassen in Oberösterreich.- In: Zeitschrift für Geomorphologie: Supplementband; 127, S. 213-232, 4 Abb., 2 Tab., Berlin.
- Weinberger, L. (1955): Exkursion durch das österreichische Salzachgletschergebiet und die Moränengürtel der Irrsee- und Attersee-Zweige des Traungletschers.- In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H. (Red.): Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich: Exkursionen zwischen Salzach und March, S. 7-34, 1 Abb., 1 Taf., Verh. Geol. Bundesanstalt, Sh. D, Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_002 Lösslehm-Bezirk Innviertler Hügelland und angrenzende Gebiete

ÖK 45, 46, 47

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk um Mauerkirchen und Mettmach erreicht eine West-Ost-Erstreckung von rund 30 km und eine Nord-Süd-Erstreckung von 5-10 km. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) im Gebiet beträgt zwischen 850 mm und 1000 mm, im Südosten zwischen 1000 mm und 1250 mm. Die ursprünglich äolisch transportierten Sedimente wurden oft von Umlagerungsprozessen bzw. von Abschwemmung erfasst und liegen häufig in stark verwitterter Form vor. Sie lagern hier mehr oder weniger flächig und mit schwankenden Mächtigkeiten über Kiesterrassen unterschiedlichen Alters. So finden sich als Unterlagerung sowohl Jüngere und Ältere Deckenschotter als auch pliozäne Schotterkörper, die allesamt bereits tiefgreifend verwittert und oftmals konglomeriert sind und eine stark zertalte Oberfläche aufweisen. Die einzelnen Terrassenniveaus können Höhenunterschiede von bis zu 20 m zueinander aufweisen. Auf den Terrassenflächen wurden die äolischen Sedimente meist in größeren Mächtigkeiten akkumuliert. Weinberger (1955) etwa gibt die Lösslehmächtigkeit auf den Jüngeren Deckenschottern mit 8-9 m an. Der Übergang von den Lösslehmen zu den unterlagernden Kiesen erfolgt in vielen Fällen nicht abrupt, sondern schleifend.

Die braungelben bis rotbraunen, homogenen, schichtungslosen Lösslehme in diesem Rohstoffbezirk sind durch einen hohen Siltgehalt charakterisiert. Sie sind völlig karbonatfrei und weisen hohe Schichtsilikatanteile auf, wobei in der Regel die quellfähigen Tonminerale dominieren. Zum Teil werden fleckige Färbungen bzw. das Auftreten von kohligen oder manganreichen Nestern beschrieben. Bedingt durch Verschwemmungen und Umlagerungsprozesse können bisweilen feine sandige Lagen oder Linsen sowie einzelne größere Gerölle in die Lösslehme eingelagert sein. Fossile Bodenhorizonte zeugen von einer mehrphasigen Genese. Oft ist in den oberflächennahen Abschnitten auch Kryoturbation vorhanden, und es finden sich Würge- und Wickelböden sowie Eiskeile.

Aus diesem Bereich wurden 14 Proben untersucht, von denen Korngrößenverteilungen, gesamt- und tonmineralogische sowie chemische Analysen vorliegen. Korngrößenmäßig dominiert die Siltfraktion mit einem Medianwert von 67 %, wobei die Grob- und Mittelsiltkomponente deutlich vorherrschen. Die Tonfraktion weist einen Median von 27 % auf, die Sandfraktion erreicht einen Median von 5 %. Die Proben sind praktisch kiesfrei. Nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) handelt es sich zumeist um Tonsilte und tonige Silte, zum Teil auch um sandige Tonsilte. Die Proben weisen aufgrund ihrer verhältnismäßig hohen Tongehalte und der hohen Grob- und Mittelsiltanteile eine für höherwertige Einsatzzwecke günstige Korngrößenzusammensetzung auf und plotten im

Diagramm nach Winkler (1954) vor allem in den Feldern für Dachziegel und dünnwandige Deckensteine, seltener auch im Feld für Gittersteine.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung dominiert die Schichtsilikatgruppe mit einem Median von 47 %, gefolgt von Quarz mit einem Median von 41 %. Feldspäte treten mit einem Median von 12 % nur untergeordnet auf; in den meisten Fällen ist deutlich mehr Plagioklas als Alkalifeldspat vorhanden. Alle untersuchten Proben sind karbonatfrei. In der tonmineralogischen Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm zeigen sich große Unterschiede zwischen den einzelnen Proben, vor allem was die quellfähigen Tonminerale betrifft. So bewegt sich der Anteil der Smektit-Gruppe zwischen 0 % und 54 %, der der Vermiculit-Gruppe zwischen 0 % und 40 %. Vor allem in den Proben aus der Umgebung von Neundling im Osten des Rohstoffbezirkes ist die Smektit-Gruppe dominant; ein Umstand, der sich in der Verteilung der Medianwerte der tonmineralogischen Zusammensetzung aller analysierter Proben nicht widerspiegelt. So beträgt der Median für die Illit-Hellglimmer-Gruppe 30 %, für die Chlorit-Gruppe und die Vermiculit-Gruppe jeweils 16 %, für die Kaolinit-Gruppe 10 % und für die Smektit-Gruppe 0 %. Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegen die Proben vorwiegend in den Feldern für Klinker rot und Deckenziegel bzw. für Steinzeug- und Töpfertone.

Verwendungshinweise

Das Material wurde in mehreren großen Gruben abgebaut und vor allem für die Ziegelproduktion eingesetzt. Einige der Ziegelwerke sind bis heute aktiv.

Aufgrund ihrer verhältnismäßig hohen Tongehalte und der hohen Grob- und Mittelsiltanteile weisen die Lösslehme eine für höherwertige Einsatzzwecke günstige Korngrößenzusammensetzung auf und plotten im Diagramm nach Winkler (1954) vor allem in den Feldern für Dachziegel und dünnwandige Deckensteine, seltener auch im Feld für Gittersteine. Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegen sie vorwiegend in den Feldern für rotbrennende Klinker und Deckenziegel bzw. für Steinzeug- und Töpfertone.

Form

flächig auf Schotterterrassen unterschiedlichen Alters

Alter

Quartär: Pleistozän

Besonderheiten

Innerhalb der Lösslehmabfolge können fossile Bodenhorizonte vorkommen. In den oberflächennahen Bereichen finden sich zum Teil Hinweise auf Frosteinwirkungen und Kryoturbationen.

Durch Umlagerungsprozesse wurden manchmal sandige Lagen oder Linsen in die Lösslehmabfolge eingeschaltet.

Typische Vorkommen

Neundling, Uttendorf, Erlach-Pischelsdorf

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Kohl, H. (2000): Das Eiszeitalter in Oberösterreich: Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich: In Memoriam Univ.-Prof. Dr. Julius Fink. – Schriftenreihe des OÖ Musealvereins – Ges. f. Landeskunde, 17, 487 S., 145 Abb., 5 Tab., 1 Beil., Linz.

Kolmer, Ch., van Husen, D. & Salcher, B. (2008): Landschaftsgeschichte und Hydrogeologie der neogenen und quartären Ablagerungen zwischen Mattig und Inn.- Amt der oberösterreichischen Landesregierung, 243 S., 4 Blg., Linz.

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.- Unveröff. Teilbericht im Rahmen des Forschungsprojektes OC-13, 80 S., 10 Taf., 10 Anh. mit 80 Abb., 11 Tab, 6 Ktn., Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

Rupp, Ch. mit Beiträgen von Hofmann, Th., Jochum, B., Pfeleiderer, S., Schedl, A., Schindlbauer, G., Schubert, G., Slapansky, P., Tilch, N., van Husen, D., Wagner, L. & Wimmer-Frey, I. (2008): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 47 Ried im Innkreis.- Geologische Bundesanstalt, 100 S., 26 Abb., 7 Tab., 2 Farbt., Wien.

Weinberger, L. (1955): Exkursion durch das österreichische Salzachgletschergebiet und die Moränengürtel der Irrsee- und Attersee-Zweige des Traungletschers.- In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H. (Red.): Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich: Exkursionen zwischen Salzach und March, S. 7-34, 1 Abb., 1 Taf., Verh. Geol. Bundesanstalt, Sh. D, Wien.

Wimmer-Frey, I. (2007): Ziegeleirohstoffe auf Kartenblatt Ried.- In: Egger, H. & Rupp, Ch. (Red.): Arbeitstagung 2007 der Geologischen Bundesanstalt Blatt 67 Grünau im Almtal und Blatt 47 Ried im Innkreis: Linz, 7.-11. Mai 2007.- S. 221-224, Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_003 Lösslehm-Bezirk Aschacher Hügelland

ÖK 30, 31, 48

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk erstreckt sich auf rund 26 km Länge von Natternbach im Norden bis nach Weibern/Unterlehen im Süden und auf rund 21 km Breite von Neumarkt im Hausruckkreis im Westen bis nach Prambachkirchen im Osten. Der mittlere jährliche Niederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) in diesem Gebiet liegt zwischen 850 mm und 1000 mm. Der nördliche Teil des Bezirkes wird überwiegend von Hochterrassen, teilweise auch von älteren, oberpliozänen, fluviatilen Kiesen aufgebaut, die auf einem Niveau von etwa 390 m bis 410 m Seehöhe – mit einzelnen Erhebungen bis 450 m – eine, von kleinen Tälchen zerfurchte Hochfläche ausbilden. Gegen Süden treten vermehrt feinkörnige, neogene Sedimente zutage, die eine hügelige Landschaft formen. Sowohl die nördliche Schotterplatte als auch das südliche Schlierhügelland werden von einer gut 1-2 m mächtigen Lösslehmdecke überlagert.

Bei den Lösslehm handelt es sich um karbonatfreie, braune bis ockerfarbene, bisweilen rostbraun gefleckte Silte mit zum Teil sehr hohen Tongehalten. Ihre mineralogische Zusammensetzung wird von Quarz und Schichtsilikaten dominiert. Meist zeigt der Lösslehm ein massiges und schichtungsloses Erscheinungsbild, nur stellenweise sind wellige Schichtflächen erkennbar. Zum Teil finden sich innerhalb der Lösslehme Horizonte, die mit Feinkieskomponenten durchsetzt sind, was als Hinweis auf fluviatile Umlagerungsprozesse gedeutet werden kann (Peresson & Posch-Trözmüller, 2013).

Aus diesem Rohstoffbezirk liegen neun Proben vor, die sowohl die Lösslehme über den Kiesterrassen als auch jene über neogenen Feinsedimenten umfassen. Die folgende Zusammenstellung bezieht sich auf fünf Körngrößenuntersuchungen, neun gesamtmineralogische, drei tonmineralogische sowie zwei chemische Analysen.

Korngrößenmäßig ist Silt mit einem Median von 56 % die dominierende Komponente, wobei bei den

meisten Proben Grob- und Mittelsilt in vergleichbaren Anteilen vorkommen. Die Tonfraktion ist mit einem Median von 35 % vertreten, Sand kommt eher untergeordnet mit einem Median von 6 % vor. Die untersuchten Proben waren praktisch kiesfrei. Nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind die Proben – mit einer etwas grobkörnigeren Ausnahme – allesamt als Tonsilte anzusprechen. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen sie im Bereich der höchsten Verwendungsklasse, der für dünnwandige Deckensteine. Für die einzelne Probe mit höherem Sandgehalt käme jedoch nur noch eine Verwendung als Vollsteine in Frage.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung stellen Schichtsilikate mit einem Median von 51 % die bedeutendste Gruppe dar. Der Quarzgehalt ist mit einem Median von 40 % ebenfalls sehr hoch. Feldspäte sind nur untergeordnet am mineralogischen Spektrum beteiligt – ihr Median beträgt 9 %, wobei in den meisten Fällen Plagioklas deutlich gegenüber Alkalifeldspat überwiegt. Alle untersuchten Proben waren karbonatfrei.

Die tonmineralogische Zusammensetzung der Proben wird zumeist von hochgeladenen Smektiten dominiert – sie weisen einen Median von 50 % auf. Die Vertreter der Vermiculit-Gruppe, die durch Verwitterungsprozesse im Zusammenhang mit dem Abbau von Glimmern und Chloriten entstanden sein können, zeigen mit Gehalten von 13 % bis 44 % eine große Schwankungsbreite; ihr Medianwert beträgt 14 %. Der Median der Illit-Hellglimmer-Gruppe beträgt 19 %, der Median der Chlorit-Gruppe 8 %. Kaolinit wurde nur in einer Probe in sehr geringen Mengen nachgewiesen.

Die beiden Proben, für die auch chemische Analysen vorhanden sind, liegen im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) im Bereich für Deckenziegel bzw. Klinker rot.

Verwendungshinweise

Das Material wurde früher in mehreren Gruben gewonnen und zur Ziegelherstellung genutzt. Heute ist noch der Betrieb in Bruck-Waasen aktiv, wo der Lösslehm gemeinsam mit den unterlagernden neogenen Sedimenten abgebaut und verarbeitet wird.

Im Diagramm nach Winkler (1954) liegt die Mehrzahl der Lösslehme im Bereich der höchsten Verwendungsklasse für dünnwandige Deckensteine. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) eignen sie sich für für Deckenziegel bzw. rotbrennende Klinker.

Form

größtenteils flächige Bedeckung auf Schotterterrassen und neogenem Untergrund, teilweise isolierte Vorkommen

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Stellenweise finden sich umgelagerte Bereiche (Schwemmlösse), in denen Feinkieskomponenten eingestreut wurden.

Typische Vorkommen

Unterlehen/Weibern, Bruck-Waasen, Untertresleinbach

Ausgewählte und weiterführende Literatur

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.- Unveröff. Teilbericht im Rahmen des Forschungsprojektes OC-13, 80 S., 10 Taf., 10 Anh. mit 80 Abb., 11 Tab, 6 Ktn., Geologische

Bundesanstalt (GBA), Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Peresson, H., Rabeder, J., & Rupp, Ch. (2013): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 42/2012-2014, Jahresendbericht 2012, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 134 Bl., 133 Abb., 1 Tab., Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_004 Löss- und Lösslehm-Bezirk Linzer Randberge und angrenzende Gebiete (N der Donau)

ÖK 31, 32, 33, 51

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk erstreckt sich als schmales Band auf über 50 km Länge von Aschach an der Donau über Freudenstein und Ottensheim nach Linz und von dort über Gallneukirchen und Steyregg bis nach Mauthausen. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) beträgt hier am Südrand der Böhmisches Masse in der Regel zwischen 700 mm und 850 mm. Die äolischen Sedimente lagern zum Teil direkt dem Kristallin der Böhmisches Masse auf, meist jedoch finden sich die Löss- und Lösslehme als Bedeckung von kleineren Hochterrassen- oder Deckenschotterkörpern, in einigen Fällen auch von feinkörnigen neogenen Sedimenten. Oft weisen die unterlagernden Sedimente bereits ein stark akzentuiertes Oberflächenrelief auf. Die Mächtigkeit der Löss- bzw. Lösslehmauflage kann einige Dezimeter bis zu einige Meter betragen. Die größten Akkumulationsraten finden sich in der Regel an flach nach Osten geneigten Hängen.

Die Löss- in diesem Bereich sind helle bis ockergelbe Silte mit schwankenden Sand- und Tongehalten. Sie können teilweise Kalkkonkretionen beinhalten. Häufig kommen durch Verwitterungsprozesse entstandene, feinkörnigere, karbonatfreie, ocker bis rötlichbraune Lösslehme vor, die hohe Anteile an quellfähigen Tonmineralen aufweisen. Charakteristisch für diesen Bereich ist weiters das Auftreten von solifluidal umgelagertem Löss mit eingestreuten Kieskomponenten.

Aus diesem Rohstoffbezirk liegen acht Proben vor, die alle aus dem westlichen Teil des Bezirkes entnommen wurden. Zwei der Proben stammen von Lössen, sechs von Lösslehm. Gesamt- und tonmineralogische Analysen liegen von allen Proben vor, Korngrößenuntersuchungen von sieben, chemische Analysen von sechs Proben.

In allen Proben ist Silt die dominierende Kornfraktion – bei den Lösslehm beträgt ihr Medianwert 62 %, wobei bei den Lössen typischerweise die Grobsiltkomponente am häufigsten vertreten ist, bei den Lösslehm dagegen die Mittelsiltkomponente. Die beiden Lössproben weisen in Abhängigkeit von ihrer Herkunft unterschiedliche Sand- und Tongehalte auf. Die Lösslehm sind deutlich feinkörniger ausgebildet – bei ihnen beträgt der Median für Ton 35 % und der Median für Sand 7 %. Die Mehrzahl der Proben ist kiesfrei, in Einzelfällen wurden jedoch Kiesgehalte bis zu 6 % nachgewiesen. Bedingt durch die schwankenden Sand- und Tongehalte streuen die Proben auch im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) und plotten in den Feldern für Tonsilt, tonigen Silt, sandigen Tonsilt, tonig-sandigen Silt und Sandsilt. Ebenso sind die Proben im Diagramm nach Winkler (1954) verteilt auf die Felder für alle Verwendungszwecke zu finden.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung dominiert bei den Lössen Quarz mit einem Anteil von rund 35 % am Gesamtspektrum, gefolgt von den Schichtsilikaten mit rund 25 % und den Feldspäten mit knapp 20 %. Der Karbonatgehalt der beiden Proben liegt zwischen knapp 20 % und knapp 30 %, wobei der Anteil an Dolomit deutlich höher ist als der Calcitanteil. Die Lösslehme sind im Vergleich zu den Lössen praktisch karbonatfrei und weisen wesentlich höhere Gehalte an Schichtsilikaten auf. Die Medianwerte für die analysierten Proben betragen 45 % für Quarz, 42 % für Schichtsilikate und 13 % für Feldspäte.

In der tonmineralogischen Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm ist bei allen Proben die Illit-Hellglimmer-Gruppe am häufigsten vertreten – ihr Medianwert beträgt für die Lösslehme 34 %. Die quellfähigen Tonminerale der Smektit- und Vermiculit-Gruppe weisen bei den Lösslehmproben Medianwerte von 25 % bzw. 8 % auf. Im Gegensatz zu den Lössen sind die Lösslehme praktisch frei von Vertretern der Chlorit-Gruppe; die Kaolinit-Gruppe ist mit einem Median von 23 % dagegen weitaus stärker vertreten als bei den Lössen.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) fallen die Lössproben vor allem in den Bereich für Dachziegel, die Lösslehmproben darüber hinaus auch in den Bereich für Klinker rot.

Verwendungshinweise

Das Material wurde und wird in der Ziegelproduktion eingesetzt.

Abhängig von den schwankenden Sand- und Tongehalte sind die Löss- und Lösslehme im Diagramm nach Winkler (1954) verteilt auf die Felder für alle Verwendungszwecke zu finden. Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) fallen die Lössproben vor allem in den Bereich für Dachziegel, die Lösslehmproben darüber hinaus auch in den Bereich für rotbrennende Klinker.

Form

isolierte Vorkommen, teilweise flächig

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Bereichsweise kommen solifluidal umgelagerte Löss- mit eingestreuten Kieskomponenten vor.

Typische Vorkommen

Schach, Freudenstein, Niederottensheim

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Hobiger, G., Peresson, H., Priewalder, H., Rabeder, J., Reitner, H. & Rupp, Ch. (2012): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 35/2009-2011, Jahresendbericht 2011, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 128 Bl., 132 Abb., 9 Tab., Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_005 Löss- und Lösslehm-Bezirk Deckenschotter der Traun-Enns-Platte und angrenzender Gebiete im Trauntal

ÖK 31, 32, 33, 48, 49, 50, 51, 66, 67, 68

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk nimmt eine Fläche von etwa 45x40 km im Gebiet zwischen Schwanenstadt im Südwesten, Wilhering im Nordwesten, Enns im Nordosten und Garsten im Südosten ein. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) bewegt sich zwischen 700 mm im Norden und 1250 mm im Süden des Gebietes. Die Löss- und Lösslehme überlagern hier in der Regel Kiesterrassen der Älteren und Jüngeren Deckenschotter und können eine flächenhafte Verbreitung mit bis zu 15 m Mächtigkeit erreichen. Oft finden sich die größten Lössakkumulationen an nach Osten geneigten, flachen Hängen. Bisweilen sind die Hochflächen von kleinen Trockentälern durchzogen und weisen eine dellige Oberfläche auf. Die Größe des Verbreitungsgebietes bedingt eine gewisse Variabilität der Eigenschaften der äolischen Deckschichten, wofür neben den geologischen Grundvoraussetzungen des Ausgangssubstrates auch die Abhängigkeit von der Entfernung zum Auswehungsgebiet sowie die Verteilung der Jahresniederschläge ausschlaggebend sind. So werden etwa die Tongehalte tendenziell höher, je weiter das Material transportiert wurde und die Verwitterungsgeschwindigkeit nimmt unter humiden Bedingungen rascher zu, was zu einer stärkeren Dekarbonatisierung führt (Moser & Reitner, 1998). Periglaziale Phänomene, Umlagerungsprozesse und Verschwemmung können zu weiteren, kleinräumigeren Materialunterschieden führen.

Auf der Traun-Enns-Platte kommen sowohl Löss- als auch Lösslehme vor. Bei den Lössen handelt es sich zumeist um ockergelbe bis olivgraue, locker gelagerte, poröse, schichtungslose, karbonatreiche, tonige Silte mit hoher Standfestigkeit. Zum Teil beinhalten sie Lössschnecken. Im Bereich der Deckenschotter der Traun-Enns-Platte kommen Löss- praktisch nur in den Randregionen zum Trauntal vor. Lösslehme sind meist deutlich intensiver gefärbt, dichter gelagert und durch Verwitterungsvorgänge karbonatarm bis karbonatfrei und oft wesentlich sand- oder tonreicher als die Löss- , aus denen sie hervorgegangen sind. Des Weiteren kommen äolisch transportierte Lehme, sogenannte Staublehme (Kohl & Krenmayr, 1997), vor, die aus kalkfreiem Substrat ausgeweht wurden und durch hohe Siltgehalte und dichte Lagerung charakterisiert sind. Der Großteil der äolischen Sedimente in den zentralen Bereichen der Traun-Enns-Platte besteht aus solchen primär karbonatfreien Staublehmen. Meist fand die äolische Sedimentation über einen längeren Zeitraum und mit mehrmaligen Unterbrechungen, die sich in der Ausbildung von teils mächtigen, fossilen Bodenhorizonten widerspiegeln, statt.

Aus diesem Rohstoffbezirk liegen 66 Proben vor, 60 von Lehmen und 6 von Lössen. Die folgende Zusammenfassung der Analyseergebnisse basiert auf 66 gesamtmineralogischen, 65 korngößenmäßigen, 37 tonmineralogischen und 17 chemischen Untersuchungen.

In allen Proben ist Silt die dominierende Kornfraktion, wobei bei den Lössen das Maximum im Grobsiltbereich liegt, während bei den Lehmen die Grob- und Mittelsiltfraktion in etwa gleichermaßen vertreten sind. Die Lehme sind deutlich feinkörniger ausgebildet als die Löss- ; der Anteil der Tonfraktion am Korngrößenspektrum ist bei ihnen im Schnitt doppelt so hoch wie bei den Lössen. Für Löss- betragen die Medianwerte 75 % für Silt, 22 % für Ton und 3 % für Sand. Für Lehme betragen die Medianwerte 52 % für Silt, 43 % für Ton und 3 % für Sand. Die Proben sind allesamt praktisch kiesfrei. Nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind die Löss- als Tonsilte bzw. tonige Silte anzusprechen, die Lehme vorwiegend als Tonsilte bzw. Silttone. Im Diagramm nach Winker (1954) fallen die Löss- sowohl in das Feld für Vollziegel als auch in das für dünnwandige Deckensteine,

während die Lehme durchwegs für höherwertige Verwendungszwecke wie Dachziegel oder dünnwandiger Deckensteine geeignet sind.

Bei den Lössen dominieren die Schichtsilikatgruppe mit einem Median von 34 % und die Quarze mit einem Median von 33 % die gesamtmineralogische Zusammensetzung. Feldspäte sind nur mit einem Median von 11 % vertreten, wobei Plagioklas gegenüber Alkalifeldspat vorherrscht. Der Median für Karbonate liegt bei knapp 20 %, in Einzelfällen wurden Karbonatgehalte von über 40 % beobachtet. In allen Proben ist Dolomit deutlich stärker vertreten als Calcit. Bei den Lehmen stellt die Schichtsilikatgruppe mit einem Median von 55 % die bedeutendste Gruppe dar, gefolgt von Quarz mit einem Median von 38 % und den Feldspäten mit einem Median von 8 %.

In der tonmineralogischen Zusammensetzung zeigt sich für die Lössproben folgendes Bild: Die Illit-Hellglimmer-Gruppe ist mit einem Median von 34 % am stärksten vertreten, gefolgt von der Smektit-Gruppe mit einem Median von 25 %, der Chlorit-Gruppe mit einem Median von 16 %, der Kaolinit-Gruppe mit einem Median von 12 % und der Vermiculit-Gruppe mit einem Median von 10 %. Die Lehme sind von Verwitterungs- und Umwandlungsprozessen geprägt und fallen vor allem durch höhere Anteile der quellfähigen Vermiculit-Gruppe und eine starke Abnahme der Bedeutung der Chlorit-Gruppe auf. Bei ihnen betragen die Medianwerte 35 % für die Illit-Hellglimmer-Gruppe, 19 % für die Smektit-Gruppe, 18 % für die Vermiculit-Gruppe, 19 % für die Kaolinit-Gruppe und 5 % für die Chlorit-Gruppe. Häufig tritt bei den Lehmen nur eine Gruppe von quellfähigen Tonmineralen, also entweder die Smektit- oder die Vermiculit-Gruppe, auf.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) plotten die Proben in den Feldern für Deckenziegel und Klinker rot.

Verwendungshinweise

Das Material wurde für die Ziegelproduktion verwendet.

Bezogen auf die Korngrößenverteilung fallen die Lösser im Diagramm nach Winker (1954) sowohl in das Feld für Vollziegel als auch in das für dünnwandige Deckensteine, während die Lehme durchwegs für höherwertige Verwendungszwecke wie Dachziegel oder dünnwandiger Deckensteine geeignet sind. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) besteht eine Eignung für Deckenziegel und rotbrennende Klinker.

Form

Meist flächige verbreitete Löss- und Lösslehmdecken, stellenweise isolierte Akkumulationen

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

In diesem Rohstoffbezirk liegt die gut 12 m mächtige Löss-/Paläobodensequenz Wels Aschet, die eine praktisch vollständige Abfolge der äolischen Deckschichten seit dem Mindel widerspiegelt und damit ein wichtiges Archiv für die Quartärforschung darstellt.

Die Löss- bzw. Lösslehmabfolgen sind von mehreren fossilen Bodenhorizonten durchbrochen.

Durch Umlagerungsprozesse können stellenweise Kieskomponenten in die äolischen Sedimente eingelagert sein.

Typische Vorkommen

Oberlaab, Neuhofen, Oftering

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Egger, H. mit Beiträgen von Heinrich, M., van Husen, D., Lobitzer, H., Moshhammer, B., Pavuza, R., Rupp, Ch., Schedl, A., Schubert, G., Schuster, R., Stummer, G., Wagner, L. & Wessely, G. (2007):

- Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 67 Grünau im Almtal.- Geologische Bundesanstalt, 66 S., 18 Abb., 1 Tab., 2 Farbtaf., Wien.
- Kohl, H. (1986): Bericht 1985 über geologische Aufnahmen auf Blatt 49 Wels.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 129/2, S. 395-396, Wien.
- Kohl, H. (2000): Das Eiszeitalter in Oberösterreich: Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich: In Memoriam Univ.-Prof. Dr. Julius Fink. – Schriftenreihe des OÖ Musealvereins – Ges. f. Landeskunde, 17, 487 S., 145 Abb., 5 Tab., 1 Beil., Linz.
- Kohl, H. & Krenmayr, H.G. mit Beiträgen von van Husen, D., Letouzé, G., Rupp, Ch. & Zorn, I. (1997): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 49 Wels.- Geologische Bundesanstalt, 77 S., 7 Abb., 3 Tab., 1 Taf., 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.- Unveröff. Teilbericht im Rahmen des Forschungsprojektes OC-13, 80 S., 10 Taf., 10 Anh. mit 80 Abb., 11 Tab, 6 Ktn., Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. (2016): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 54/2015-2017, Jahresendbericht 2015, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 132 Bl., 147 Abb., 2 Tab., Wien.
- Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Rabeder, J. & Rupp, Ch. (2017): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 54/2015-2017, Jahresendbericht 2016, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 160 Bl., 157 Abb., 1 Tab., Wien.
- Posch-Trözmüller, G. (Red.) mit Beiträgen von Pfeleiderer, S., Reitner, J., Schubert, G., Heinrich, M., Untersweg, T., Reitner, H., Rabeder, J., Römer, A. & Bieber, G. (2011): Prozesse der Grundwasserneubildung in der Traun-Enns-Platte (Vorstudie).- Projekt OC 40 Im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft GTW-040083/3-2010-Kol/Pc, 16. Februar 2011, Endbericht, 297 S., 102 Abb., 11 Tab., 1 DVD, Wien.
- Van Husen, D. & Reitner, J. M. (2011a): Die Löss-Sequenz Wels/Aschet (ehemalige Lehmgrube Würzburger): Ein Referenzprofil für des Mittel- und Jungpleistozän im nördlichen Alpenvorland (MIS 16 bis MIS 2).- Mitt. Komm. Quartärforsch d. Österr. Akad. Wiss., 19, 70 S., Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_006 Löss- und Lösslehm-Bezirk Hochterrassen der Traun-Enns-Platte und angrenzender Gebiete im Traun- und Ennstal

ÖK 32, 48, 49, 50, 51, 66, 67, 68

Charakteristik

Im Bereich der Traun-Enns-Platte sind entlang der größeren Flüsse Traun, Ager, Alm, Krens und Enns Hochterrassenkörper mit zum Teil mächtiger Löss- und Lösslehmbedeckung erhalten, die hier zu einem Rohstoffbezirk zusammengefasst werden. Die einzelnen Teilbereiche können mehrere Zehner Kilometer lang und einige hundert Meter breit sein. Die äolischen Sedimente sind meist flächenhaft auf den Terrassenkiesen verbreitet und erreichen Mächtigkeiten von über 10 m, können allerdings auf verhältnismäßig kurzen Distanzen wieder auf unter 1 m Mächtigkeit ausdünnen. Generell nimmt die Mächtigkeit der Deckschichten von Süden nach Norden hin stark zu. Während die nördlichen Teilbereiche in Zonen liegen, die durchschnittliche Jahresniederschlagsmengen (Bezugszeitraum 1961-1990) von 750 mm bis 800 mm aufweisen, befinden sich die südlichen Teilbereiche in Regionen mit mittleren Jahresniederschlägen von 1000 mm bis 1250 mm.

Die äolischen Sedimente haben ausschließlich würmzeitliche Alter, wobei der hangende Löss dem Hochwürm, der liegende Lösslehm dem Frühwürm zugeordnet wird (Moser & Reitner, 1998). Bei den Lössen handelt es sich um ockergelbe bis hellbraune, strukturlose, grobporige, tonige, meist nur schwach sandige Silte mit zum Teil – bedingt durch das vorwiegend kalkalpine Einzugsgebiet – beträchtlichem Karbonatgehalt. In ihnen finden sich häufig Lössschnecken. Die Lösslehme befinden sich üblicherweise im Liegenden der Lössen, sind meist hellbraun bis rötlichbraun gefärbt, tonreicher, karbonatarm bis karbonatfrei und zeichnen sich durch niedrige Chloritgehalte und hohe Gehalte an quellfähigen Tonmineralen, insbesondere auch an Mixed-Layer-Mineralen, aus. Aus Lösslehm im Bereich von Enns wurden Windrippeln ebenso beschrieben wie perlschnurartig aneinander gereihte Lösskindel (Peresson & Posch-Trözmüller, 2013). Der Kontaktbereich zu den unterlagernden Hochterrassenkiesen ist häufig durch ein stark akzentuiertes Relief geprägt. An der Basis der äolischen Abfolge findet sich in der Regel ein deutlich ausgebildeter, oft ziegelroter, feinkörniger Paläobodenhorizont, der als Bildung des Riß-Würm-Interglazials interpretiert wird. Innerhalb der fossilen Bodenhorizonte sind bisweilen Kryoturbationserscheinungen zu beobachten.

Aus diesem Rohstoffbezirk wurden 45 Proben genommen – 30 von Lösslehm und 15 von Lössen, vor allem aus den nördlichen und westlichen Teilbereichen. Für alle dieser Proben liegen gesamtmineralogische Analysen vor, zusätzlich von 43 Korngrößenuntersuchungen, von 21 tonmineralogische Untersuchungen und von 26 chemische Analysen.

In allen untersuchten Proben ist Silt die dominierende Korngrößenfraktion, wobei bei den Lössen das Maximum im Grobsiltbereich liegt, während bei den Lösslehm Grob- und Mittelsilt in etwa gleichermaßen vertreten sind. Für die Lössen ergeben sich folgende Medianwerte: 76 % für Silt, 16 % für Ton und 3 % für Sand. Die Lösslehm sind generell wesentlich feinkörniger ausgebildet und weisen eine Medianverteilung von 57 % für Silt, 39 % für Ton und 4 % für Sand auf. Alle Proben waren praktisch kiesfrei. Im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) fallen die Lössproben mehrheitlich ins Feld für tonigen Silt, untergeordnet auch in die Felder Tonsilt und tonig-sandiger Silt. Die Lösslehm sind als Tonsilte, tonig-sandige Silte und sandige Tonsilte einzustufen. Im Diagramm nach Winkler (1954) plotten die Lössen zum Großteil in den Feldern für Vollsteine und Gittersteine, während die Lösslehm eher in die Felder für höherwertige Verwendungszwecke wie Dachziegel und dünnwandige Deckensteine einzustufen sind.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung sind bei den Lössen Quarz und Schichtsilikate mit einem Median von 28 % bzw. 31 % ungefähr gleichermaßen stark vertreten. Der Karbonatgehalt weist einen Median von 25 % auf, wobei Dolomit in der Regel fast doppelt so häufig auftritt wie Calcit. Der Median für Feldspäte beträgt 11 %, in den meisten Fällen ist Plagioklas deutlich häufiger als Alkalifeldspat. Im Vergleich zu den Lössen zeichnen sich die Lösslehme durch ihre fast völlige Karbonatfreiheit, sehr hohe Schichtsilikatanteile und höhere Quarzgehalte aus. Die Medianwerte für Lösslehme betragen 50 % für Schichtsilikate, 39 % für Quarz, 9 % für Feldspäte und 0 % für Karbonate. In der tonmineralogischen Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm ist bei den Lössen die Illit-Hellglimmer-Gruppe mit einem Median von 40 % die vorherrschende Komponente. Die Chlorit-Gruppe ist mit einem Median von 21 % vertreten, gefolgt von der Smektit-Gruppe mit einem Median von 18 %, der Kaolinit-Gruppe mit einem Median von 11 % und der Vermiculit-Gruppe mit einem Median von 8 %. Im Vergleich dazu sind die Lösslehme wesentlich reicher an quellfähigen Tonmineralen, während es zu einer Reduktion der verwitterungsanfälligen Mineralphasen kommt. Die Medianwerte für Lösslehme betragen 28 % für die Illit-Hellglimmer-Gruppe, 26 % für die Smektit-Gruppe, je 12 % für die Vermiculit- und die Chlorit-Gruppe und 11 % für die Kaolinit-Gruppe.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegen die Proben in den Bereichen für Deckenziegel, Klinker rot und Klinker gelb. Dabei fallen die Lössproben vorwiegend in den Verwendungsbereich Klinker gelb, die Lösslehmproben mehrheitlich in den Verwendungsbereich Klinker rot.

Verwendungshinweise

Das Material wurde früher in mehreren Gruben abgebaut und für die Ziegelproduktion herangezogen. Heute findet in diesem Bereich kein Abbau mehr statt.

Die Lössen sind nach Winkler (1954) weitestgehend für den Einsatz als Vollsteine und Gittersteine geeignet, während die Lösslehme eher höherwertige Verwendungszwecke wie Dachziegel und dünnwandige Deckensteine einzustufen sind. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) fallen die Lössproben vorwiegend in den Verwendungsbereich für gelbbrennende Klinker, die Lösslehmproben mehrheitlich in den für rotbrennende Klinker.

Form

flächig verbreitete Löss- bzw. Lösslehmdecken

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm

Besonderheiten

An der Basis der Löss-Lösslehmabfolge findet sich meist ein ausgeprägter Paläobodenhorizont. Auch innerhalb der Lössen treten interstadiale Bodenhorizonte auf.

In den Lössen und Lösslehmdecken können gehäuft Kalkkonkretionen (Lösskindel) vorkommen, ebenso gibt es Bereiche mit eingestreuten Kieskomponenten (Solifluktion). Zum Teil treten in den liegenden Abschnitten Kryoturbationen auf.

Typische Vorkommen

Breitenschützing, Ebelsberg

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Kohl, H. (2000): Das Eiszeitalter in Oberösterreich: Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich: In Memoriam Univ.-Prof. Dr. Julius Fink. – Schriftenreihe des OÖ Musealvereins – Ges. f. Landeskunde, 17, 487 S., 145 Abb., 5 Tab., 1 Beil., Linz.

Kohl, H. & Krenmayr, H.G. mit Beiträgen von van Husen, D., Letouzé, G., Rupp, Ch. & Zorn, I. (1997):

- Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 49 Wels.- Geologische Bundesanstalt, 77 S., 7 Abb., 3 Tab., 1 Taf., 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.- Unveröff. Teilbericht im Rahmen des Forschungsprojektes OC-13, 80 S., 10 Taf., 10 Anh. mit 80 Abb., 11 Tab, 6 Ktn., Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.
- Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Peresson, H., Rabeder, J., & Rupp, Ch. (2013): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 42/2012-2014, Jahresendbericht 2012, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 134 Bl., 133 Abb., 1 Tab., Wien.
- Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Peresson, H., Rabeder, J., Rockenschaub, M. & Rupp, Ch. (2014): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 42/2012-2014, Jahresendbericht 2013, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 170 Bl., 171 Abb., 4 Tab., Wien.
- Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. (2016): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 54/2015-2017, Jahresendbericht 2015, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 132 Bl., 147 Abb., 2 Tab., Wien.
- Posch-Trözmüller, G. (Red.) mit Beiträgen von Pfeleiderer, S., Reitner, J., Schubert, G., Heinrich, M., Untersweg, T., Reitner, H., Rabeder, J., Römer, A. & Bieber, G. (2011): Prozesse der Grundwasserneubildung in der Traun-Enns-Platte (Vorstudie).- Projekt OC 40 Im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft GTW-040083/3-2010-Kol/Pc, 16. Februar 2011, Endbericht, 297 S., 102 Abb., 11 Tab., 1 DVD, Wien.
- Terhorst, B., Frechen, M. & Reitner, J. (2002): Chronostratigraphische Ergebnisse aus Lößprofilen der Inn- und Traun-Hochterrassen in Oberösterreich, In: Zeitschrift für Geomorphologie: Supplementband; 127, S. 213-232, 4 Abb., 2 Tab., Berlin.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_007 Lösslehm-Bezirk Ältere Deckenschotter zwischen Enns und Ybbs

ÖK 51, 52

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk erstreckt sich auf einer Länge von rund 24 km und einer maximalen Breite von 12 km zwischen den Tälern der Enns und der Ybbs. Er umfasst damit einen Großteil der Enns-Ybbs-

Schotterplatte im Sinne von Fischer (1979), die mit sanftem Gefälle von rund 380 m Seehöhe bei Steyr auf rund 290 m Seehöhe bei Ybbs an der Donau abfällt. Die äolischen Sedimente sind hier flächig an Hängen und Rücken verbreitet und überlagern mit einer Mächtigkeit von bis zu 10 m die bereits stark verwitterten Kiesterrassen der Älteren Deckenschotter, in seltenen Fällen auch direkt den präquartären Untergrund. Das ausgeprägte Oberflächenrelief der Deckenschotter bedingt jedoch zum Teil beträchtliche Mächtigkeitsschwankungen der auflagernden Sedimente. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) für den Hauptteil dieses Gebietes liegt bei 850 mm bis 1000 mm; im Norden treten üblicherweise Werte unter 800 mm auf, im äußersten Südwesten dagegen Werte über 1000 mm.

Bedingt durch die humiden Klimabedingungen treten im Gebiet fast ausschließlich Lösslehme auf. Vorherrschend sind hellbraune bis gelbbraune, seltener graue, ungeschichtete, relativ homogene, karbonatarme bis karbonatfreie, schwach sandige, tonige Silte. Während in den oberen Horizonten das Karbonat meist vollständig ausgewaschen wurde, kommt es in den Liegendanteilen der Lösslehme vereinzelt zur horizontweisen Anreicherung von Kalkkonkretionen. Oft finden sich limonitische Eisenhydroxide und organisches Material als akzessorische Bestandteile. Ein weiteres Phänomen, das häufig in diesem Gebiet auftritt, ist die Verzahnung der äolischen Sedimente mit fluviatilen und zum Teil auch mit lakustrinen Sedimenten.

Aus diesem Rohstoffbezirk liegen acht Proben vor, bei denen es sich allesamt um Lösslehme handelt. Gesamtmineralogische Analysen sind für alle Proben vorhanden; bis auf eine Ausnahme wurden zusätzlich auch tonmineralogische Analysen und Korngrößenuntersuchungen vorgenommen.

In der Korngrößenverteilung dominiert Silt mit einem Median von 53 %. Innerhalb der Siltfraction überwiegt die Mittelsiltkomponente. Ton ist mit einem Median von 39 % ebenfalls sehr prominent vertreten. Der Sandgehalt der untersuchten Proben weist einen Median von 6 % auf, Kies ist praktisch nicht vorhanden. Nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind die Proben als Tonsilte anzusprechen. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen sie vornehmlich im Feld für dünnwandige Deckensteine.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung sind Schichtsilikate mit einem Median von 55 % die bei weitem vorherrschende Komponente, gefolgt von Quarz mit einem Median von 36 % und den Feldspäten mit einem Median von 10 %. Bei den Feldspäten ist Plagioklas oft deutlich stärker präsent als Alkalifeldspäte. Alle untersuchten Proben sind karbonatfrei.

In der tonmineralogischen Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm überwiegt die Smektit-Gruppe mit einem Median von 41 % knapp vor der Illit-Hellglimmer-Gruppe mit einem Median von 35 %. Die Kaolinit-Gruppe ist mit einem Median von 21 % vertreten. Die Vermiculit-Gruppe kommt nur sehr untergeordnet vor und weist einen Median von 4 % auf. Alle analysierten Proben sind frei von Vertretern der Chlorit-Gruppe.

Verwendungshinweise

Das Material wurde in mehreren Gruben abgebaut, von denen einige noch bis vor wenigen Jahren aktiv waren. Verwendet wurde es überwiegend in der Ziegelproduktion. Die Untersuchungen von Austromineral (1983, 1984) weisen darüber hinaus auch eine Eignung als Klinkerrohstoff nach.

Gemäß der Korngrößenverteilung liegt nach Winkler (1954) eine Verwendbarkeit als dünnwandige Deckensteine vor.

Form

flächenhaft über Kiesen der Älteren Deckenschotter

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Das Material kann zum Teil verschwemmt sein und mit fluviatilen Sedimenten verzahnen. In den unteren Horizonten kann es zur Anreicherung von Kalkkonkretionen kommen (Lösskindel). Das ausgeprägte Relief der unterlagernden Kiese kann Mächtigkeitsschwankungen bewirken und die Lösslehme können lateral rasch ausdünnen.

Typische Vorkommen

Brunnhof, Haag

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Austromineral (1983): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf, NÖ, Teil 1: Geologische Bearbeitung. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NA-3/f, 110 Bl., 14 Abb., 10 Tab., 6 Anl., Wien.

Austromineral (1984): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NA-3/f, 133 Bl., 19 Abb., 11 Tab., 27 Anl., Wien.

Fischer, H. (1979): Reliefgenerationen im Kristallinmassiv – Donaauraum – Alpenvorland und Alpenrand im westlichen Niederösterreich.- Forschungen zur deutschen Landeskunde, 13, 225 S., 14 Ktn., 27 Bilder, Trier.

Heinrich, M., Pavlik, W., Augustin-Gyurits, K., Brüggemann, H., Egger, H., Gamerith, W., Rupp, Ch. & Wimmer-Frey, I. (1992): Erhebung und Darstellung geogener Naturraumpotentiale der Region Amstetten - Waidhofen/Ybbs.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-009g/91, 60 S., 11 Abb., 10 Tab., 13 Anh., 2 Blgbd., Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Peresson, H., Rabeder, J., & Rupp, Ch. (2013): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 42/2012-2014, Jahresendbericht 2012, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 134 Bl., 133 Abb., 1 Tab., Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_008 Löss- und Lösslehmbezirk Neustadtler Platte und östliches Strengberger Schlieriedelland

ÖK 52, 53

Charakteristik

Dieser rund 20x5 km große Rohstoffbezirk erstreckt sich von Zeillern im Westen bis Ybbs an der Donau im Osten und umfasst den südlichen Teil der Neustadtler Platte ebenso wie den östlichen Bereich des Strengberger Schlieriedellandes. Die äolischen Sedimente lagern meist über Älteren Deckenschottern bzw. pliozänen Terrassen, zum Teil auch direkt über feinkörnigen, neogenen Sedimenten oder dem kristallinen Untergrund. Sie sind größtenteils flächenhaft verbreitet und können Mächtigkeiten von 10-15 m erreichen; allerdings treten, bedingt durch ein bereits stark akzentuiertes Relief der

unterlagernden Kieskörper, zum Teil beträchtliche Mächtigkeitsschwankungen auf. Im Gebiet beträgt der jährliche mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) zwischen 700 mm und 850 mm. Diese humiden Witterungsverhältnisse führen dazu, dass die äolischen Sedimente meist nicht als klassische Löss, sondern als dekarbonatisierte Lösslehme vorliegen. Bei den Lösslehmen handelt es sich zumeist um braune, seltener graue, kalkarme bis kalkfreie, ungeschichtete, sandige Tonsilte. Fallweise finden sich hellgraue, tonige, kalkfreie Einschlüsse, vereinzelt auch Einschlüsse von organischem Material. Zum Teil sind die Lösslehme verschwemmt und verzahnen mit fluviatilen Ablagerungen.

Aus diesem Rohstoffbezirk liegen nur drei Proben vor, eine Lössprobe und zwei Lösslehmproben. Zu allen Proben sind sowohl gesamt- und tonmineralogische Analysen als auch Korngrößenuntersuchungen vorhanden, eine chemische Analyse gibt es nur für eine Probe.

Korngrößenmäßig entspricht die Lössprobe einem typischen Löss mit einem Siltanteil von 78 %, einem Tongehalt von 20 % und einem Sandanteil von 2 %. Die beiden Lösslehmproben sind deutlich tonreicher, zeichnen sich allerdings auch durch nennenswerte Sandgehalte aus; sie haben im Schnitt 52 % Silt, 36 % Ton und 11 % Sand. Im Nomenklaturdreieck von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) ist die Lössprobe als toniger Silt, die beiden Lösslehmproben als Tonsilt bzw. sandiger Tonsilt einzustufen. Im Diagramm nach Winkler (1954) fällt die Lössprobe ins Feld für Gittersteine, die Lösslehmproben ins Feld für Deckenziegel.

Die Lössprobe weist folgende gesamtmineralogische Zusammensetzung auf: 25 % Quarz, 24 % Schichtsilikate, 8 % Feldspat, 16 % Calcit, 27 % Dolomit. Die beiden Lösslehmproben sind karbonatfrei, bei ihnen ist Quarz mit einem durchschnittlichen Anteil von 45 % die vorherrschende Komponente, gefolgt von der Schichtsilikatgruppe mit 40 % und der Feldspatgruppe mit 13 %. Die Proben enthalten dabei fast ausschließlich Plagioklas; Alkalifeldspat ist nur in sehr geringen Mengen nachgewiesen.

Die tonmineralogische Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm zeigt für die Lössprobe folgende Verteilung: 39 % Illit-Hellglimmer-Gruppe, 24 % Chlorit-Gruppe, 17 % Smektit-Gruppe, 12 % Kaolinit-Gruppe und 7 % Vermiculit-Gruppe. Die beiden Lösslehmproben zeichnen sich vor allem durch deutlich höhere Anteile der quellfähigen Smektit-Gruppe und niedrigere Anteile der Illit-Hellglimmer-Gruppe und der Chloritgruppe aus. Folgende durchschnittliche Zusammensetzung ist gegeben: es dominiert die Smektit-Gruppe mit 32 % knapp vor der Illit-Hellglimmer-Gruppe mit 30 %, gefolgt von der Chlorit-Gruppe mit 21 % und der Kaolinit-Gruppe mit 15 %. Die Vermiculit-Gruppe ist nur untergeordnet mit im Schnitt 2 % vertreten.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegt die analysierte Lösslehmprobe im Feld für Dachziegel bzw. Klinker rot.

Verwendungshinweise

Das Material wurde als Ziegelrohstoff verwendet.

Nach Winkler (1954) ist eine Eignung für Gittersteine, bei günstiger Korngrößenverteilung auch für Deckenziegel gegeben. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegt eine Einsatzmöglichkeit als Dachziegel bzw. rotbrennende Klinker vor.

Form

meist flächenhaft an Hängen und Kuppen

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Zum Teil kommen Solifluktion und Verzahnungen mit fluviatilen Sedimenten vor.

Typische Vorkommen

Kottingburgstall, Berging

Ausgewählte und weiterführende Literatur

- Austromineral (1983): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf, NÖ, Teil 1: Geologische Bearbeitung. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NA-3/f, 110 Bl., 14 Abb., 10 Tab., 6 Anl., Wien.
- Austromineral (1984): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröff. Bericht Projekt Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NA-3/f, 133 Bl., 19 Abb., 11 Tab., 27 Anl., Wien.
- Fischer, H. (1979): Reliefgenerationen im Kristallinmassiv – Donauraum – Alpenvorland und Alpenrand im westlichen Niederösterreich.- Forschungen zur deutschen Landeskunde, 13, 225 S., 14 Ktn., 27 Bilder, Trier.
- Heinrich, M., Pavlik, W., Augustin-Gyurits, K., Brüggemann, H., Egger, H., Gamerith, W., Rupp, Ch. & Wimmer-Frey, I. (1992): Erhebung und Darstellung geogener Naturraumpotentiale der Region Amstetten - Waidhofen/Ybbs.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-009g/91, 60 S., 11 Abb., 10 Tab., 13 Anh., 2 Blgbd., Wien.
- Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Coric, St., Draxler, I., Gebhardt, H., Goritschnig, Ch., Klein, P., Krenmayr, H.G., Leithner, W., Mandic, O., Massimo, D., Meller, B., Rabeder, J., Reitner, H., Rockenschaub, M. & Roetzel, R. (2006): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probennahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresendbericht 2005/2006 Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-057/2003-2006, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, v+107 Bl., 102 Abb., 1 Tab., Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_009 Löss- und Lösslehm-Bezirk Ältere Deckenschotter zwischen Ybbs und Erlauf

ÖK 52, 53, 54

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk erstreckt sich südlich der Ybbs von Ulmerfeld-Hausmening bis nach Krumnußbaum und wird vom Zauchbach in zwei Teilbezirke von rund 7x2 km bzw. 30x4 km Größe geteilt. Die äolischen Sedimente bedecken hier eine bereits stark zertalte Hochfläche aus Kiesterrassen der Älteren Deckenschotter und sind vor allem auf den Kuppen und Rücken flächenhaft verbreitet. Ihre Mächtigkeit kann 10 m, gegen Osten des Verbreitungsgebietes auch bis zu 15 m betragen, unterliegt aber örtlich, bedingt durch das akzentuierte Oberflächenrelief der unterlagernden Kiese, einer gewissen Schwankungsbreite. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge (Bezugszeitraum 1961-1990) beträgt im Hauptteil des Gebietes 700-850 mm, im Südteil sogar 850-1000 mm. Nur der äußerste Nordosten ist bereits trockener; hier kann der mittlere Jahresniederschlag auf unter 700 mm fallen. Die humiden Witterungsbedingungen führten vermehrt zu Verwitterungs- und

Umwandlungsprozessen, sodass vor allem Lösslehme überwiegen und typische Lösser eher untergeordnet vorkommen. Bei den Lössen handelt es sich meist um gelbbraune bis hellbraune, stark kalkhaltige, poröse, tonige Silte mit wechselnden Sandgehalten. Häufig finden sich Kalkkonkretionen und Lössschnecken, zum Teil werden limonitische Ausfällungen beschrieben (Posch-Trözmüller & Peresson; 2012; 2015). Die Lösslehme in diesem Bereich sind braune bis rötlichbraune, in seltenen Fällen graue, schwach kalkhaltige bis kalkfreie, ungeschichtete und relativ homogene Tonsilte bis Silttone mit wechselnden Sandgehalten und zum Teil nennenswerten Glimmergehalten. Häufig beinhalten sie limonitische Eisenhydroxide oder organisches Material. Meist ist der Karbonatgehalt in den oberflächennahen Bereichen vollständig ausgewaschen; vereinzelt kommt es in den liegenden Bereichen jedoch zur Ausfällung von Kalkkonkretionen. Relativ häufig tritt hellbraun bis grau gefleckter, solifluidal umgelagerter Löss auf, der von abgestorbenen Wurzeln und Hohlräumen durchsetzt und mit dem umgebenden Material verzahnt und vermischt ist.

Aus diesem Rohstoffbezirk liegen 14 Proben vor, vier von Lössen und zehn von Lösslehmproben. Von allen Proben sind gesamt- und tonmineralogische Analysen sowie Korngrößenuntersuchungen vorhanden. Chemische Analysen liegen von 12 der Proben vor.

Korngrößenmäßig dominiert bei den Lössen die Siltkomponente mit einem Median von 74 %, wobei innerhalb der Siltfraktion Grobsilt vorherrschend ist. Die Tonfraktion weist einen Median von 16 % auf, die Sandfraktion einen Median von 8 %. Die Lösslehme sind sehr feinkörnig ausgebildet; in vielen Proben überwiegt die Tonfraktion gegenüber der Siltfraktion. So zeichnet sich auch die Tonfraktion durch den höchsten Medianwert - 49 % - aus, knapp gefolgt von der Siltfraktion mit einem Median von 44 % und der Sandfraktion mit einem Median von 8 %. Alle Proben sind praktisch kiesfrei. Im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) fallen die Lössproben in die Felder von tonigem Silt bzw. tonig-sandigem Silt. Die Lösslehmproben kommen in den Feldern für Siltton, Tonsilt, sandigen Siltton oder sandigen Tonsilt zu liegen. Im Diagramm nach Winkler (1954) plotten die Lössproben vornehmlich im Feld für Vollsteine, die Lösslehmproben fast ausschließlich im Feld für Dachziegel.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung ist bei den Lössproben Quarz mit einem Median von 32 % die vorherrschende Komponente, gefolgt von der Schichtsilikatgruppe mit einem Median von 23 %, Dolomit mit einem Median von 21 %, Calcit mit einem Median von 14 % und Feldspat mit einem Median von 11 %. Innerhalb der Feldspäte dominiert Plagioklas deutlich gegenüber Alkalifeldspat, der in der Regel nur halb so häufig vertreten ist. Die Lösslehme sind im Gegensatz zu den Lössen praktisch karbonatfrei. Bei ihnen ist Quarz mit einem Median von 47 % am häufigsten vertreten, es folgen die Schichtsilikatgruppe mit einem Median von 44 % und die Feldspäte mit einem Median von 11 %.

Die tonmineralogische Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm wird bei den Lössen von der Illit-Hellglimmer-Gruppe geprägt, die einen Medianwert von 36 % erreicht. Die Smektit-Gruppe ist mit einem Median von 22 % vertreten, die Vermiculit-Gruppe - ebenso wie die Kaolinit-Gruppe - mit einem Median von 14 % und die Chlorit-Gruppe mit einem Median von 13 %. Die Lösslehme zeichnen sich durch einen wesentlich höheren Anteil an der quellfähigen Smektit-Gruppe aus, während Minerale der Vermiculit-Gruppe in vielen Proben gänzlich fehlen und der Anteil der Chlorit-Gruppe deutlich niedriger als bei den Lössen ist. Die Medianwerte der Lösslehme betragen 44 % für die Illit-Hellglimmer-Gruppe, 35 % für die Smektit-Gruppe, 11 % für die Kaolinit-Gruppe, 6 % für die Chlorit-Gruppe und 0 % für die Vermiculit-Gruppe.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegen die Lösser vor allem im Bereich für Deckenziegel, die Lösslehme überwiegen auch im Bereich für Klinker rot.

Verwendungshinweise

Bis vor wenigen Jahren wurde das Material in mehreren Gruben abgebaut und für die Ziegelproduktion, vor allem für aufgehendes Mauerwerk, herangezogen. Heute finden sich in diesem

Bereich keine aktiven Abbaue mehr.

Im Diagramm nach Winkler (1954) plotten die Lössproben vornehmlich im Feld für Vollsteine, die Lösslehmproben fast ausschließlich im Feld für Dachziegel. Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegen die Lössse vor allem im Bereich für Deckenziegel, die Lösslehme mehrheitlich im Bereich für rotbrennende Klinker.

Form

meist flächenhaft an Kuppen und Rücken über Kiesen der Älteren Deckenschotter

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Zum Teil kommen Bereiche mit Solifluktion vor. Mitunter sind Kieskomponenten in die umgelagerten äolischen Sedimente eingelagert.

Typische Vorkommen

Freydegg, Steinakirchen, Buch

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Austromineral (1983): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf, NÖ, Teil 1: Geologische Bearbeitung. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NA-3/f, 110 Bl., 14 Abb., 10 Tab., 6 Anl., Wien.

Austromineral (1984): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NA-3/f, 133 Bl., 19 Abb., 11 Tab., 27 Anl., Wien.

Fischer, H. (1979): Reliefgenerationen im Kristallinmassiv – Donauraum – Alpenvorland und Alpenrand im westlichen Niederösterreich.- Forschungen zur deutschen Landeskunde, 13, 225 S., 14 Ktn., 27 Bilder, Trier.

Heinrich, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Decker, K., Hellerschmidt-Alber, J., Hofmann, Th., Ita, A., Klein, P., Krenmayr, H.-G., Lipiarski, P., Pfliederer, S., Pirkl, H., Rabeder, J., Reitner, H., Schatz, M., Tatzreiter, F., Thinschmidt, A., Untersweg, T., Wimmer-Frey, I. & Team (2006): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Melk.- viii+86 Bl., 53 Abb., 13 Tab., 8 Anh., Unveröff. Endbericht. 3. Jahr, Bund-Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-052/2001-03, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, Wien.

Heinrich, M., Pavlik, W., Augustin-Gyurits, K., Brüggemann, H., Egger, H., Gamerith, W., Rupp, Ch. & Wimmer-Frey, I. (1992): Erhebung und Darstellung geogener Naturraumpotentiale der Region Amstetten - Waidhofen/Ybbs.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-009g/91, 60 S., 11 Abb., 10 Tab., 13 Anh., 2 Bglbd., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Gebhardt, H., Heinrich, M., Hobiger, G., Lipiarski, P., Peresson, H., Rabeder, J., Roetzel, R. & Schuster, R. (2012): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. - Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NC-69/2011, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 239 Bl., 224 Abb., 10 Tab., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Gebhardt, H.,

Hobiger, G., Rabeder, J., Roetzel, R., Weilbold, J. & Wimmer-Frey, I. (2015): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-083/2012-2014, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 313 S., 244 Abb., 61 Tab., 1 DVD, Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_010 Löss- und Lösslehm-Bezirk Deckenschotter beiderseits der Pielach

ÖK 55, 56

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk besteht aus zwei Teilgebieten beiderseits der Pielach, die eine Fläche von in etwa 7x3 km bzw. 9x5 km einnehmen. In diesem Bereich ist eine zusammenhängende Lössdecke erhalten, die zumeist auf Jüngeren oder Älteren Deckenschottern, bisweilen auch auf älteren Terrassenkörpern auflagert. Stellenweise, insbesondere im Norden des rechtsufrigen Verbreitungsgebietes sowie an Einschnitten von kleineren Nebenbächen, sind mit äolischem Material vermengte Solifluktions- bzw. Flächenspülungssedimente ausgebildet. Die Mächtigkeit der Lössbedeckung schwankt, auch in Abhängigkeit vom Oberflächenrelief der Deckenschotter, zwischen einigen Dezimetern und bis zu 10 m. In der Regel ist der Löss hier als polygenetische Bildung erhalten, die einzelnen Lösspakete sind durch während der Warmzeiten entstandene Bodenhorizonte voneinander getrennt. Oberflächennah findet sich junger, ockerfarbiger bis gelblicher, kalkhaltiger Löss, der Kalkkonkretionen und Lössschnecken beinhalten kann. Im Liegenden folgt älterer Löss, oft auch Lösslehm, der bereits stark entkalkt, feinkörniger und oft hellbraun bis rötlich braun gefärbt ist. Im Grenzbereich zu den unterlagernden Deckenschottern ist die Verwitterung am weitesten vorangeschritten; hier finden sich bis zu 1 m mächtige, rote, lehmige Tone (Weilguny, 1991). Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) in diesem Gebiet beträgt zwischen 600 mm und 850 mm.

Für diesen Bereich liegen Korngrößenuntersuchungen und gesamt- und tonmineralogische Analysen von 7 Proben vor, die sich fast ausschließlich entlang der Westbahntrasse konzentrieren. Fünf der untersuchten Proben sind Löss, zwei Lösslehme. Bei den Lössen dominiert in der Korngrößenverteilung die Siltkomponente mit einem Median von 67 %, wobei die Grobsiltfraktion vorherrscht. Der Median der Tonfraktion beträgt 25 %, die Sandfraktion ist mit einem Median von 8 % vertreten. Die Lösslehme sind deutlich feinkörniger ausgebildet. Hier ist Silt mit einem Median von 46 % vertreten, gefolgt von Ton mit einem Median von 37 % und Sand mit einem Median von 16 %. Die Proben sind allesamt praktisch kiesfrei. Im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) fallen die Proben in die Felder für tonig-sandigen Silt, Tonsilt, tonigen Silt, sandigen Tonsilt und sandigen Siltton. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen die Proben vor allem im Feld für Dachziegel, einige auch in den Feldern für Gittersteine und dünnwandige Decksteine.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung bilden die Vertreter der Schichtsilikate die vorherrschende Gruppe, gefolgt von Quarz. Bei den Karbonaten überwiegt Calcit gegenüber Dolomit. Die Medianwerte der Löss zeigen folgende Verteilung: 27 % Schichtsilikate, 26 % Quarz, 13 % Feldspäte, 18 % Calcit und 15 % Dolomit. Die Lösslehme sind praktisch karbonatfrei und fallen durch einen überdurchschnittlich hohen Schichtsilikatanteil mit einem Medianwert von 50 % auf. Quarz ist

mit einem Median von 43 % vertreten, Feldspäte mit einem Median von 8 %.

Die Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm wird von der Smektit-Gruppe dominiert, die mit einem Median von 53 % bei den Lössen bzw. 49 % bei den Lösslehmen rund die Hälfte des Tonmineralspektrums ausmacht. Bei den Lössen erreichen die Vertreter der Illit-Hellglimmer-Gruppe einen Median von 30 %, während Chlorit-Gruppe, Kaolinit-Gruppe und Vermiculit-Gruppe mit Medianwerten von 3-7 % nur untergeordnet vorkommen. Bei den Lösslehmen ist die Vermiculit-Gruppe mit einem Median von 26 % prominent vertreten, gefolgt von der Illit-Hellglimmer-Gruppe mit einem Median von 19 % und der Kaolinit-Gruppe mit einem Median von 7 %.

Nur für eine einzige Probe aus diesem Rohstoffbezirk liegt auch eine chemische Analyse vor. Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) plottet diese Probe im Feld für Töpfertone bzw. Deckenziegel.

Verwendungshinweise

Das Material wurde früher in mehreren Gruben abgebaut und zur Ziegelherstellung verwendet. Die meisten dieser Ziegelgruben sind schon seit längerer Zeit außer Betrieb und bereits rekultiviert. Derzeit besteht noch ein Abbau in Nadelbach, das Material wird für die Produktion von Ziegelmatten herangezogen.

In Bezug auf die Korngrößenverteilung eignet sich das Material nach Winkler (1954) für Dachziegel, Gittersteine und dünnwandige Decksteine. Bezieht man auch die chemische Zusammensetzung mit ein, gibt es nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) eine Eignung für Töpfertone bzw. Deckenziegel.

Form

flächig verbreitet, Lössdecke

Alter

Quartär: Pleistozän

Besonderheiten

Vor allem in den liegenden Bereichen sind Paläoböden und teils bis zu 1 m mächtige Verlehmungshorizonte ausgebildet.

Typische Vorkommen

Nadelbach, Feilendorf, Prinzersdorf, Pummersdorf

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Egger, H. & Coric, St. (Red.) (2017): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 56 St. Pölten.- Geol. Bundesanstalt, 168 S., Wien.

Heinrich, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Decker, K., Hellerschmidt-Alber, J., Hofmann, Th., Ita, A., Klein, P., Krenmayr, H.G., Lipiarski, P., Pfliederer, S., Pirkl, H., Rabeder, J., Reitner, H., Schatz, M., Tatzreiter, F., Thinschmidt, A., Untersweg, T., Wimmer-Frey, I. und vom Team Geophysik (2006): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotenzials im Bezirk Melk – „Geogenes Naturraumpotenzial Melk“.- Unveröff. Endbericht Projekt N-C-52/2001-2003, viii+86 S., 53 Abb., 13 Tab., 8 Anh., Wien.

Homayoun, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Decker, K., Draxler, I., Egger, H., Massimo, D., Pak, E. & Reitner, H. (1999): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme zum Projekt Neue Bahn und anderen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen und die Aufschlussarbeiten in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone. – Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-032/F/98, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 20 Bl., 15 Abb., Anh., Wien.

Jarnik, M. (1997): Bericht 1995-1996 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 55

- Obergrafendorf.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 140/3, S. 357-358, Wien.
- Kovac, M., Barath, I., Marko, F. & Plasienka, D. (1994): Bericht 1993 über geologische Aufnahmen in der Molassezone aus Blatt 55 Obergrafendorf.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 137/3, S. 448-449, Wien.
- Krenmayr, H.G. (2000): Bericht 1997, 1998 und 1999 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 55 Obergrafendorf.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 142/3, S. 389-390, Wien.
- Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Gebhardt, H., Heinrich, M., Krenmayr, H.G., Lipiarski, P., Rabeder, J., Roetzel, R., Wessely, G. & Zorn, I. (2011): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. - Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-069/2010, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 297 Bl., 185 Abb., 35 Tab., 24 Taf., 1 Anhang im Text, Wien.
- Weilguny, A. (1991): Relief und Reliefgenese im Niederösterreichischen Alpenvorland (zwischen Melk und Traisen).- Unveröff. Diplomarbeit Univ. Wien, 125 S., 4 Abb., 20 Fotos, 4 Taf., 3 Ktn., Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_011 Löss-Bezirk Ältere Terrassen und Hollenburg-Karlstetten-Formation W der Traisen

ÖK 37, 38

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk ist eingebettet zwischen Donau- und Traisental und dem Dunkelsteinerwald. Er erreicht eine Nord-Süd-Erstreckung von rund 14 km, die Ost-West-Erstreckung beträgt zwischen 13 km im Norden und knapp 2 km im Süden. Die Löss lagern hier zum Teil direkt dem Kristallin der Böhmisches Masse auf, gegen Osten liegen sie zunehmend auf neogenen Sedimenten, insbesondere jenen der Hollenburg-Karlstetten-Formation, und auf älteren quartären Terrassen. Die Lössmächtigkeiten in diesem Bereich schwanken, abhängig davon, ob eine Ablagerung in exponierter Lage oder im Windschattenbereich von Erhebungen erfolgte, zwischen wenigen Dezimetern und deutlich über 15 m. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) in der Region liegt üblicherweise bei 500-600 mm, nur im äußersten Süden des Bezirkes bei 600-700 mm.

Bei den Lössen handelt es sich um hellgelbe bis ockerfarbene, kalkhaltige, ungeschichtete Silte, die für Löss eher untypisch hohe Sandanteile aufweisen können. Ebenso ist das Auftreten von geringmächtigen, grusigen bzw. sandig-kiesigen Lagen innerhalb der Lössabfolgen charakteristisch. Ursache dafür ist die Nähe zum Kristallin der Böhmisches Masse bzw. zu den Konglomeraten der Hollenburg-Karlstetten-Formation, was dazu führte, dass bei der Lössgenese neben äolischer Akkumulation und in situ Veränderungen vermehrt auch Hangprozesse wie Umlagerungen, Einmischung von lokalem Material und Erosion wirksam waren. Typisch für diesen Bereich ist zudem das Auftreten von bis zu 2 m mächtigen, humosen Pedokomplexen, gebleichten Horizonten und Paläoböden, die auf eine komplexe, polygenetische Genese unter periglazialen Bedingungen schließen lassen (Sprafke, 2016). Diese Bodenbildungen sind gegenüber den Lössen deutlich an Karbonat abgereichert.

Für diesen Rohstoffbezirk liegen für 13 Lössproben, die alle im Zuge der geologischen Kartierung des

Weinbaugebietes Traisental gewonnen wurden, Korngrößenuntersuchungen sowie gesamt- und tonmineralogische Analysen vor. In der Korngrößenverteilung ist Silt mit einem Median von 61 % die vorherrschende Komponente, wobei vor allem die Grob- und Mittelsiltfraktion prominent vertreten sind. Die weiteren Medianwerte betragen 18 % für Ton, 15 % für Sand und 3 % für Kies. Die Sand- und Kiesfraktion weisen damit – im Vergleich zum Gesamtdatensatz – überdurchschnittlich hohe Werte auf. Bei den in den untersuchten Proben vorgefundenen Kieskomponenten handelt es sich einerseits um Konglomeratgerölle aus der Hollenburg-Karlstetten-Formation, andererseits um Kalkkonkretionen, sogenannte Lösskindel. Im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) liegen die Proben fast ausschließlich in den Feldern für tonig-sandigen Silt und tonigen Sandsilt. Im Diagramm nach Winkler (1954) findet sich rund die Hälfte der Proben im Feld für Vollsteine, ein weiteres Viertel im Feld für Gittersteine. Nur in Ausnahmefällen ist eine Eignung für höherwertige Einsatzzwecke wie Dachziegel oder dünnwandige Deckensteine gegeben.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung sind Quarz mit einem Median von 29 %, die Schichtsilikatgruppe mit einem Median von 32 % und Karbonate mit einem Median von 26 % in etwa gleichermaßen stark vertreten. Der Karbonatgehalt der untersuchten Proben liegt dabei etwas über dem Durchschnittswert des Gesamtdatensatzes. In den meisten Proben ist Calcit gegenüber Dolomit vorherrschend. Die Feldspatgruppe erreicht einen Median von 13 %. Die tonmineralogische Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm ist dominiert von der Smektit-Gruppe mit einem Median von 34 % und der Illit-Hellglimmer-Gruppe mit einem Median von 29 %, wobei im Vergleich zum Gesamtdatensatz vor allem der hohe Smektitgehalt auffällig ist. Die Minerale der Chlorit-Gruppe weisen einen Median von 17 % auf, die der Kaolinit-Gruppe einen Median von 11 %. Vermiculit tritt nur in geringen Prozentsätzen auf.

Nach Augustinik (1975) kommt für die meisten der Proben eine Eignung als Mauerziegel oder Dachziegel in Frage. Im Diagramm nach Vogt (2015a) plotten die Proben zum Teil in den Feldern für Deckenziegel und Klinker gelb; fast die Hälfte der untersuchten Proben liegt jedoch außerhalb der für bestimmte Einsatzbereiche definierten Felder.

Verwendungshinweise

Das Material wurde Anfang des 20. Jahrhunderts beispielsweise in der Ziegelgrube von Paudorf abgebaut und für die Ziegelherstellung verwendet. Heute findet in diesem Bereich kein Abbau mehr statt.

Nach Winkler (1954) eignet sich das Material nur in Ausnahmefällen ist eine Eignung für höherwertige Einsatzzwecke wie Dachziegel oder dünnwandige Deckensteine. Auch nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) plottet lediglich ein Teil in den Feldern für Mauer- und Deckenziegel sowie gelbbrennende Klinker; fast die Hälfte der untersuchten Proben liegt außerhalb der für bestimmte Einsatzbereiche definierten Felder.

Form

meist flächig verbreitet; zum Teil als isolierte Akkumulation im Windschattenbereich von Erhebungen

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

In diesem Rohstoffbezirk befinden sich einige der Schlüsselstellen der Lössforschung, wie etwa die ehemalige Ziegelgrube in Paudorf mit dem Paudorfer Pedokomplex oder der Lösshohlweg bei Furth bei Göttweig mit der Göttweiger Verlehmungszone.

Durch die Lage am Rand der Böhmischen Masse bzw. im Nahbereich des Hollenburg-Karlstettener Konglomerates sind die Löss hier oft durch unerwartet hohe Sand- und Kiesgehalte charakterisiert.

In den Lössabfolgen treten zudem zahlreiche Paläobodenhorizonte auf.

Typische Vorkommen

Paudorf, Furth bei Göttweig

Ausgewählte und weiterführende Literatur

- Egger, H. & Coric, St. (Red.) (2017): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 56 St. Pölten.- Geol. Bundesanstalt, 168 S., Wien.
- Heinrich, M. (Red.), Coric, St., Havlicek, P., Holasek, O., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Rabeder, J., Reitner, H., Roetzel, R., Untersweg, T., Vachek, M. & Wimmer-Frey, I. (2012): Weinbaugebiet Traisental Geologische Karte 1:10.000.- Geol. Bundesanstalt, Wien.
- Matura, A. mit Beitr. von Heinz, H. (1989): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 37 Mautern.- Geol. Bundesanstalt, 65 S., 8 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wien.
- Sprafke, T., Terhorst, B., Peticka, R. & Thiel, Ch. (2013): Paudorf locus typicus (Lower Austria) revisited – The potential of the classic loess outcrop for Middle to Late Pleistocene landscape reconstructions.- Middle to Upper Pleistocene paleosols in Austria, pp. 59-72, 6 fig., 1 Tab., Hannover.
- Sprafke, T. (2016): Löss in Niederösterreich: Archiv quartärer Klima- und Landschaftsveränderungen.- xviii+253 S., 100 Abb. 7 Tab., Anh., Dissertation Univ. Würzburg, University Press, Würzburg.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_012 Löss-Bezirk Hochterrassen der Traisen

ÖK 38, 56

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk besteht aus zwei langgestreckten Teilgebieten längs der Traisen, die beide in etwa eine Ausdehnung von 1,5x10 km erreichen. Ein Teilgebiet ist am rechten Flussufer, östlich von St. Pölten, gelegen, das zweite linksseitig der Traisen, zwischen Wagram ob der Traisen im Norden und Herzogenburg im Süden. Die äolischen Sedimente liegen hier in Form einer mächtigen Lössdecke größtenteils über den Kiesen der Hochterrasse und sind somit als würmzeitliche Bildungen einzustufen. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) beträgt für das nördliche Teilgebiet in etwa 500-600 mm, für das südliche rund 600-700 mm.

Bei den Lössen handelt es sich um gelbe, zum Teil auch gelbbraune bis rötlichbraune, stark kalkhaltige Silte, die stellenweise höhere Gehalte an Feinsand aufweisen können. Häufig finden sich Lössschnecken, weiße, kalkige Pseudomyzelien und seltener, vor allem in den liegenden Abschnitten, auch bis zu einige Zentimeter große Kalkkonkretionen. Bereichsweise sind die Lösser stark kryoturbat und mit den Hochterrassenkiesen verwürgt, was auf eine ältere Entstehungsphase hindeutet. Hauer (1993) beschreibt bis zu 1,5 m tiefe und mehrere Meter breite Lösstaschen.

Die größten Lössmächtigkeiten in diesem Bereich, etwa östlich von Unterwagram, werden mit rund 5 m angegeben. Insbesondere im südlichen Teilgebiet finden sich die mächtigsten Lössakkumulationen, bedingt durch die vorherrschenden Westwinde, direkt an der Terrassenkante im Westen, während die Lössauflage Richtung Osten sukzessive geringmächtiger wird. Aus dem Profil bei Unterwagram ist ein Paläobodenhorizont bekannt, der mit der Paudorfer Bodenbildung korreliert werden kann (Egger & Coric, 2017).

Für diesen Rohstoffbezirk liegen für 16 Proben sowohl Korngrößenuntersuchungen als auch gesamt-

und tonmineralogische Analysen vor. Bei allen Proben handelt es sich um Löss. In der Korngrößenverteilung dominiert die Siltfraktion mit einem Median von 69 %; der Siltanteil liegt damit deutlich über dem Durchschnittswert für den Gesamtdatensatz. Für die Tonfraktion beträgt der Median 16 %, für die Sandfraktion 11 %. Bis auf eine Ausnahme, in der umgelagerte Neogengerölle auftreten, sind die Proben praktisch kiesfrei. Im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind die Proben mehrheitlich als tonig-sandige Silte eingestuft. Im Diagramm nach Winkler (1954) plotten zwei Drittel der Proben im Feld für Vollsteine.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung dominiert Quarz mit einem Median von 29 %, gefolgt von der Gruppe der Schichtsilikate mit einem Median von 22 %, Calcit mit einem Median von 17 %, Dolomit mit einem Median von 15 % und Feldspat mit einem Median von 13 %. Die Proben zeichnen sich fast durchwegs durch einen hohen Karbonatgehalt aus, der auch markant über dem Durchschnittswert für den Gesamtdatensatz liegt. In der Fraktion < 2 µm herrscht die Illit-Hellglimmer-Gruppe mit einem Median von 34 % vor. Für die Smektit-Gruppe beträgt der Median 29 %, die Chlorit-Gruppe weist einen Median von 20 %, die Kaolinit-Gruppe einen Median von 10 % auf. Tonminerale der Vermiculit-Gruppe spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) liegt die Mehrzahl der Proben im Feld für Mauerziegel.

Verwendungshinweise

Es liegen keine Informationen über die Verwendung des Materials vor. Aus den Korngrößenanalysen lässt sich nach Winkler (1954) eine Eignung als Ziegelrohstoff (Vollsteine) abzuleiten. Die chemische Zusammensetzung würde nach Augustinik (1975) eine Verwendung als Mauerziegel zulassen.

Form

flächig verbreitet, Lössdecke

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm

Besonderheiten

Stellenweise sind fossile Bodenhorizonte eingeschaltet. Zudem können kalkige Konkretionen auftreten. Zum Teil sind die Löss von starken Kryoturbationserscheinungen und Verwürgungen mit den liegenden Hochterrassenkiesen betroffen.

Typische Vorkommen

Unterwagram

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Egger, H. & Coric, St. (Red.) (2017): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 56 St. Pölten.- Geol. Bundesanstalt, 168 S., Wien.

Hauer, F. (1993): Quartär- und hydrogeologische Bearbeitung des Beckens von St. Pölten (Niederösterreich).- Unveröff. Diplomarbeit, iii+97 S., 53 Abb., 5 Taf., 2 Blg., Wien.

Heinrich, M. (Red.), Coric, St., Havlicek, P., Holasek, O., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Rabeder, J., Reitner, H., Roetzel, R., Untersweg, T., Vachek, M. & Wimmer-Frey, I. (2012): Weinbaugebiet Traisental Geologische Karte 1:10.000.- Geol. Bundesanstalt, Wien.

Homayoun, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Decker, K., Draxler, I., Egger, H., Massimo, D., Pak, E. & Reitner, H. (1999): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme zum Projekt Neue Bahn und anderen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen und die Aufschlussarbeiten in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone. – Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-

Rohstoffprojekt N-C-032/F/98, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 20 Bl., 15 Abb., Anh., Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_013 Löss- und Lösslehm-Bezirk Hochterrasse und Deckenschotter der Traisen und Neogensockel (Schlier)

ÖK 38, 39, 56

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk erstreckt sich am rechten Ufer der Traisen auf rund 14 km Länge von Windpassing im Süden bis Traismauer im Norden und Atzenbrugg im Osten. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) in diesem Bereich liegt zwischen 600 mm und 850 mm, im äußersten Nordwesten zwischen 500 mm und 600 mm.

Im Süden des Verbreitungsgebiets lagern die Löss- und Lösslehme meist direkt über Deckenschottern und erreichen Mächtigkeiten von einigen Dezimetern bis deutlich über 10 m. Flächig verbreitet sind sie vor allem zwischen Ochsenburg und Unter-Zwischenbrunn (Egger & Coric, 2017). Die Löss- in diesem Bereich sind ockerfarbige bis gelbliche, kalkhaltige Silte, während die Lösslehme fast vollständig entkalkt und vorwiegend hellbraun gefärbt sind. Ihr Material bezogen die äolischen Sedimente durch die vorherrschenden Westwinde aus den Kiesschüttungen der Voralpenflüsse Pielach und Traisen.

Im Norden des Verbreitungsgebiets finden sich Löss- und Lösslehme über neogenen Sedimenten sowie über Kiesen der Hochterrasse und der Deckenschotter. Die Mächtigkeit der äolischen Bedeckung in diesem Bereich liegt zwischen 0,5 m und 12 m, größere zusammenhängende Flächen sind zwischen Pottenbrunn und Mauterheim, zwischen Reidlingwald und Trasdorf, südlich von Hütteldorf, zwischen Moosbierbaum und Heiligeneich sowie zwischen Weinzierl und Atzenbrugg erhalten geblieben.

Bei den Lössen handelt es sich um locker gelagerte, gelbliche bis braungelbe, stark kalkhaltige, praktisch kiesfreie, feinsandige Silte, die häufig weiße Pseudomyzelien und bis zu 5 cm große Kalkkonkretionen beinhalten. Stellenweise, etwa im Raum Heiligeneich, treten höhere Glimmergehalte auf; aus dem Bereich südwestlich von Trasdorf wird eine reiche Malakofauna beschrieben (Vachek, 2011b). Vor allem dort, wo größere Mächtigkeiten erreicht werden, sind verschiedene, durch Rotlehm- bzw. fossile Bodenhorizonte voneinander getrennte Lössgenerationen anzutreffen, die von einer komplexen, mehrphasigen Entwicklung zeugen. Dies zeigt sich auch an den unterschiedlichen Verwitterungsgraden, die durch Verwitterungsprozesse aus den Lössen hervorgegangenen karbonatarmen bis karbonatfreien Lösslehme, die sich in der Regel durch höhere Tongehalte sowie die Kompensation der fehlenden Karbonatanteile durch Schichtsilikatanteile auszeichnen. Bereichsweise treten auch deluvioäolische Bildungen mit geschichteten Lössen, die dünne Lagen von fein- bis mittelkörnigen Sanden und stellenweise auch Bruchstücke von neogenen Schluff- und Sandsteinen beinhalten, auf (Vachek, 2011b).

Für diesen Rohstoffbezirk liegen 29 Korngrößenanalysen und 30 Analysen für Gesamt- und Tonmineralogie vor, wobei die höchste Probendichte für das Gebiet südlich und südöstlich von Traismauer gegeben ist. Bei den meisten Proben handelt es sich um Löss- und Lösslehme, die nur mit geringer Probenzahl vertreten sind.

Die Proben bestehen hauptsächlich aus fast kiesfreien Silten mit wechselnden Sand- und Tongehalten. Lösslehme sind deutlich feinkörniger ausgebildet als Löss-: für Löss- betragen die Medianwerte für Silt

62 %, für Ton 16 % und für Sand 14 %; für Lösslehme liegen die Medianwerte bei 59 % für Silt, bei 28 % für Ton und bei 9 % für Sand. Im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) plottet die Mehrzahl der Lössproben im Feld für tonig-sandigen Silt, während die Lösslehmproben überwiegend als sandige Tonsilte oder tonige Silte klassifiziert werden. Im Diagramm nach Winkler (1954) fallen die meisten Lössproben ins Feld für Vollsteine, die Lösslehmproben eignen sich dagegen eher für die höherwertige Verwendung als Dachziegel.

Die gesamtmineralogische Zusammensetzung wird generell von Schichtsilikaten und Quarz dominiert. Bei den Lössen betragen die Medianwerte 29 % für Quarz, 28 % für Schichtsilikate, 13 % für Feldspäte, 13 % für Calcit und 13 % für Dolomit. Bei den Lösslehmproben betragen die Medianwerte 39 % für Quarz, 45 % für Schichtsilikate, 13 % für Feldspäte und 1 % für Karbonate. In der Fraktion < 2µm dominieren die Vertreter der Smektit-Gruppe, wobei der Anteil der Smektit-Gruppe in diesem Rohstoffbezirk verglichen mit dem Gesamtdatensatz überdurchschnittlich hoch ist. In den Lössen finden sich vor allem niedriggeladene Smektite, wogegen in den Lösslehmproben zumeist hochgeladene Smektite auftreten. Die Medianwerte der Tonmineralzusammensetzung für die Lössen dieses Bezirkes betragen 36 % für die Smektit-Gruppe, 35 % für die Illit-Hellglimmer-Gruppe, 16 % für die Chlorit-Gruppe, 9 % für die Kaolinit-Gruppe und 5 % für die Vermiculit-Gruppe. Die Medianwerte für die Lösslehme gliedern sich folgendermaßen auf: Smektit-Gruppe 49 %, Illit-Hellglimmer-Gruppe 25 %, Kaolinit-Gruppe 8 %, Vermiculit-Gruppe 6 % und Chlorit-Gruppe 2 %.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) liegen die meisten der untersuchten Proben in den Feldern für Dachziegel und Steinzeugtonen, im Diagramm nach Vogt (2015a) in den Feldern für Deckenziegel und Klinker rot.

Verwendungshinweise

Das Material wurde früher in mehreren Lehmgruben gewonnen. Heute ist nur noch der Abbau in Pottenbrunn aktiv, wo auch die letzte verbliebene, kohlenbefeuerte Ringofenanlage Österreichs betrieben wird. Verarbeitet wird hier Lösslehm, zum Teil auch neogene Sedimente. In traditioneller Handarbeit werden vor allem verschiedene Ziegelsonderformate erzeugt.

Die meisten Lössen eignen sich gemäß ihrer Korngrößenzusammensetzung nach Winkler (1954) als Vollsteine, die Lösslehme dagegen auch für höherwertige Verwendungen wie Dachziegel. Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegen die meisten der untersuchten Proben in den Feldern für Dachziegel, Steinzeugtone und rotbrennende Klinker.

Form

flächig verbreitet, Lössdecken

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Die Lössdecken in diesem Bereich können bis zu 12 m mächtig ausgebildet sein und verschiedene Verlehmungsstadien sowie zwischengeschaltete Paläoböden aufweisen.

Häufig finden sich auch Konkretionen, sogenannte Lösskindeln, die hier jedoch selten mehr als 5 cm Durchmesser erreichen.

Zum Teil können deluvioäolische Bildungen vorkommen, in denen geschichtete Lösslagen mit geringmächtigen sandig-kiesigen Lagen wechsellagern.

Typische Vorkommen

Pottenbrunn

Ausgewählte und weiterführende Literatur

- Cicha, I. & Rudolsky, J. (2003a): Bericht 2000 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 39 Tulln.- Jahrbuch der Geol. Bundesanstalt, 143/3, S. 346, Wien.
- Cicha, I. & Rudolsky, J. (2003b): Bericht 2001 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln.- Jahrbuch der Geol. Bundesanstalt, 143/3, S. 404-405, Wien.
- Egger, H. & Coric, St. (Red.) (2017): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 56 St. Pölten.- Geol. Bundesanstalt, 168 S., Wien.
- Hauer, F. (1993): Quartär- und hydrogeologische Bearbeitung des Beckens von St. Pölten (Niederösterreich).- Unveröff. Diplomarbeit, iii+97 S., 53 Abb., 5 Taf., 2 Blg., Wien.
- Heinrich, M. (Red.), Coric, St., Havlicek, P., Holasek, O., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Rabeder, J., Reitner, H., Roetzl, R., Untersweg, T., Vachek, M. & Wimmer-Frey, I. (2012): Weinbaugebiet Traisental Geologische Karte 1:10.000.- Geol. Bundesanstalt, Wien.
- Holasek, O. (2011): Bericht 2009 über geologische Aufnahmen im Quartär auf Blatt 39 Tulln.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 151/1-2, S. 101-102, Wien.
- Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Heinrich, M., Herrmann, P., Klein, P., Kohlenprat, B., Krenmayr, H.G., Lipiarski, P., Massimo, D., Nowotny, A., Reitner, H. & Rupp, Ch. (2001): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme zum Projekt Neue Bahn und anderen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen und die Aufschlussarbeiten in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone. – Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-047/00, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 72 Bl., 51 Abb., 1 Tab., Anh. (6 S.), Wien.
- Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Egger, H., Heinrich, M., Jung, M., Klein, P., Krenmayr, H.-G., Leopold, Ph., Massimo, D., Nowotny, A., Oberhauser, R., Reitner, H., Salzer, F. & Wimmer-Frey, I. (2004): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-057/2003, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 92 Bl., 86 Abb., 8 Tab., Wien.
- Vachek, M. (2011a): Bericht 2009 über geologische Aufnahmen im Quartär auf Blatt 39 Tulln.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 151/1-2, S. 104-105, Wien.
- Vachek, M. (2011b): Bericht 2010 über geologische Aufnahmen im Quartär auf Blatt 39 Tulln.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 151/1-2, S. 105-106, Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_014 Löss-Bezirk SE-Rand der Böhmisches Masse zwischen Krems und Kamptal

ÖK 21, 37, 38

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk zwischen Krems im Süden, Lengenfeld im Westen, Schönberg am Kamp im

Norden und dem Kamptal im Osten erreicht eine maximale Nord-Süd-Ausdehnung von 14 km und eine Ost-West-Erstreckung von rund 10 km. Der durchschnittliche Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) beträgt zwischen 600 mm und 800 mm, am Rand der Böhmisches Masse zum Teil unter 500 mm. Das Gebiet liegt auf einer Hochfläche, die von knapp 400 m Seehöhe im Südwesten Richtung Osten bzw. Norden langsam auf rund 240 m Seehöhe abfällt. Am Südostrand der Böhmisches Masse dominieren tief eingeschnittene, zum Teil mäandrierende Erosionstäler mit hoher Hangneigung und ausgeprägtem Relief das Landschaftsbild. Vor allem an den Osthängen, im Windschattenbereich von Erhebungen wie dem Kuhberg, dem Wachtberg oder dem Galgenberg, entstanden Sedimentfallen, sodass Lössmächtigkeiten von bis zu 40 m akkumuliert werden konnten. Gegen Osten sind die Löss flächig verbreitet und die Mächtigkeit der Lössbedeckung schwankt zwischen wenigen Metern und bis zu 20 m. Die Löss lagern hier über verschiedenen neogenen oder quartären Sedimenten. Dazu zählen Konglomerate der Hollenburg-Karlstetten- oder der Hollabrunn-Mistelbach-Formation ebenso wie feinkörnige Tegel und ältere, pleistozäne Terrassenkörper. Diese Gebiete sind weniger stark zerschnitten und bilden sanftere Kuppen. Der Bereich des Kremfeldes ist geprägt von einem Netz aus kleinen Trockentälern. Des Weiteren finden sich häufig anthropogene Geländeänderungen wie Terrassierungen für Weingärten. Der Bereich ist tektonisch beansprucht und weist zum Teil beträchtliche Verstellungen auf.

Bei den Lössen handelt es sich um hellgelbe bis gelblich graue, poröse, homogene Silte mit schwankenden Anteilen an Ton und Sand. Lösslehme kommen nur untergeordnet vor. Die Lössakkumulation erfolgte, unterbrochen von Phasen der Erosion und Bodenbildung, über einen langen Zeitraum; für die Ablagerungen in der Kremser Schießstätte etwa werden Alter von 1,67 Ma bis 730000 a angegeben (Verginis, 1995). Vielfach sind mächtige Sequenzen aus Lössen und Paläobodenhorizonten, die sich in wärmeren und humideren Klimaphasen entwickeln konnten, ausgebildet. Innerhalb der Lösshorizonte finden sich stellenweise Solifluktion, Bioturbation oder Kryoturbationserscheinungen.

Für diesen Rohstoffbezirk liegen Korngrößenanalysen von 75 Proben vor, die vor allem den Nordosten des Gebietes abdecken. Für diese Proben beträgt der Median für Silt knapp 60 %, wobei Grobsilt das Korngrößenspektrum dominiert. Die Tonfraktion weist einen Median um 20 % auf, die Sandfraktion einen Median von 15 %. Im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) plotten die meisten der untersuchten Proben in den Feldern tonig-sandiger Silt, sandiger Tonsilt oder toniger Sandsilt. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen die Proben vorwiegend in den Feldern für Vollsteine und Gittersteine, seltener auch im für Dachziegel geeigneten Bereich. Während die Kiesfraktion in den vorliegenden Analysen bis auf einzelne Ausnahmen nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt, wird vor allem aus den Lössen an der Südostabdachung der Böhmisches Masse ein höherer Anteil der Grobfraktionen beschrieben (Hofer, 2010; Sprafke, 2016). Bei diesen Lössen handelt es sich um Hanglöss, die aufgrund ihrer exponierten Lage auch erosiven und kolluvialen Prozessen ausgesetzt waren und dadurch einen gewissen Grusanteil aufweisen. Tendenziell kommt es, bedingt durch den äolischen Transport, mit zunehmender Entfernung von Böhmisches Masse und Donautal, den beiden Hauptquellen für regionalen Sedimenteintrag in diesem Bereich, zu einer Korngrößenverfeinerung.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung herrschen Quarz mit einem Median von 30 % und die Schichtsilikatgruppe mit einem Median von 28 % vor. Feldspäte weisen einen Median von 14 % auf, in der Regel ist Plagioklas in höheren Mengen vorhanden als Alkalifeldspat. Der Karbonatgehalt liegt durchschnittlich bei 30 % - wobei in den meisten Fällen Calcit gegenüber Dolomit überwiegt -, unterliegt aber sowohl über die Fläche als auch horizontal zum Teil beträchtlichen Schwankungen.

In der Tonfraktion < 2 µm ist die Illit-Hellglimmer-Gruppe mit einem Median von 34 % die dominierende Komponente, gefolgt von der Smektit-Gruppe mit einem Median von 26 %. Die Minerale

der Chlorit- und Kaolinit-Gruppe weisen Medianwerte um 20 % auf, die Vermiculit-Gruppe ist nur untergeordnet vertreten.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegen die Proben vor allem im Bereich für Klinker und Deckenziegel, zum Teil auch im Feld für Mauerziegel.

Verwendungshinweise

Das Material wurde in mehreren großen Gruben, vorwiegend im Raum Krems, abgebaut und zur Ziegelproduktion verwendet. Die meisten Abbaustellen sind jedoch schon seit langer Zeit außer Betrieb.

Nach Winkler (1954) ergibt sich aus der Korngrößenzusammensetzung des Materials eine Eignung als Vollsteine und Gittersteine, seltener auch als Dachziegel. Aus der chemischen Zusammensetzung ist nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) eine Einsatzmöglichkeit als Klinker und Deckenziegel, zum Teil als Mauerziegel abzuleiten.

Form

flächige Lössdecken; mächtige Akkumulationen in windgeschützten Lagen

Alter

Quartär: Pleistozän: Ältestpleistozän bis Würm

Besonderheiten

Das Gebiet um Krems ist für die Lössforschung ebenso wie für die Paläolithforschung ein Schlüsselgebiet. Schon im Jahr 1903 fand hier eine von A. Penck geführte Exkursion zu den Lössaufschlüssen in der Kremser Schießstätte statt. Zu den archäologisch bedeutsamen Funden zählen die altsteinzeitliche Bestattungsstätte der „Kremser Zwillinge“ und die Reste eines etwa 27000 Jahre alten gravettienzeitlichen Hauptlagerplatzes mit zahlreichen bestens erhaltenen Artefakten am Kremser Wachtberg.

Ein Charakteristikum der Region um Krems ist das Auftreten von Hanglössen mit einem deutlichen Grusanteil, der durch erosive und kolluviale Prozesse an den meist nach Osten exponierten Hängen bedingt ist.

In den mächtigen Lössprofilen am Südostrand der Böhmisches Masse sind zahlreiche, unterschiedlich ausgeprägte Paläobodenhorizonte erhalten.

Typische Vorkommen

Krems - Schießstätte, Stratzing

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Einwögerer, Th. (2009): Spuren eiszeitlicher Jäger- und Sammlergesellschaften im Löss.- In: Steininger, H. & Hofmann, Th. (Red): NÖ Geotage: Rohstoff – Landschaft – Mensch am Beispiel „Lehm“: 24. & 25. September 2009 Schloss Haindorf bei Langenlois.- Berichte der Geol. Bundesanstalt, 80, S. 63-65, 2 Abb., Wein.

Havlicek, P. & Holasek, O. (1998): Bericht 1996 über quartärgeologische Untersuchungen auf den Blättern 21 Horn und 38 Krems.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 141/3, S. 327-328, Wien.

Havlicek, P., Holasek, O., Smolikova, L. & Roetzel, R. (1998): Zur Entwicklung der Quartärsedimente am Südostrand der Böhmisches Masse in Niederösterreich.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 141/1, S. 51-71, 15 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Wien.

Hofer, I. (2010): Sedimentologische und elementaranalytische Untersuchungen an Löss-/Paläobodensequenzen in der Umgebung von Krems/Niederösterreich. – Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Wien, 185 S., 54 Abb., 13 Tab., 1 Beil., Wien.

Homayoun, M. & Wimmer-Frey, I. (1999): Mineralogisch-granulometrische Charakterisierung von

- Lössen am Südostrand der Böhmisches Masse.- In: Roetzel, R. (Red.): Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1999: Geologische Karten ÖK 9 und ÖK 22 Hollabrunn: Geogenes Naturraumpotential der Bezirke Horn und Hollabrunn: 3.-7. Mai 1999, Retz.- S. 227-228, Wien.
- Sprafke, T. (2016): Löss in Niederösterreich: Archiv quartärer Klima- und Landschaftsveränderungen.- xviii+253 S., 100 Abb. 7 Tab., Anh., Dissertation Univ. Würzburg, University Press, Würzburg.
- Verginis, S. (1995): Lößakkumulation und Paläoböden als Indikatoren für Klimaschwankungen während des Paläolithikums (Pleistozän). Mit ausgewählten Beispielen aus Niederösterreich.- In: Neugebauer-Maresch, Ch.: Altsteinzeit im Osten Österreichs.- Wissenschaftliche Schriftenreihe Niederösterreich 95/96/97. 2 Aufl., S. 13-30, 9 Abb., Wien - St. Pölten.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_015 Löss-Bezirk Deckenschotter N Wagram

ÖK 38, 39, 40

Charakteristik

Der Rohstoffbezirk erstreckt sich als schmaler Streifen von Hadersdorf am Kamp im Westen entlang der markanten zum Tullnerfeld steil abfallenden Geländekante des Wagrams über Kirchberg am Wagram, Königsbrunn und Hausleiten bis nach Stockerau im Osten. Die nördliche Begrenzung ist durch eine Linie gegeben, die etwa von Untermallebarn, Unterparschenbrunn, Großwiesendorf an der Schmida über Ottenthal Richtung Engabrunn verläuft. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) in diesem Gebiet liegt zwischen 500 mm und 600 mm.

Die Lössen sind großflächig verbreitet und in Form einer einheitlichen, mächtigen Decke ausgebildet, die überwiegend von jüngeren Deckenschottern unterlagert wird, die wiederum auf einem Neogensockel folgen. Es handelt sich meistens um hellbraune bis gelbbraune, stark karbonathaltige, feinsandige, stellenweise rein siltige, feinglimmerführende Lössen, die manchmal auch auch weiße, kalkige Pseudomycelien führen.

Erschlossen sind sie durch eine Reihe von Kartierungsbohrungen, in denen keine Anzeichen von zeitlichen Hiaten wie z. B. Einschaltungen von Paläoböden auftreten. Altersmäßig werden sie als würm- oder risszeitlich eingestuft. Vereinzelt sind unmittelbar am Wagram auch noch ältere Lössanteile kartiert, die in erosionsgeschützten Lagen reliktsch als Paläoböden in manchen Profilen erhalten geblieben sind. Die erbohrten Mächtigkeiten betragen 6 m und mehr.

Insgesamt erscheinen die Lössen makroskopisch sehr homogen aufgebaut, was sich auch im einheitlichen Korngrößenaufbau und in der Mineralogie ausdrückt. Nach Müller (1961) & Führtbauer (1959) spricht man von tonigen und tonig-sandigen Silten. Die Tonanteile sind gering und liegen mit ihrem Median knapp unter 15 %. Die Sandanteile mit einem Median von 11 % zeigen eine etwas stärkere Schwankungsbreite. In allen Fällen ist im Siltbereich ein signifikantes Korngrößenmaximum anzutreffen, das bei knapp 72 % liegt. Die Kornklasse des Grobsiltes dominiert dabei mit einem Median von 48 % überaus deutlich. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen sie nicht so sehr aufgrund der Sandanteile, sondern aufgrund ihrer hohen Grobsiltanteile nur in den guten Verarbeitungsbereichen für Vollziegel und Gittersteinen.

Die gesamtmineralogische Zusammensetzung ist homogen aufgebaut. Quarz ist mit einem Median von 33 % vertreten, die Feldspäte mit 13 %. Die Karbonatwerte sind ähnlich hoch wie Quarz, wobei Dolomit mit einem Median von 18 % über Calcit mit 15 % leicht überwiegt. Die Schichtsilikate sind niedrig und

mit einem Median von 22 % ausgewiesen.

In der Fraktion < 2 µm herrschen Tonminerale detritären Ursprungs vor. Sie werden von der Illit-Hellglimmer-Gruppe dominiert, die mit wenigen Ausnahmen über 40 % liegt. Mit einem Median von 24 % folgt quantitativ gesehen die Chlorit-Gruppe. Die Kaolinit-Fireclay-Gruppe ist ebenfalls stark vertreten und liegt mit einem Median von 15 % ähnlich hoch wie die quellfähigen Dreischichtminerale der Smektit-Gruppe. Vermiculite sind in geringen Spuren in fast allen Proben nachgewiesen.

Korngrößenmäßig und mineralogisch erfüllen sie nur in geringem Ausmaß die Anforderungsprofile für hochwertige Ziegelrohstoffe, was auch die geochemischen Daten bestätigen. Nach Augustinik (1975) bzw. Vogt (2015a) liegen sie aufgrund ihrer niedrigen Al₂O₃-Werte (Median < 10 %) und damit ihres niedrigen Al₂O₃/SiO₂-Verhältnisses und zusätzlich ihrer hohen CaO-Werte zum überwiegenden Teil nur im Feld für normale Mauerziegel. Etwa ein Fünftel der Proben, es sind vor allem nahe der Oberfläche genommene und aus ehemaligen Ziegelgruben stammende, zeigt eine schwache Entkarbonatisierung, die sich chemisch klar in einer Abnahme des CaO-Gehaltes und einer damit verbundenen Zunahme im Al₂O₃/SiO₂-Verhältnis äußert und ausreichend ist, um die Rohstoffqualitäre zu verbessern.

Eine Korrelation von Korngrößenverteilung und Mineralogie kommt am deutlichsten bei den wenigen Proben zutage, die Anzeichen einer Dekarbonatisierung zeigen. In diesen Fällen ist die Abnahme des Dolomit- und Calcitanteils mit einer Zunahme des Schichtsilikatanteils korreliert und diese kommt wiederum in einer Zunahme der < 2 µm Fraktion zum Ausdruck.

In der Fraktion < 2 µm herrschen Tonminerale detritären Ursprungs vor. Sie werden von der Illit-Hellglimmer-Gruppe dominiert, die fast ausnahmslos über 40 % liegt. Mit einem Mittelwert von 25 % folgt quantitativ gesehen die Chlorit-Gruppe. Die Kaolinit-Fireclay-Gruppe ist ebenfalls stark vertreten und liegt mit einem Mittelwert von 16 % ähnlich hoch wie die quellfähigen Dreischichtminerale der Smektit-Gruppe. Die Smektite weisen niedrige Schichtladungen auf. In allen Bohrprofilen, wenn auch nicht in allen Proben, sind wenige Prozente einer Verwitterungsphase vertreten, deren Schichtladung zwischen Smektit und Vermiculit zu liegen kommt.

Als akzessorisches Mineral ist in fast allen Proben Amphibol nachgewiesen, der sich röntgenographisch als eine Art Indexmineral für den Löss anbietet.

Verwendungshinweise

Das Material erfüllt korngrößenmäßig und mineralogisch nur in geringem Ausmaß die Anforderungsprofile für hochwertige Ziegelrohstoffe. Es eignet sich nach Winkler (1954) vor allem aufgrund der hohen Grobsiltanteile nur für Vollziegel und Gittersteine. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) ergibt sich aufgrund des niedrigen Al₂O₃/SiO₂-Verhältnisses und der hohen CaO-Werte eine Verwendungsmöglichkeit als Mauerziegel.

Form

geschlossene mächtige, sehr homogen Decke auf Jüngeren Deckenschotter

Alter

Quartär: Pleistozän: Riss und jünger

Besonderheiten

zeigt alle Anzeichen eines jungen Lösses

Typische Vorkommen

Kirchberg am Wagram

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Fuchs, W. & Grill, R. (1984): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 38 Tulln. - 1 Bl., Geol.

- B. A., Wien.
- Havlicek, P. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 457-458, Wien.
- Heinrich, M. mit Beiträgen von Klein, P., Lipiarski, P., Neinavaie, H., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Reitner, J., und Wimmer-Frey, I. (2008): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Tulln. – Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2007-08) und Zusammenfassung. Bund-Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-061/2005-07, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, iv+74 Bl., 56 Abb., 13 Tab., 8 Anh., Wien.
- Heinrich, M., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Rabeder, J., Reitner, H. & Wimmer-Frey, I. mit Beiträgen von Decker, K., Hobiger, G., Kern, A., Roetzel, R. & Stadler, Ph. (2010): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Korneuburg – „Geogenes Naturraumpotential Bezirk Korneuburg“.- Unveröff. Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2009) und Zusammenfassung, Projekt N-C-64/2007-2009, ix+83 S., 47 Abb., 16 Tab., 6 Anh., Wien.
- Holasek, O. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 458-459, Wien.
- Novak, Z. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 459-460, Wien.
- Piffel, L. (1955): Die Exkursion von Krems bis Absberg. – In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H.: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Sonderheft D, 70-78, Wien.
- Piffel, L. (1964): Der Wagram des Tullner Beckens. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1964/2, 299–312, Wien.
- Ramml, C.F. mit einem Beitrag von Hofmann, Th. & Wimmer-Frey, I. (2018): Ziegelöfen und Lehmabbau des politischen Bezirkes Korneuburg (Niederösterreich): Geschichte und Geologie.- Archiv für Lagerstättenforschung, 29, 342 S., 1 Kte., Wien.
- Roetzel, R. (2015): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 39 Tulln. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (2016): Bericht 2010-2014 über geologische Aufnahmen auf Blatt 39 Tulln. - Jb. Geol. B.-A., Band 156, S. 240-247, Wien.

Textkompilation: I. Wimmer-Frey 2019

L_016 Löss-Bezirk Ältere Terrassen und Neogen N Wagram

ÖK 38, 39, 40, 22, 23

Charakteristik

Der Rohstoffbezirk reicht von Straß im Strassertal in einem schmalen Streifen über Gösing am Wagram, den nördlichen Teil des Bezirkes Tulln erfassend, bis zur Schmida. Hier wird der Rohstoffbezirk gegen Osten breiter, reicht weiter über den Harberg bis östlich des Göllersbaches im Bezirk Hollabrunn. Im Bezirk Stockerau umfasst er schließlich den südlichen Teil der Gemeinde Großmugl bis etwa zur Linie Ottendorf und Roseldorf. In diesem Bereich beträgt der durchschnittliche Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) 500-600 mm.

Große Flächen Löss sind vor allem an flachen, nach Osten bis Südosten gerichteten Hängen

aufgeschlossen. In manchen Bereichen aber ist er auch auf den steileren, nach Westen orientierten Hängen zu finden. Die Lössverbreitung ist zum Teil in eindrucksvollen Profilen westlich von Großriedental (Naturdenkmal „Neun Mauna“) und Neudegg bis zur Schmida in tiefen Gräben in sogenannten Racheln und Hohlwegen aufgeschlossen. Bis zu 10 m mächtige Lössen werden beschrieben, die auf Kiesen und Sanden der pannonen Hollabrunn-Mistelbach-Formation aufgeweht wurden und durch die heutige Erosion als Paläorelief freigelegt sind. Überwiegend westlich der Schmida ist auch eine Vielzahl von fossilen Bodenhorizonten in den Lössen verbreitet. Mehrere Meter mächtige Lössaufschlüsse, in denen Mammutreste und Artefakte aufgefunden wurden, liegen aus den Ziegeleien von Großweikersdorf vor. Hier ist die Lössbedeckung ebenso wie der westliche Hangbereich des breiten Tales zwischen Nieder- und Oberrußbach großflächig von Löss bedeckt.

Östlich des Höhenzugs Haberg, Altenberg und Dauersberg, wo die Tonmergel der Laa-Formation aufgeschlossen sind, setzt die Lössbedeckung hangabwärts Richtung Göllersbach zuerst lückenhaft und geringmächtig ein und wird schließlich bis zu einigen Metern mächtig. In Stranzendorf liegt ein Profil mit gesicherten Altern aus dem Oberpliozän vor. Weitere flächenhafte Verbreitungen liegen schließlich noch zwischen Geitzendorf und um Großmugl vor.

Der Löss ist von gelbbrauner Farbe, meist massig ausgebildet und i. a. als Grob- bis Mittelsilt vorliegend. In der unmittelbaren Umgebung von Kiesen der Hollabrunn-Mistelbach-Formation sind immer wieder Kieslagen beschrieben, in der Nähe der sandigen Sedimente der Laa-Formation sind die Lössen auch in manchen Fällen stark feinsandig. In manchen Lössaufschlüssen ist eine reiche Malakofauna belegt und solifluidale Ablagerungen in Wechsellagerung mit äolischen Sedimenten werden beschrieben.

Korngrößenmäßige, mineralogische und chemische Analysen liegen von 26 Proben aus 6 Bohrungen und 6 Aufschlüssen vor.

Ausgehend von den Korngrößenverteilungen handelt es sich nomenklatorisch nach Müller (1961) & Füchtbauer (1959) um tonig-sandige Silte bzw. um sandige Tonsilte. Die Sandanteile, dominiert von der Feinsandkomponente, liegen zwischen 5 und maximal 25 % und weisen einen Median von 12 % auf. Die mengenmäßig deutlich vorherrschenden Siltanteile mit einem Median von 62 % werden deutlich vom Grobsilt mit knapp 37 % beherrscht. Der Anteil < 2 µm pendelt stark und liegt mit einem Median von 23 % zwischen 11 und 40 %. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen demnach Eignungen für Mauer-, Gitter- und Dachziegel vor. Bedingt durch die hohen Grobsilt- und geringen Mittel- und Feinsiltanteile sind sie für dünnwandige Hohlware weniger brauchbar.

Die mineralogische Zusammensetzung der Lössen ist durch etwa gleich hohe Quarz- und Schichtsilikatanteile charakterisiert. Die Schichtsilikate sind erwartungsgemäß positiv mit dem 2 µm-Anteil korreliert. Die Mediane liegen bei 32 % für Quarz und bei 33 % für die Schichtsilikate. Die Feldspäte weisen einen Median von 16 % auf, wobei die Alkalifeldspäte mengenmäßig immer deutlich geringer vertreten sind als die Plagioklasreihe in Form von Albiten. Die Karbonate weisen abhängig vom Verwitterungsgrad stark wechselnde Gehalte auf. Ihr Median ist mit 19 % berechnet. Die Minimum- und Maximumwerte bewegen sich zwischen 1 % und über 20 % für die calcitische Komponente, für die dolomitische zwischen 1 und knapp über 15 %. Spuren von Amphibolen liegen vor.

In der Fraktion < 2 µm rangieren die detritären Tonminerale der Illit-Hellglimmer-Gruppe an erster Stelle mit einem Median von 41 %. Die Chlorit-Gruppe folgt mit einem Median von 20 % und der etwa gleich stark vertretenen Smektit-Gruppe. Kaolinit/Fireclay liegt im Median bei 13 %. Vermiculitische Verwitterungsphasen treten in geringen Prozentsätzen hinzu und liegen im Fall der karbonatarmen, verlehnten Lössen bei gleichzeitiger Abnahme im Chloritgehalt am höchsten.

Es handelt sich insgesamt um Al₂O₃- arme Rohstoffe (Median knapp 12 %), begleitet von variabel hohen Alkalien/Erdalkalien. CaO, mineralogisch an die Karbonate gebunden zeigt, wie zu erwarten, die größte

Variationsbreite. Nach Augustinik (1975) bzw. Vogt (2015a) bewegen sie sich, in erster Linie abhängig vom CaO-Gehalt von rotbrennenden Klinker bis über das gesamte Dachziegelfeld.

Verwendungshinweise

Das Material wird zur Ziegelherstellung, gemeinsam mit Tonmergel der Laa-Formation, im derzeit einzig nördlich der Donau verbliebenen Ziegelwerk Göllersdorf verarbeitet.

Aufgrund der Korngrößenzusammensetzung ergibt sich nach Winkler (1954) eine Eignung als Mauer-, Gitter- und Dachziegel. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) kommt in Abhängigkeit vom CaO-Gehalt eine Verwendbarkeit für rotbrennenden Klinker bis über das gesamte Dachziegelfeld in Frage.

Form

Großflächig

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm bis Pliozän

Besonderheiten

Lössprofile mit Paläoböden z. B. Naturdenkmal „Neun Mauna“; Stranzendorf; Neudegg

Typische Vorkommen

Göllersdorf

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Grill, R. (1962): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung von Korneuburg und Stockerau 1:50.000.- Verlag der Geologischen Bundesanstalt, 52 S., 1 Kte., Wien.

Grill, R. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. Flyschausläufer, Waschbergzone mit angrenzenden Teilen der flachlagernden Molasse, Korneuburger Becken, Inneralpines Wiener Becken nördlich der Donau.- 155 S.- Verlag der Geologischen Bundesanstalt, 9 Abb., 4 Tab., 2 Taf., Wien.

Heinrich, M. mit Beiträgen von Heinrich, M., Klein, P., Lipiarski, P., Neinavaie, H., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Reitner, J., und Wimmer-Frey, I. (2008): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Tulln. – Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2007-08) und Zusammenfassung. Bund-Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-061/2005-07, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, iv+74 Bl., 56 Abb., 13 Tab., 8 Anh., Wien.

Heinrich, M., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Rabeder, J., Reitner, H. & Wimmer-Frey, I. mit Beiträgen von Decker, K., Hobiger, G., Kern, A., Roetzel, R. & Stadler, Ph. (2010): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Korneuburg – „Geogenes Naturraumpotential Bezirk Korneuburg“- Unveröff. Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2009) und Zusammenfassung, Projekt N-C-64/2007-2009, ix+83 S., 47 Abb., 16 Tab., 6 Anh., Wien.

Havlicek, P. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 457-458, Wien.

Holasek, O. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 458-459, Wien.

Novak, Z. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 459-460, Wien.

Piffel, L. (1955): Die Exkursion von Krems bis Absberg. – In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H.: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Sonderheft D, 70-78, Wien.

Ramml, C.F. mit einem Beitrag von Hofmann, Th. & Wimmer-Frey, I. (2018): Ziegelöfen und

- Lehmabbau des politischen Bezirks Korneuburg (Niederösterreich): Geschichte und Geologie.- Archiv für Lagerstättenforschung, 29, 342 S., 1 Kte., Wien.
- Roetzel, R. (2003): Berichte über Tätigkeiten zur Erstellung der Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 im Jahr 2001 - Blatt 23 Hadres. - Jb. Geol. B.-A., Band 143, S. 397-445, Wien.
- Roetzel, R. (2015): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 39 Tulln. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (2016): Bericht 2010-2014 über geologische Aufnahmen auf Blatt 39 Tulln. - Jb. Geol. B.-A., Band 156, S. 240-247, Wien.
- Piffel, L. (1964): Der Wagram des Tullner Beckens. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1964/2, 299–312, Wien.

Textkompilation: I. Wimmer-Frey 2019

L_017 Löss- und Lösslehm-Bezirk isolierte Vorkommen innerhalb der Böhmisches Masse

ÖK 8, 9, 21

Charakteristik

Das Verbreitungsgebiet dieses Rohstoffbezirkes liegt im Wesentlichen im Bezirk Horn und umfasst eine Reihe von kleineren, eher isolierten Lössvorkommen. Das Gebiet erstreckt sich von Gars am Kamp im Süden bis nach Drosendorf an der Thaya im Norden und reicht bis in die Gegend von Waschbach und Weitersfeld im Osten. Im Westen des Gebietes treten mittlere jährliche Jahresniederschläge (Bezugszeitraum 1961-1990) von 600-700 mm auf; die Niederschlagsmenge nimmt nach Osten zu kontinuierlich auf 400-500 mm ab. Die Lössen finden sich auf den Hochflächen oberhalb des Thayatales, als Ablagerungen auf den nach Osten und Südosten gerichteten Hängen, ausgeblasen aus den benachbarten miozänen Ablagerungen und aus den periglazialen Verwitterungsdecken der kristallinen Gesteine. Nördlich und nordwestlich von Horn sind sie in größeren Flächen auskartiert. Nördlich von St. Bernhard ist der Löss als hellgelbbraun, feinsandig, stark kalkhaltig in unterschiedlichen Mächtigkeiten (bis zu 7 m) beschrieben. Er beinhaltet oft Pseudomycelien und stellenweise Kalkkonkretionen. Beschrieben werden auch immer wieder solifluidale Umlagerungen aus erodierten Lössen.

Die Kornspektren der Löss- bzw. Lösslehmproben entsprechen mehrheitlich Silten mit einem Median von 43,8 %. Sie führen hohe, sehr variable Anteile von Sand. Die Tonanteile weisen einen Median von 23 % auf und sind in den karbonatfreien Lösslehm am höchsten. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen sie aufgrund ihrer hohen > 20 µm-Anteile und ihrer deutlich unter 30 % liegenden 2-20 µm-Anteile lediglich in den Feldern für Gitter- und Vollziegel.

Die mineralogische Zusammensetzung der Lössen bzw. Lösslehme - stark durch das unmittelbare, kristalline Einzugsgebiet geprägt - zeichnet sich vor allem durch hohe Feldspatanteile aus und die tonmineralogische Zusammensetzung durch sehr hohe Kaolinitanteile, die mit der Feldspatverwitterung einhergehen. Die Kaolinit-Gruppe mit einem Median von 36 % ist die am stärksten vertretene Tonmineralgruppe gefolgt von Smektit mit 31 %, Illit-Hellglimmer mit 22 % und Chlorit unter 10 %. Calcit und Dolomit sind je nach Verlehmungsgrad unterschiedlich stark vertreten, ihre Anteile schwanken zwischen 0 und knapp 30 %, ebenso sind die Schichtsilikate großen Schwankungsbreiten unterworfen.

Verwendungshinweise

Auch die kleinsten Vorkommen von Lössen wurden früher im Weinviertel zur Ziegelherstellung herangezogen.

Aufgrund der hohen > 20 µm-Anteile gepaart mit niedrigen 2-20 µm-Anteilen ergibt sich nach Winkler (1954) lediglich eine Einsatzmöglichkeit als Gitter- und Vollziegel.

Form

z. T. kleinräumig isolierte und z. T. größere Bedeckungen vor allem südöstlich und östlich orientierter Hänge

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Prägung durch die unmittelbare Umgebung

Typische Vorkommen

keine

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Roetzel, R. & Fuchs, G. (1999): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 9 Retz. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.

Roetzel, R. & Fuchs, G. (2001): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 8 Geras. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.

Roetzel, R. (2008): Erläuterungen zu Blatt 8 Geras. - 136 S., 23 Abb., 1 Tab., Geol. B. A., Wien.

Vachek, M. (2018): Bericht 2017 über geologische Aufnahmen auf Blatt 21 Horn. – Jb. Geol. B.-A., Band 158, Heft 1-4, S. 116, Wien.

Vachek, M. (2018): Bericht 2018 über geologische Aufnahmen auf Blatt 21 Horn. – Jb. Geol. B.-A., Band 158, Heft 1-4, S. 118, Wien.

Textkompilation: I. Wimmer-Frey 2019

L_018 Löss-Bezirk westliches Weinviertel (meist neogene Sedimente)

ÖK 9, 21, 22

Charakteristik

Das Verbreitungsgebiet dieses Rohstoffbezirkes am Südostrand der Böhmisches Masse umfasst das nordwestliche Weinviertel. Es reicht von Ziersdorf im Süden bis nach Eggenburg im Westen und nördlich des Pulkautales bis Ober- und Unternalb und im Osten bis Hollabrunn. Im Großteil des Gebietes treten mittlere Jahresniederschlagsmengen (Bezugszeitraum 1961-1990) von 400-500 mm auf; lediglich im Südwesten betragen die durchschnittlichen Jahresniederschläge 500-600 mm.

Es liegen ausgedehnte, flächenhaft oft zusammenhängende Lössbedeckungen vor. Im Süd- bzw. im Westteil des Gebietes, im Bereich von Hohenwarth - Radlbrunn - Glaubendorf und westlich der Schmidatales finden sich Lössflächen über karpatischen und auch über pannonen Sedimenten. Zwischen Ziersdorf und Roselsdorf sind an den mäßig geneigten nach Osten ausgerichteten Hängen des Schmidatales die Lössen in von Norden nach Süden zunehmenden Mächtigkeiten bis zu 17 m

aufgeschlossen, während die steil nach Westen ausgerichtete, linke Uferseite praktisch lössfrei ist. Eine ähnliche geomorphologische Situation liegt entlang des Göllerbaches zwischen Hollabrunn und Breitenwaida vor.

Weitere großräumige Lössflächen sind im Gebiet nordöstlich von Röschitz, Großreipersdorf, Zellerndorf auskartiert, ebenso wie nördlich der Pulkau von Schrattenthal über Obermarkersdorf bis nach Jetzelsdorf. Hier liegen sie überwiegend auf feinkörnigen Sedimenten des Ottnangiums.

Die Lösssedimentation verlief während des gesamten Pleistozän mit periodischen Hiaten. Es wechselten vielfach Erosions- und Akkumulationsphasen mit Ruhephasen, denen die reich vertretenen fossilen Bodenhorizonte mit kompliziertem polygenetischen Aufbau entsprechen. Die ältesten, z. T. aus dem Unter- bis Mittelpliozän stammenden Bodenbildungen sind in den Lössserien entlang des Massivrandes an der Diendorfer Störung erhalten geblieben. Bei Oberdürnbach sind 10-13 m mächtige Löss dokumentiert. Nach der Ablagerung der oberpleistozänen und jüngsten Lössserien folgt schließlich noch eine ausgedehnte flächige Erosion.

Bei den Lössen handelt es sich überwiegend um gelbbraune bis gelbgraue, homogene Silte. Aus dem Rohstoffbezirk liegen 29 Proben vor, die korngößenmäßig, mineralogisch und z.T. auch chemisch untersucht wurden.

Nach Müller (1961) & Füchtbauer (1959) liegen in erster Linie tonige Silte bis Tonsilte vor mit durchaus stark variablen Sandanteilen. Besonders in Kristallinnähe enthalten sie oft einen deutlichen Grusanteil. Im Dreieck nach Winkler (1954) sind sie vor allem in den Feldern für Dachziegel und dünnwandige Deckensteine zu finden, aber auch die sandreichsten sind noch für Gitter- bzw. Vollsteine brauchbar. Gesamtmineralogisch lassen sich die Proben durch einen mittleren Quarzanteil von 33 % charakterisieren, gefolgt von den Schichtsilikaten mit einem Median von 26 %. Die Feldspäte liegen bei einem Median von 12 %, wobei die Plagioklase immer leicht überwiegen. Weiters sind die Proben durchgehend karbonatführend. Calcit mit einem Median von 14 % zeigt eine geringe Schwankungsbreite, die Hälfte der Proben liegt zwischen 12 und 16 %. Die dolomitische Komponente mit einem Median von 10 % weist regional gesehen eine größere Variationsbreite auf. Im Raum von Ziersdorf Richtung Hollabrunn liegen die Werte deutlich höher als im Raum um Zellerndorf, wo sie die 10 % - Marke nicht überschreiten.

Tonmineralogisch werden sie mit einem Median von 29 % schwach von der Illit-Hellglimmer-Gruppe dominiert, gefolgt von der quellfähigen Smektit-Gruppe mit 26 %. Auch hier kommen die geographischen Unterschiede zum Tragen. Im unmittelbaren Umfeld der smektitreichen Zellerndorf-Formation sind auch die Smektitanteile in den Lössen deutlich erhöht, während die Kaolinit-Gruppe ihren vergleichsweise hohen Median von 23 % einem Eintrag aus der Böhmisches Masse verdankt.

Aufgrund der chemischen Zusammensetzung, analysiert wurden 15 Proben, liegen sie nach Augustinik (1975) bzw. Vogt (2015a) sehr eng begrenzt im Kreuzungsbereich von gelbbrennenden Dach-, Deckenziegel und Klinker beisammen.

Verwendungshinweise

Aus historischer Sicht bildeten die Löss die Hauptgrundlage der Ziegelherstellung im gesamten Weinviertel.

Bezogen auf die Korngrößenzusammensetzung würde sich das Material nach Winkler (1954) vor allem für Dachziegel und dünnwandige Deckensteine eignen, sandreiche Abschnitte immer noch für Gitter- bzw. Vollsteine. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) ergibt sich eine Eignung für gelbbrennende Dachziegel, Deckenziegel bzw. Klinker.

Form

Zusammenhängende Flächen vor allem an den Ost- bzw. Südost schauenden Hängen des Schmidtales und Pulkautales

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Am Kristallinrand mächtige Profile mit zahlreichen, fossilen Bodenhorizonten

Typische Vorkommen

Ziersdorf, Zellerndorf, diverse Hohlwege

Ausgewählte und weiterführende Literatur

- Havlicek, P., Holasek, O, Smolikova, L. & Roetzel, R. (1998): Zur Entwicklung der Quartärsedimente am Südostrand der Böhmisches Masse in Niederösterreich. – Jb. Geol. B.-A., Band 141, Heft 1, S. 51-71, Wien.
- Papp, H., Roetzel, R. & Wimmer-Frey, I. (2003): Die Ziegelöfen des Bezirkes Hollabrunn: Geschichte und Geologie. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., Band 24, S. 117-191, Wien.
- Roetzel, R. (1998): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 22 Hollabrunn. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (Hrsg.) (1999): Arbeitstagung 1999 Retz – Hollabrunn, Retz 3.–7. Mai 1999, Geol. B.-A., S. 366, Wien.
- Roetzel, R. & Fuchs, G. (1999): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 9 Retz. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (2007): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 23 Hadres. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (2009): Erläuterungen zu Blatt 23 Hadres. - 150 S., 24 Abb., 18 Tab., 1 Farbtafel, Geol. B. A., Wien.

Textkompilation: I. Wimmer-Frey 2019

L_019 Löss-Bezirk Korneuburger Becken

ÖK 24, 40, 41

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk umfasst das Korneuburger Becken, das sich mit einer Nord-Süd-Ausdehnung von rund 20 km und einer maximalen Breite von 7 km zwischen Flysch- und Waschbergzone einsenkt. An seiner westlichen Seite wird das Becken von einem Bruchsystem mit bis zu 800 m Sprunghöhe begrenzt, was zu einer asymmetrischen Beckenform und einer Mächtigkeitszunahme der Beckenfüllung gegen Westen zu führt. Über den feinkörnigen, neogenen Ablagerungen sind die äolischen Sedimente flächendeckend verbreitet. Die größten Lössmächtigkeiten von gut 10-20 m finden sich dabei bevorzugt an flachen, ost- bzw. nordgerichteten Hängen. Der durchschnittliche Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) in diesem Gebiet liegt zwischen 500 mm und 600 mm. Im Gebiet kommen vor allem Lössse würmzeitlichen Alters, zum Teil aber auch ältere Lössse, vor. Typisch sind gelbe bis beige, poröse, karbonatführende, tonige Silte mit wechselnden Sandgehalten. Häufig finden sich Lössschnecken, bisweilen treten Kalkkonkretionen in Form von Lösskindeln auf. Innerhalb der Lössabfolgen können mehrere fossile Bodenhorizonte erhalten sein. Vor allem in den oberflächennahen Bereichen sind Verlehungen möglich. Stellenweise finden sich überdies Hinweise

auf Umlagerungen und Solifluktion.

Vor allen fünf Lössproben aus diesem Rohstoffbezirk liegen sowohl Korngrößenuntersuchungen als auch gesamt- und tonmineralogische sowie geochemische Analysen vor.

In der Korngrößenverteilung ist Silt mit einem Median von 79 % bei weitem die dominierende Komponente, wobei innerhalb der Siltfraktion der Grobsilt vorherrscht. Die Tonfraktion weist einen Median von 15 % auf. Der Median der Sandfraktion beträgt 6 %; einzelne Proben können allerdings deutlich höhere Sandanteile aufweisen. Die untersuchten Proben sind allesamt praktisch kiesfrei. Nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) sind die Proben überwiegend als tonige Silte zu klassifizieren. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen die Lössse auf Grund der verhältnismäßig geringen Anteile der Fraktion < 2 µm im Feld für Vollsteine.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung liegen die Medianwerte für Quarz mit 32 % und die Schichtsilikatgruppe mit 33 % in etwa gleich hoch. Allerdings schwankt der Schichtsilikatanteil der untersuchten Proben zwischen 23 % und 40 %. Für Calcit beträgt der Median 10 %, für Dolomit 9 %. Die Feldspatgruppe ist mit einem Median von 15 % vertreten, wobei Plagioklas deutlich häufiger vorkommt als Alkalifeldspat.

In der tonmineralogischen Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm überwiegen quellfähige Minerale der Smekitgruppe mit einem Median von 36 % knapp vor der Illit-Hellglimmer-Gruppe mit einem Median von 35 %. Die Chlorit-Gruppe ist mit einem Median von 14 % vertreten, die Kaolinit-Gruppe mit einem Median von 10 %. Minerale der Vermiculit-Gruppe, die meist aus Verwitterung von Chloriten und Biotiten hervorgegangen sind, kommen nur in geringen Mengen vor.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) fallen die untersuchten Proben ins Feld für Dachziegel.

Verwendungshinweise

Die Lössse dieses Rohstoffbezirkes wurden bis vor wenigen Jahren in mehreren Gruben abgebaut und - meist unter Beimischung der unterlagernden neogenen Sedimente - für die Ziegelproduktion (aufgehendes Mauerwerk) herangezogen.

Das Material (ohne Beimischungen) eignet sich nach Winkler (1954) auf Grund der verhältnismäßig geringen Anteile der Fraktion < 2 µm vor allem für Vollsteine. Bezogen auf die chemische Zusammensetzung ergibt sich nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) eine Eignung als Dachziegel.

Form

geschlossene Lössdecke

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Innerhalb der Lössabfolgen treten fossile Bodenhorizonte auf.

Zum Teil finden sich Kalkkonkretionen (Lösskindel).

Typische Vorkommen

Wetzleinsdorf, Weinsteig, Rückersdorf

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Heinrich, M., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Rabeder, J., Reitner, H. & Wimmer-Frey, I. mit Beiträgen von Decker, K., Hobiger, G., Kern, A., Roetzel, R. & Stadler, Ph. (2010): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Korneuburg – „Geogenes Naturraumpotential Bezirk Korneuburg“- Unveröff. Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2009) und Zusammenfassung, Projekt N-C-64/2007-2009, ix+83 S., 47 Abb., 16 Tab., 6

Anh., Wien.

Grill, R. (1962): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung von Korneuburg und Stockerau 1:50.000.- Verlag der Geologischen Bundesanstalt, 52 S., 1 Kte., Wien.

Grill, R. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. Flyschausläufer, Waschbergzone mit angrenzenden Teilen der flachlagernden Molasse, Korneuburger Becken, Inneralpines Wiener Becken nördlich der Donau.- 155 S.- Verlag der Geologischen Bundesanstalt, 9 Abb., 4 Tab., 2 Taf., Wien.

Ramml, C.F. mit einem Beitrag von Hofmann, Th. & Wimmer-Frey, I. (2018): Ziegelöfen und Lehmabbau des politischen Bezirks Korneuburg (Niederösterreich): Geschichte und Geologie.- Archiv für Lagerstättenforschung, 29, 342 S., 1 Kte., Wien.

Wessely, G. mit Beiträgen von Draxler, I., Gangl, G., Gottschling, P., Heinrich, M., Hofmann, Th., Lenhardt, W., Matura, A., Pavuza, R., Peresson, H. & Sauer, R. (2006): Niederösterreich.- Geologie der österreichischen Bundesländer, Verlag der Geol. Bundesanstalt, 416 S., 655 Abb., 26 Tab., Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_020 Löss- und Lösslehm-Bezirk Hochscholle nördliches Wiener Becken

ÖK 24, 25

Charakteristik

Das Rohstoffbezirk Hochscholle Nördliches Wiener Becken liegt zur Gänze im Bezirk Mistelbach.

Er verläuft von Mistelbach entlang der Zaya bis etwa Hauskirchen, biegt dann Richtung Norden und zieht parallel zum Steinbergbruch weiter bis zur Grenze von Tschechien. Richtung Westen geht es weiter entlang der tschechischen Grenze bis Schrattenberg und Drasenhofen, weiter über Stützenhofen, vorbei an Falkenstein Richtung Süden bis über Siebenhirten wieder Mistelbach erreicht ist. Die mittleren Jahresniederschläge (Bezugszeitraum 1961-1990) schwanken zwischen 500-600 mm im Westteil und 400-500 mm im Ostteil dieses Bezirkes.

Im nordwestlichen Teil des Rohstoffbezirkes, der geologisch der Waschbergzone zuzurechnen ist, ist die Lössverbreitung eher fleckhaft und vor allem die topographisch höher gelegenen Lagen sind lössarm bis lössfrei. Der südöstlich des Schrattenberger Bruches gelegene Teil zählt geologisch zum Nördlichen Wiener Becken, wo die Sedimente des Pannonium und Sarmatium großflächig mit Löss bedeckt sind. Mehrgliederte Lössprofile sind aus Frättingsdorf, aus Ladendorf und aus Stützenhofen beschrieben. Bevorzugt sind ost- und nordschauende Hanglagen. Die Lössmächtigkeiten reichen von wenigen Dezimetern bis zu mehreren Metern.

Entlang der Trasse Umfahrung Mistelbach und des Bauabschnittes von Wilfersdorf Richtung Bullendorf liegen aus den Jahren 2008 und 2016 detaillierte Aufschlussbeschreibungen an Bauaufschlüssen vor.

So werden bis zu mehrere Meter mächtige Lössse mit wiederholten Abfolgen von Paläoböden beschrieben, z. T. mit Kalkausfällungen in Form von Lösskindeln und Pseudomycelien. Sehr häufig sind auch periglaziale Einflüsse von Solifluktion zu sehen. Schließlich noch 2016 ein spektakulärer Fund eines Rückenwirbels und zweier Stoßzähne eines Wollhaarmammuts aus Überflutungssedimenten einer Ur-Zaya, datiert mit etwa 17.000 Jahren. Ebenso liegt eine wissenschaftliche Bearbeitung der Malakofauna vor, die Rückschlüsse auf die paläoklimatischen Bedingungen zulässt.

Insgesamt wurden an 54 Proben Korngrößenuntersuchungen, mineralogische und chemische Analysen durchgeführt.

Die Korngrößenmäßige Zusammensetzung der Lössproben ist relativ einheitlich. Im Diagramm nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) liegen sie zum überwiegenden Teil in den Feldern toniger Silt und tonig-sandiger Silt. Der Siltgehalt mit einem Median von 66 % schwankt zwischen 41 % und 76 %, wobei die Kornklasse des Grobsiltes mit einem Median von 32 % klar das gesamte Korngrößenspektrum dominieren. Der Median des Tonanteiles wurde mit 22 % errechnet. Deutlich höhere Tonanteile bis über 40 % weisen die Lössproben mit einem höheren Verlehmungsanteil auf. Die Sandanteile mit einem Median von 9 % zeigen eine größere Schwankungsbreite und nehmen dabei Werte zwischen 5 % und 50 % ein.

Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen die Proben hauptsächlich im Grenzbereich der Felder für Vollsteine, Gittersteine und sind, wenn auch untergeordnet in den Feldern für dünnwandige Deckensteine und Dachziegel zu finden.

Innerhalb der gesamtmineralogischen Zusammensetzung zeigen die Karbonatanteile die größte Schwankungsbreite. Sie reichen von karbonatfrei für die Lösslehme/Paläoböden bis zu maximal 20 % und weisen einen Median von 13 % auf. In der Regel überwiegt die Calcitkomponente den Dolomit. Quarz ist mit einem Median von 37 % vertreten, sein Schwankungsbereich beläuft sich zwischen 30 und 50 %. Innerhalb der Feldspäte ist die Alkalifeldspatreihe mit Werten zwischen 0 und 10 % vertreten, die Plagioklasreihe in Form von Albit liegt bei Werten knapp über 10 %. Die Schichtsilikate weisen als Median 32 % auf.

In der Fraktion < 2 µm dominieren die quellfähigen Dreischichtsilikate der Smektitgruppe mit einem Median von 44 %, gefolgt von Illit-Hellglimmer, der einen Median von 26 % aufweist. Chlorit und Kaolinit sind mengenmäßig mit Medianwerte von 11 bzw. 14 % ähnlich hoch vertreten.

Während der verwitterungssensible Chlorit in den unverwitterten, karbonatreichen Lössen klar dominiert, ist Vermiculit, in geringen Prozentsätzen in fast allen Proben vertreten, erwartungsgemäß vermehrt in den verlehmteten Typen anzutreffen.

Insgesamt zeichnen sich die Lösslehme bzw. auch die Paläobodenhorizonte im Vergleich zu den Lössen, durch höhere Anteile der Tonfraktion, einen signifikant niedrigeren Karbonatgehalt sowie höhere Anteile an quellfähigen Dreischichtmineralen aus. Die fortschreitende Verwitterung der Lösslehme und Paläobodenhorizonte spiegelt sich in der chemischen Zusammensetzung durch eine deutliche Abreicherung von CaO sowie bei den Spurenelementen durch eine relative Anreicherung von Rb wider. Ebenso ist eine Zunahme in den Al₂O₃- und Fe₂O₃-Gehalten zu sehen. Damit reichen die Proben nach Augustinik (1975) bzw. Vogt (2015a) vor allem in Abhängigkeit ihres Karbonatanteiles vom Feld der Töpfertone bzw. Klinker über das Dachziegelfeld bis randlich in den Bereich für gelbbrennende Klinker.

Verwendungshinweise

Das Material wurde für die Ziegelherstellung verwendet.

Nach Winkler (1954) liegt vor allem eine Eignung als Vollsteine oder Gittersteine vor, für günstigere Korngrößenzusammensetzungen auch als dünnwandige Deckensteine und Dachziegel. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) besteht in Abhängigkeit des Karbonatanteiles eine Einsatzmöglichkeit als Töpfertone, Klinker und Dachziegelfeld bis in den Bereich für gelbbrennende Klinker.

Form

Flächenhaft ost- und südostschauenden Hanglagen

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Mehrgegliederte Lössprofile in Frättingsdorf, Ladendorf, Stützenhofen

Fund zweier Mammutstoßzähne, Malakofauna

Typische Vorkommen

Frättingsdorf, Ladendorf, Stützenhofen

Ausgewählte und weiterführende Literatur

- Carobene, D., Harzhauser, M., Mandic, O. & Gatto, R. (2018): Taxonomy and palaeoecology of continental gastropoda (mollusca) from the Late Pleistocene mammoth-bearing site of Bullendorf in NE Austria. – *Research in Paleontology and Stratigraphy*, vol. 124(3): 509-534.
- Geofast 24 Mistelbach: Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 - 24 - Mistelbach, Stand 2018, Kompilation: KREUSS, O., erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast, Wien, Ausgabe 2018/09.
- Geofast 25 Poysdorf: Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 - 25 - Poysdorf, Stand 2018, Kompilation: KREUSS, O., erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast, Wien, Ausgabe 2018/09.
- Grill, R. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf: Flyschausläufer, Waschbergzone mit angrenzenden Teilen der flachlagernden Molasse, Korneuburger Becken, Inneralpines Wiener Becken nördlich der Donau. – 155 S., 2 Tafeln, 4 Tabellen, 9 Textabbildungen, Geol. B. A., Wien.
- Heinrich, M., Atzenhofer, B., Hobiger, G., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Pirkl, H., Posch-Trözmüller, Rabeder, J., Reitner, H. & Wimmer-Frey, I. (2017): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Mistelbach "Geogenes Naturraumpotential Bezirk Mistelbach": Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2016-17). - Unveröffentlichter Bericht der Geologischen Bundesanstalt N-C-088/2014-2016, 4 +149 S., 5 Anhänge, Geol. B.-A., Wien.
- Hofmann, Th., Harzhauser, M. & Roetzel, R. (2019): Meeresstrand und Mammutwiese. – S. 127, Edition Winkler-Hermaden, Schleinbach.
- Posch-Trözmüller, G. (2008) mit Beiträgen von Atzenhofer, A., Coric, St., Haslinger, E., Kollars, B., Lipiarski, P., Massimo, D., Moshhammer, B., Rabeder, J., Reitner, H., Roetzel, R., & Wimmer-Frey, I.: Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. Geo-Dokumentation Großbauvorhaben – Niederösterreich. – Projekt NC 63/2006-2008, Jahresendbericht 2007, 291 S., 379 Abb., 11 Tab., 2 Beil.
- Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. (2016) mit Beiträgen von Atzenhofer, A., Coric, St., H., Hobiger, G., Rabeder, J., Roetzel, R., & Wimmer-Frey, I.: Ad hoc Erfassung, integrative Dokumentation und Geowissenschaftliche Bearbeitung von aktuellen Bauaufschlüssen in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen, Frisch aufgedeckt – Geologie für Wissenschungrige. – Projekt NC 92/2015-2017, Jahresendbericht 2015, 347 S., 370 Abb., 33 Tab.
- Ramml, C. F. (2014) Ziegelöfen und Lehmabbau der politischen Bezirke Mistelbach und Gänserndorf (Niederösterreich): Geschichte und Geologie – *Archiv für Lagerstättenforschung*, 27, 384 S., Wien.

L_021 Löss-Bezirk Tiefscholle nördliches Wiener Becken

ÖK 25, 26, 42, 43

Charakteristik

Der Rohstoffbezirk Tiefscholle Nördliches Wiener Becken ist im Bezirk Gänserndorf gelegen. Er erstreckt sich von Neusiedl an der Zaya im Norden über 25 km Länge entlang des Steinbergbruches bis zum Weidenbach, weiter über Prottes und Angern nach Stillfried. Im Osten verläuft er entlang der March bis nach Drösing, fast bis zur Einmündung der Zaya.

Zwischen Steinberg und March liegt auf etwa 200 m Seehöhe die sogenannte Zistersdorfer Fläche, die als überlössste Akkumulationsterrasse beschrieben ist und mit der Arsenal-Terrasse (Mindel) parallelisiert wird. Die Mächtigkeit der flächenhaften Lössbedeckung nimmt gegen Osten hin zu. Rotlehme der Bunten Lehmserie vermutlich pliozänen Alters sind in einer schmalen Zone im Gebiet östlich von Hohenrappersdorf im Liegenden der Lössen beschrieben. Südlich des Sulzbaches wurden die Lössen schließlich vermehrt unmittelbar auf dem neogenen Untergrund abgelagert.

Die Lössen im östlichen Weinviertel zählen nach Fink (1956a) zur Trockenen Lösslandschaft mit Jahresniederschlägen (Bezugszeitraum 1961-1990) von 400-500 mm. Der äolische Transport wird nicht nur Westwinden zugeschrieben, es ist auch mit äolischen Einträgen aus dem Norden entlang der March mit ihren Zuflüssen zu rechnen. In Stillfried an der March sind Lössprofile mit fossilen Bodenbildungen beschrieben, die als Typusprofil Stillfried A bzw. Stillfrieder Komplex und als Stillfried B in die Lössliteratur eingegangen sind. Altersmäßig sind sie mit Thermolumineszenz auf 79.000 +/- 8.000 (Stillfried A) und 33.000 +/- 3.000 Jahre (Stillfried B) datiert.

Die Lössen liegen als ungeschichtete Schluffe, zum Großteil von hell olivbrauner Farbe, z. T. reich mit Pseudomycelien durchsetzt, z. T. reich an karbonatischen Konkretionen, z. T. eine Malakofauna führend vor.

Insgesamt wurden 31 Proben mineralogische, korngößenmäßig und chemisch untersucht. Die Proben stammen aus ehemaligen Ziegelgruben und aus zwei Bohrungen bis zu einer Teufe von 9 Metern.

Die Korngrößenverteilung ist sehr homogen. Es handelt sich ausschließlich um Silte mit einem Median von 75 % und einer geringen Schwankungsbreite von +/- 7 %. Die Sandgehalte sind, wie für ein äolisches Sediment zu erwarten ist, sehr niedrig. Sie liegen zum überwiegenden Teil unter 10 %. Nomenklatorisch wird von tonigen Silten gesprochen. Die Tonanteile sind ebenfalls nicht sehr hoch und bewegen sich zwischen 12 und 27 %. Hervorzuheben ist, dass innerhalb der Siltklasse der Grobsilt mit einem Median von 37 % dominiert, gefolgt von Mittelsilt mit 25 % und Feinsilt mit 13 %.

Im Winkler-Diagramm liegen sie vor allem aufgrund ihrer niedrigen Anteile an der Fraktion < 2 µm überwiegend in den Feldern für Vollsteine bzw. Gitterziegel. Jene mit etwas höheren Tonanteilen reichen durchaus in den Randbereich von Dachziegeln.

Die Lössen sind durchgehend karbonatführend. Der calcitische Anteil schwankt zwischen 5 und 17 % mit einem Median von 9 %. Die dolomitische Komponente liegt zwischen 1 und 12 %. Dolomit ist i.a. wesentlich verwitterungsresistenter als Calcit und auch sekundär nicht wieder anzureichern. Der primäre Calcit (Detritus, Lössschnecken) dagegen wird durch Verwitterung rasch gelöst und ist sekundär in Form von Lösskindeln und Pseudomycelien im Liegenden der Verwitterungshorizonte angereichert. Es bleibt zu diskutieren, ob die Minima im Dolomitanteil als Anzeiger der höchsten Verwitterungsrate gelten könnten. Sie korrelieren jedenfalls gleichzeitig auch gut mit höheren 2 µm-

Anteilen, die mit fortschreitender Verwitterung zunehmen. Quarz weist einen Schwankungsbereich zwischen 31 und 41 % auf. Die Feldspäte sind mit einem Median von 17 % vertreten, wobei die Plagioklasreihe mit Albit als ihrem Vertreter fast immer deutlich vorherrschend ist. Der Median der Schichtsilikate wurde mit 29,4 % errechnet. Im Tonmineralspektrum der < 2 µm Fraktion stehen die quellfähigen Dreischichtminerale der Smektit-Gruppe mit einem Median von 38 % an erster Stelle, gefolgt von der Illit-Hellglimmer-Gruppe mit 28 %. Die Chlorite sind durchgehend mit Werten über 10 % nachgewiesen und liegen mit einem Median von 14,5 % knapp vor der Kaolinit-Gruppe. Vermiculite treten in allen Proben in geringen Prozentsätzen auf.

Chemisch gesehen handelt es sich um Al₂O₃-arme Rohstoffe, deren Werte sich zwischen knapp 10 und maximal 14 % bewegen. Die Fe₂O₃-Werte schwanken nur in geringem Ausmaß um einen Median von rund 4 %. Die CaO- Werte bewegen sich, abhängig vom Verwitterungsgrad um einen Median von knapp 9 %, die Alkalien weisen durchgehend niedrige Werte auf. Im Diagramm nach Augustinik (1975) bzw. Vogt (2015a) fallen die Proben fast ausschließlich in das Feld für Dachziegel, wofür sie allerdings korngößenmäßig mit ihren zu geringen Anteilen an der Fraktion < 2 µm ungeeignet erscheinen.

Verwendungshinweise

Das Material wurde, zum Teil mit den unterlagernden pannonen Feinkornsedimenten, zur Ziegelherstellung verwendet.

Nach Winkler (1954) eignet es sich aufgrund der niedrigen Anteile an der Fraktion < 2 µm überwiegend für Vollsteine bzw. Gitterziegel. Liegen etwas höheren Tonanteile vor, ist auch eine Eignung als Dachziegel gegeben. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) besteht eine Einsatzmöglichkeit als Dachziegel, sofern dies die Korngrößenzusammensetzung des Materials zulässt.

Form

Großflächige Lössdecke über Terrassenkörpern bzw. über pannonen Feinkornsedimenten, die gegen Osten zu mächtiger wird

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Die Profile von Stillfried sind die am ausführlichsten und am besten bearbeiteten Typusprofile der Trockenen Lösslandschaft im Sinne von Fink (1956a)

Typische Vorkommen

Stillfried, Niederabsdorf

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Fink, J. (1955): Die Exkursion von Abschnitt Wien – Marchfeld – Stillfried. – In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H.: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Sonderheft D, 82-116, Wien.

Geofast 25 Poysdorf: Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 - 25 - Poysdorf, Stand 2018, Kompilation: KREUSS, O., erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast, Wien, Ausgabe 2018/09.

Geofast 26 Hohenau: Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 - 26 - Hohenau, Stand 2018, Kompilation: KREUSS, O., erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast, Wien, Ausgabe 2018/09.

Geofast 42 Gänserndorf: Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 - 42 - Gänserndorf, Stand 2018, Kompilation: KREUSS, O., erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast,

Wien, Ausgabe 2018/09.

- Grill, R. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf: Flyschausläufer, Waschbergzone mit angrenzenden Teilen der flachlagernden Molasse, Korneuburger Becken, Inneralpines Wiener Becken nördlich der Donau. – 155 S., 2 Tafeln, 4 Tabellen, 9 Textabbildungen, Geol. B. A., Wien.
- Peticzka, R. & Terhorst, B. (2009): Excursion guide for the loess region of the eastern Weinviertel, Stillfried (Austria) (EUROSOL 2008 - Excursion 7A-pre-post-congress).- In: Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, 76, S. 173-184, 8 Abb., 4 Tab., Wien.
- Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. (2015) mit Beiträgen von Atzenhofer, A., Coric, St., Gebhardt, H., Hobiger, G., Rabeder, J., Roetzel, R., Weilbold, J. & Wimmer-Frey, I.: Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Projekt NC 83/2012-1014, Jahresendbericht 2014, 313 S., 244 Abb., 61 Tab., 1 DVD.
- Ramml, C. F. (2014): Ziegelöfen und Lehmabbaue der politischen Bezirke Mistelbach und Gänserndorf (Niederösterreich): Geschichte und Geologie – Archiv für Lagerstättenforschung, 27, 384 S., Wien.

Textkompilation: I. Wimmer-Frey 2019

L_022 Löss-Bezirk Donauterrassen zwischen Schwechat und Leitha (Niveau Deckenschotter)

ÖK 59, 60, 61

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk erstreckt sich auf rund 33 km Länge südlich der Donau zwischen Schwechat und Petronell-Carnuntum und erreicht eine maximale Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 10 km. Die Lössen lagern hier mit einigen Dezimetern bis zu mehreren Metern Mächtigkeit über gänzlich bis mindelzeitlichen Schotterterrassen der Donau, zum Teil aber auch direkt über neogenen Sedimenten. Stellenweise sind Kryoturbationen und Verwürgungen mit den unterlagernden Kiesen erhalten. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) im Verbreitungsgebiet liegt zwischen 500 mm und 600 mm.

Die gelben bis gelblich-grauen, karbonatführenden, porösen Lössen weisen einen hohen Grobsilt- und Feinsandgehalt auf. Verwitterungs- und Ablagerungsbedingt sind in den Lössen häufig die Spurenelemente Zr und Y angereichert. Sowohl im Korngrößenspektrum als auch in der mineralogischen Zusammensetzung spiegelt sich der Einfluss der unterlagernden Sedimente wider. So zeichnen sich die Lössen, die über neogenen Sedimenten abgelagert wurden, im Vergleich zu jenen auf den quartären Terrassenkörpern in der Regel durch deutlich höhere Anteile an Schichtsilikaten, insbesondere an jenen der quellfähigen Smektit-Gruppe aus. Ein weiteres Merkmal ist der verhältnismäßig hohe Feinsandgehalt. Beide Kriterien können auch als möglicher Hinweis auf die Ablagerung in relativer Nähe zum Ausblasungsgebiet gedeutet werden (Heinrich et al., 2013). Charakteristisch ist das Auftreten eines einige Dezimeter mächtigen, meist kräftig rot bis rötlich-braun gefärbten, fossilen Bodenhorizontes im basalen Abschnitt der Lössabfolge. Diese Bodenbildung zeichnet sich - im Vergleich zu den Lössen im engeren Sinne - in der Regel durch höhere Tonanteile, niedrigere Karbonatgehalte sowie höhere Quarz- und Schichtsilikatanteile aus.

Aus diesem Rohstoffbezirk liegen insgesamt 62 Proben vor, bei denen es sich überwiegend um typische Lössе, in Ausnahmefällen um verlehnte Lössе handelt. Die Proben wurden vor allem im Zuge von Weingartenkartierungen gewonnen. Alle Proben wurden gesamtmineralogisch analysiert, des Weiteren liegen 51 tonmineralogische Analysen, 45 Korngrößenuntersuchungen und 55 chemische Analysen vor.

Korngrößenmäßig ist Silt mit einem Median von 59 % vorherrschend, wobei die Grobsiltfraktion bei weitem am stärksten vertreten ist. Die Sandfraktion, mit einer dominierenden Feinsandkomponente, und die Tonfraktion weisen jeweils einen Median von 19 % auf. Die Proben sind praktisch kiesfrei. In Einzelfällen nachgewiesene Kiesgehalte sind auf das Auftreten von Konkretionen zurückzuführen. Nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) kann man die Proben größtenteils als tonig-sandige Silte, tonige Sandsilte oder sandige Tonsilte bezeichnen. Im Diagramm nach Winkler (1954) liegen die Proben überwiegend im Feld für Vollziegel, entlang der Grenze zum Feld für Gittersteine und seltener im Feld für Dachziegel.

Die gesamtmineralogische Zusammensetzung ist relativ homogen. Quarz ist mit einem Median von 32 % die vorherrschende Komponente. Alle Proben sind karbonatführend. Der Karbonatgehalt weist einen Median von 26 % auf, wobei Calcit mit einem Median von 19 % in den meisten Fällen gegenüber Dolomit mit einem Median von 7 % überwiegt. Regional bedingt kann jedoch auch Dolomit die dominierende Karbonatkomponente sein. Schichtsilikate sind mit einem Medianwert von 23 % vertreten, Feldspäte mit einem Medianwert von 13 %. Bei den Feldspäten ist in der Regel Plagioklas in höheren Gehalten vorhanden als Alkalifeldspat.

Das Spektrum der Tonmineralfraktion < 2 µm wird von der Illit-Hellglimmer-Gruppe dominiert, die einen Medianwert von 43 % aufweist. Die Chlorit-Gruppe erreicht einen Median von 20 %, die Kaolinit-Gruppe einen von 11 %. Quellfähige Tonminerale sind nur mit eher geringen Gehalten vertreten – für die Smektit-Gruppe beträgt der Median 18 %, für die Vermiculit-Gruppe 5 %.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) fallen die Proben überwiegend in die Felder für Mauerziegel und Dachziegel bzw. für Deckenziegel und Klinker gelb.

Verwendungshinweise

Im 19. Jahrhundert wurde das Material in mehreren Gruben gewonnen und für die lokale Ziegelherstellung verwendet. Heute finden sich in diesem Bereich keine aktiven Abbaue mehr.

Nach Winkler (1954) besteht eine Eignung als Vollziegel, bei günstiger Korngrößenzusammensetzung auch als Gittersteine und seltener als Dachziegel. Nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) ist eine Verwendung als Mauerziegel und Dachziegel, in manchen Fällen auch als Deckenziegel und gelbbrennende Klinker möglich.

Form

flächig verbreitet, Lössdecke

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

In den basalen Abschnitten der Lössе können fossile Bodenbildungen vorkommen.

Heute spielen die Lössе in diesem Bereich vor allem als gefragter Standort für Weingärten eine bedeutende Rolle.

Typische Vorkommen

Weingärten von Göttlesbrunn und Höflein

Ausgewählte und weiterführende Literatur

- Fuchs, W. (1974a): Bericht 1973 über Aufnahmen auf Blatt Bruck an der Leitha (60).- Verhandlungen Geol. Bundesanstalt, 1974, S. A45-A47 Wien.
- Fuchs, W. (1974b): Bericht 1973 über Aufnahmen auf den Blättern Mauern (37), Krems (38) und St. Pölten (56) sowie über Vergleichsbegehungen auf den Blättern Melk (54), Tulln (39), Deutsch-Wagram (41) und Wien (59).- Verhandlungen Geol. Bundesanstalt., 1974, S. A47-A50, Wien.
- Fuchs, W. (1976): Bericht 1975 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 60, Bruck an der Leitha (Arbesthaler Hügelland).- Verhandlungen Geol. Bundesanstalt, 1976, S. A93-A95, Wien.
- Heinrich, M., Eitzinger, H., Murer, E., Pirkl, H. & Spiegel, H. mit Beiträgen von Baumgarten, A., Bieber, G., Dersch, G., Heilig, M., Hobiger, G., Lipiarski, P., Pfeleiderer, S., Rabeder, J., Reitner, H., Römer, A., Schlatter, N., Untersweg, T. & Wimmer-Frey, I. (2012): Darstellung der naturräumlichen Gegebenheiten und interdisziplinäre Erfassung der weinbaulichen Funktionen im Weinbaugebiet Carnuntum.- Endbericht Geol. Bundesanstalt, AGES, BFW_IKT, BOKU-Met & Pirkl, Leader+-Projekt i.A. Die Rubin Carnuntum Weingüter mit Unterstützung von Bund, Land Niederösterreich und Europäischer Union, xv+244 S., ill., 5 Anh., 6 Blg., Wien.
- Heinrich, M., Reitner, H. & Pfeleiderer, S. mit Beiträgen von Bauer, H. & Schuster, R., Bieber, G. & Römer, A., Hobiger, G., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G., Pirkl, H., Plan, L. & Exel, Th., Rabeder, J. & Wimmer-Frey, I. und Untersweg, T. (2013): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Bruck an der Leitha- Geogenes Naturraumpotential Bezirk Bruck an der Leitha. Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2012) und Zusammenfassung.- Unveröff. Bericht, Geol. Bundesanstalt, 3+147 S., ill., 10 Anh., Wien.
- Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Bryda, G., Coric, St., Gebhardt, H., Hobiger, G., Linner, M., Rabeder, J., Roetzel, R., Rupp, CH., Schuster, R. & Zorn, I. (2013): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. - Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-083/2012, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 507 S., 555 Abb., 51 Tab., Wien.
- Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Gebhardt, H., Hobiger, G., Rabeder, J., Roetzel, R., Weilbold, J. & Wimmer-Frey, I. (2015): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-083/2012-2014, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 313 S., 244 Abb., 61 Tab., 1 DVD, Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_023 Löss- und Lösslehmbezirk südliches Wiener Becken zwischen Erlach und Ofenbach

ÖK 106

Charakteristik

Dieser Rohstoffbezirk ist am südlichen Rand des Wiener Beckens gelegen und erstreckt sich in einem sanften Bogen von rund 6 km Länge und 1,5 km Breite von Erlach über Walpersbach bis nach Ofenbach. Die Löss- und Lösslehme lagern hier, an den Nordausläufern der Buckligen Welt, auf einer älteren Kiesterrasse mit deutlich akzentuiertem Relief. Die Lössmächtigkeit auf dieser Terrasse beträgt über 10 m. Gegen das Leitha- und das Pittental fällt die lössbedeckte Terrasse mit einer ausgeprägten, einige Meter hohen Geländekante ab. Gegen Süden zieht sie noch ein Stück weit in die Täler von Ofenbach, Klingfurth Bach und Leidingbach hinein und steigt dabei von 310 m Seehöhe an der Terrassenkante bis auf 400 m Seehöhe bei Schleinz an. Die Lössmächtigkeit nimmt Richtung Süden kontinuierlich auf bis etwa 2 m ab. Der mittlere Jahresniederschlag (Bezugszeitraum 1961-1990) in diesem Bereich liegt bei 700-850 mm.

Bei den Lössen in diesem Bezirk handelt es sich um feinsandige, gelbbraune bis gelbgraue Silte, die zum Teil Lössschnecken und, vor allem in ihren liegenden Abschnitten, auch Lösskindeln enthalten. Örtlich können Karbonatgehalte von an die 40 % auftreten (Fink, 1956a). Die Lösslehme sind in der Regel feinkörniger und rötlichbraun, oft auch von solifluidaler Natur - charakteristisch sind mächtige Einschaltungen von verschwemmtem, grobem, eckigem Lokalschutt. Die äolischen Sedimente in diesem Gebiet zeigen eine mehrphasige Bildung mit zahlreichen Sedimentationsunterbrechungen, Erosions- und Bodenbildungsphasen. Meist gibt es einen liegenden Komplex aus unterschiedlich stark alterierten Lösslehm- und Paläoböden, der von einer mächtigen Lössabfolge, die ihrerseits durch Verlehmungszonen gegliedert sein kann, erosiv überlagert wird (Grill, 1971; Fink, 1956a). Für die hangende Lössabfolge wird ein würmzeitliches Alter vermutet (Fuchs et al., 2008).

Aus diesem Bereich sind sechs Proben vorhanden, von denen Korngrößenuntersuchungen, gesamt- und tonmineralogische Analysen und zum Teil auch chemische Analysen vorliegen. Drei dieser Proben stammen von Lössen, drei von Lösslehm.

Bei den Lössen handelt es sich nach der Nomenklatur von Müller (1961) und Füchtbauer (1959) um tonige Sandsilte bzw. sandige Tonsilte. Die Siltfraktion ist mit einem Median von 55 % vertreten, gefolgt von der Tonfraktion mit einem Median von 22 % und der Sandfraktion mit einem Median von 20 %. Die Lösslehme plotten nach Müller (1959) und Füchtbauer (1961) in den Felder für sandige Tonsilte bzw. tonige Sandsilte und sind im Vergleich zu den Lössen deutlich feinkörniger ausgebildet. Bei ihnen betragen die Medianwerte für Silt 48 %, für Sand 23 % und für Ton 28 %. Bei allen untersuchten Proben sind die Grobsilt- und die Feinsandfraktion am stärksten vertreten, Komponenten in Kiesgröße treten praktisch nicht auf. Im Diagramm nach Winkler (1954) fallen die Lössproben in die Felder für Dachziegel, Gittersteine und Vollsteine, die Lösslehmproben sind vorwiegend für höherwertige Verwendungen wie Dachziegel geeignet.

In der gesamtmineralogischen Zusammensetzung unterscheiden sich die untersuchten Lössproben vor allem durch Karbonat- und Schichtsilikatgehalt von den Lösslehmproben. Die Medianwerte für Löss betragen 32 % für Quarz, 36 % für Schichtsilikate, 22 % für Karbonate und 11 % für Feldspäte. Die Medianwerte für Lösslehme betragen 37 % für Quarz, 53 % für Schichtsilikate und 9 % für Feldspäte; sie sind praktisch karbonatfrei.

In der tonmineralischen Zusammensetzung der Fraktion < 2 µm ist in allen Proben die Illit-Hellglimmer-Gruppe dominierend – ihr Medianwert beträgt 42 % für Löss- und 56 % für Lösslehme. Die Smektit-Gruppe erreicht einen Medianwert von 33 % bei den Lössen und von 24 % bei den Lösslehm, der Medianwert der Vermiculit-Gruppe liegt bei 2 % für Löss- und 7 % für Lösslehme. Die Chlorit-Gruppe ist mit einem Median von 13 % bei den Lössen vertreten und kommt in den Lösslehm praktisch nicht vor. Die Kaolinit-Gruppe mit einem Median von 7 % bei den Lössen und 15 % bei den Lösslehm vertreten.

Im Diagramm nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) liegen die analysierten Proben in den Feldern

für Dachziegel und Deckenziegel.

Verwendungshinweise

Die Löss- und Lösslehme dieses Rohstoffbezirkes spielen seit Jahrhunderten eine bedeutende Rolle für die örtliche Ziegelgewinnung. Früher gab es hier eine Reihe von Ziegelgruben, etwa bei Walpersbach, südöstlich und südlich von Erlach und um Schleinz. Heute produziert nur noch das Ziegelwerk Lizzi in Erlach, das bereits seit 1830 in Betrieb ist. Die hier abgebauten Löss- und Lösslehme werden gemeinsam mit Tonen aus Stoob zu aufgehendem Mauerwerk verarbeitet.

Gemäß ihrer Korngrößenzusammensetzung eignen sich die Löss- nach Winkler (1954) als Dachziegel, Gittersteine und Vollsteine, die Lösslehme vorwiegend für höherwertige Verwendungen wie Dachziegel. Auch die chemische Zusammensetzung spricht nach Augustinik (1975) und Vogt (2015a) für eine Verwendung als Dach- und Deckenziegel.

Form

flächig verbreitete Lössdecke

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

Stellenweise können Lagen aus lokalem Schutt eingeschaltet sein. Zudem sind mehrere Paläobodenhorizonte ausgebildet.

Typische Vorkommen

Erlach-Walpersbach

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Fink, J. (1956a): Zur Korrelation der Terrassen und Löss- in Österreich.- Eiszzeitalter und Gegenwart, 7, S. 49-77, 9 Abb., Othringen.

Fuchs, G., Herrmann, P., Pahr, A., Schnabel, W. mit Beiträgen von Ahl, A., Habart, F., Hofmann, Th., Heinrich, M., Koller, F., Lenhardt, W., Schedl, A., Slapansky, P., Weixelberger, G. & Wimmer-Frey, I. (2008): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 106 Aspang-Markt.- Geol. Bundesanstalt, 82 S., 13 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Wien.

Grill, R. (1971): Bericht über Begehungen auf den Blättern Wien und Preßburg der Österreichischen Karte 1:200.000.- Verhandlungen Geol. Bundesanstalt, 1971, S. A37-A40, Wien.

Schnabel, W. (1992): Bericht 1991 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär im Nordteil des Blattes 106 Aspang.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 135/3, S. 722-723, Wien.

Textkompilation: J. Rabeder 2019

L_024 Löss-Bezirk Nordwestliches Weinviertel (Bereich Retz bis Alberndorf)

ÖK 9, 23

Charakteristik

Der Rohstoffbezirk Nordwestliches Weinviertel zieht sich als schmaler Streifen vom Südostrand der Böhmisches Masse über Retz, Retzbach entlang der Grenze zu Tschechien bis nördlich von Untermarkersdorf. In diesem Bereich betragen die durchschnittlichen Jahresniederschläge (Bezugszeitraum 1961-1990) 400-500 mm. Am Kristallinrand zeigen die Löss- eine fleckenhafte

Verbreitung und liegen auf feinkörnigen Sedimenten v. a. des Eggenburgiums. Weiter gegen Osten sind die Lössvorkommen großflächiger vertreten. Sie überlagern Sedimente der Laa-Formation mit Mächtigkeiten bis zu mehreren Metern, weisen immer wieder Einschaltungen von Paläoböden auf und sind sehr oft als solifluidal umgelagert beschrieben.

Im Detail weisen die Korngrößenverteilungen die Proben nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) überwiegend als Tonsilte bis Silttone mit stark variablen Sandanteilen aus. Die Proben aus den Randbereichen zum Kristallin sind stark sandbetont. Hier liegen die Sandanteile immer weit über 20 %, nomenklatorisch ist von Sandsilttonen und tonig-siltigen Sanden zu sprechen. Ihr Kornaufbau legt nahe, dass neben dem äolischen Prozess auch unterschiedliche andere Prozesse wie z. B. Solifluktion und Flächenspülung einen wesentlichen Beitrag zu ihrer Entstehung leisteten. Ebenso wenig entsprechen die Proben aus der Umgebung von Jetzelsdorf reinen Lössen. Auch hier ist davon auszugehen, dass diese Wechsellagerung von Silttonen über sandige Silttone bis zu tonig-siltigen Sanden neben der äolischen Komponente stark von solifluidalen, möglicherweise fluviatilen Umlagerungsprozessen beeinflusst ist. Maxima im Korngrößenbereich des Grobsiltes, wie sie für typische Lössen charakteristisch sind, treten in den Schurfen zwischen Unterretzbach und Kleinhöflein auf. Es handelt sich um Silte und Tonsilte mit geringen Sandanteilen.

Im Diagramm nach Winkler (1954) sind sie aufgrund ihrer großen Variationsbreite in allen Feldern zu finden, bevorzugt jedoch aufgrund ihrer geringen 2-20 µm-Anteile in den Feldern Vollsteine über Gitterziegel bis hin zu den Dachziegeln.

Die Unterschiede in der Mineralogie sind ebenfalls auf die geographische Verbreitung in Verbindung mit Umlagerungsprozessen zurückzuführen. Die Proben am Kristallinrand sind deutlich quarzbetont, weisen höhere Feldspatgehalte, eine schwache Karbonatführung und nicht allzu hohe Anteilen an Schichtsilikaten auf. Die Proben aus der Umgebung Jetzelsdorf sind durch die höchsten Anteile von Schichtsilikaten charakterisiert und durch Einschaltungen von karbonatfreien Horizonten von Paläoböden. Die Proben zwischen Unterretzbach und Kleinhöflein sind mineralogisch wie auch korngrößenmäßig sehr einheitlich aufgebaut und entsprechen klassischen Lössen. Abgesehen von einem zwischen geschalteten karbonatfreien Paläoboden liegen die Karbonatwerte der Proben mit einem Median von 18 % deutlich am höchsten. Tonmineralogisch ist ebenfalls ein geographischer Trend zu erkennen. Die hohen Kaolinitgehalte im Einzugsgebiet des Kristallins weisen mit 27 % einen doppelt so hohen Median wie die im Osten des Gebietes liegenden Proben auf, gegenläufig zum Auftreten der Illit-Hellglimmer-Gruppe, die mit einem Median von 38 % deutlich in den weiter gegen Osten zu liegenden Proben dominiert. Innerhalb der Smektit-Gruppe mit einem Gesamtmedian von 36 % und der Chlorit-Gruppe mit einem von 12 % sind die West-Ost-Unterschiede nicht augenfällig.

Verwendungshinweise

Die Lössen bilden den Untergrund für die besten landwirtschaftlichen Böden im Weinbau, die Ziegelherstellung spielte nur eine untergeordnete Rolle.

Abhängig von der großen Variationsbreite innerhalb der Korngrößenzusammensetzung können nach Winkler (1954) Eignungen von Vollsteinen über Gitterziegel bis hin zu den Dachziegeln gegeben sein.

Form

zusammenhängende Flächen vor allem im Ostteil des Gebietes

Alter

Quartär: Pleistozän: Würm und älter

Besonderheiten

z. T. starke solifluidale Beeinflussung. Zusammenhängende Flächen im Ostteil des Gebietes mit Einschaltungen von Paläoböden.

Typische Vorkommen

Weingärten von Retz

Ausgewählte und weiterführende Literatur

Roetzel, R. & Fuchs, G. (1999): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 9 Retz. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.

Roetzel, R. (2007): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 23 Hadres. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.

Roetzel, R. (2009): Erläuterungen zu Blatt 23 Hadres. - 150 S., 24 Abb., 18 Tab., 1 Farbtafel, Geol. B. A., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. (2015) mit Beiträgen von Atzenhofer, A., Coric, St., Gebhardt, H., Hobiger, G., Rabeder, J., Roetzel, R., Weilbold, J. & Wimmer-Frey, I.: Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Projekt NC 83/2012-1014, Jahresendbericht 2014, 313 S., 244 Abb., 61 Tab., 1 DVD, Wien.

Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Coric, St., Draxler, I., Gebhardt, H., Goritschnig, Ch., Klein, P., Krenmayr, H. G., Leithner, W., Mandic, O., Massimo, D., Meller, B., Hobiger, G., Rabeder, J., Reitner, J., Rockenschaub, M. & Roetzel, R. (2006): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probennahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Projekt NC 57 / 2003-2006, Jahresendbericht 2005/2006, v+107 S., 102 Abb., 1 Tab., Wien.

Textkompilation: I. Wimmer-Frey 2019

8. Diskussion und Ausblick

Auf Grund der vorliegenden Analysen und statistischen Auswertungen wird die regionale Großgliederung der Löss- und Lösslehmlandschaften in Niederösterreich und Oberösterreich durch Fink (1956a) im Wesentlichen bestätigt. Die von Fink vorgenommene Dreiteilung in westliche-feuchte, mittlere-Übergangs- und östliche-trockene Lösslandschaft wird im Analysenbestand markant abgebildet.

Eine verdichtende Probenahme und nachfolgende Auswertung ist vor allem für einzelne Gebiete in Oberösterreich äußerst wünschenswert. Die dortigen Lösslehmvorkommen weisen die besten Rohstoffqualitäten auf und haben, vor allem gemeinsam mit den unterlagernden neogenen Sedimenten („Schlier“), ein hohes Potential für die Produktion qualitativ hochwertiger grobkeramischer Erzeugnisse, die auch den modernen heutigen Anforderungen entsprechen.

Der vorliegende Bestand an Lagerstättenbezirken sowie deren Beschreibung wird als integraler Bestandteil in die zukünftige IRIS-Online Baurohstoffe Webapplikation Eingang finden. Zusätzlich könnten vor allem absolute Altersdatierungen und weitere Analysen die Beschreibung der Lagerstättenbezirke ergänzen und präzisieren.

Der umfangreiche, in konsistenter Form im Rahmen des Projektes vorbereitete Analysendatenbestand wird eine wesentliche Ausgangsbasis einer zukünftigen zentralen Analytikdatenbank der Geologischen Bundesanstalt sein und soll in seinem Umfang beispielhaft für alle weiteren feinkörnigen Lockersedimentproben sein.

Die Anwendung von Methoden der explorativen Datenanalyse bzw. von Methoden der mathematischen Statistik wurde als sehr wirksam empfunden, um die vorliegende große Anzahl der Analysen für die Identifikation, Beschreibung und Abgrenzung von Lagerstättenbezirken zu nutzen. Der Einsatz dieser Methodik für weitere Rohstoffgruppen, für die bereits ein ähnlich umfangreicher Analysenbestand vorliegt, ist erstrebenswert und wird in Zukunft als wichtiges Element in weitere Projektplanungen aufgenommen.

9. Literaturverzeichnis

Aitchison, J. (1986 bzw. 2003): The Statistical Analysis of Compositional Data. – Monographs on Statistics and Applied Probability. 416 pp., (Neuaufgabe 2003 mit zusätzlichem Inhalt, The Blackburn Press), Chapman & Hall Ltd., London.

Assadi-Langroudi, A. (2019): A conceptual model for Loess in England: Principles and applications.- Proceedings of the Geologist's Association, 130/2, S. 115-125, Elsevier.

Augustinik, A. I. (1975) in: Vogt, St. (2015): Methoden zur Bewertung der Rohstoffeignung und Masseoptimierung (Teil 1). – Ziegelindustrie International, 5, 34 - 47, Gütersloh (Bauverlag BVGmbH).

Austrian Standards (2016): Boden als Pflanzenstandort - Begriffe und Untersuchungsverfahren - ÖNORM L 1050, 39 S., Wien.

Austromineral (1983): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf, NÖ, Teil 1: Geologische Bearbeitung. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NA-3/f, 110 Bl., 14 Abb., 10 Tab., 6 Anl., Wien.

Austromineral (1984): Ausgewählte Tonvorkommen der niederösterreichischen Molassezone zwischen Enns und Erlauf. Detailerkundung zur Unterstützung raumplanerischer Maßnahmen.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NA-3/f, 133 Bl., 19 Abb., 11 Tab., 27 Anl., Wien.

Biehl, N. (1995): Qualitative Einschätzung bekannter Kennwerte von tonigen Rohstoffen zur Herstellung von grobkeramischen Erzeugnissen. – Ziegel International, 10, S. 744-756, Wiesbaden.

Börner, A., Bornhöft, E., Häfner, F., Hug-Diegel, N., Kleeberg, K., Mandl, J., Nestler, A., Poschlod, K., Röhling, S., Rosenberg, F., Schäfer, I., Stedingk, K., Thum, H., Werner, W. & Wetzel, E. (2012): Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Teil 3: Tone und tonige Gesteine. – Geol. Jb., Sonderhefte, Reihe D Mineralogie, Petrographie, Geochemie, Lagerstättenkunde, Heft SD 10, S. 51 - 83, Hannover.

Brandtner, F. (1956): Lößstratigraphie und paläolithische Kulturabfolge in Niederösterreich und in den angrenzenden Gebieten.- Eiszeitalter und Gegenwart, 7, S. 127-175, 3 Abb., Stuttgart.

Brunnacker, K. (1953): Der würmeiszeitliche Löß in Südbayern.- Geol. Bavarica, 19, München.

Brunnacker, K. (1954): Löß und diluviale Bodenbildung in Südbayern.- Eiszeitalter und Gegenwart, 4/5, Stuttgart.

Brunnacker, K. (1955): Würmzeitlicher Löß und fossile Böden in Mainfranken.- Geol. Bavarica, 25, München.

Brunnacker, K. (1982): Äolische Deckschichten und deren fossile Böden im Periglazialbereich Bayerns.- In: Agsten, K.: Inventur der Paläoböden in der Bundesrepublik Deutschland, Geologisches Jahrbuch, Reihe F, 14, S. 15-25, 6 Abb., 1 Tab., Hannover.

Bundesanstalt für Bodenkartierung und Bodenwirtschaft (1967): Die österreichische Bodenkarte 1:10.000 – Anweisung zur Durchführung der Kartierung.- Eigenverlag, Wien.

Carobene, D., Harzhauser, M., Mandic, O. & Gatto, R. (2018): Taxonomy and palaeoecology of continental gastropoda (mollusca) from the Late Pleistocene mammoth-bearing site of Bullendorf in NE Austria. – *Research in Paleontology and Stratigraphy*, vol. 124(3): pp. 509-534.

Chayes, F. (1960): On correlation between variables of constant sum. - *Journal of Geophysical Research*, 65 (12), pp. 4185–4193. Wiley & Sons, Chichester.

Cicha, I. & Rudolsky, J. (2003a): Bericht 2000 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 39 Tulln.- *Jahrbuch der Geol. Bundesanstalt*, 143/3, S. 346, Wien.

Cicha, I. & Rudolsky, J. (2003b): Bericht 2001 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln.- *Jahrbuch der Geol. Bundesanstalt*, 143/3, S. 404-405, Wien.

Draxler, I. (1980): Das Quartär.- In: Oberhauser, R. (Red.): *Der geologische Aufbau Österreichs*, S. 56-69, 2 Abb. Springer, Wien.

Egger, H. & Coric, St. (Red.) (2017): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 56 St. Pölten.- *Geol. Bundesanstalt*, 168 S., Wien.

Egger, H. mit Beiträgen von Heinrich, M., van Husen, D., Lobitzer, H., Moshhammer, B., Pavuza, R., Rupp, Ch., Schedl, A., Schubert, G., Schuster, R., Stummer, G., Wagner, L. & Wessely, G. (2007): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 67 Grünau im Almtal.- *Geologische Bundesanstalt*, 66 S., 18 Abb., 1 Tab., 2 Farbtaf., Wien.

Egozcue, J.J., Pawlowsky-Glahn, V., Mateu-Figueras, G. & Barceló-Vidal, C. (2003): Isometric logratio transformations for compositional data analysis. - *Mathematical Geology* 35(3), pp. 279–300, Springer, Heidelberg.

Egozcue, J.J. & Pawlowsky-Glahn, V. (2006): Simplicial geometry for compositional data.- In: Buccianti, A., Mateu-Figueras, G., Pawlowsky-Glahn, V. (eds.): *Compositional data analysis in the geosciences: From theory to practice*. pp. 67-77, Geological Society Publishing House, London.

Einwögerer, Th. (2009): Spuren eiszeitlicher Jäger- und Sammlergesellschaften im Löss.- In: Steininger, H. & Hofmann, Th. (Red): *NÖ Geotage: Rohstoff – Landschaft – Mensch am Beispiel „Lehm“*: 24. & 25. September 2009 Schloss Haindorf bei Langenlois.- *Berichte der Geol. Bundesanstalt*, 80, S. 63-65, 2 Abb., Wien.

Englisch, M. & Kilian, W. (Hrsg.) (1998): Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich - Guidelines for Forest Site Mapping in Austria.- *FBVA-BERICHT* Nr. 104/1998, Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien Waldforschungszentrum, Wien.

ESRI – Environmental Systems Research (2017a): ArcCatalog-ArcGis Desktop Application.-Redlands, USA.

ESRI – Environmental Systems Research (2017b): ArcMap-ArcGis Desktop Application.-Redlands, USA.

Feiglstorfer, H. (ed.) (2016): *Earth construction and tradition Vol I. – IVA-Verlag, Construction and Tradition Volume I*, ISBN: 978-3-900265-34-2, Wien.

- Filzmoser, P. (2015): StatDA: Statistical Analysis for Environmental Data, R-Package.- Vienna (AT).
- Filzmoser, P., Hron, K. & Templ, M. (2012): Discriminant analysis for compositional data and robust parameter estimation.- Computational Statistics, Vol. 27(4), pp. 585-604, Springer, Heidelberg.
- Filzmoser, P., Hron, K. & Templ, M. (2018): Applied compositional data analysis: with worked examples in R.- xvii+280 pp., Springer, Cham.
- Filzmoser, P. & Hron, K. (2013): Robustness for compositional data.- In: Becker, C., Fried, R. & Kuhnt, S. (Eds.): Robustness and Complex Data Structures.- Festschrift in Honour of Ursula Gather, pp. 117-131, Springer, Heidelberg.
- Fink, J. (1954): Die fossilen Böden im österreichischen Löß. – Quartär, 6, S. 85-107, 10 Abb., Rahden.
- Fink, J. (1955): Die Exkursion von Abschnitt Wien – Marchfeld – Stillfried. – In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H.: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Sonderheft D, 82-116, Wien.
- Fink, J. (1956a): Zur Korrelation der Terrassen und Löss in Österreich.- Eiszeitalter und Gegenwart, 7, S. 49-77, 9 Abb., Ohringen.
- Fink, J. (1956b): Exkursion am 13. Juni 1965: Quartär und Tertiär in der Umgebung von Krems und Melk, Exkursionsbericht. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 58, S. 307-318, Wien.
- Fink, J. (1976): Exkursion durch den österreichischen Teil des nördlichen Alpenvorlandes und den Donaauraum zwischen Krems und Wiener Pforte. Bd. 1. – Mitt. Komm. Quartärforschung Österr. Akad. Wiss., 113 S., Wien.
- Fischer, H. (1979): Reliefgenerationen im Kristallinmassiv – Donaauraum – Alpenvorland und Alpenrand im westlichen Niederösterreich.- Forschungen zur deutschen Landeskunde, 13, 225 S., 14 Ktn., 27 Bilder, Trier.
- Folk, R.L. & Ward, W. (1957): Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters.- J. sed. Petrol., 27, 23 pp., SEPM Society for Sedimentary Petrology, Tulsa.
- Fuchs, G., Herrmann, P., Pahr, A., Schnabel, W. mit Beiträgen von Ahl, A., Habart, F., Hofmann, Th., Heinrich, M., Koller, F., Lenhardt, W., Schedl, A., Slapansky, P., Weixelberger, G. & Wimmer-Frey, I. (2008): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 106 Aspang-Markt.- Geol. Bundesanstalt, 82 S., 13 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Wien.
- Fuchs, W. (1974a): Bericht 1973 über Aufnahmen auf Blatt Bruck an der Leitha (60).- Verhandlungen Geol. Bundesanstalt, 1974, S. A45-A47 Wien.
- Fuchs, W. (1974b): Bericht 1973 über Aufnahmen auf den Blättern Mauern (37), Krems (38) und St. Pölten (56) sowie über Vergleichsbegehungen auf den Blättern Melk (54), Tulln (39), Deutsch-Wagram (41) und Wien (59).- Verhandlungen Geol. Bundesanstalt., 1974, S. A47-A50, Wien.
- Fuchs, W. (1976): Bericht 1975 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 60, Bruck an der Leitha (Arbesthaller Hügelland).- Verhandlungen Geol. Bundesanstalt, 1976, S. A93-A95, Wien.

- Fuchs, W. & Grill, R. (1984): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 38 Tulln. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Füchtbauer, H. (1959): Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. - Erdöl und Kohle, 12/8, S. 605 - 613, Hamburg.
- Geofast 24 Mistelbach: Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 - 24 - Mistelbach, Stand 2018, Kompilation: KREUSS, O., erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast, Wien, Ausgabe 2018/09.
- Geofast 25 Poysdorf: Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 - 25 - Poysdorf, Stand 2018, Kompilation: KREUSS, O., erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast, Wien, Ausgabe 2018/09.
- Geofast 42 Gänserndorf: Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 - 42 - Gänserndorf, Stand 2018, Kompilation: KREUSS, O., erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast, Wien, Ausgabe 2018/09.
- Götzinger, G. (1936): Führer für die Quartärexkursionen in Österreich. I. Teil. – III. Internat. Quartär-Konferenz, Wien, September 1936, Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Grill, R. (1962): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung von Korneuburg und Stockerau 1:50.000.- Verlag der Geologischen Bundesanstalt, 52 S., 1 Kte., Wien.
- Grill, R. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. Flyschausläufer, Waschbergzone mit angrenzenden Teilen der flachlagernden Molasse, Korneuburger Becken, Inneralpines Wiener Becken nördlich der Donau.- Verlag der Geologischen Bundesanstalt, 155 S., 9 Abb., 4 Tab., 2 Taf., Wien.
- Grill, R. (1971): Bericht über Begehungen auf den Blättern Wien und Preßburg der Österreichischen Karte 1:200.000.- Verhandlungen Geol. Bundesanstalt, 1971, S. A37-A40, Wien.
- Haase, D., Fink, J., Haase, G., Ruske, R., Pésci, M., Richter, H., Altmann, M., Jäger, K.D. (2007): Loess in Europe – its spatial distribution based on a European Loess Map, scale 1:2.500.000. – Quaternary Science Reviews, 26, pp. 1301-1312, Elsevier.
- Hauer, F. (1993): Quartär- und hydrogeologische Bearbeitung des Beckens von St. Pölten (Niederösterreich).- Unveröff. Diplomarbeit, iii+97 S., 53 Abb., 5 Taf., 2 Blg., Wien.
- Havlicek, P. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 457-458, Wien.
- Havlicek, P. & Holasek, O. (1998): Bericht 1996 über quartärgeologische Untersuchungen auf den Blättern 21 Horn und 38 Krems.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 141/3, S. 327-328, Wien.
- Havlicek, P., Holasek, O., Smolikova, L. & Roetzel, R. (1998): Zur Entwicklung der Quartärsedimente am Südostrand der Böhmisches Masse in Niederösterreich.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 141/1, S. 51-71, 15 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Wien.
- Heinrich, M. & Untersweg, T. (2014): 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. unter Verwendung publizierter und unpublizierter geologischer Karten.- Bundesweite Vorsorge Lockergesteine, Stand 2014, Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

Heinrich, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Decker, K., Hellerschmidt-Alber, J., Hofmann, Th., Ita, A., Klein, P., Krenmayr, H.-G., Lipiarski, P., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Rabeder, J., Reitner, H., Schatz, M., Tatzreiter, F., Thinschmidt, A., Untersweg, T., Wimmer-Frey, I. & Team (2006): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Melk.- viii+86 Bl., 53 Abb., 13 Tab., 8 Anh., Unveröff. Endbericht. 3. Jahr, Bund-Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-052/2001-03, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, Wien.

Heinrich, M. (Red.) mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Havlicek, P., Holasek, O., Klein, P., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Rabeder, J., Roetzel, R., Untersweg, T., Vachek, M. & Wimmer-Frey, I. (2008): Geologische Detailkarte des Weinbaugebietes Kamptal 1:10.000.- Karte: 25 Bl., CD mit Dokumentation und Übersichtskarte, Unveröff. Karte und Dokumentation, Geol. Bundesanstalt i. A. Weinkomitee Kamptal, Wien.

Heinrich, M. mit Beiträgen von Klein, P., Lipiarski, P., Neinavaie, H., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Reitner, H. & Wimmer-Frey, I. (2008): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Tulln.– Unveröff. Endbericht. 3. Jahr (2007), Bund-Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-061/2004-06, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, iv+74 Bl., 56 Abb., 13 Tab., 5 Anh., Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

Heinrich, M., Atzenhofer, B., Bieber, G., Hobiger, H., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Posch-Trözmüller, G., Rabeder, J., Reitner, H. & Wimmer-Frey, I. (2017): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Mistelbach – Geogenes Naturraumpotential Bezirk Mistelbach. Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2016-17) und Zusammenfassung.- Unveröff. Bericht Projekt N-C-88/2014-2016, Bibl. Geol. B.-A./Wiss. Arch., iv+149 S., illustr., 5 Anh., Wien.

Heinrich, M., Atzenhofer, B., Decker, K., Grösel, K., Hellerschmidt-Alber, J., Hofmann, Th., Klein, P., Kreuss, O., Lipiarski, P., Peresson-Homayoun, M., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Plan, L., Reitner, H., Schedl, A., Schnabel, W., Thinschmidt, A., Umfer, Th., Wimmer-Frey, I. (2001): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Scheibbs: Zusammenfassung und Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr.- Unveröff. Einbericht 3. Jahr, Bund-Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-40/1999-2000, Bibl. Geol. Bundesanstalt /Wiss. Arch., viii+57 S., 29 Abb., 16 Tab., 8 Anh., Wien.

Heinrich, M., Augustin-Gyurits, K., Atzenhofer, B., Brüggemann, H., Decker, K., Hellerschmidt-Alber, J., Hobiger, G., Hofmann, Th., Hübl, G., Klein, P., Lipiarski, P., Moshhammer, B., Papp, H., Peresson-Homayoun, M., Pirkl, H., Roetzel, R., Römer, A., Arndt, R., Schedl, A., Schnabel, W., Schubert, G., Shadlau, S., Supper, R., Thinschmidt, A., Gesselbauer, W., Träxler, B., Wimmer-Frey, I. & Wimmer, G. (2000): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Raum Geras-Retz-Horn-Hollabrunn (Bezirke Horn und Hollabrunn): Geogenes Naturraumpotential Horn-Hollabrunn. Bericht über die Arbeiten im 5. Projektjahr.- Unveröff. Bericht Projekt N-C-036, Bibl. Geol. Bundesanstalt/Wiss. Archiv, 86 Bl., 10 Anh., Wien.

Heinrich, M., Coric, St., Havlicek, P., Holasek, O., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Rabeder, J., Reitner, H., Roetzel, R., Untersweg, T., Vachek, M. & Wimmer-Frey, I. (2012): Weinbaugebiet Traisental Geologische Karte 1:10.000.- Unveröff. Ber. i.A. IK Traisental, Geol. B.-A., Rohstoffgeologie, 30 Bl., 4 Tab., 10 Kartenblätter, Erw. Legende auf DVD, Wien.

Heinrich, M., Eitzinger, J., Murer, E., Pirkl, H. & Spiegel, H. mit Beitr. von Baumgarten, A., Bieber, G., Dersch, G., Heilig, M., Hobiger, G., Lipiarski, P., Pfeleiderer, S., Rabeder, J., Reitner, H., Römer, A., Schlatter, N., Untersweg T. & Wimmer-Frey, I. (2012): Darstellung der naturräumlichen Gegebenheiten und interdisziplinäre Erfassung der weinbaulichen Funktionen im Weinbaugebiet Carnuntum. – Unveröff. Bericht i. A. die rubin carnuntum weingüter mit Unterstützung von Bund, Land und Europäischer Union, xv+244 S., illustr., 5 Anh., 6 Beil., Geologische Bundesanstalt, Wien.

Heinrich, M., Pavlik, W., Augustin-Gyurits, K., Brüggemann, H., Egger, H., Gamerith, W., Rupp, Ch. & Wimmer-Frey, I. (1992): Erhebung und Darstellung geogener Naturraumpotentiale der Region Amstetten - Waidhofen/Ybbs.- Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-009g/91, 60 S., 11 Abb., 10 Tab., 13 Anh., 2 Bglbd., Wien.

Heinrich, M., Pfeleiderer, S., Pirkl, H., Rabeder, J., Reitner, H. & Wimmer-Frey, I. mit Beiträgen von Decker, K., Hobiger, G., Kern, A., Roetzel, R. & Stadler, Ph. (2010): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Korneuburg – „Geogenes Naturraumpotential Bezirk Korneuburg“- Unveröff. Bericht über die Arbeiten im 3. Projektjahr (2009) und Zusammenfassung, Projekt N-C-64/2007-2009, ix+83 S., 47 Abb., 16 Tab., 6 Anh., Wien.

Heinrich, M., Reitner, H. & Pfeleiderer, S. mit Beiträgen von Bauer, H. & Schuster, R., Bieber, G. & Römer, A., Hobiger, G., Lipiarska, I., Lipiarski, P., Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G., Pirkl, H., Plan, L. & Exel, Th., Rabeder, J. & Wimmer-Frey, I. und T. Untersweg (2013): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotentials im Bezirk Bruck an der Leitha – „Geogenes Naturraumpotential Bezirk Bruck an der Leitha“- Unveröff. Bericht Projekt N-C-70/2010-2012, Bibl. Geol. B.-A./Wiss. Arch., 3+147 S., ill., 10 Anh., Wien.

Hinze, C., Jerz, H., Menke, B. & Staude, H. (1989): Geogeneitsche Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1:25.000 (GK 25).- Geologisches Jahrbuch, Reihe A, 112, 243 S., Hannover.

Hofer, I. (2010): Sedimentologische und elementaranalytische Untersuchungen an Löss-/Paläobodensequenzen in der Umgebung von Krems/Niederösterreich. – Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Wien, 185 S., 54 Abb., 13 Tab., 1 Beil., Wien.

Hofer, I., Jaburová, I., Terhorst, B., Roetzel, R., Einwögerer, T., Simon, U. & Fladerer, F. (2008): Quaternary Landscape Development in the Loess Plateau of Kremsfeld near Langenlois (Lower Austria).- In: Veränderter Lebensraum gestern, heute und morgen: Tagung der Deutschen Quartärvereinigung e.V. 31. August - 6. September 2008, S. 81-85, 5 Abb., Universität für Bodenkultur, Wien.

Hofmann, Th. & Homayoun, M. (1996): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme zum Projekt Neue Bahn mit Schwerpunkten auf umweltrelevante und rohstoffwissenschaftliche Auswertungen und die Aufschlussarbeiten in der niederösterreichischen

Molassezone. – Unveröff. Bericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-032/95, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 34 Bl., 23 Abb., 12 Tab., Wien.

Hofmann, Th., Harzhauser, M. & Roetzel, R. (2019): Meeresstrand und Mammutwiese. – S. 127, Edition Winkler-Hermaden, Schleibach.

Holasek, O. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 458-459, Wien.

Holasek, O. (2011): Bericht 2009 über geologische Aufnahmen im Quartär auf Blatt 39 Tulln.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 151/1-2, S. 101-102, Wien.

Homayoun, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Decker, K., Draxler, I., Egger, H., Massimo, D., Pak, E. & Reitner, H. (1999): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme zum Projekt Neue Bahn und anderen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen und die Aufschlussarbeiten in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone. – Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-032/F/98, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 20 Bl., 15 Abb., Anh., Wien.

Homayoun, M. & Wimmer-Frey, I. (1999): Mineralogisch-granulometrische Charakterisierung von Lössen am Südostrand der Böhmisches Masse.- In: Roetzel, R. (Red.): Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1999: Geologische Karten ÖK 9 und ÖK 22 Hollabrunn: Geogenes Naturraumpotential der Bezirke Horn und Hollabrunn: 3.-7. Mai 1999, Retz.- S. 227-228, Wien.

Hron K. & Filzmoser, P. (2013): Robust diagnostics of fuzzy clustering results using the compositional approach.- Advances in Intelligent Systems and Computing, 190 AISC, pp. 245-253.

Jarnik, M. (1997): Bericht 1995-1996 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 55 Obergrafendorf.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 140/3, S. 357-358, Wien.

Kleeberg, K. & Börner, A. (2012): Tone und tonige Gesteine. – Geol. Jb., Sonderhefte, Reihe D Mineralogie, Petrographie, Geochemie, Lagerstättenkunde, Heft SD 10, S. 51 – 84, Hannover.

Kohl, H. (1955): Die Exkursion zwischen Lambach und Enns.- In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H. (Red.): Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich: Exkursionen zwischen Salzburg und March, S. 40-62, 2 Taf., Wien.

Kohl, H. (1986): Bericht 1985 über geologische Aufnahmen auf Blatt 49 Wels.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 129/2, S. 395-396, Wien.

Kohl, H. (2000): Das Eiszeitalter in Oberösterreich: Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich: In Memoriam Univ.-Prof. Dr. Julius Fink. – Schriftenreihe des OÖ Musealvereins – Ges. f. Landeskunde, 17, 487 S., 145 Abb., 5 Tab., 1 Beil., Linz.

Kohl, H. & Krenmayr, H.G. mit Beiträgen von van Husen, D., Letouzé, G., Rupp, Ch. & Zorn, I. (1997): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 49 Wels.- Geologische Bundesanstalt, 77 S., 7 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Wien.

Kolmer, Ch., van Husen, D. & Salcher, B. (2008): Landschaftsgeschichte und Hydrogeologie der neogenen und quartären Ablagerungen zwischen Mattig und Inn.- Amt der oberösterreichischen

Landesregierung, 243 S., 4 Blg., Linz.

Kovac, M., Barath, I., Marko, F. & Plasienka, D. (1994): Bericht 1993 über geologische Aufnahmen in der Molassezone aus Blatt 55 Obergrafendorf.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 137/3, S. 448-449, Wien.

Krenmayr, H.G. (2000): Bericht 1997, 1998 und 1999 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 55 Obergrafendorf.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 142/3, S. 389-390, Wien.

Kubista, M. (2016): Lehmziegelbau in Österreich. – TU Wien, Inst. f. vergleichende Architekturforschung, Vortrag 17. 3. 2016, Wien.

Lais, R. (1951): Über den jüngeren Löß in Niederösterreich, Mähren und Böhmen.- Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg in Breisgau, 41, S. 119-178, Freiburg in Breisgau.

Letouzé-Zezula, G. (Projektl.), Pirkel, H., Moser, G. & Reitner, J. (1998): Flächendeckende Bewertung der Grundwasserschutzfunktionen des geologischen Untergrundes in Oberösterreich unter spezieller Berücksichtigung des Barrieren- und Rohstoffpotentials der quartären Löss- und Lösslehme.- Endbericht zum Projekt OC-13 der Bund-/Bundesländerkooperation Geogene Grundwasserschutzfunktionen OÖ, 3 Teile, Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

Lorenz, W. & Gwosdz, W. (1997): Bewertungskriterien für Industriemineralien, Steine und Erden. Teil 1: Tone. – Geol. Jb., Reihe H, Heft 2, 3 - 108 S., 8 Abb., 62 Tab., Hannover.

Loishandl-Weisz, H. & Peticzka, R. (2005): Vom Winde verweht. Die Sedimente und Böden im Verbreitungsgebiet der niederösterreichischen Kreisgrabenanlagen.- In: Daim, F. & Neubauer, W. (Hrsg.): Geheimnisvolle Kreisgräben. – Berger, Horn-Wien.

Malecki, G.: SEDPAK.- Software-Entwicklung der Geol. Bundesanstalt, Wien 1985.

Matura, A. mit Beitr. von Heinz, H. (1989): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 37 Mautern.- Geol. Bundesanstalt, 65 S., 8 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wien.

Meingast, R. (2014): Nachweis historischer Lehmbautechniken in Ostösterreich. – Tagungsband Lehmbausymposium, 26.-28. März 2014 Museumsdorf Niedersulz, S. 28 ff., Niedersulz.

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.- Unveröff. Teilbericht im Rahmen des Forschungsprojektes OC-13, 80 S., 10 Taf., 10 Anh. mit 80 Abb., 11 Tab., 6 Ktn., Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

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

Nachtnebel, H.P. & Fürst, J. (Projektl.) (2003): Hydrologischer Atlas Österreichs (HAÖ).- Univ. f. Bodenkultur, Öst. Kunst- u. Kulturverlag, Wien.

Novak, Z. (2003): Bericht 2002 über geologische Aufnahmen im Neogen und Quartär auf Blatt 39 Tulln. – Jb. Geol. B.-A., Band 143, Heft 3, S. 459-460, Wien.

Papp, H., Roetzel, R. & Wimmer-Frey, I. (2003): Die Ziegelöfen des Bezirkes Hollabrunn: Geschichte und Geologie. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., Band 24, S. 117-191, Wien.

Pawlowsky-Glahn, V., Egozcue, J.J. & Tolosana-Delgado, R. (2015): Modelling and Analysis of Compositional Data.- Statistics in Practice, John Wiley & Sons, 247 pp., Chichester, UK.

Pearson, K. (1897): Mathematical contributions to the theory of evolution. On a form of spurious correlation which may arise when indices are used in the measurement of organs. - Proceedings of the Royal Society of London LX, pp. 489–502.

Pécsi, M. & Richter, G. (1996): Löss. Herkunft, Gliederung, Landschaften.– Zeitschrift für Geomorphologie. Gewidmet dem 14. INQUA-Kongreß in Berlin. 98, Supplementary Issue, Bornträger, Berlin – Stuttgart.

Penck, A., unter Mitwirkung von Becke, F. (1903): Das Durchbruchtal der Wachau und die Lösslandschaft von Krems. – IX. Int. Geologen-Kongress 1903, Führer f. d. Exkursionen in Österr., 20 S., 8 Fig., 1 Foto, 2 Taf., Wien.

Penck, A. & Brückner, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter: 1. Band: Die Eiszeiten in den nördlichen Ostalpen.- 393 S., 62 Abb., 12 Taf., Leipzig.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Hobiger, G., Peresson, H., Priewalder, H., Rabeder, J., Reitner, H. & Rupp, Ch. (2012): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 35/2009-2011, Jahresendbericht 2011, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 128 Bl., 132 Abb., 9 Tab., Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Peresson, H., Rabeder, J., & Rupp, Ch. (2013): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 42/2012-2014, Jahresendbericht 2012, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 134 Bl., 133 Abb., 1 Tab., Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Peresson, H., Rabeder, J., Rockenschaub, M. & Rupp, Ch. (2014): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 42/2012-2014, Jahresendbericht 2013, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 170 Bl., 171 Abb., 4 Tab., Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. (2016): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.-

Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 54/2015-2017, Jahresendbericht 2015, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 132 Bl., 147 Abb., 2 Tab., Wien.

Peresson, M. & Posch-Trözmüller, G. mit Beiträgen von Hobiger, G., Rabeder, J. & Rupp, Ch. (2017): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Oberösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten und schlecht aufgeschlossene Regionen sowie auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt OC 54/2015-2017, Jahresendbericht 2016, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 160 Bl., 157 Abb., 1 Tab., Wien.

Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Heinrich, M., Herrmann, P., Klein, P., Kohlenprat, B., Krenmayr, H.G., Lipiarski, P., Massimo, D., Nowotny, A., Reitner, H. & Rupp, Ch. (2001): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme zum Projekt Neue Bahn und anderen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen und die Aufschlussarbeiten in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone. – Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-047/00, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 72 Bl., 51 Abb., 1 Tab., Anh. (6 S.), Wien.

Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Egger, J., Lipiarski, P., Massimo, D., Reitner, H., Rupp, Ch. & Slapansky, P. (2003): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme zum Projekt Neue Bahn und anderen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf umweltrelevante, rohstoffwissenschaftlich und grundlagenorientierte Auswertungen und die Aufschlussarbeiten in der Molassezone und den penninischen Einheiten. – Unveröff. Endbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt O-C-021/2000-03, Bibl. d. Geol. Bundesanst. / Wiss. Archiv, 68 Bl., 59 Abb., Wien.

Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Egger, H., Heinrich, M., Jung, M., Klein, P., Krenmayr, H.-G., Leopold, Ph., Massimo, D., Nowotny, A., Oberhauser, R., Reitner, H., Salzer, F. & Wimmer-Frey, I. (2004): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-057/2003, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 92 Bl., 86 Abb., 8 Tab., Wien.

Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Bernhard, F., Draxler, I., Dumfarth, St., Egger, H., Heinrich, M., Klein, P., Leopold, Ph., Nowotny, A., Pavlik, W., Peresson, H. et al. (2005): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-057/2004, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 108 Bl., 97 Abb., 1 Tab., 1 Poster, Wien.

Peresson-Homayoun, M. mit Beiträgen von Coric, St., Draxler, I., Gebhardt, H., Goritschnig, Ch., Klein, P., Krenmayr, H.G., Leithner, W., Mandic, O., Massimo, D., Meller, B., Rabeder, J., Reitner, H., Rockenschaub, M. & Roetzel, R. (2006): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresendbericht 2005/2006 Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-057/2003-2006, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, v+107 Bl., 102 Abb., 1 Tab., Geologische

Bundesanstalt (GBA), Wien.

Peticzka, R. & Terhorst, B. (2009): Excursion guide for the loess region of the eastern Weinviertel, Stillfried (Austria) (EUROSOL 2008 - Excursion 7A-pre-post-congress).- In: Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, 76, S. 173-184, 8 Abb., 4 Tab., Wien.

Pfleiderer, S., Reitner, H., Heinrich, M. & Untersweg, T. (2012): Kiessande. – In: Weber, L. (Hrsg.): Der Österreichische Rohstoffplan. – Archiv für Lagerstättenforschung, 26, S. 99–145, Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien. ISBN: 978-3-85316-065-7

Piffel, L. (1955): Die Exkursion von Krems bis Absberg. – In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H.: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Sonderheft D, 70-78, Wien.

Piffel, L. (1964): Der Wagram des Tullner Beckens. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1964/2, 299–312, Wien.

Posch-Trözmüller, G. (Red.) mit Beiträgen von Pfeleiderer, S., Reitner, J., Schubert, G., Heinrich, M., Untersweg, T., Reitner, H., Rabeder, J., Römer, A. & Bieber, G. (2011): Prozesse der Grundwasserneubildung in der Traun-Enns-Platte (Vorstudie).- Projekt OC 40 Im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft GTW-040083/3-2010-Kol/Pc, 16. Februar 2011, Endbericht, 297 S., 102 Abb., 11 Tab., 1 DVD, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Haslinger, E., Kollars, B., Lipiarski, P., Massimo, D., Moshammer, B., Rabeder, J., Reitner, H. & Roetzel, R. (2008): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-063/2007, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 291 Bl., 379 Abb., 11 Tab., 2 Beil., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Gebhardt, H., Heinrich, M., Krenmayr, H.G., Lipiarski, P., Rabeder, J., Roetzel, R., Wessely, G. & Zorn, I. (2011): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. - Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-069/2010, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 297 Bl., 185 Abb., 35 Tab., 24 Taf., 1 Anhang im Text, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Gebhardt, H., Heinrich, M., Hobiger, G., Lipiarski, P., Peresson, H., Rabeder, J., Roetzel, R. & Schuster, R. (2012): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. - Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NC-69/2011, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 239 Bl., 224 Abb., 10 Tab., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Bryda, G., Coric, St., Gebhardt,

H., Hobiger, G., Linner, M., Rabeder, J., Roetzel, R., Rupp, Ch., Schuster, R. & Zorn, I. (2013): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. - Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-083/2012, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 507 S., 555 Abb., 51 Tab., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Bryda, G., Coric, St., Gebhardt, H., Hobiger, G., Lotter, M., Rabeder, J. & Roetzel, R. (2014): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. -Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-083/2012-2014, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 505 S., 465 Abb., 43 Tab., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Gebhardt, H., Hobiger, G., Rabeder, J., Roetzel, R., Weilbold, J. & Wimmer-Frey, I. (2015): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. – Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-083/2012-2014, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 313 S., 244 Abb., 61 Tab., 1 DVD, Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Atzenhofer, B., Coric, St., Hobiger, G., Rabeder, J., Roetzel, R. & Wimmer-Frey, I. (2016): Ad hoc Erfassung, integrative Dokumentation und Geowissenschaftliche Bearbeitung von aktuellen Bauaufschlüssen in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. Frisch aufgedeckt – Geologie für Wissenshungrige. - Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NC-92/2015-2017, Jahresendbericht 2016, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 347 S., 370 Abb., 33 Tab., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Bryda, G., Coric, St., Gebhardt, H., Horacek, M., Rabeder, J. & Roetzel, R. (2017): Ad hoc Erfassung, integrative Dokumentation und Geowissenschaftliche Bearbeitung von aktuellen Bauaufschlüssen in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. Frisch aufgedeckt - Geologie für Wissenshungrige.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NC 92/2015-2017, Jahresendbericht 2016, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 238 Bl., 233 Abb., 25 Tab., Wien.

Posch-Trözmüller, G. & Peresson, M. mit Beiträgen von Coric, St., Gebhardt, H., Hobiger, G., Rabeder, J., Roetzel, R. & Wessely, G. (2018): Ad hoc Erfassung, integrative Dokumentation und Geowissenschaftliche Bearbeitung von aktuellen Bauaufschlüssen in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. Frisch aufgedeckt - Geologie für Wissenshungrige.- Unveröff. Jahresbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt NC 92/2015-2017, Jahresendbericht 2017, Bibl. Geol. B.-A./ Wiss. Archiv, 417 Bl., 437 Abb., 34 Tab., Wien.

Pye, K. (1995): The Nature, Origin and Accumulation of Loess.- In: Quarternary Science Reviews, 14, Iss. 7-8, pp. 653-667, Elsevier.

- Pye, K. & Sherwin, D. (1999): Loess. – In: Goudie, A.S., Livingstone, I. & Stokes, S. (eds.): Aeolian Environments, Sediments and Landforms.- Wiley & Sons, Chichester.
- R Core Team (2017): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (AT).
- Rabeder, J., Reitner, H. & Wimmer-Frey, I. (2014): Sedimentologische Untersuchungen von Löss-Sedimenten in Niederösterreich.- DEUQUA 2014: 37. Hauptversammlung der deutschen Quartärvereinigung Innsbruck 2014, 24.-29. September: Abstractband, S. 94-95, Innsbruck.
- Ramml, C. F. (2014) Ziegelöfen und Lehmabbau der politischen Bezirke Mistelbach und Gänserndorf (Niederösterreich): Geschichte und Geologie – Archiv für Lagerstättenforschung, 27, 384 S., Wien.
- Ramml, C.F. mit einem Beitrag von Hofmann, Th. & Wimmer-Frey, I. (2018): Ziegelöfen und Lehmabbau des politischen Bezirks Korneuburg (Niederösterreich): Geschichte und Geologie.- Archiv für Lagerstättenforschung, 29, 342 S., 1 Kte., Wien.
- Reimann, C., Filzmoser, P., Garrett, R.G. & Dutter, R. (2008): Statistical Data Analysis Explained. Applied Environmental Statistics with R, 343 pp., John Wiley & Sons, Chichester. ISBN: 978-0-470-98581-6 (H/B)
- Reitner, H., Malecki, G. & Roetzel, R. (2005): SEDPACWIN – SEDPACMAC Characterization of sediments by grainsize analysis.- Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, EGU General Assembly Vienna, 24.-29. April 2005, Wien.
- Riedmüller, G. (1978): Neof ormations and Transformations of Clay Minerals in Tectonic Shear Zones. - TMPM Tschermaks Min. Petr. Mitt. 25, 219-242.
- Ripley, B. & Lapsley, M. (2017): RODBC - ODBC Database Access: R-Package, Oxford (UK).
- Roetzel, R. (1998): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 22 Hollabrunn. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (Hrsg.) (1999): Arbeitstagung 1999 Retz – Hollabrunn, Retz 3.–7. Mai 1999, Geol. B.-A., S. 366, Wien.
- Roetzel, R. (2007): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 23 Hadres. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (2008): Erläuterungen zu Blatt 8 Geras. - 136 S., 23 Abb., 1 Tab., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (2009): Erläuterungen zu Blatt 23 Hadres. - 150 S., 24 Abb., 18 Tab., 1 Farbtafel, Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (2015): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 39 Tulln. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.
- Roetzel, R. (2016): Bericht 2010-2014 über geologische Aufnahmen auf Blatt 39 Tulln. - Jb. Geol. B.-A., Band 156, S. 240-247, Wien.

Roetzel, R. & Fuchs, G. (1999): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 9 Retz. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.

Roetzel, R. & Fuchs, G. (2001): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000: 8 Geras. - 1 Bl., Geol. B. A., Wien.

Rollinson, H. R. (1995): Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation. - Longman Geochemistry Series, 352 pp., Longman Group Ltd., Essex.

Rupp, Ch. mit Beiträgen von Hofmann, Th., Jochum, B., Pfeleiderer, S., Schedl, A., Schindlbauer, G., Schubert, G., Slapansky, P., Tilch, N., van Husen, D., Wagner, L. & Wimmer-Frey, I. (2008): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 47 Ried im Innkreis.- Geologische Bundesanstalt, 100 S., 26 Abb., 7 Tab., 2 Farbtaf., Wien.

Schultz, L.G. (1964): Quantitative Interpretation of Mineralogical Composition from X-ray and Chemical data for the Pierre Shale. - Geological Survey Professional Paper 391-C, United States Government Printing Office, Washington.

Schmidt, H. (1973): Rohstoffkenndaten der verschiedenen Erzeugnisarten der Ziegelindustrie. – Ziegelindustrie International, 6, S. 212-216, Gütersloh.

Schmidt, H. (1981): Neuere Erkenntnisse über den Einfluss des Mineralbestandes auf die stofflichen Eigenschaften von grobkeramischen Massen und Erzeugnissen. – Fortsch. Miner., 59/2, S. 227-266, Stuttgart.

Schnabel, W. (1992): Bericht 1991 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär im Nordteil des Blattes 106 Aspang.- Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, 135/3, S. 722-723, Wien.

Sprafke, T. (2016): Löss in Niederösterreich: Archiv quartärer Klima- und Landschaftsveränderungen.- xviii+253 S., 100 Abb. 7 Tab., Anh., Dissertation Univ. Würzburg, University Press, Würzburg.

Sprafke, T., Terhorst, B., Peticka, R. & Thiel, Ch. (2013): Paudorf locus typicus (Lower Austria) revisited – The potential of the classic loess outcrop for Middle to Late Pleistocene landscape reconstructions.- Middle to Upper Pleistocene paleosols in Austria, pp. 59-72, 6 fig., 1 Tab., Hannover.

Starnberger, R., Rodnight, H. & Spötl, C. (2011): Chronology of the Last Glacial Maximum in the Salzach palaeoglacier area (Eastern Alps).- J. Quaternary Sci., 26, pp. 502–510, John Wiley & Sons, Chichester.

Stein, V. (1982): Die Rohstoffe der Ziegelindustrie.- In: Bender, W. & Händle, F. (Hrsg.): Handbuch für die Ziegelindustrie, Bauverlag GmbH, S. 73-94, Wiesbaden und Berlin.

Templ, M., Filzmoser, P. & Reimann, C. (2008): Cluster analysis applied to regional geochemical data: Problems and possibilities. Applied Geochemistry, Vol. 23(8), pp. 2198-2213, Elsevier, Philadelphia.

Terhorst, B., Frechen, M. & Reitner, J. (2002): Chronostratigraphische Ergebnisse aus Lößprofilen der Inn- und Traun-Hochterrassen in Oberösterreich, In: Zeitschrift für Geomorphologie: Supplementband; 127, S. 213-232, 4 Abb., 2 Tab., Berlin.

Terhorst, B. (2013): A stratigraphic concept for Middle Pleistocene Quaternary sequences in Upper Austria.- In: Terhorst, B. (Guest Ed.): Middle to Upper Pleistocene paleosols in Austria.- *Eiszeitalter und Gegenwart*, 62.1, S. 4-13, 6 Abb., Hannover.

Todorov, V. & Filzmoser, P. (2009): *Multivariate Robust Statistics: Methods and Computation*. Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften, Saarbrücken. ISBN: 978-3-8381-0814-8

Untersweg, T. & Lipiarski, P. (Projektleitung: M. Heinrich & T. Untersweg) (2012): Verbesserung der rohstoffgeologischen Grundlagen durch Aufarbeitung der im Zuge der Bewertungen für den Österreichischen Rohstoffplan gewonnenen neuen Erkenntnisse mit Schwerpunkt auf den Lockergesteinsvorkommen II: Mächtigkeiten der Sande und Kiessande. – Endbericht Projektjahr 2011, Ü-LG-60/2011-2012, Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

Vachek, M. (2011a): Bericht 2009 über geologische Aufnahmen im Quartär auf Blatt 39 Tulln.- *Jahrbuch Geol. Bundesanstalt*, 151/1-2, S. 104-105, Wien.

Vachek, M. (2011b): Bericht 2010 über geologische Aufnahmen im Quartär auf Blatt 39 Tulln.- *Jahrbuch Geol. Bundesanstalt*, 151/1-2, S. 105-106, Wien.

Vachek, M. (2018a): Bericht 2017 über geologische Aufnahmen auf Blatt 21 Horn. – *Jb. Geol. B.-A.*, Band 158, Heft 1-4, S. 116, Wien.

Vachek, M. (2018b): Bericht 2018 über geologische Aufnahmen auf Blatt 21 Horn. – *Jb. Geol. B.-A.*, Band 158, Heft 1-4, S. 118, Wien.

Van Husen, D. & Reitner, J. M. (2011a): Die Löss-Sequenz Wels/Aschet (ehemalige Lehmgrube Würzburger): Ein Referenzprofil für des Mittel- und Jungpleistozän im nördlichen Alpenvorland (MIS 16 bis MIS 2).- *Mitt. Komm. Quartärforsch d. Österr. Akad. Wiss.*, 19, 70 S., Wien.

Van Husen, D. & Reitner, J.M. (2011b): An Outline of the Quaternary Stratigraphy of Austria. *E&G – Quaternary Science Journal* 60, pp. 366-387, Hannover.

Verginis, S. (1995): Lößakkumulation und Paläoböden als Indikatoren für Klimaschwankungen während des Paläolithikums (Pleistozän). Mit ausgewählten Beispielen aus Niederösterreich.- In: Neugebauer-Maresch, Ch. (1965): *Altsteinzeit im Osten Österreichs. – Wissenschaftliche Schriftenreihe Niederösterreich*, 95/96/97, 2. Aufl., Wien-St. Pölten.

Vogt, St. (2003): Zusammenhang zwischen Mineralbestand und fertigungstechnischen Eigenschaften von natürlichen Tonvorkommen und daraus hergestellten Massen für die Grobkeramik Teil 1: Grundlagen der Tonmineralogie und Primärdaten der Tonminerale. - *ZI-Jahrbuch 2003*, S. 114-126, Gütersloh.

Vogt, St. (2004): Zusammenhang zwischen Mineralbestand und fertigungstechnischen Eigenschaften von natürlichen Tonvorkommen und daraus hergestellten Massen für die Grobkeramik Teil 2: Fertigungstechnische Eigenschaften, Verwertbarkeitseinschätzungen sowie Masseoptimierungen. – *ZI-Jahrbuch 2004*, S. 78 - 103, Gütersloh.

Vogt, St. (2015a): Methoden zur Bewertung der Rohstoffeignung und Masseoptimierung (Teil 1). – *Ziegelindustrie International*, 5, S. 34 - 47, Gütersloh.

Vogt, St. (2015b): Methoden zur Bewertung der Rohstoffeignung und Masseoptimierung (Teil 2). - Ziegelindustrie International, 6, S. 21 - 27, Gütersloh.

Wagner, W., Jähnig, D., Prein, A. & Mauthner, F. (2009): Energietechnische und baubiologische Begleituntersuchung Lehm-Bürogebäude Tattendorf. – Berichte aus Energie- und Umweltforschung 65/2009, Wien.

Weber, L. (Hrsg.) (1997): Metallogenetische Karte von Österreich 1:500.000, Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. – Archiv für Lagerstättenforschung Geol. B.-A., 19, 607 S., 393 Abb., 37 Tab., 2 Farbkt. (Beil.), 1 Liste (Beil.), Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

Weber, L. (Hrsg., 2012): Der österreichische Rohstoffplan.- Archiv für Lagerstättenforschung Geol. B.-A., 26, 263 S., Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien.

Weber, L. (2016ff): IRIS-Online - Interaktives Rohstoff-Informationssystem Metallogenetische Karte von Österreich 1:500.000.- Gemeinschaftsprojekt Österreichische Akademie der Wissenschaften (Kommission für Grundlagen der Mineralrohstoffforschung), Bergmännischer Verband Österreichs - Sektion Lagerstättenforschung, Geologische Bundesanstalt (GBA), <http://geomap.geolba.ac.at/IRIS/einstieg.html>, Wien.

Weilguny, A. (1991): Relief und Reliefgenese im Niederösterreichischen Alpenvorland (zwischen Melk und Traisen).- Unveröff. Diplomarbeit Univ. Wien, 125 S., 4 Abb., 20 Fotos, 4 Taf., 3 Ktn., Wien.

Weinberger, L. (1955): Exkursion durch das österreichische Salzachgletschergebiet und die Moränengürtel der Irrsee- und Attersee-Zweige des Traungletschers.- In: Fink, J., Grill, R. & Küpper, H. (Red.): Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich: Exkursionen zwischen Salzach und March, S. 7-34, 1 Abb., 1 Taf., Verh. Geol. Bundesanstalt, Sh. D, Wien.

Wessely, G. mit Beiträgen von Draxler, I., Gangl, G., Gottschling, P., Heinrich, M., Hofmann, Th., Lenhardt, W., Matura, A., Pavuza, R., Peresson, H. & Sauer, R. (2006): Niederösterreich.- Geologie der österreichischen Bundesländer, Verlag der Geol. Bundesanstalt, 416 S., 655 Abb., 26 Tab., Wien.

Wimmer-Frey, I. (2007): Ziegeleirohstoffe auf Kartenblatt Ried.- In: Egger, H. & Rupp, Ch. (Red.): Arbeitstagung 2007 der Geologischen Bundesanstalt Blatt 67 Grünau im Almtal und Blatt 47 Ried im Innkreis: Linz, 7.-11. Mai 2007.- S. 221-224, Wien.

Wimmer-Frey, I., Benold, Ch., Filzmoser, P., Heinrich, M., Hobiger, G., Mert, C., Rabeder, J., Reitner, H. & Reitner, J.M. (2017): Baurohstoffvorsorge Löss und Lösslehme.- In: Wimmer-Frey, I., Römer, A. & Janda, C. (Red.): Arbeitstagung 2017 – Angewandte Geowissenschaften an der GBA, S. 284, Wien.

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

10. Publikationen, Vorträge und wissenschaftliche Arbeiten

Wimmer-Frey, I., Benold, Ch., Filzmoser, P., Heinrich, M., Hobiger, G., Mert, C., Rabeder, J., Reitner, H., Reitner, J. M. (2017): Baurohstoffvorsorge Löss und Lösslehme.- Kurzvortrag und Poster, Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt, 19.06.2017 - 22.06.2017, Bad Ischl, Hallstatt und Gmunden / Oberösterreich, Wien.

Wimmer-Frey, I., Benold, Ch., Filzmoser, P., Heinrich, M., Hobiger, G., Mert, C., Rabeder, J., Reitner, H., Reitner, J. M. (2017): Baurohstoffvorsorge Löss und Lösslehme.- Abstract, Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt, 19.06.2017 - 22.06.2017, Bad Ischl, Hallstatt und Gmunden / Oberösterreich, Tagungsband, S. 284, Verlag der Geologischen Bundesanstalt (GBA), Wien.

Wimmer-Frey, I., Benold, Ch., Filzmoser, P., Heinrich, M., Hobiger, G., Mert, C., Rabeder, J., Reitner, H., Reitner, J. M. (2018): Baurohstoffvorsorge Löss und Lösslehme. 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. – Kurzpräsentation, APG, Wien.

Wimmer-Frey, I., Benold, Ch., Filzmoser, P., Heinrich, M., Hobiger, G., Mert, C., Rabeder, J., Reitner, H., Reitner, J. M. (2019): Gone with the wind. Integrative evaluation of Austrian loess and loamy loess deposits by sedimentological, mineralogical and rock chemical analyses.- Poster, 2019 Euroclay International conference on clay science and technology, 1st-5th July 2019 Paris, Sorbonne Universite Campus Pierre et Marie Curie, Paris.

Wimmer-Frey, I., Benold, Ch., Filzmoser, P., Heinrich, M., Hobiger, G., Mert, C., Rabeder, J., Reitner, H., Reitner, J. M. (2019): Gone with the wind: Integrative evaluation of Austrian loess and loamy loess deposits by sedimentological, mineralogical and rock chemical analyses.- Abstract, 2019 Euroclay International conference on clay science and technology, 1st-5th July 2019 Paris, Sorbonne Universite Campus Pierre et Marie Curie, book of abstracts, p. 641, Paris.



Integrative Auswertung sedimentologischer,
mineralogischer und gesteinschemischer Analysen mit
statistischen Methoden und Geographischen
Informationssystemen zur Charakterisierung der
Eigenschaften der österreichischen Vorkommen der
Lösse und Lösslehme zum Zwecke der
Baurohstoffvorsorge

Baurohstoffvorsorge

Lösse und Lösslehme

Anhang 1

Erläuterung der Inhalte der Analysendatenbank

Im Rahmen der GBA-Forschungspartnerschaften:

Grundlagenorientierte Mineralrohstoffforschung

Wien, 30.6.2019

Bezeichnung Feld	Thema	Beschreibung	Zusatzinformationen
ÖK	allgemeine Informationen zur Lokalität	Nummer des entsprechenden Blattes auf der Österreichischen Karte 1:50.000 im Bundesmeldenetz	
NR		Abbaunummer (in der Regel: (xxx/yyy) falls es sich um einen Punkt aus der Abbau-Datenbank handelt, xxx = Nummer des ÖK-Blattes, auf dem der Punkt liegt/yyy = fortlaufende Nummer innerhalb des betreffenden ÖK-Blattes)	
VORK_NAME		Bezeichnung des Vorkommens	
BL		Bundesland, in dem das Vorkommen liegt	
BEZ_NAME		politischer Bezirk, in dem das Vorkommen liegt	
GEM_NAME		Gemeinde, in dem das Vorkommen liegt	
GEOGR_EINH		geographische Einheit	
tektonische_Einheit_J		tektonische Einheit, bezogen auf den "Untergrund" des Probenpunktes	
stratigraphische_Einheit_J		stratigraphische Einheit, bezogen auf die Lokalität des Probenpunktes (nicht zwingend ident mit stratigraphischer Einstufung der Probe) lt. Geologischer Karte 1:50.000 bzw. bei Nichtverfügbarkeit lt. Digitaler Lockergesteinskarte oder Geologischer Karte 1:200.000	
Alter_J		Alterseinstufung der stratigraphischen Einheit am Probenpunkt	
RW_M34		Rechtswert, BMN M34	
HW_M34		Hochwert, BMN M34	
PROBE_NR		Bezeichnung der Probe	
PROJEKT		Bezeichnung des Projektes, im Rahmen dessen die Probe genommen wurde	
COLL_JAHR		Jahr der Probenahme	
S_SI_T	Korngröße	nomenklatorische Einstufung der Probe nach der Korngröße im Benennungsdreieck Sand - Silt - Ton nach Müller & Füchtbauer	
KIESPROZ		Anteil der Kiesfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	Grobeinteilung: Kies+Sand+Silt+Ton = 100 %
SANDPROZ		Anteil der Sandfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
SILTPROZ		Anteil der Siltfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
TONPROZ		Anteil der Tonfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
GKIESPROZ		Anteil der Grobkiesfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	Feineinteilung: Grobkies + Mittelkies+ Feinkies + Grobsand + Mittelsand + Feinsand + Grobsilt + Mittelsilt + Feinsilt + Ton = 100 %
MKIESPROZ		Anteil der Mittelkiesfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
FKIESPROZ		Anteil der Feinkiesfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
GSANDPROZ		Anteil der Grobsandfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
MSANDPROZ		Anteil der Mittelsandfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
FSANDPROZ		Anteil der Feinsandfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
GSILTPROZ		Anteil der Grobsiltfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
MSILTPROZ		Anteil der Mittelsiltfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
FSILTPROZ		Anteil der Feinsiltfraktion an der Gesamtprobe in Prozent	
Quarz	Anteil von Quarz an der Gesamtprobe in Prozent		
Alkalifeldspat	Anteil von Alkalifeldspat (hoher Anteil an Na und K) an der Gesamtprobe in Prozent	Feldspat = Alkalifeldspat + Plagioklas/Albit	
Plagioklas/Albit	Anteil von Plagioklas/Albit (hoher Anteil an Na und Ca) an der Gesamtprobe in Prozent		
Feldspäte	Anteil von Feldspat (Alkalifeldspat und Plagioklas) an der Gesamtprobe in Prozent		
Glimmer	Anteil der Glimmer (Hellglimmer, Muskovit, Illit, Biotit) an der Gesamtprobe in Prozent	Schichtsilikate = Glimmer + Chlorit + Kaolinit + Smektit + Vermiculit	
Chlorit_1	Anteil von Chlorit (Schichtsilikat, meist grünlich) an der Gesamtprobe in Prozent		
Kaolinit_1	Anteil von Kaolinit (Zweischichtmineral, Tonmineral) an der Gesamtprobe in Prozent		
Smektit_Vermiculit_1	Anteil von Smektit und Vermiculit an der Gesamtprobe in Prozent		
Schichtsilikate	Anteil von Schichtsilikaten an der Gesamtprobe in Prozent		
Calcit	Anteil von Calcit an der Gesamtprobe in Prozent		
Dolomit	Anteil von Dolomit an der Gesamtprobe in Prozent		
Smektit	Tonminerologie	Anteil von Smektit (inklusive Smektit/Vermiculit-Wechselagerungen) an der Tonmineralfraktion (= Material < 2µm) in Prozent	
Vermiculit		Anteil von Vermiculit an der Tonmineralfraktion (= Material < 2µm) in Prozent	
Illit		Anteil von Illit (Hellglimmer) an der Tonmineralfraktion (= Material < 2µm) in Prozent	
Chlorit		Anteil von Chlorit an der Tonmineralfraktion (= Material < 2µm) in Prozent	
Kaolinit		Anteil von Kaolinit und Fireclay an der Tonmineralfraktion (= Material < 2µm) in Prozent	
Analysenserie_Geochemie	Hauptelementverteilung	Bezeichnung der Analysenserie (laufende Nummer Labor)	
SiO ₂		Anteil von Silizium (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
TiO ₂		Anteil von Titan (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
Al ₂ O ₃		Anteil von Aluminium (al Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
Fe2O3_Gew%		Anteil von Eisen (als Fe-III-Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
MnO		Anteil von Mangan (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
MgO		Anteil von Magnesium (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
CaO		Anteil von Calcium (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
Na ₂ O		Anteil von Natrium (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
K ₂ O		Anteil von Kalium (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
H ₂ O ^{110° C}		Anteil des Trocknungsverlustes am Hauptelementspektrum in Prozent	
H ₂ O ⁺		Anteil des Glühverlustes am Hauptelementspektrum in Prozent	
P ₂ O ₅		Anteil von Phosphor (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
CO ₂		Anteil von Kohlenstoff (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
SO ₃		Anteil von Schwefel (als Oxid) am Hauptelementspektrum in Prozent	
Ba	Spurenelementverteilung	Anteil von Barium in ppm	
Ce		Anteil von Cer in ppm	
Co		Anteil von Kobalt in ppm	
Cr		Anteil von Chrom in ppm	
Cs		Anteil von Cäsium in ppm	
Cu		Anteil von Kupfer in ppm	
Ni		Anteil von Nickel in ppm	
Pb		Anteil von Blei in ppm	
Rb		Anteil von Rubidium in ppm	
Sr		Anteil von Strontium in ppm	
V		Anteil von Vanadium in ppm	
Y		Anteil von Yttrium in ppm	
Zn		Anteil von Zink in ppm	
Zr		Anteil von Zirkon in ppm	
Datenquelle		Angabe der Quelle, aus der die Information über die Proben stammen (Abbau-Datenbank, Baustellen-Datenbank, Projekt Carnuntum, Projekt Kamptalkartierung, Projekt O-C-13, Projekt Traisentalkartierung)	
Idx_Rb_Sr		Verhältnis von Rubidium zu Strontium in ppm; Verwitterungshinweis	
Idx_Na2O_Al2O3_Mol		Verhältnis von Na ₂ O zu Al ₂ O ₃ in Mol%; Verwitterungshinweis	
RI_Mol	R-Index; Verhältnis von SiO ₂ zu Al ₂ O ₃ in Mol%; Verwitterungshinweis		

ICV_GEW%	Zusatzinformationen	ICV-Index (Index of Compositional Variability); $(CaO + Na_2O + K_2O + TiO_2 + Fe_2O_3 + MnO + MgO)/Al_2O_3$ in Gew.%; Verwitterungshinweis		
Aug_Y_GEW%		Augustinik Diagramm (y-Achse): Verhältnis von Al_2O_3 zu SiO_2 in Gew.%; ziegeltechnische Eigenschaften		
Aug_X_Gew%		Augustinik Diagramm (x-Achse): $(Fe_2O_3 + MnO + MgO + CaO + Na_2O + K_2O)/100$ in Gew.%; ziegeltechnische Eigenschaften		
Kd_Wert		Verhältnis von Grob- und Mittelsilt zu Feinsilt und Ton; Verwitterungshinweis		
CIA_Mol		Chemical Index of Alteration; $100 * ((Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O + K_2O)))$ in Mol%; $CaO^* = CaO$ ohne Karbonat; Verwitterungshinweis		
GSI		Verhältnis der Fraktion 20-63 μm zur Summe aus Mittelsilt, Feinsilt und Ton		
Labor_Min (1=Inge, 2=Mandana, 3=BOKU-Wien)		Angabe des Labors, in dem die gesamt- und/oder die tonmineralogische Zusammensetzung der Proben analysiert wurde		
LABOR KG (1=GBA-Lily/Julia, 3=GBA-alt/vor 2000, 3=BOKU-Wien)		Angabe des Labors, in dem die Korngrößenverteilung der Proben bestimmt wurde		
Labor_Ch (1=GBA-Gerhard, 2=GBA-Klein, 3=BVF-Arsenal, 4=BOKU-Wien)		Angabe des Labors, in dem die chemische Zusammensetzung der Proben analysiert wurde		
Analysen (1=GesMin+TonMin+KG+Ch, 2=GesMin+KG+Ch, 3=GesMin+TonMin+KG, 4=GesMin+KG, 5=GesMin+TonMin+Ch, 6=GesMin+Ch, 7=GesMin+TonMin, 8=GesMin)		Angabe der Art/des Umfangs der vorliegenden Analysen		
LLdsch (1=trocken, 2=feucht, 3=Übergang)		Angabe, in welchem Typ von Lösslandschaft (nach Fink) der Probenahmepunkt liegt (1... Trockene Lösslandschaft, 2... Feuchte Lösslandschaft, 3... Übergangszone)		
Winkler_Kl_2		Prozentanteil der Korngrößenklasse < 2 μm am Gesamtspektrum - für die Darstellung im Diagramm nach Winkler (1954)		
Winkler_2_bis_20		Prozentanteil der Korngrößenklasse 2-20 μm am Gesamtspektrum - für die Darstellung im Diagramm nach Winkler (1954)		
Winkler_gr_20		Prozentanteil der Korngrößenklasse > 20 μm am Gesamtspektrum - für die Darstellung im Diagramm nach Winkler (1954)		
Winker_idx		Einstufung/Verwendbarkeit im Diagramm nach Winkler (1954): I = Vollsteine, II = Gittersteine, III = Dachziegel, IV = dünnwandige Deckensteine		
ID_Gesamtliste		laufende Nummer		
morph_Pos		Morpho- bzw. Lithostratigraphische Einstufung der Gesteinskörper auf denen die Löss/Lösslehmprobe aufliegt		
Alter	chronostratigraphische Einstufung der Löss/Lösslehmprobe			
Proben	Proben_aus_unterschiedlichen_Tiefen=1, Mehrfachbeprobung_zu_unterschiedlichen_Zeitpunkten=2, Einzelprobe=3			
Tiefe_in_m	Teufenangabe der Probenahme			
Abbau_2	1a=ja+noch bzw bis vor Kurzem in Betrieb, 1b= ja+schon länger nicht mehr in Betrieb, 2=nein, 3=fraglich			
Lat	Geographische Breite in Dezimalgrad			
Lon	Geographische Länge in Dezimalgrad			
Schwemmoess_1	1=ja			
Schwemmoess_2	1= Wagram, 2=Wagram-N, 3=Schwemmlöss, 4=unsicher			



Integrative Auswertung sedimentologischer,
mineralogischer und gesteinschemischer Analysen mit
statistischen Methoden und Geographischen
Informationssystemen zur Charakterisierung der
Eigenschaften der österreichischen Vorkommen der
Lösse und Lösslehme zum Zwecke der
Baurohstoffvorsorge

Baurohstoffvorsorge

Lösse und Lösslehme

Anhang 2

Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen

Im Rahmen der GBA-Forschungspartnerschaften:

Grundlagenorientierte Mineralrohstoffforschung

Wien, 30.6.2019

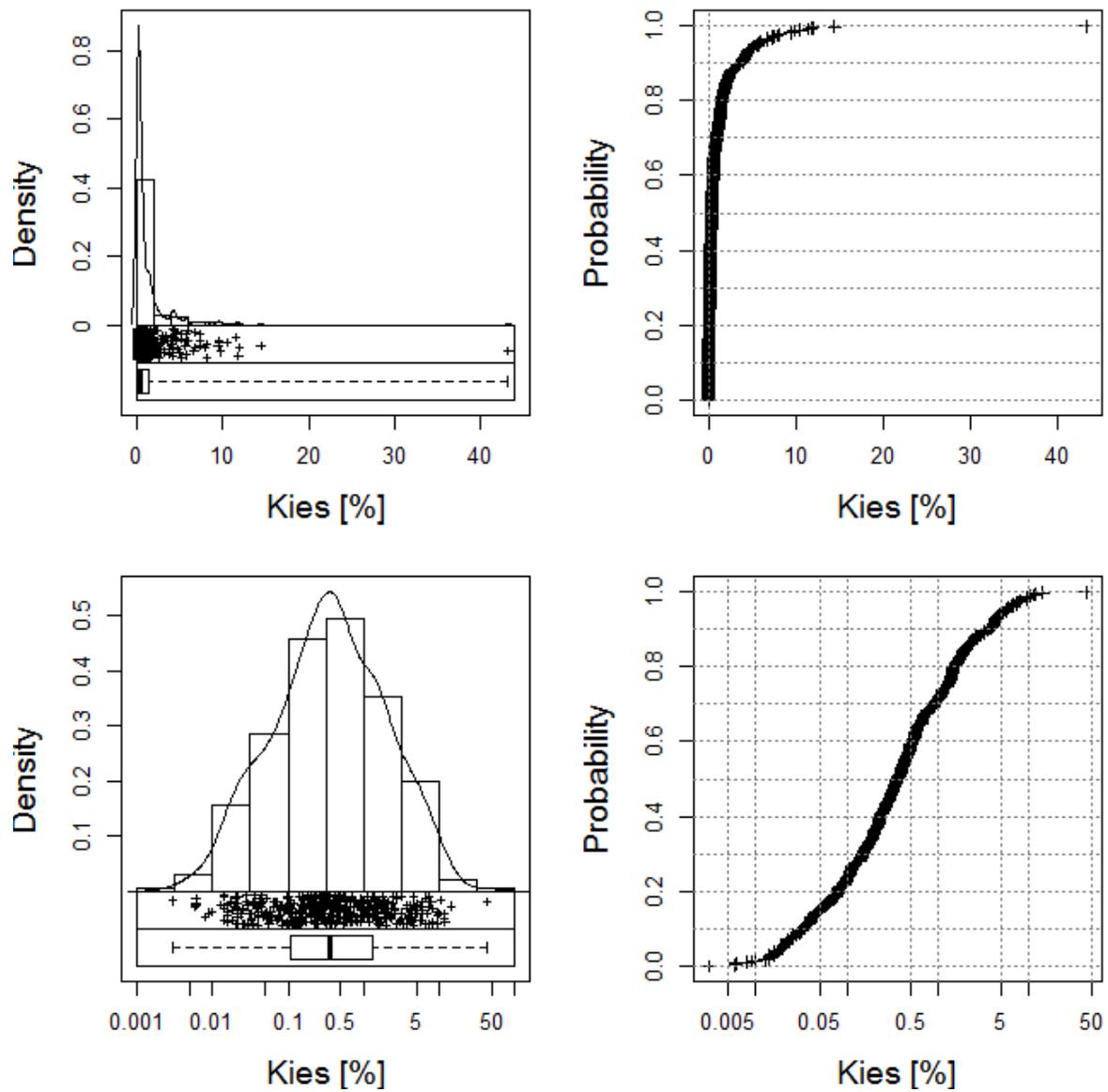


Abb. 1: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Kies [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

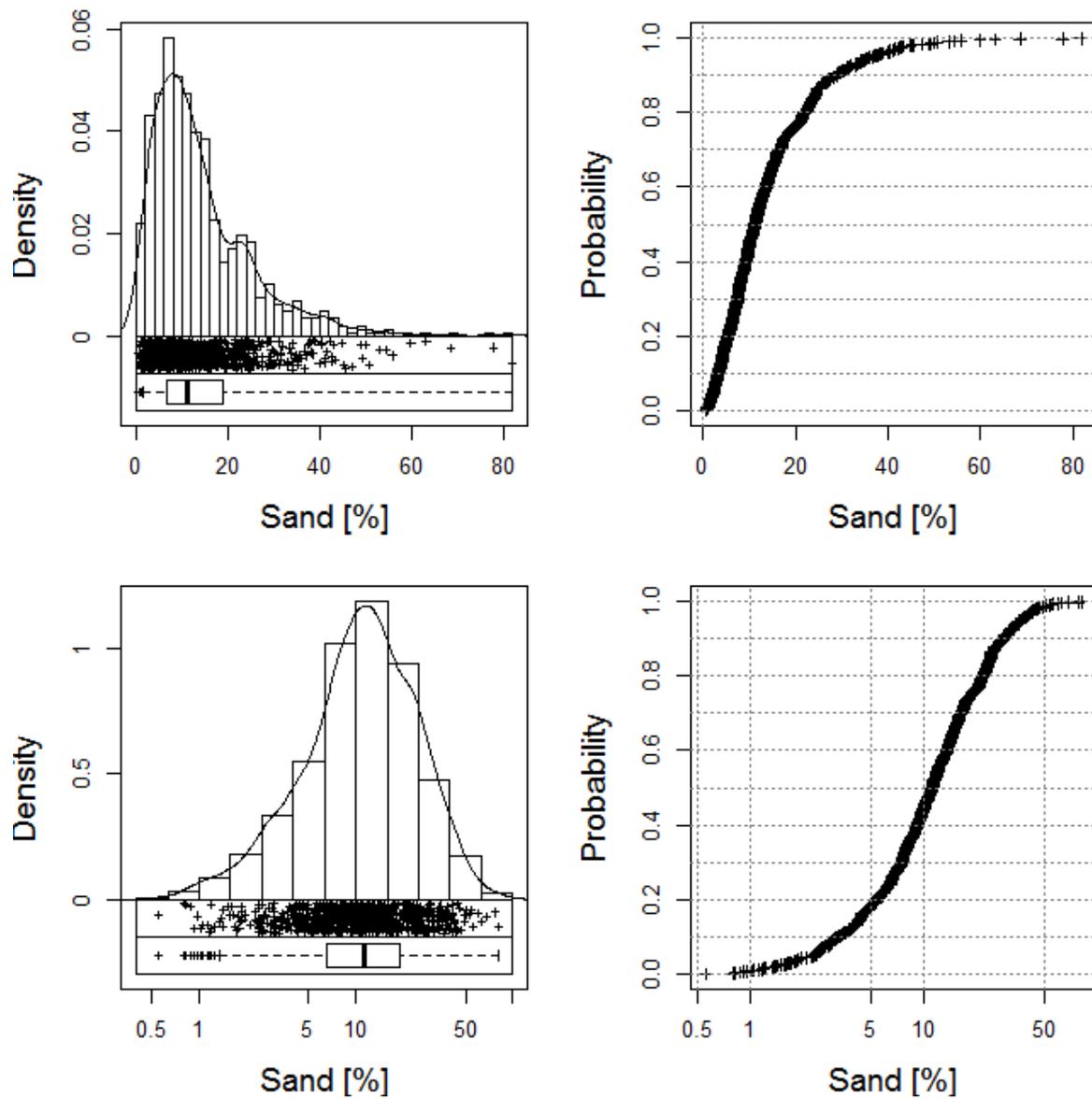


Abb. 2: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Sand [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

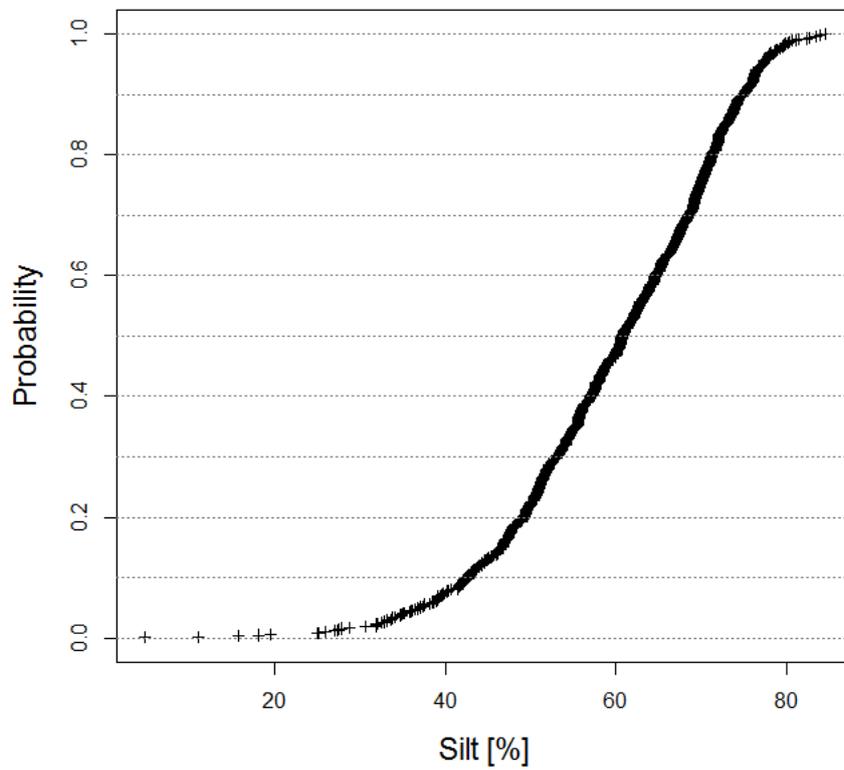
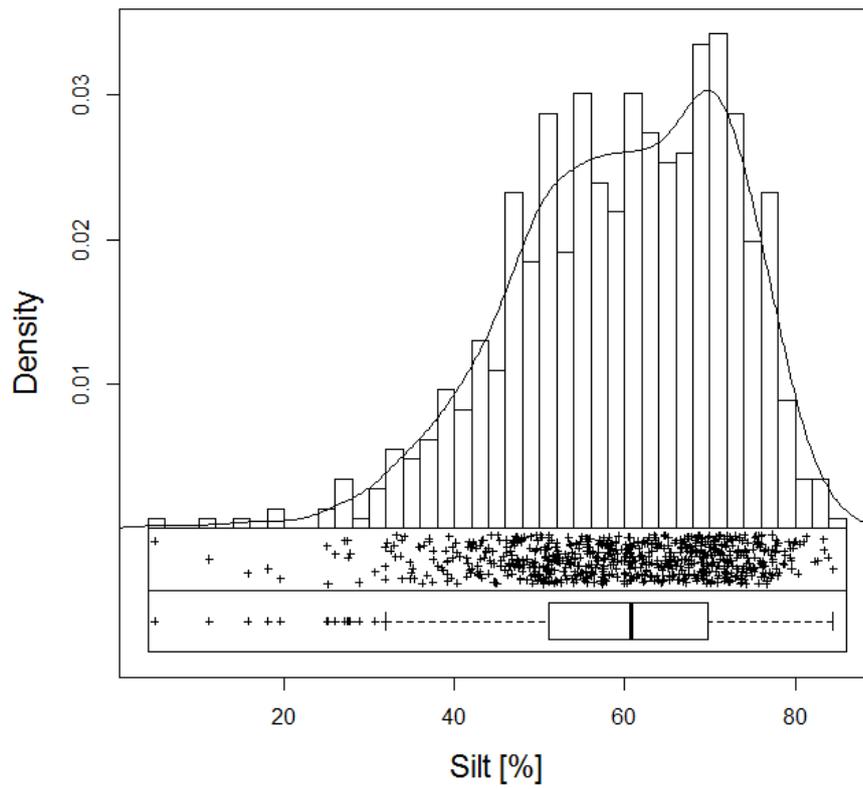


Abb. 3: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Silt [%].

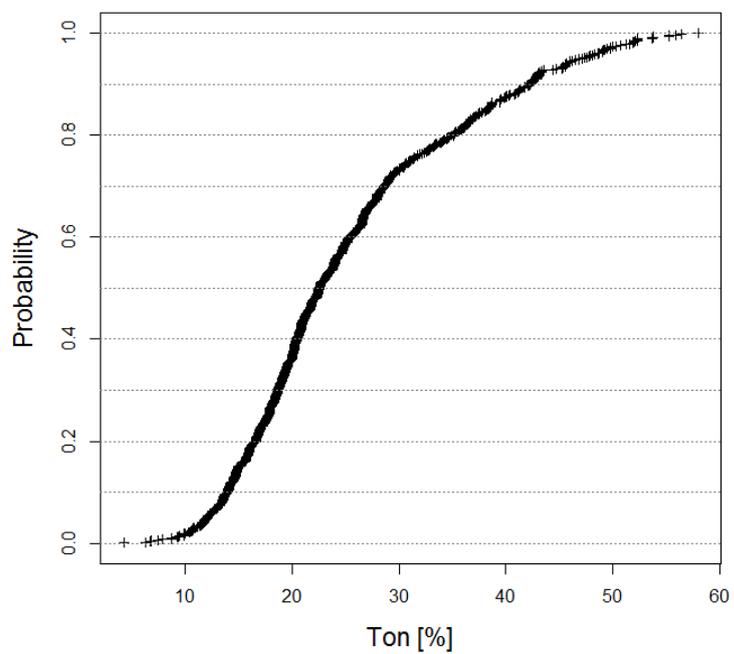
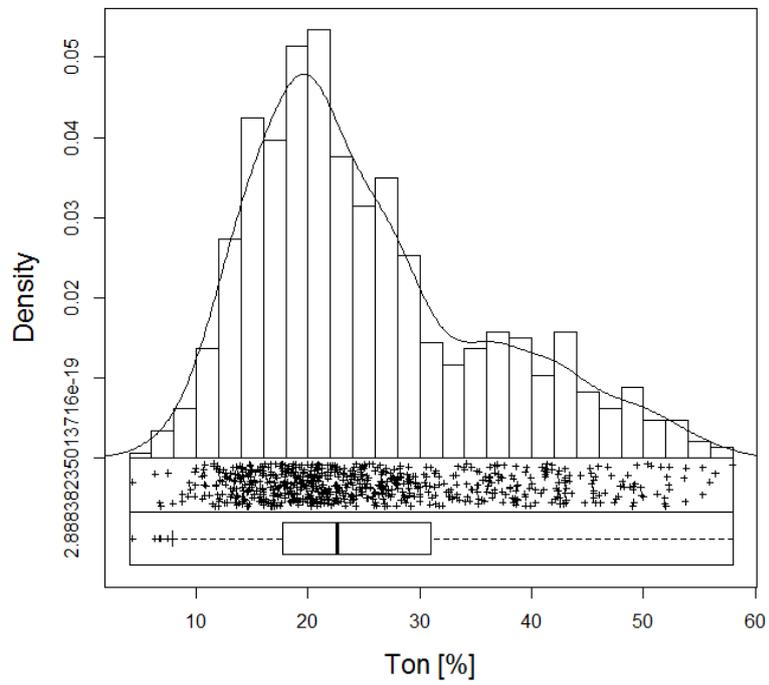


Abb. 4: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Ton [%].

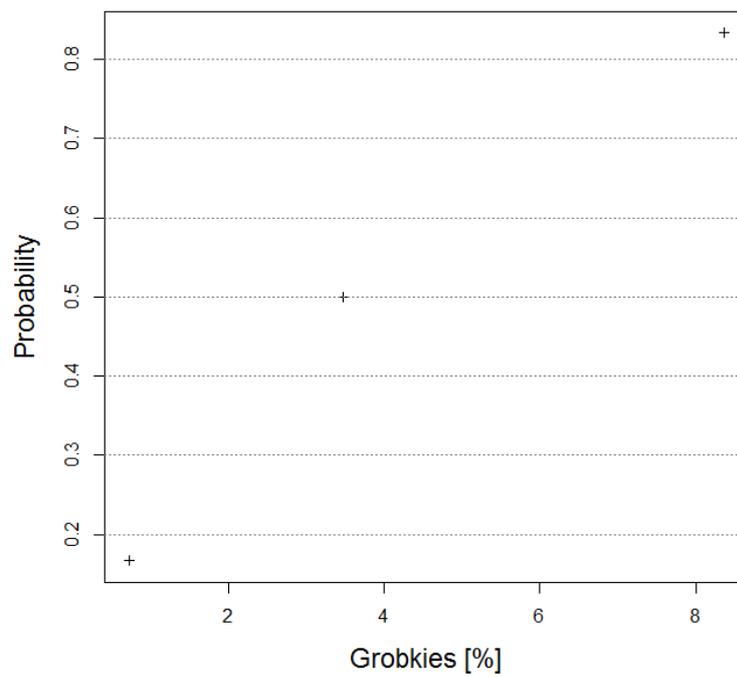
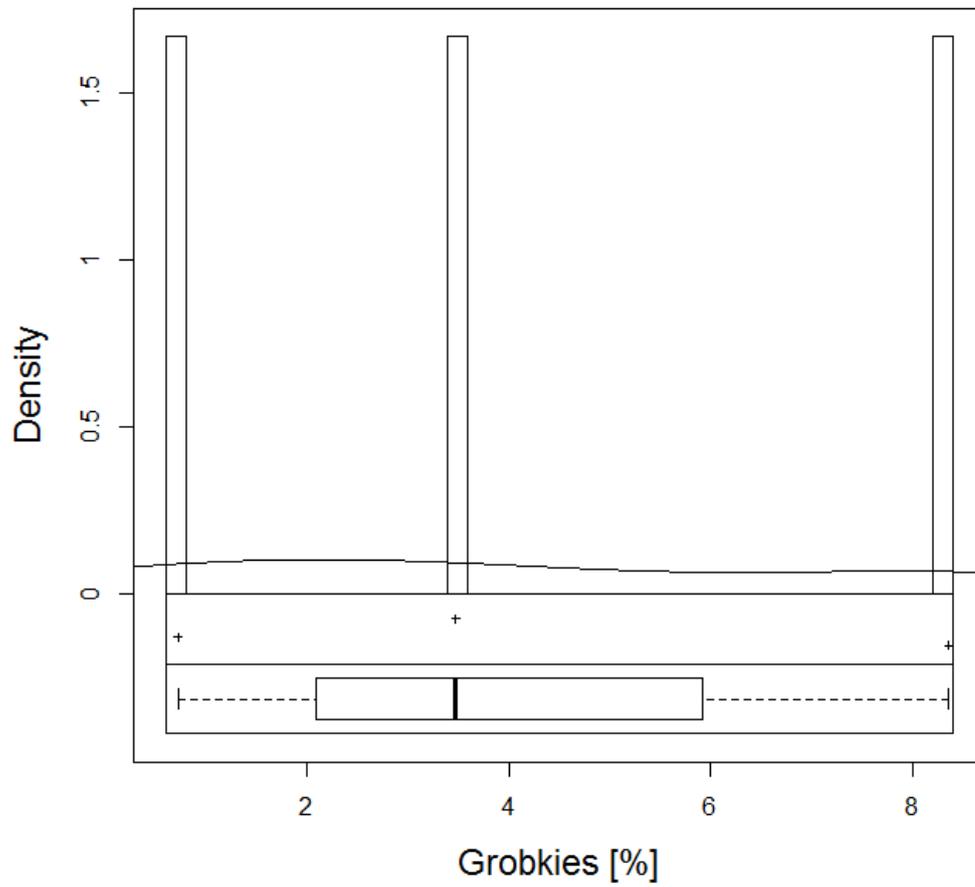


Abb. 5: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Grobkies [%].

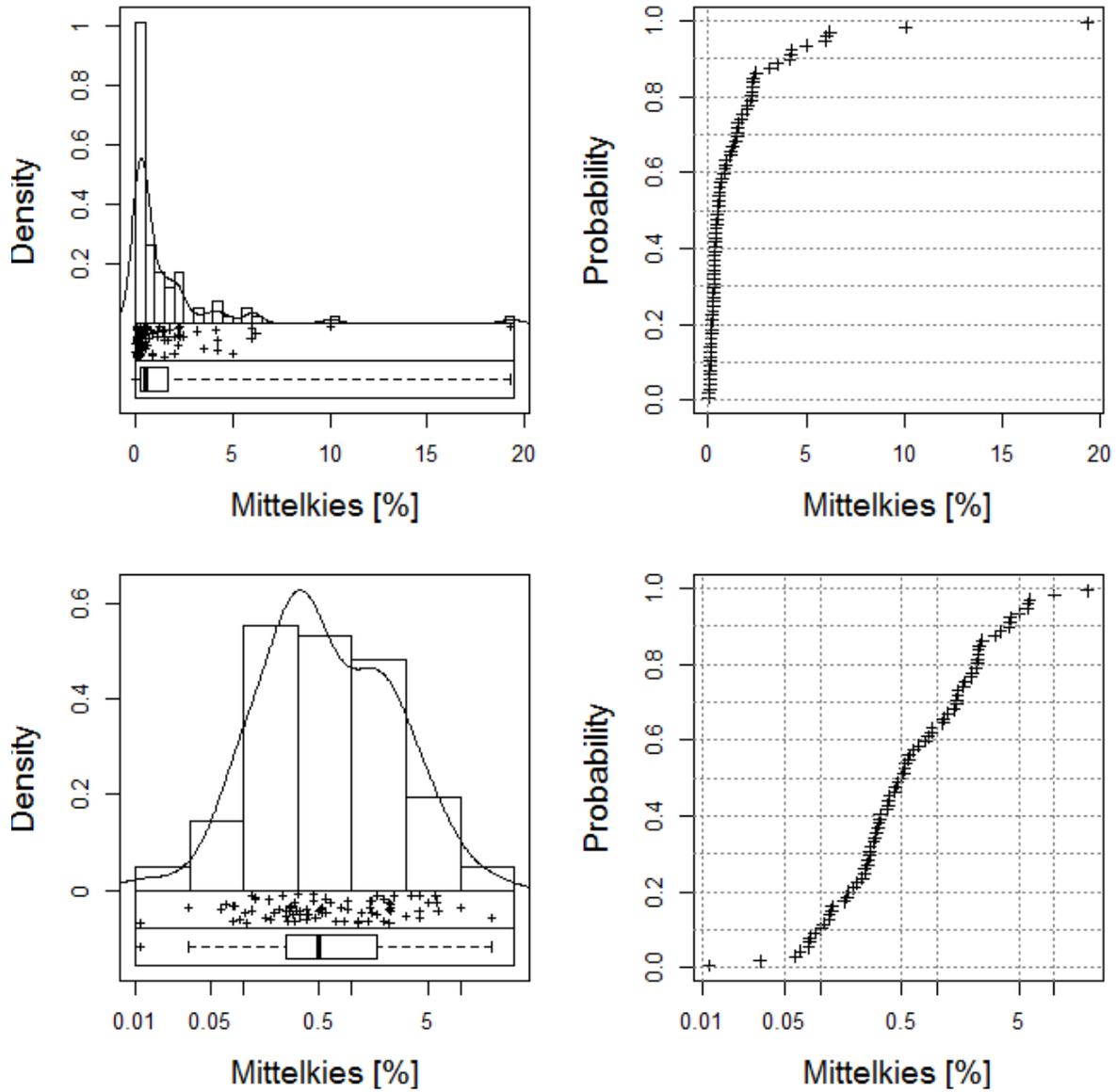


Abb. 6: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Mittelkies [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

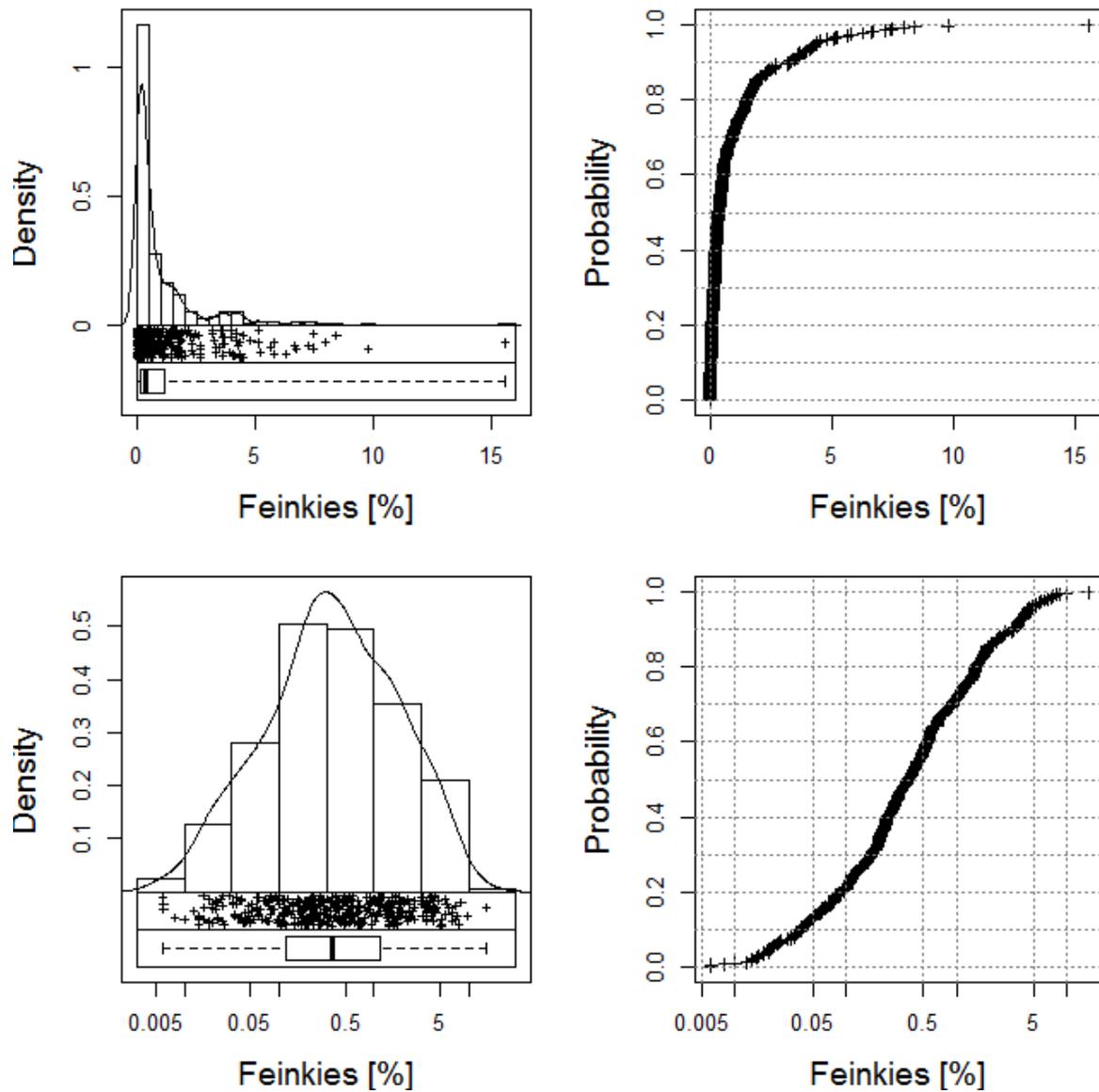


Abb. 7: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Feinkies [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

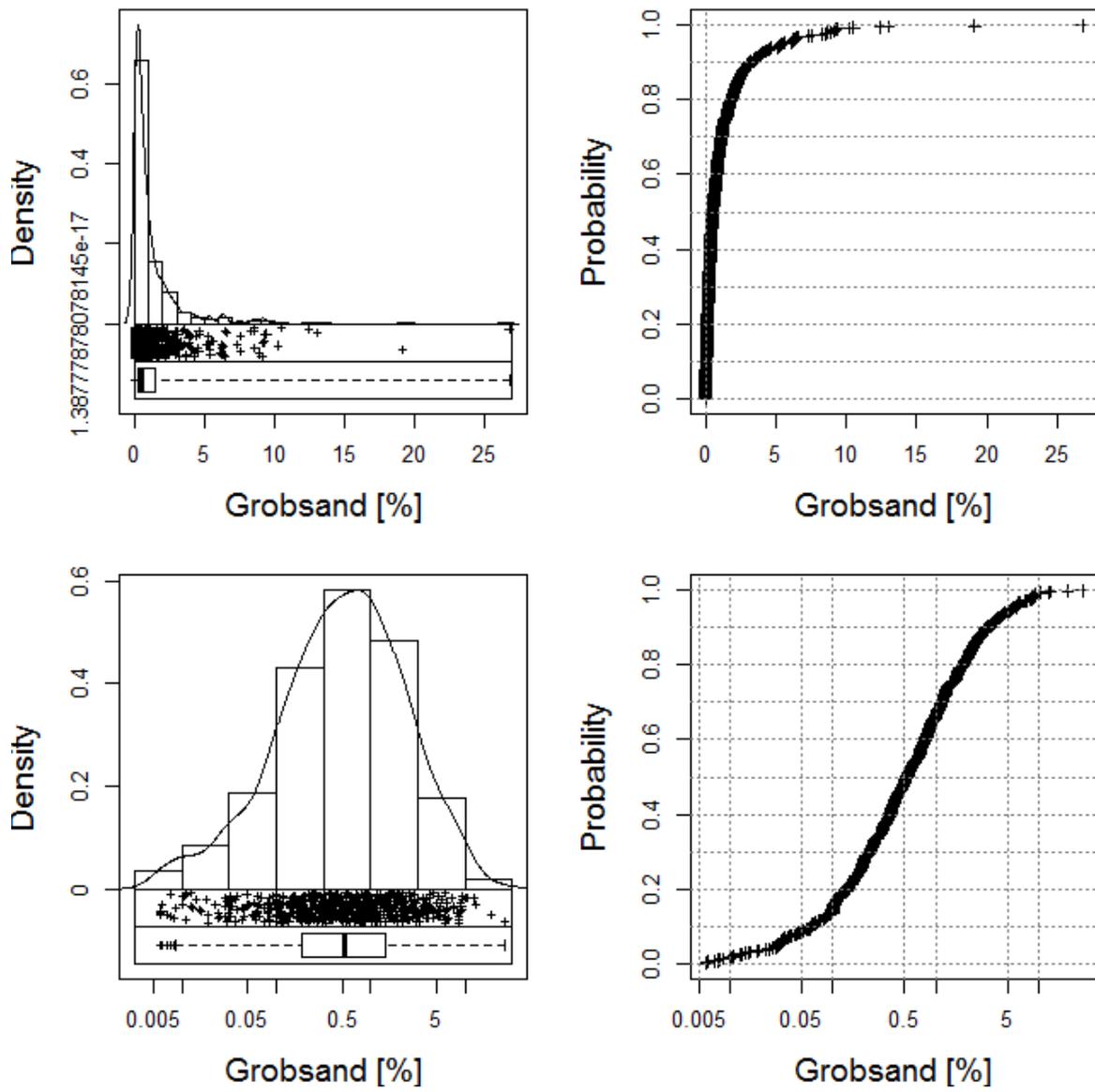


Abb. 8: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Grobsand [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

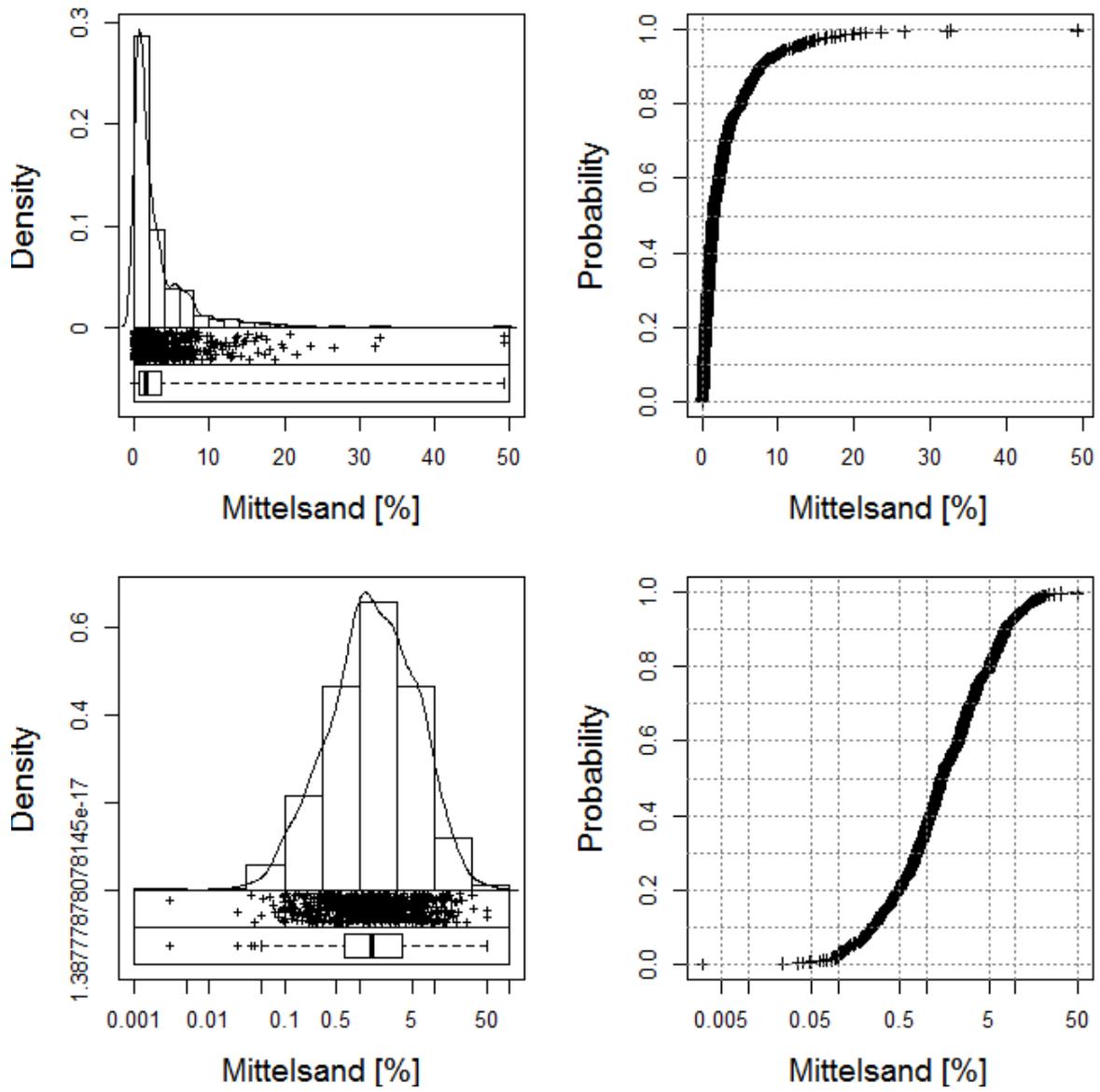


Abb. 9: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Mittelsand [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

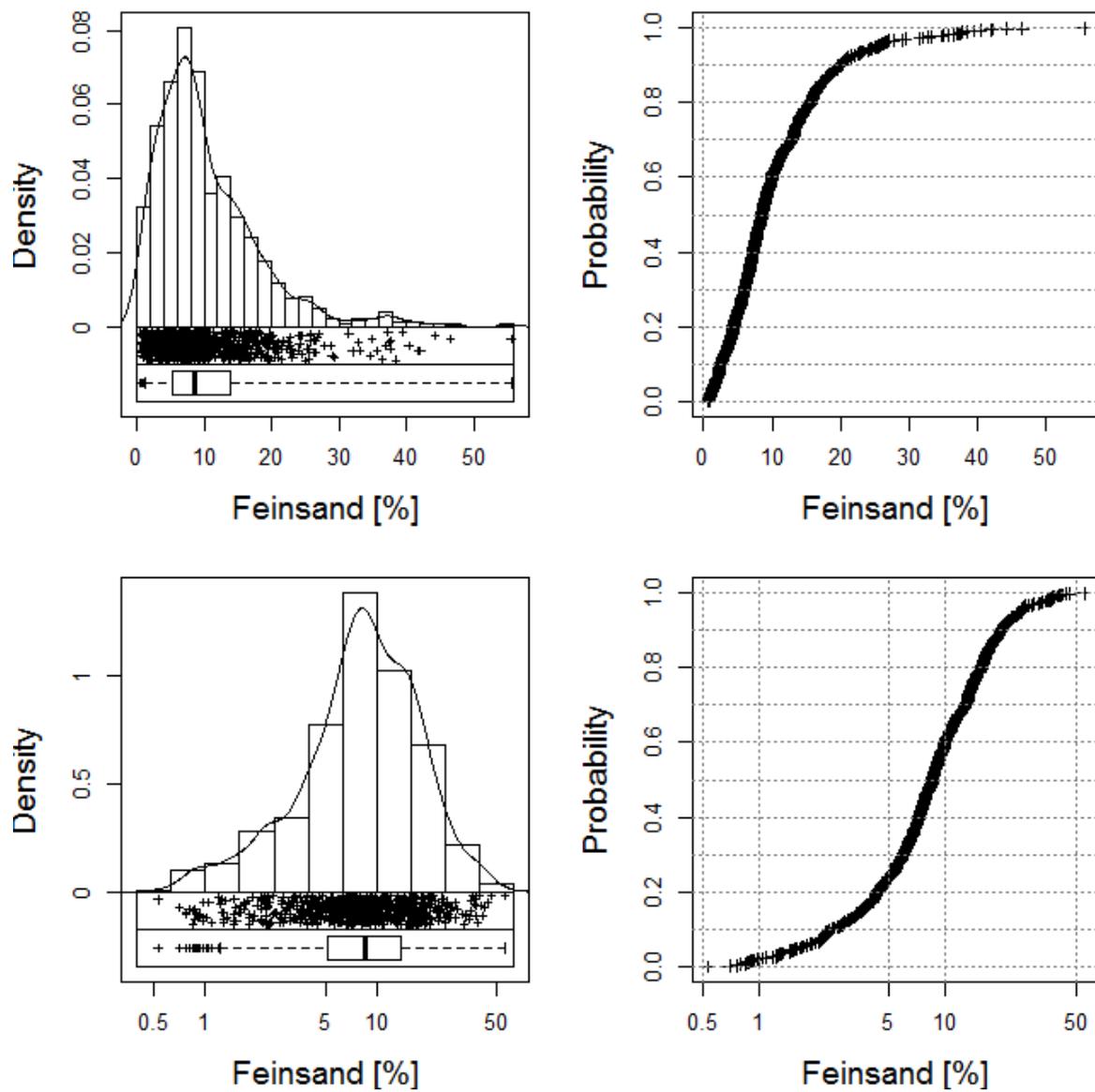


Abb. 10: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Feinsand [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

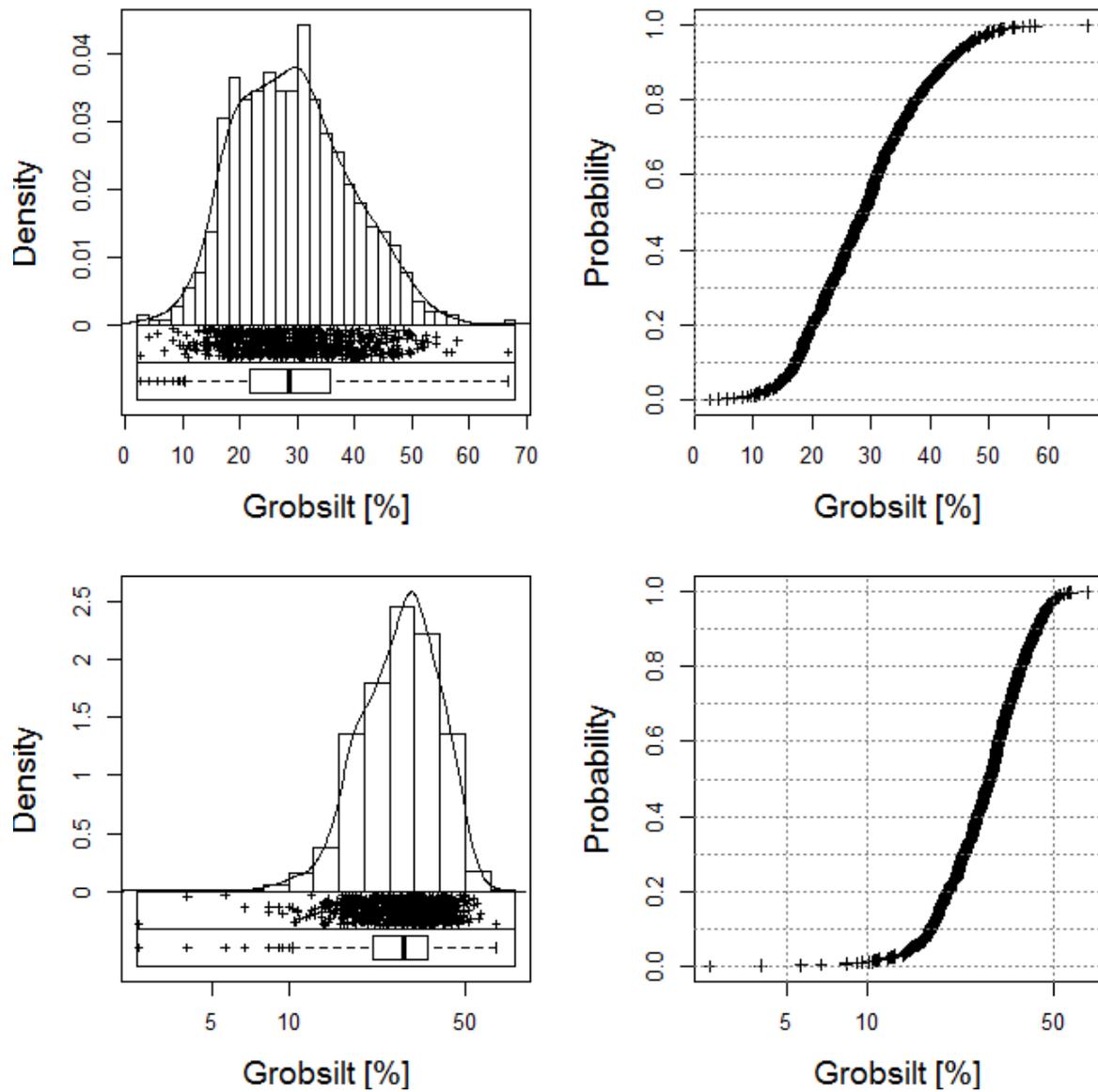


Abb. 11: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Grobsilt [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

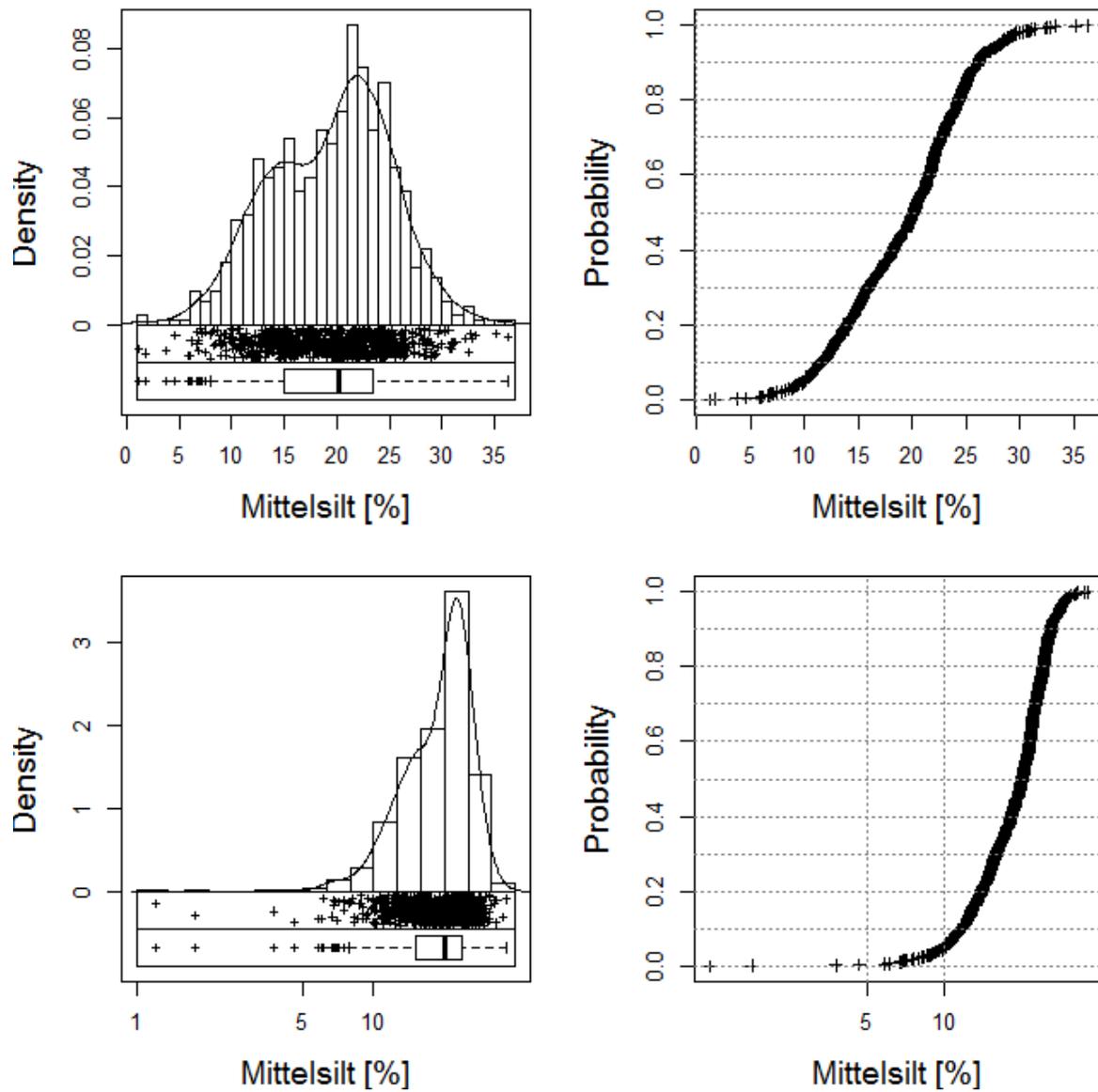


Abb. 12: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Mittelsilt [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

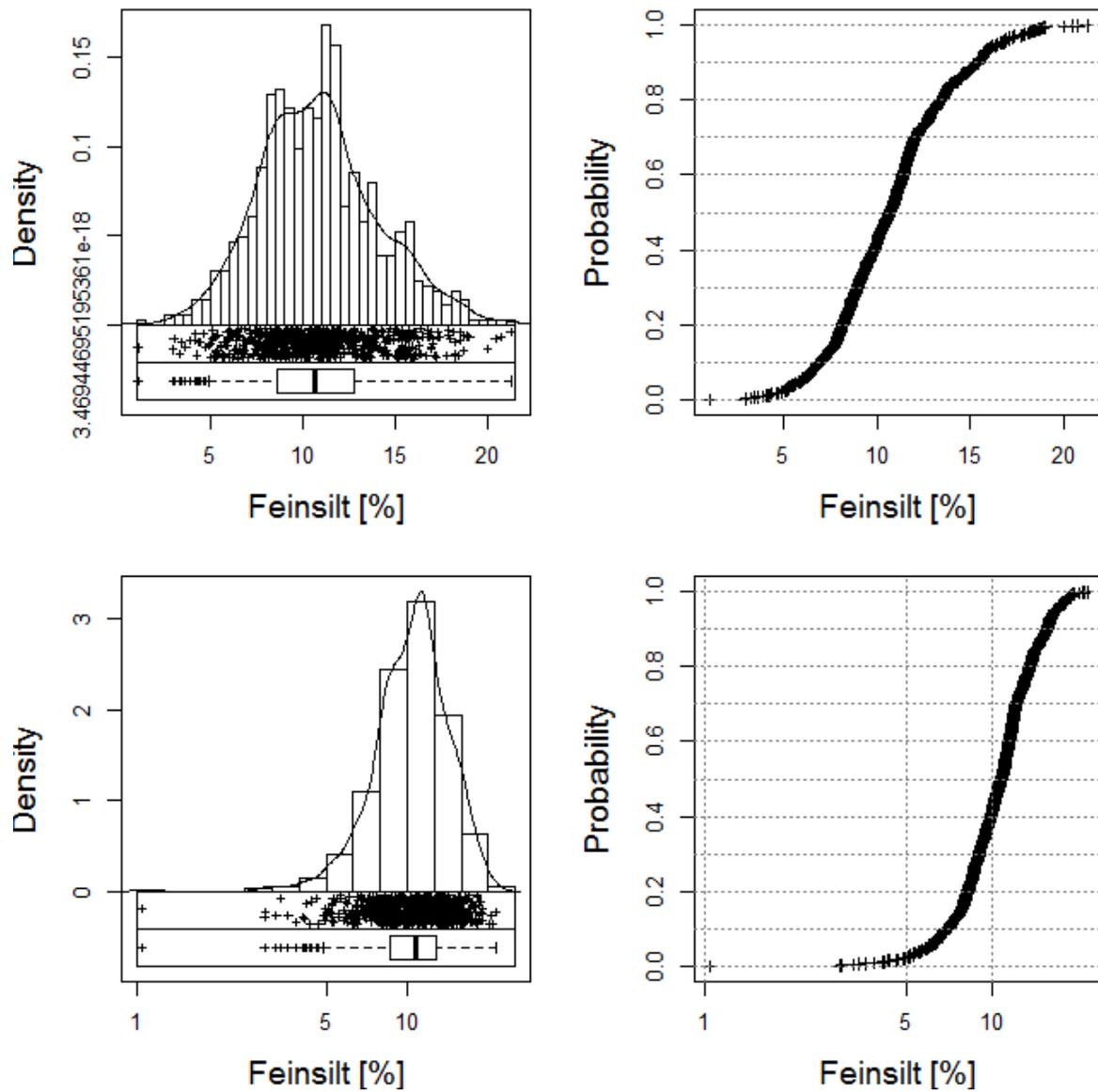


Abb. 13: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Analysen der Korngrößengruppe Feinsilt [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

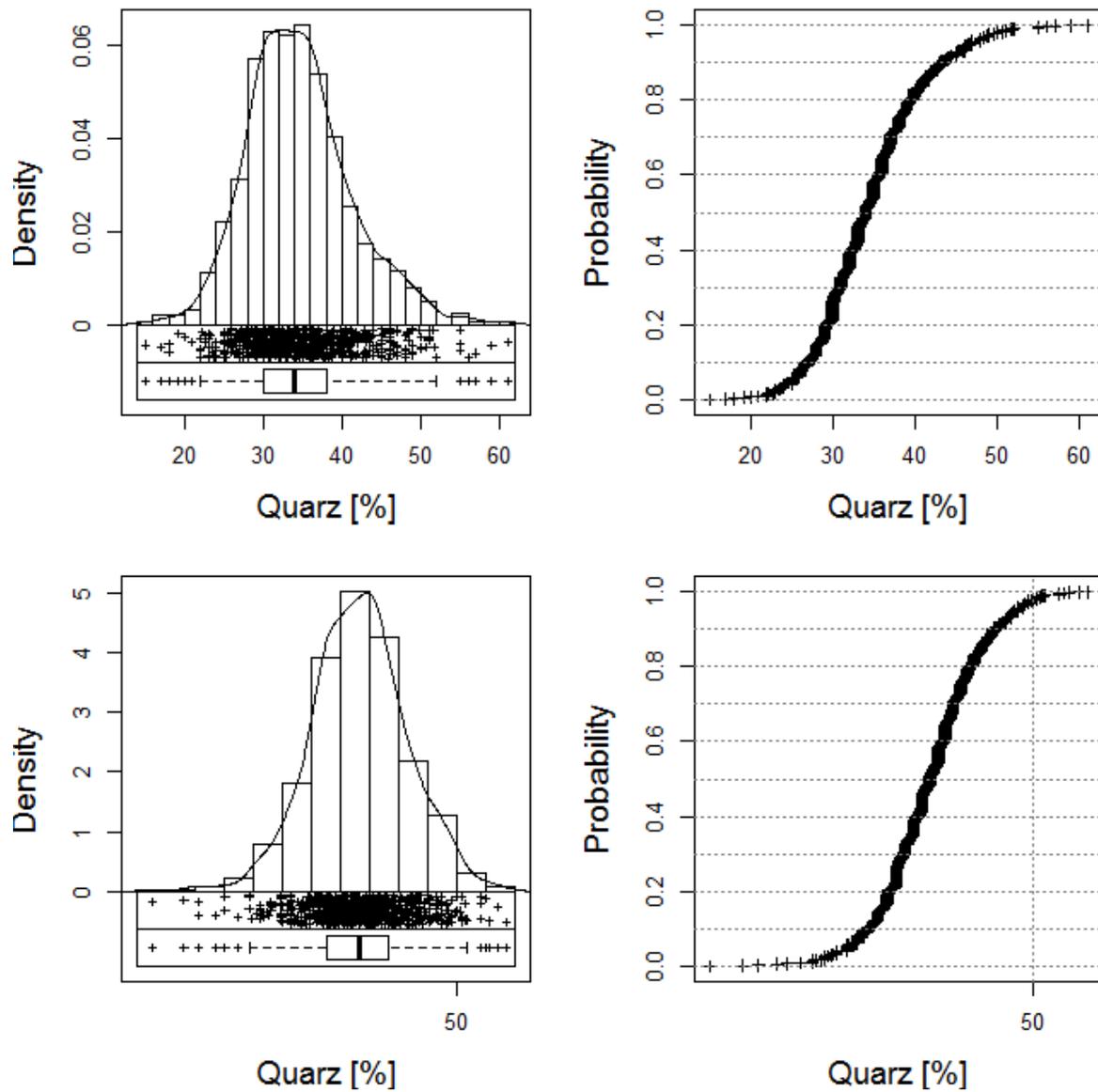


Abb. 14: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogeanalysen Quarz [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

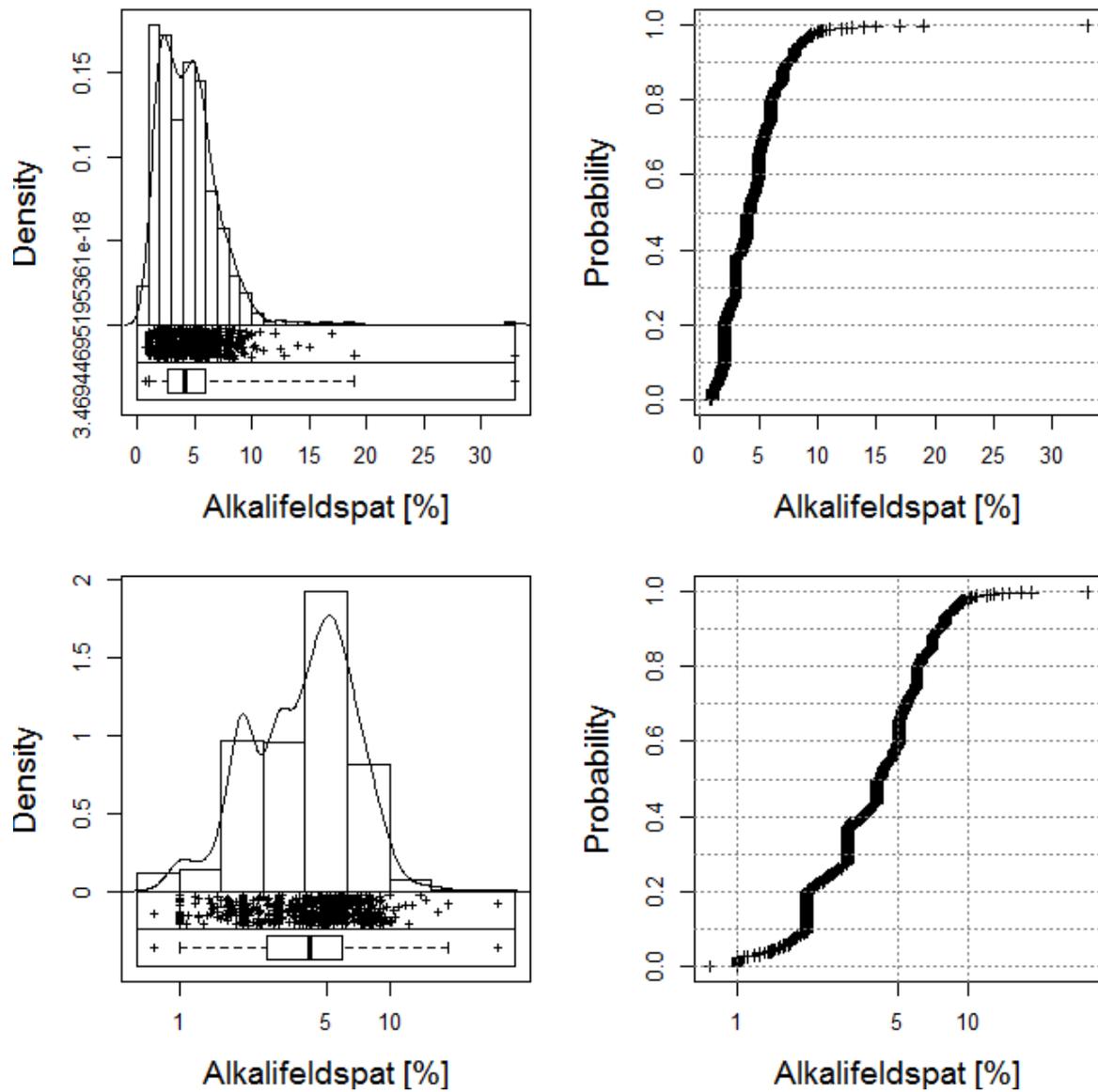


Abb. 15: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Alkalifeldspat [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

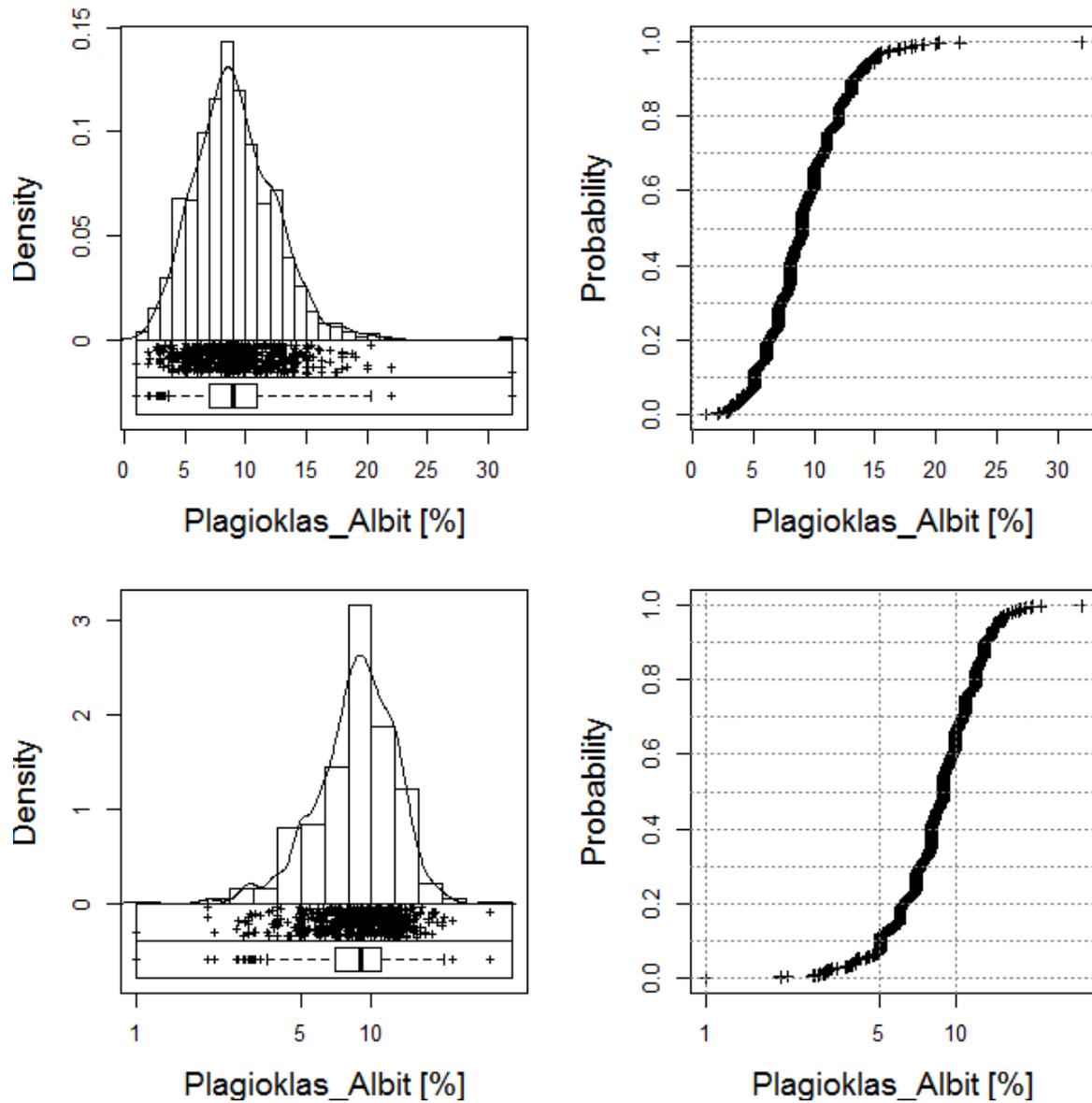


Abb. 16: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Plagioklas-Albit [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

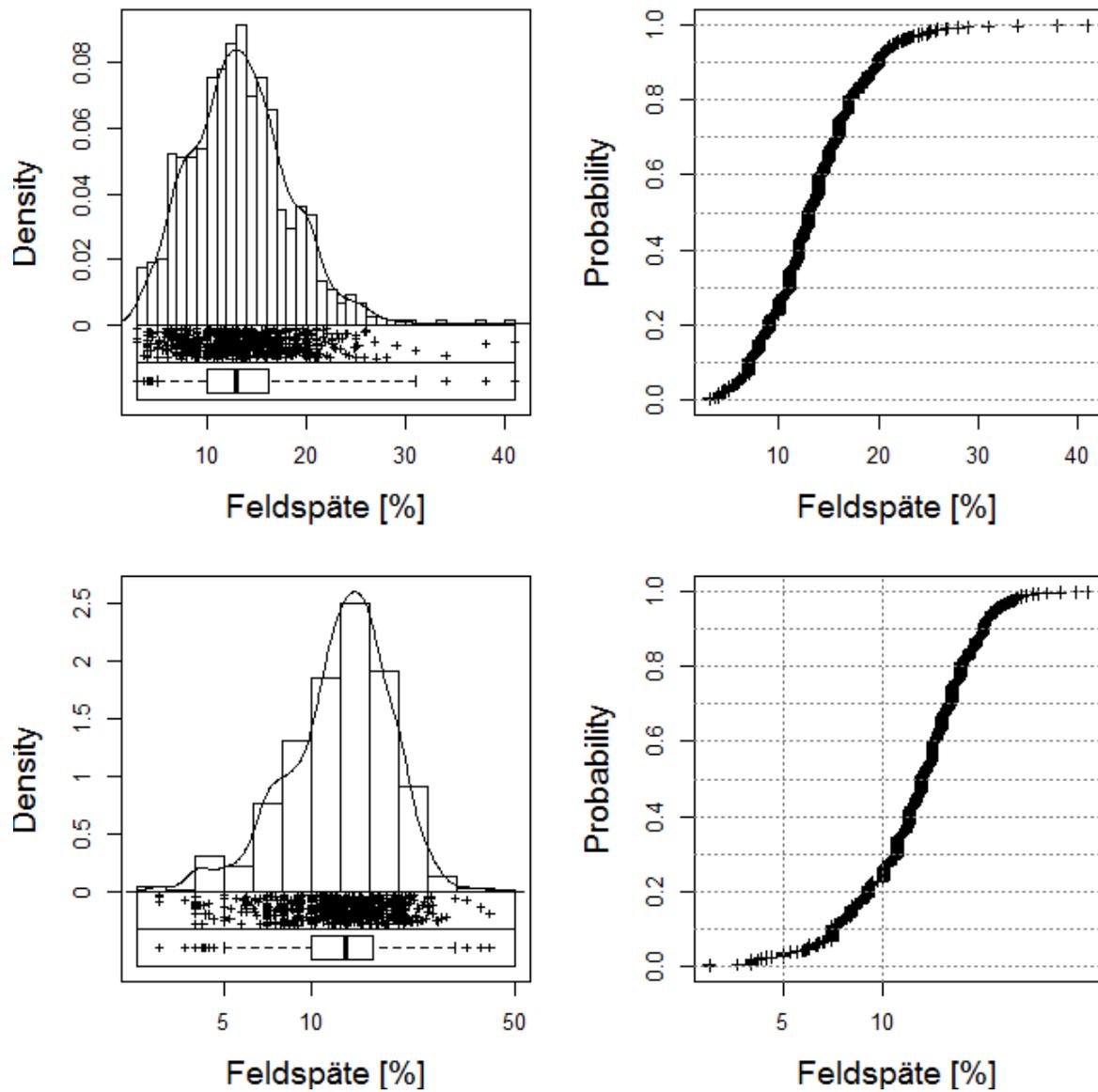


Abb. 17: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Feldspäte [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

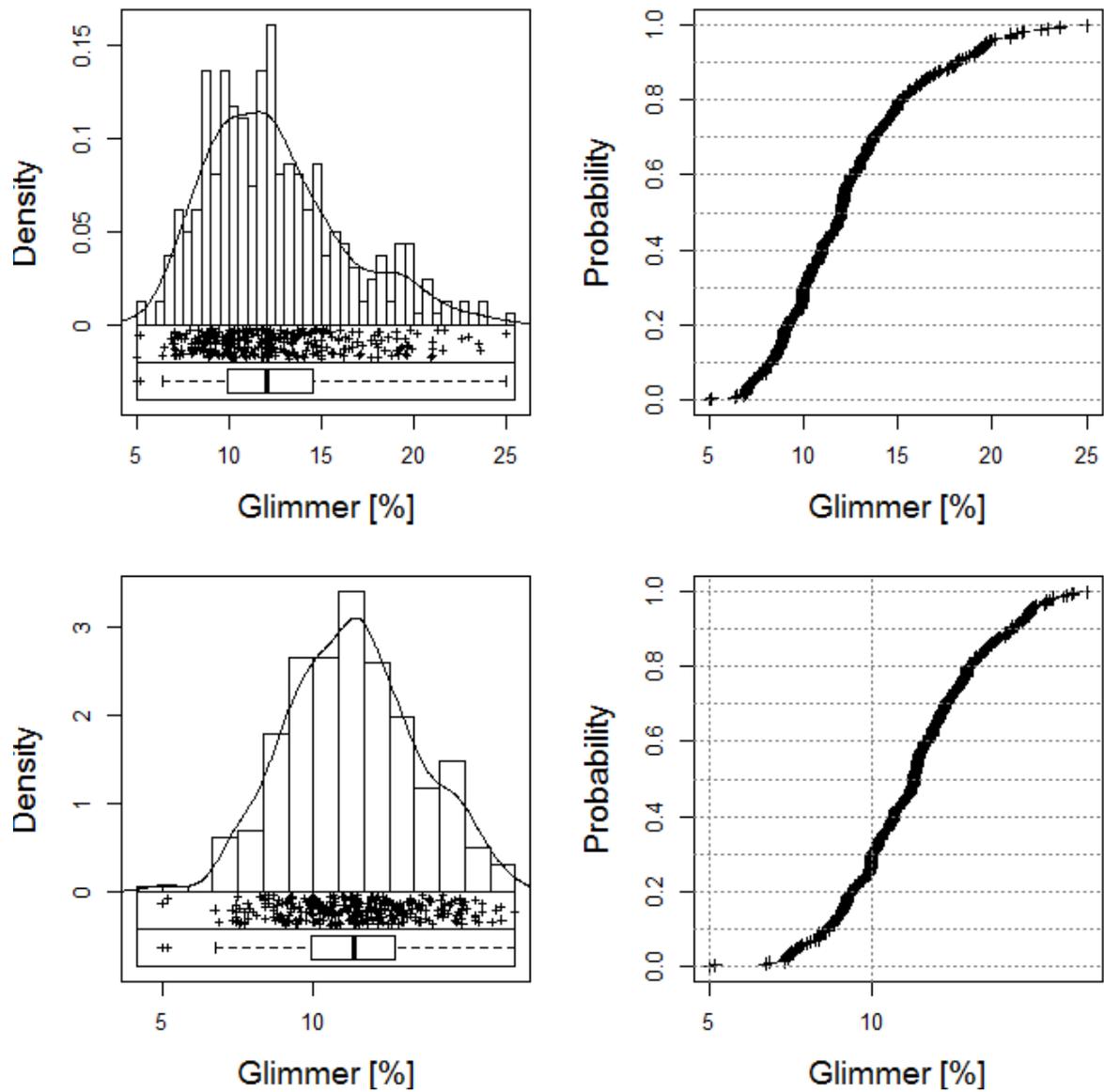


Abb. 18: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Glimmer [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

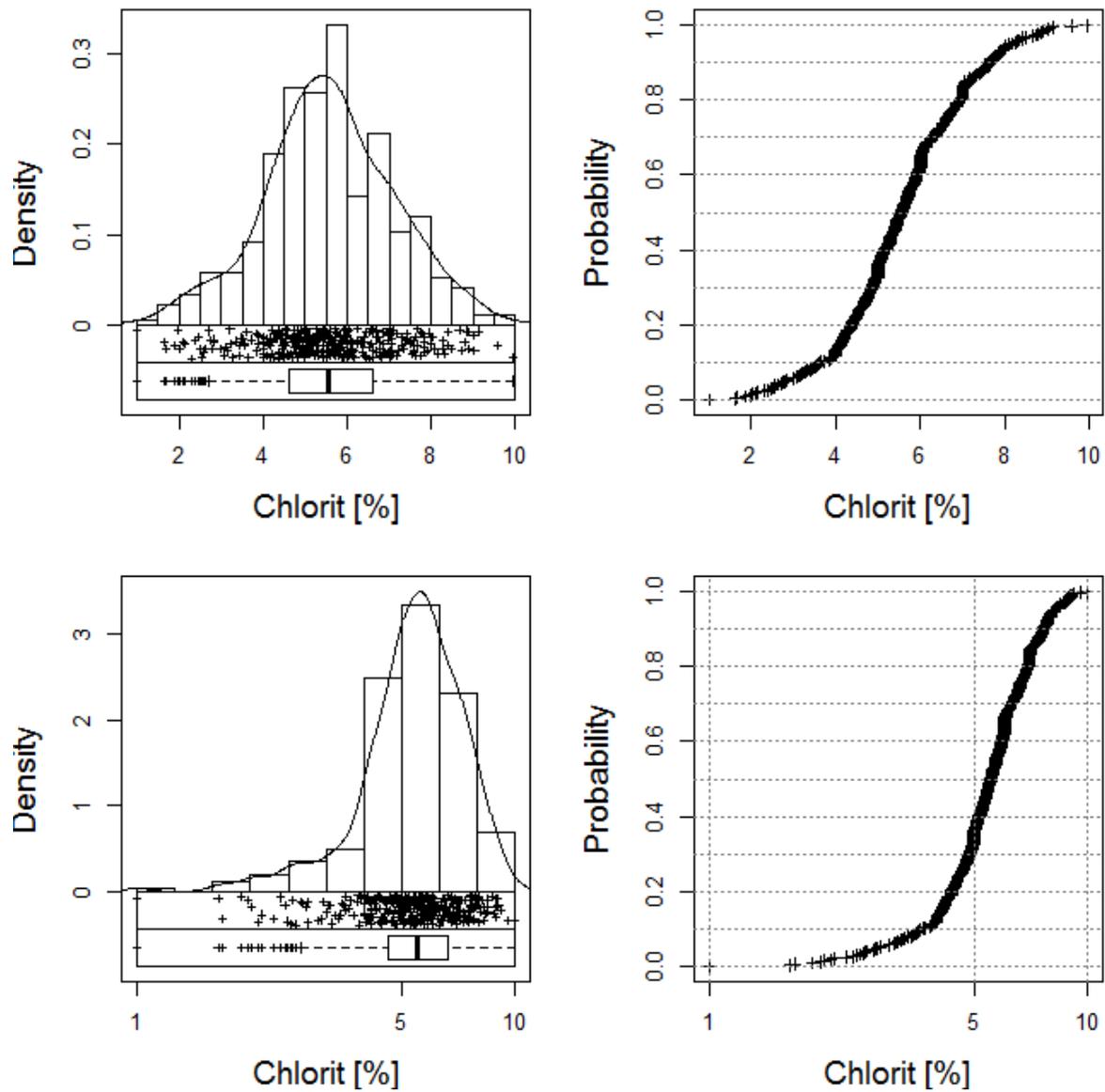


Abb. 19: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Chlorit [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

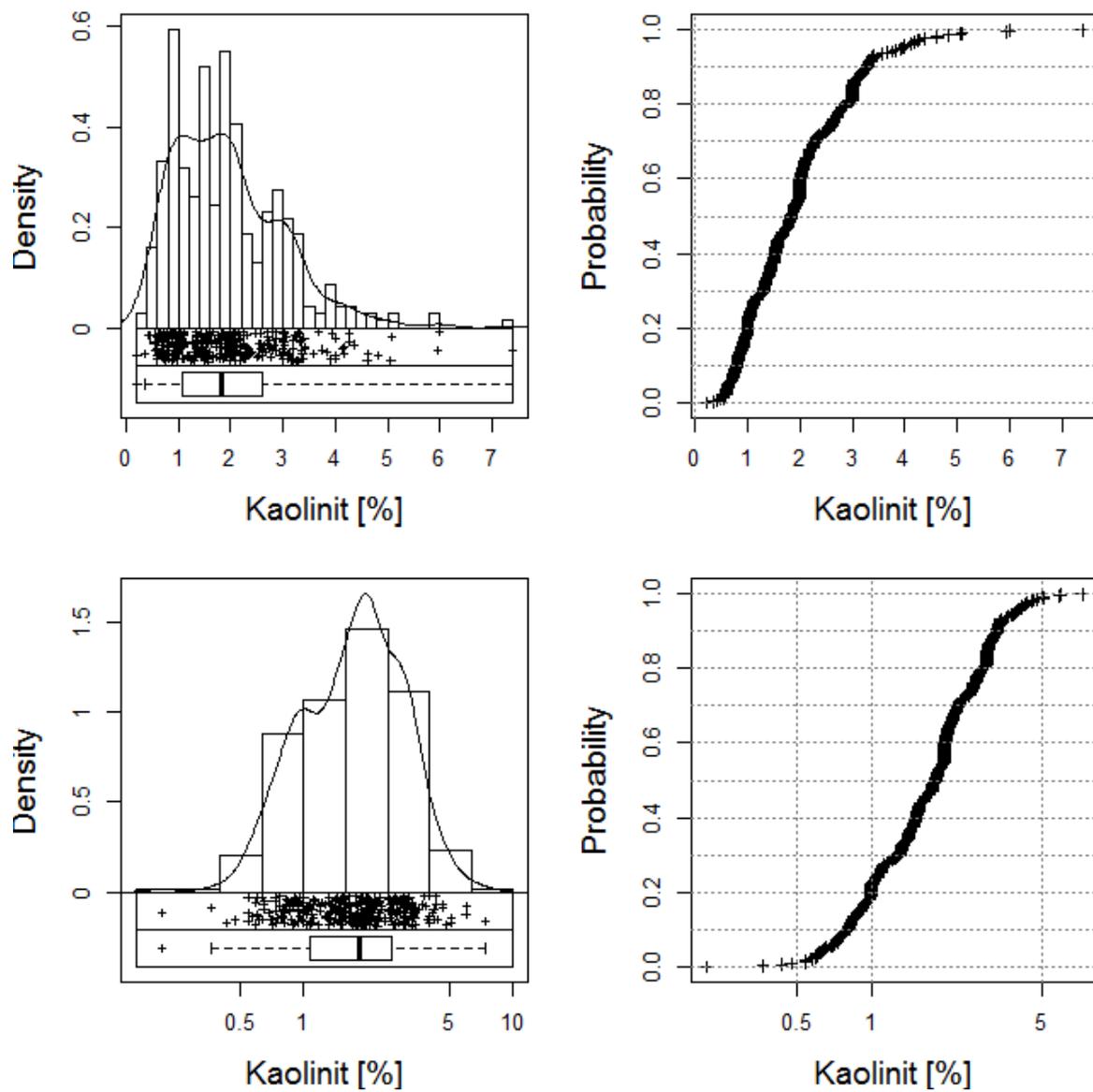


Abb. 20: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Kaolinit [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

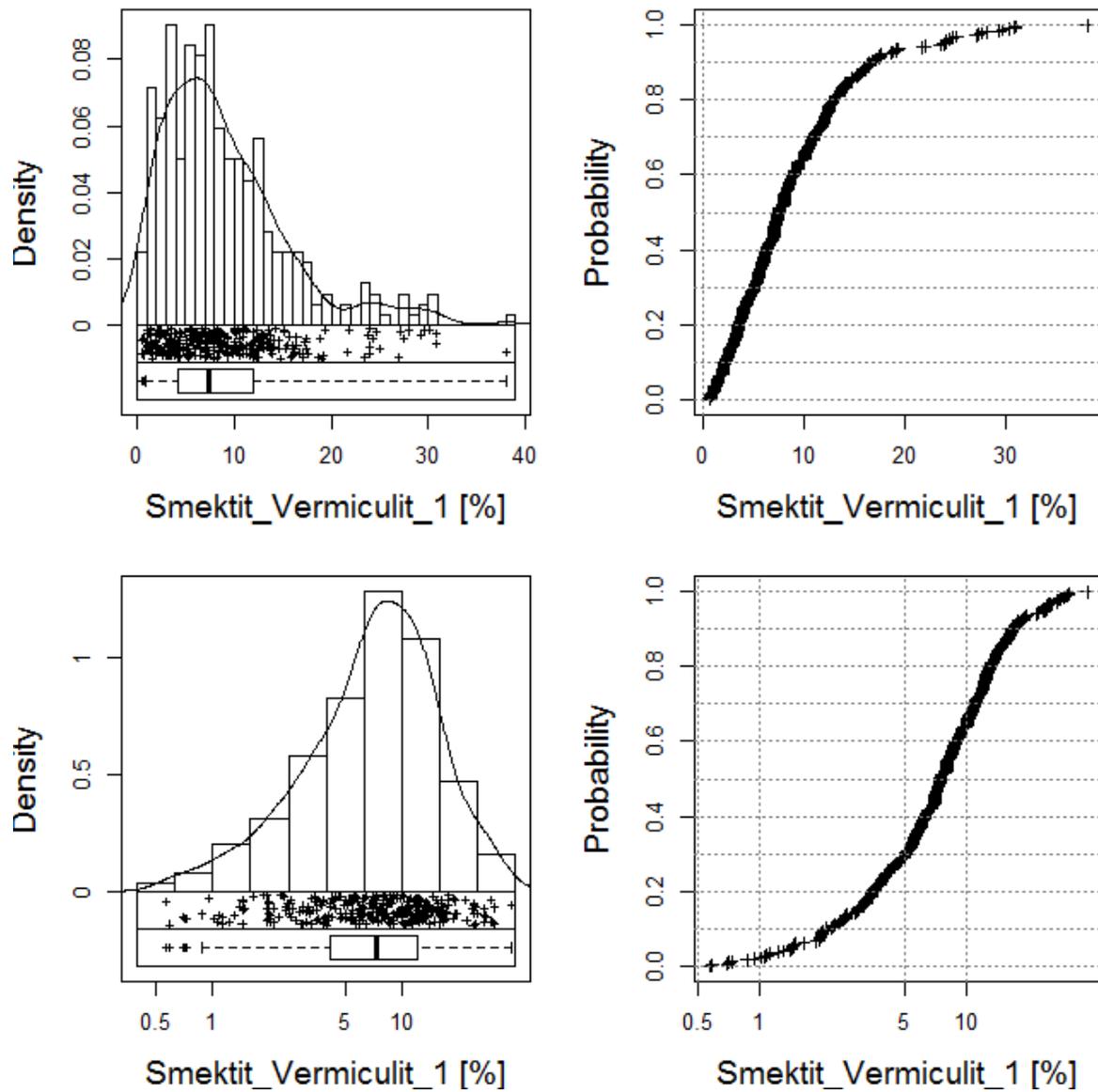


Abb. 21: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Smektit-Vermiculit [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

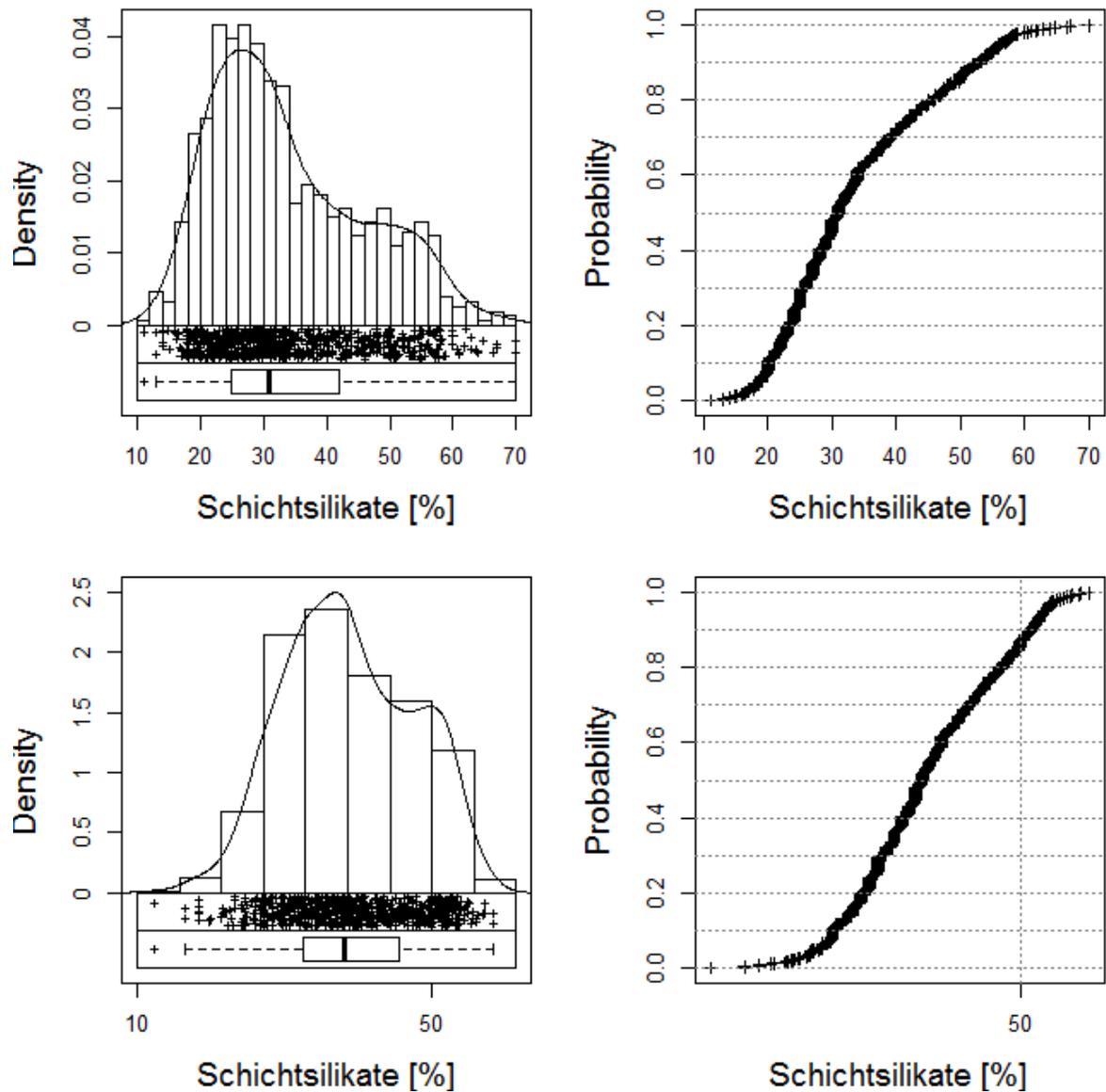


Abb. 22: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Schichtsilikate [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

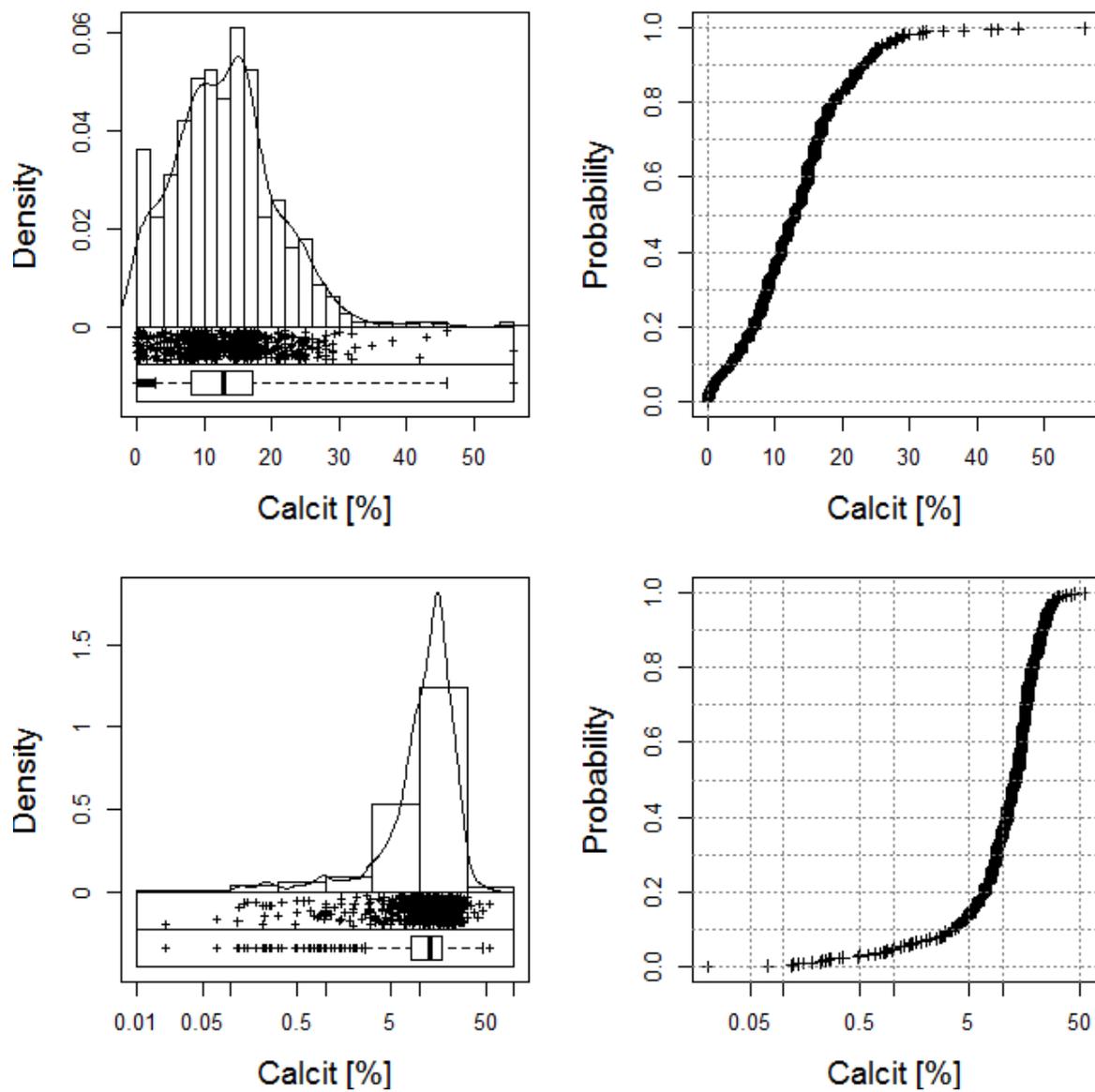


Abb. 23: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Calcit [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

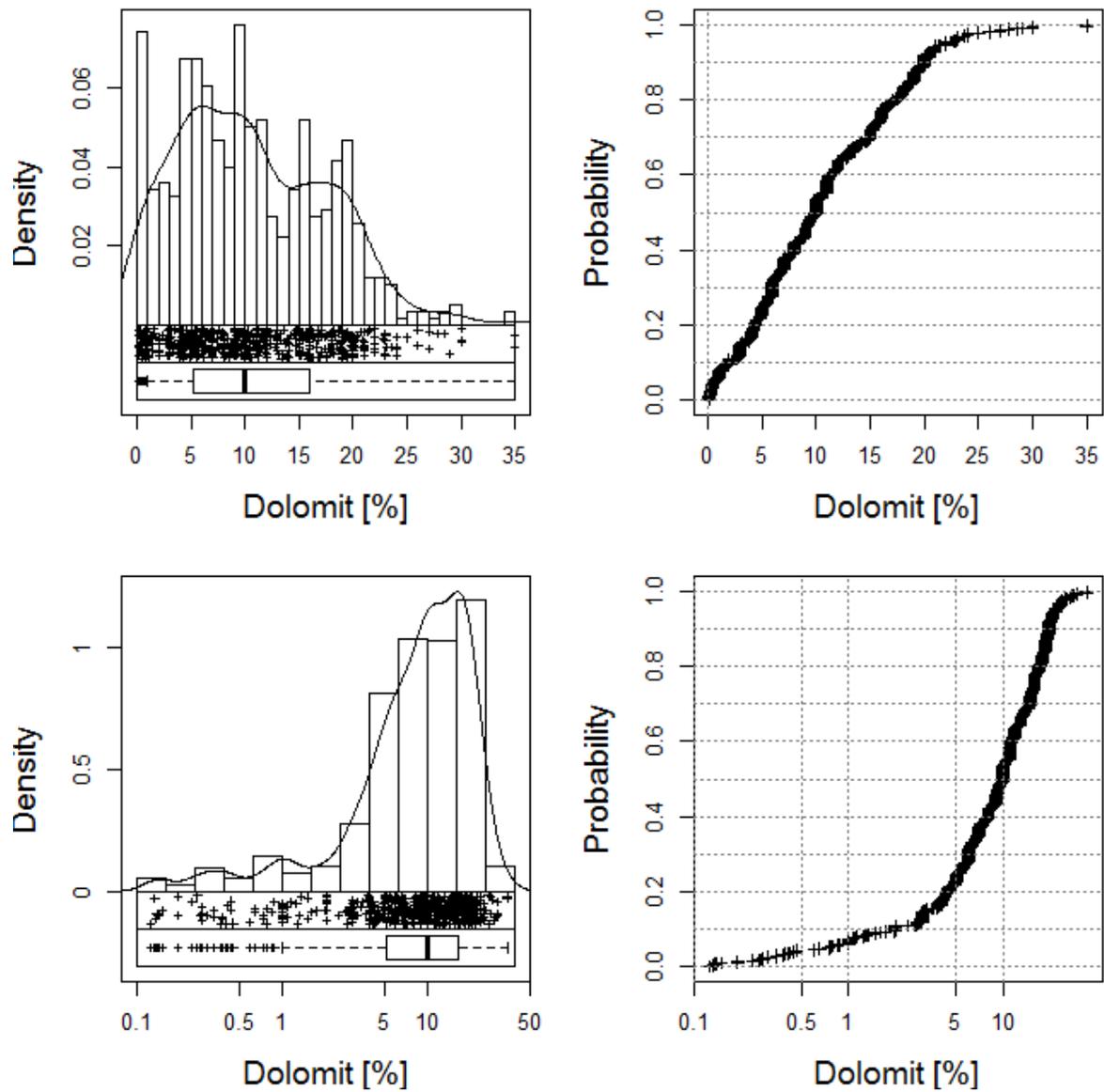


Abb. 24: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Mineralogieanalysen Dolomit [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

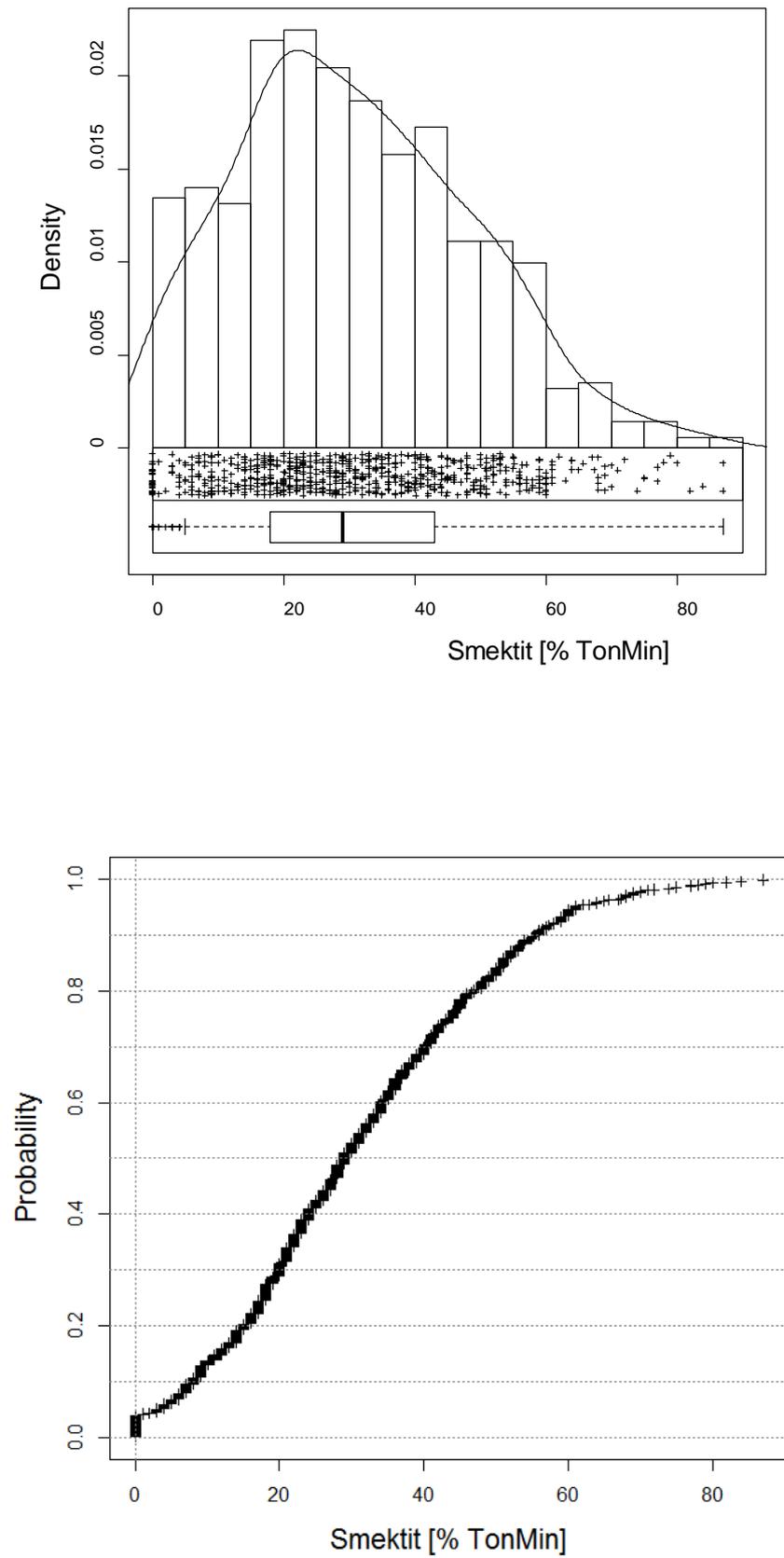


Abb. 25: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Tonmineralogieanalysen Smektit [%].

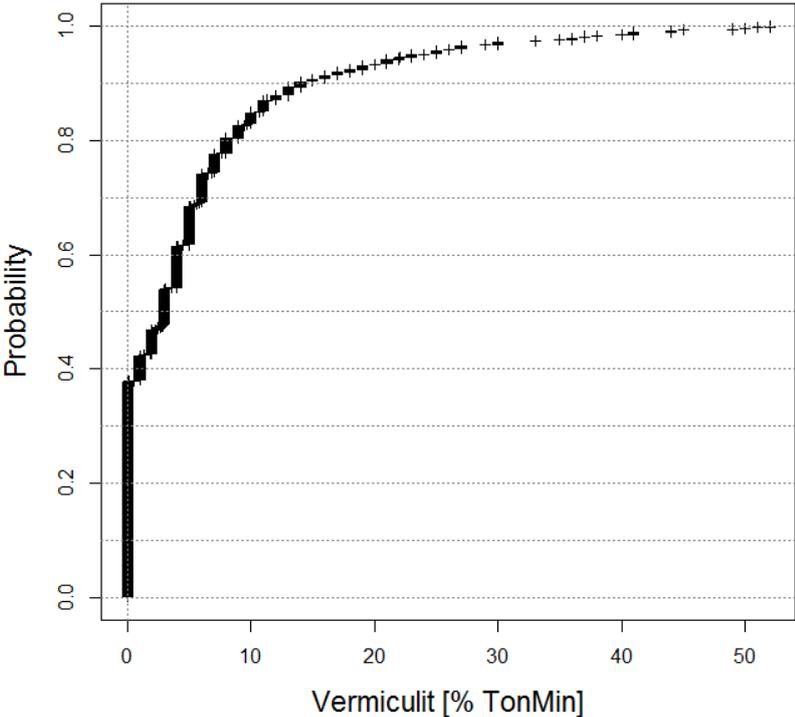
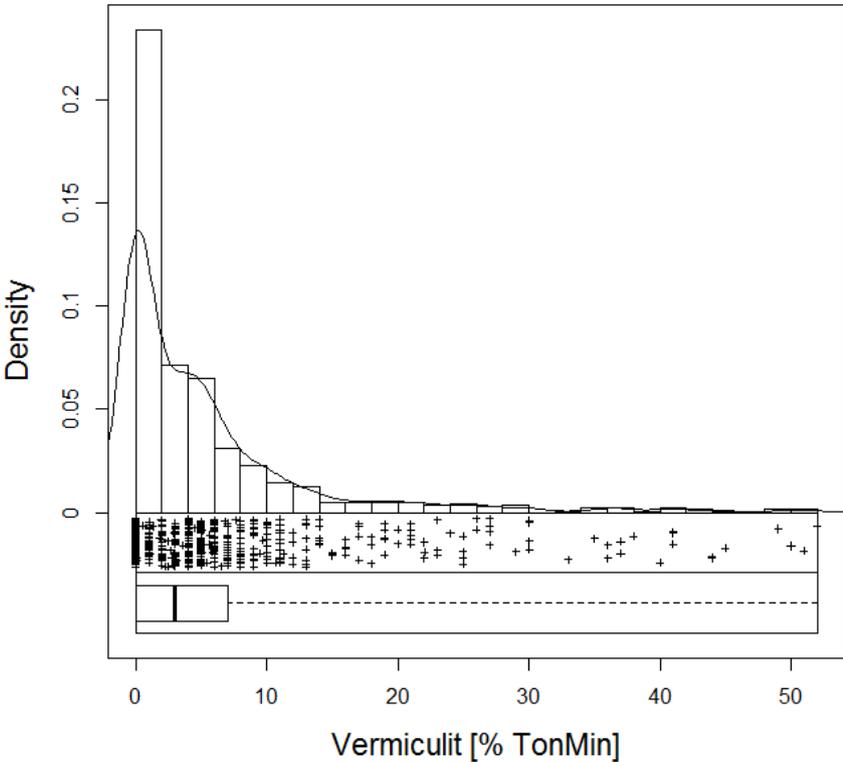


Abb. 26: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Tonmineralogieanalysen Vermiculit [%].

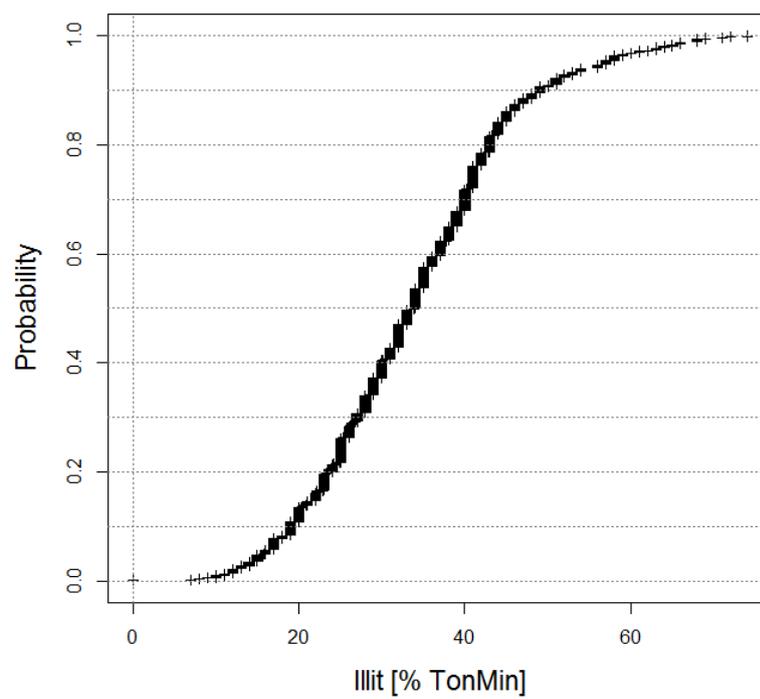
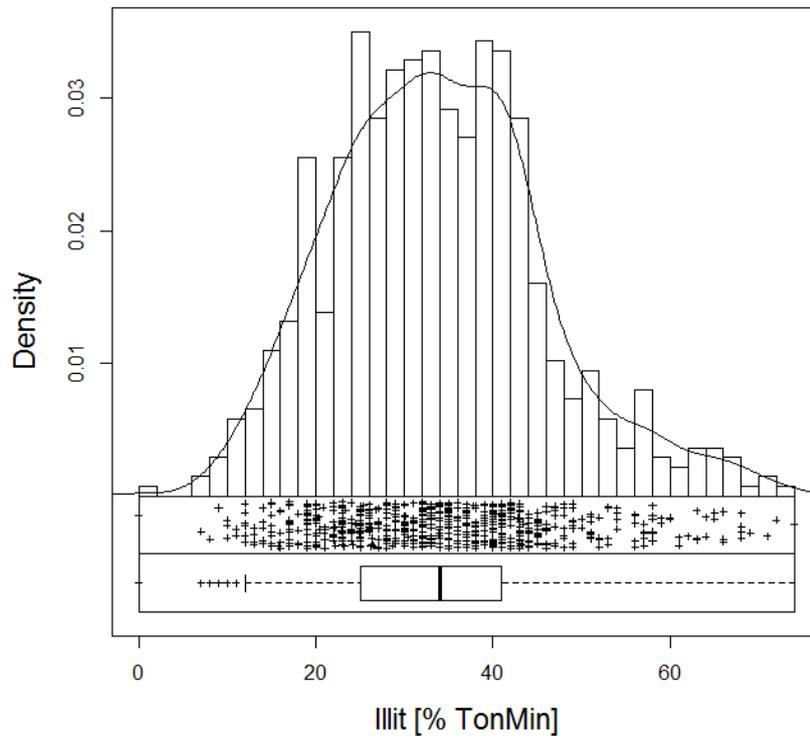


Abb. 27: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Tonmineralogieanalysen Illit [%].

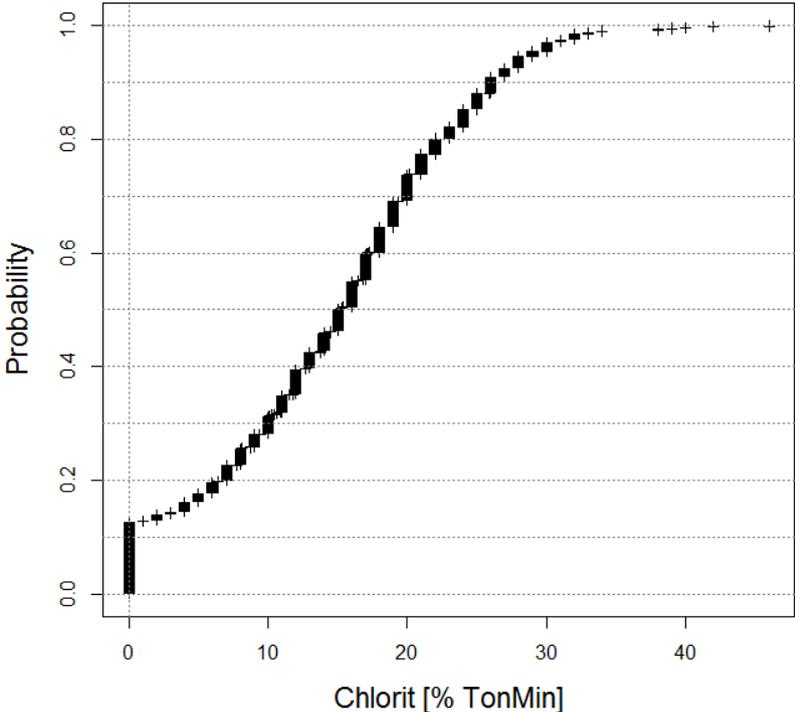
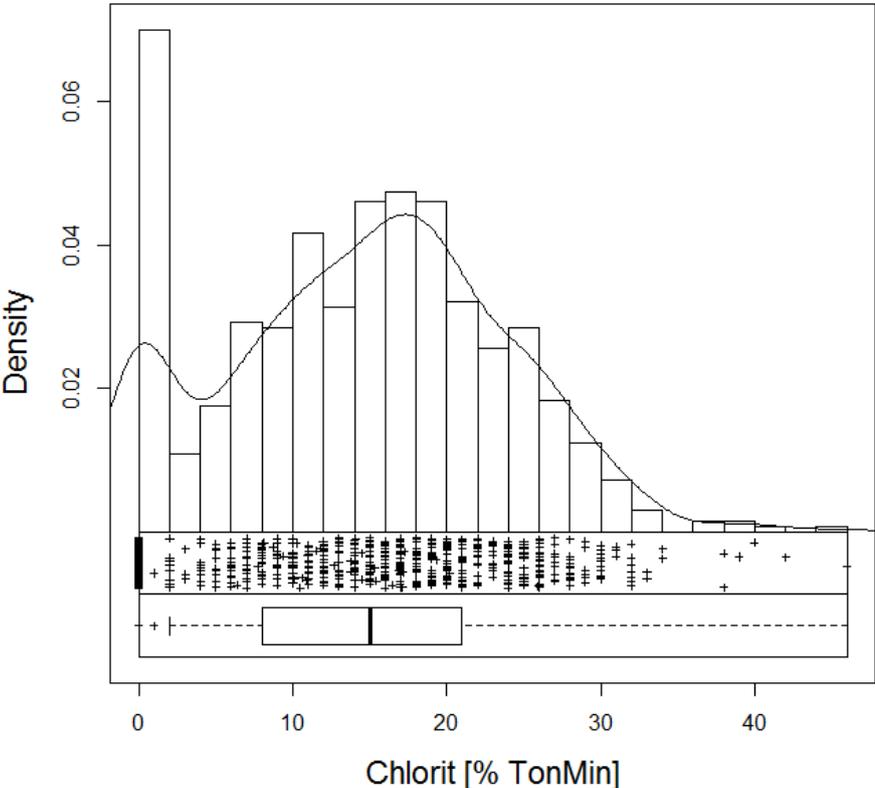


Abb. 28: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Tonmineralogieanalysen Chlorit [%].

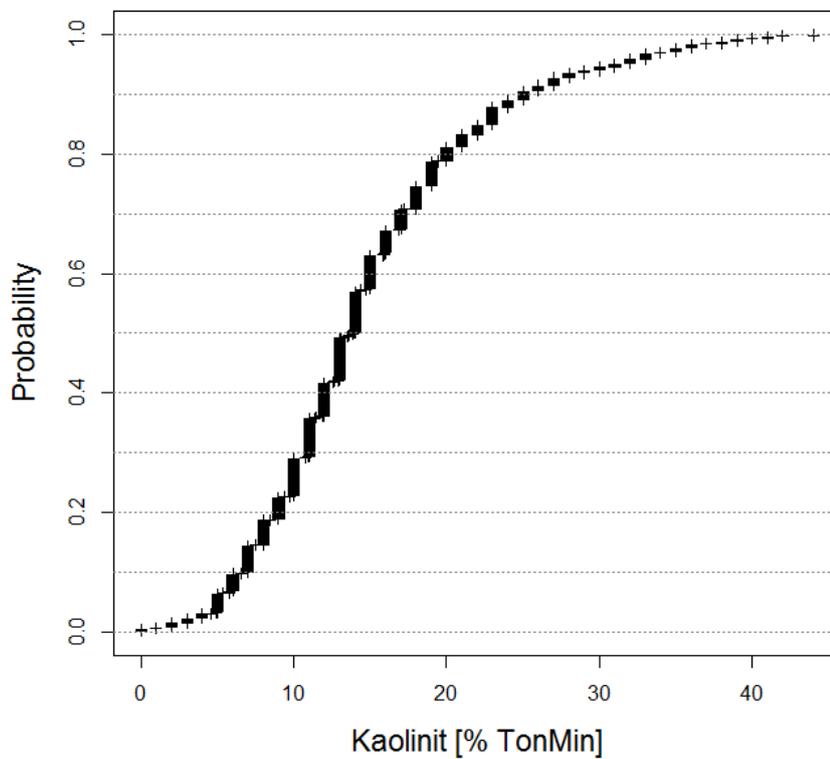
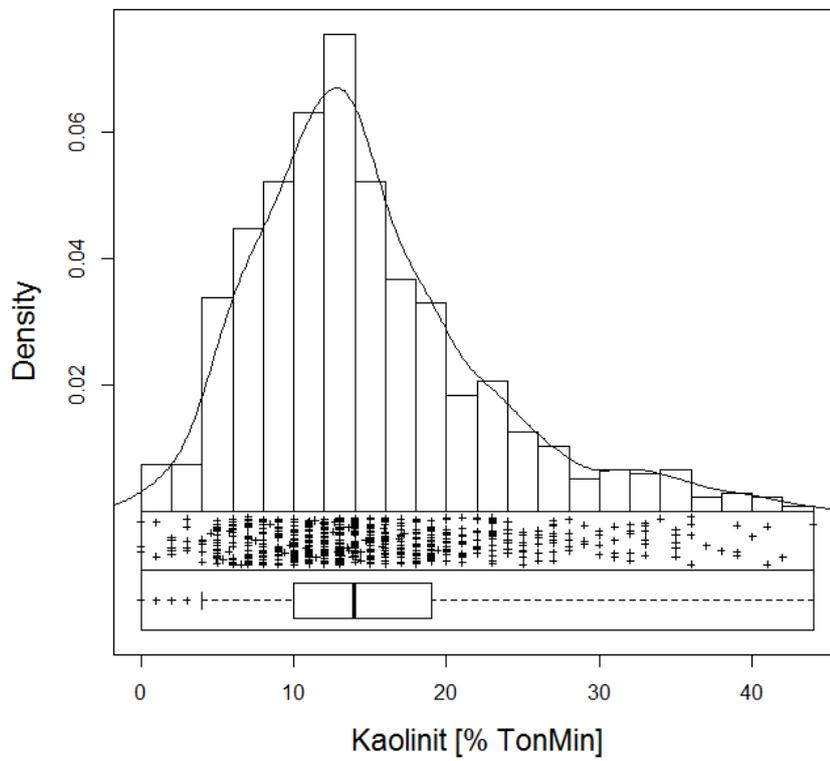


Abb. 29: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Tonmineralogieanalysen Kaolinit [%].

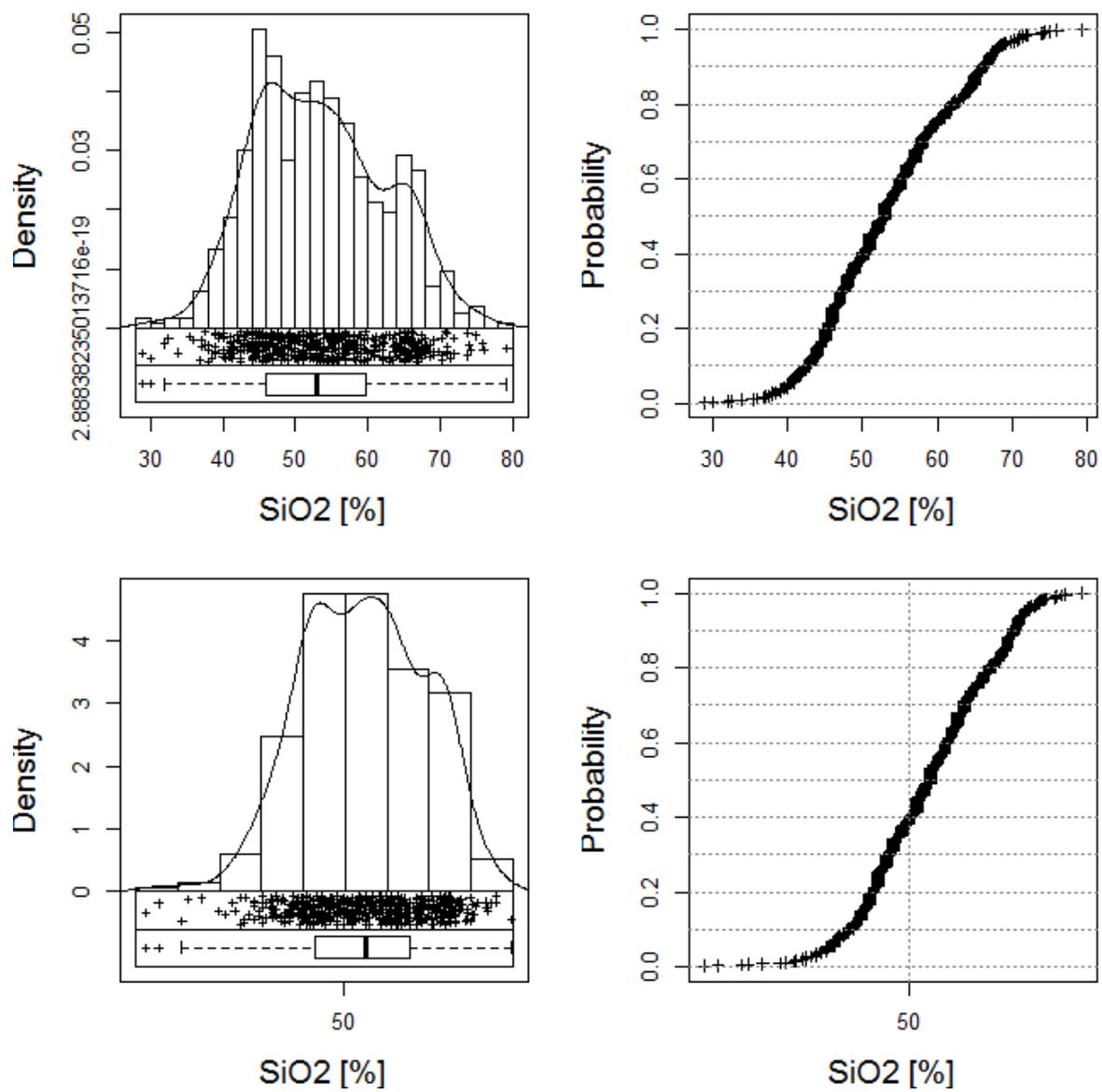


Abb. 30: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen SiO_2 [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

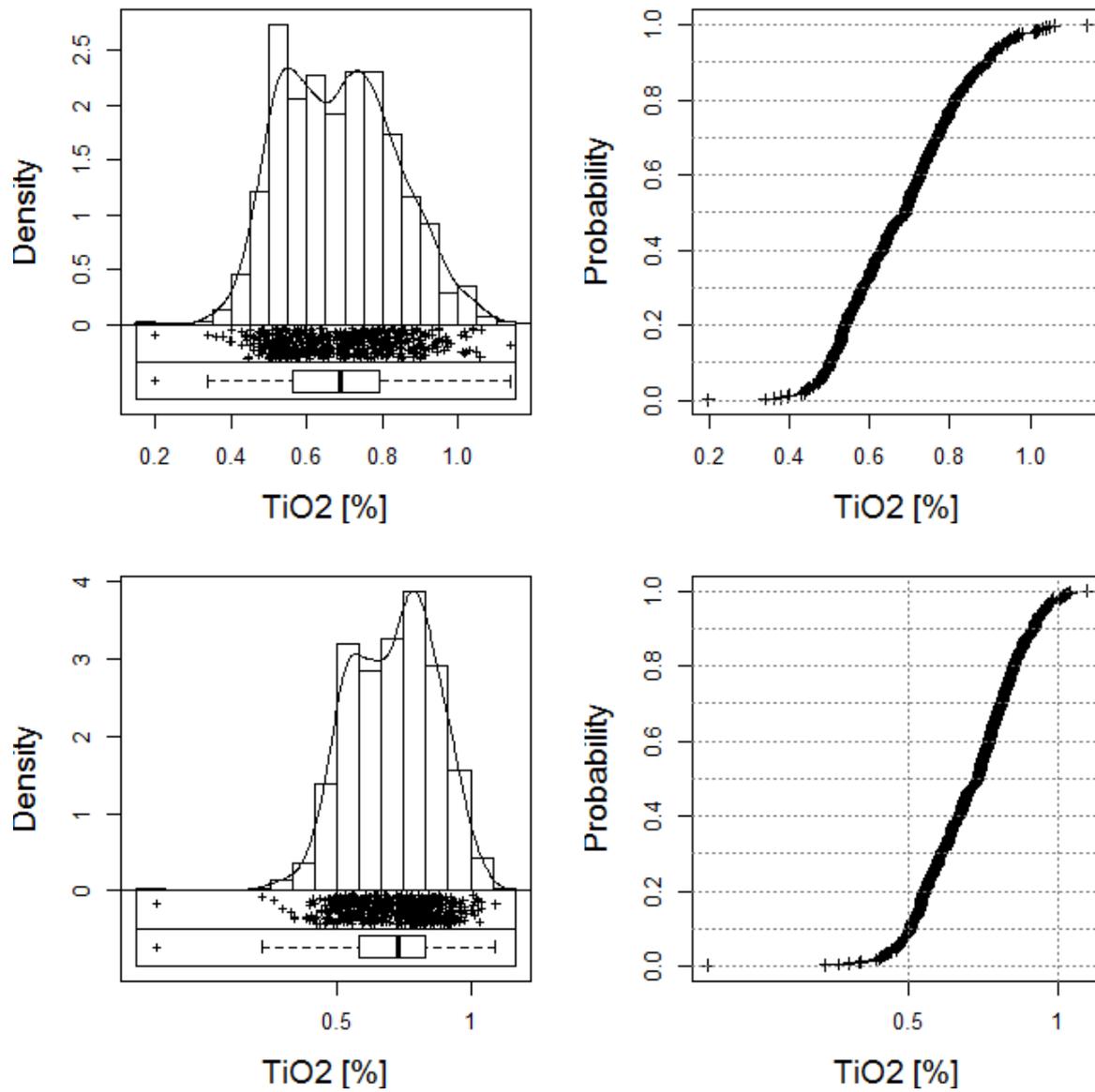


Abb. 31: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen TiO_2 [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

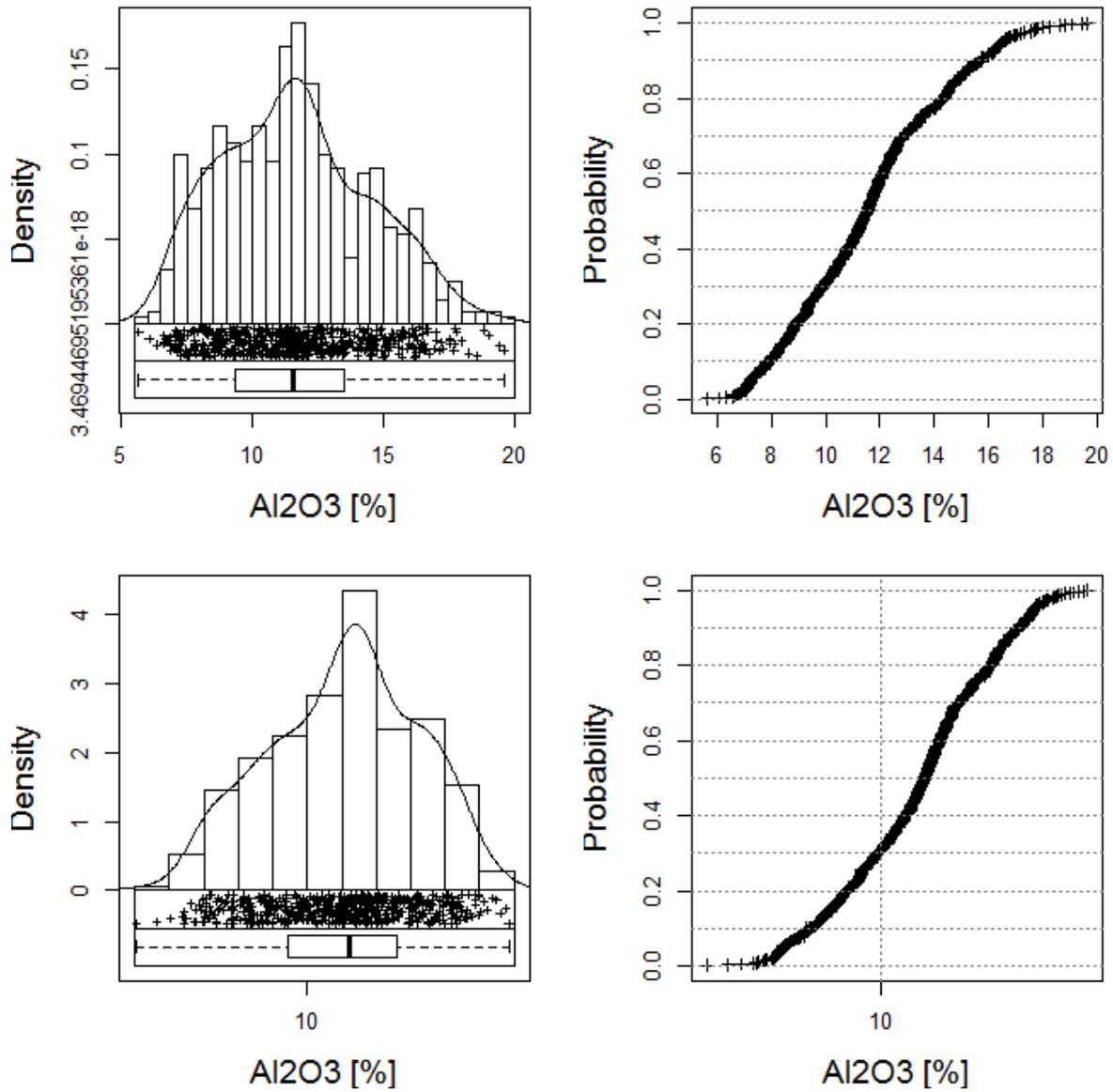


Abb. 32: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen Al_2O_3 [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

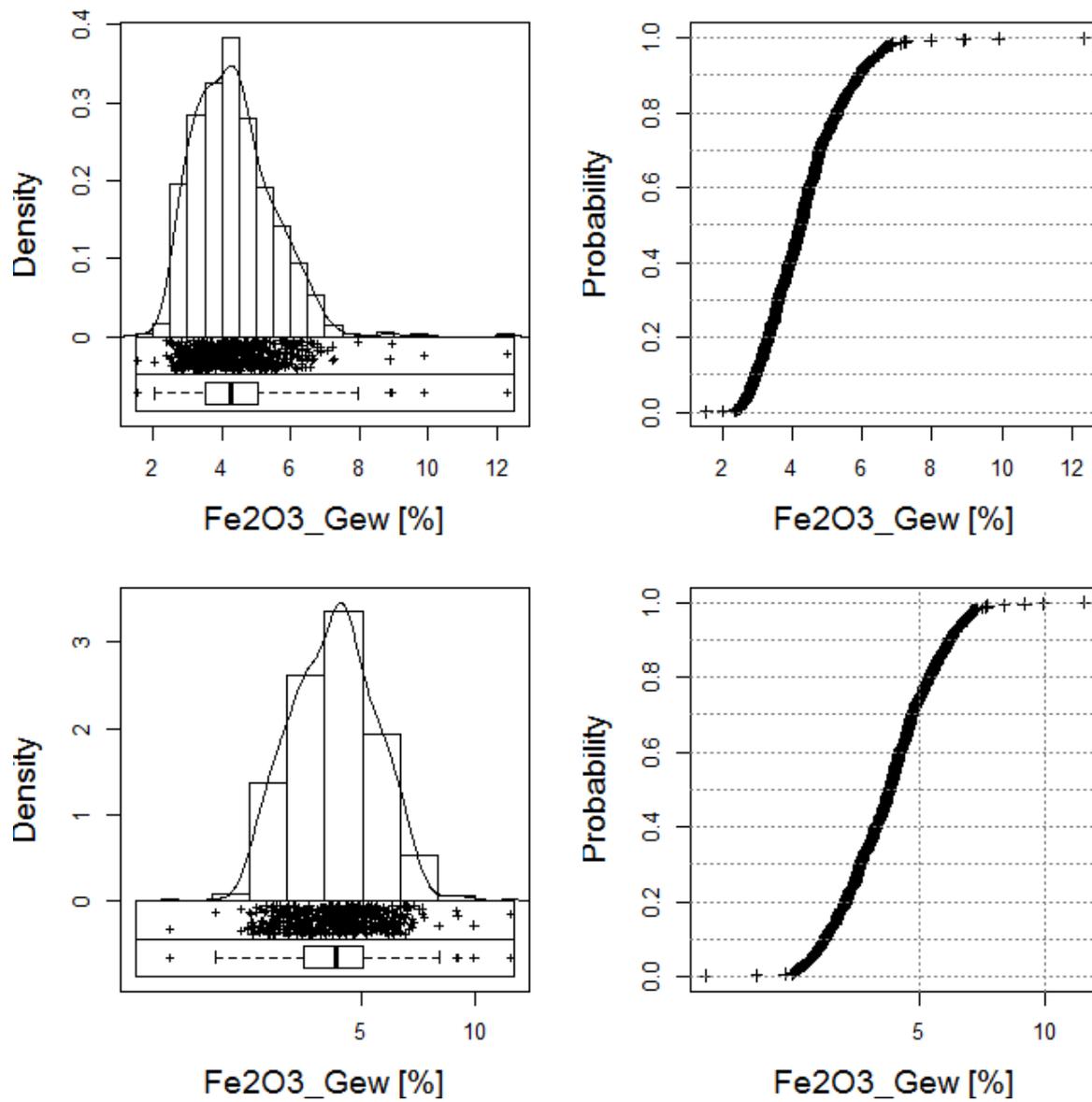


Abb. 33: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen Fe_2O_3 [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

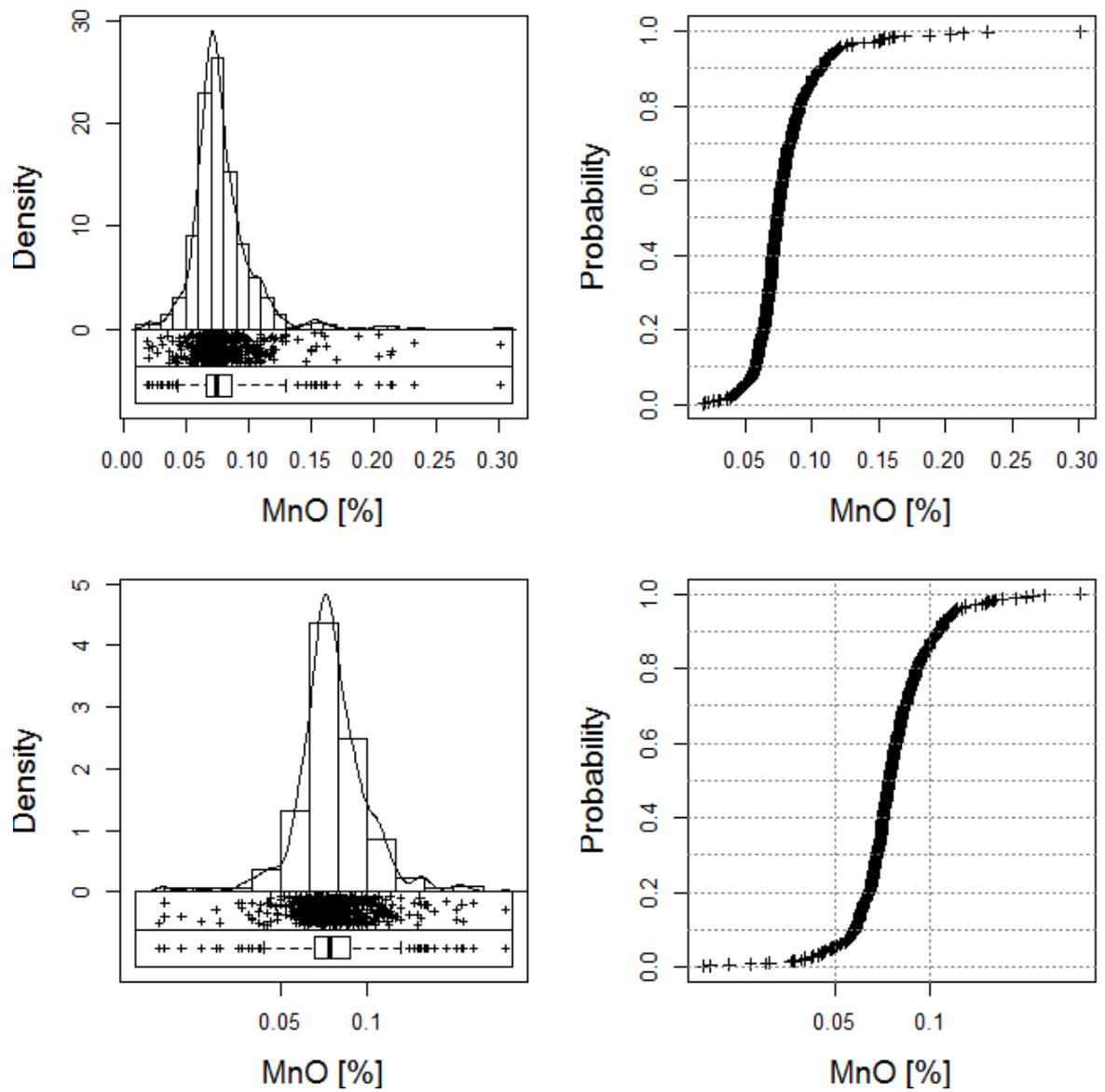


Abb. 34: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen MnO [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

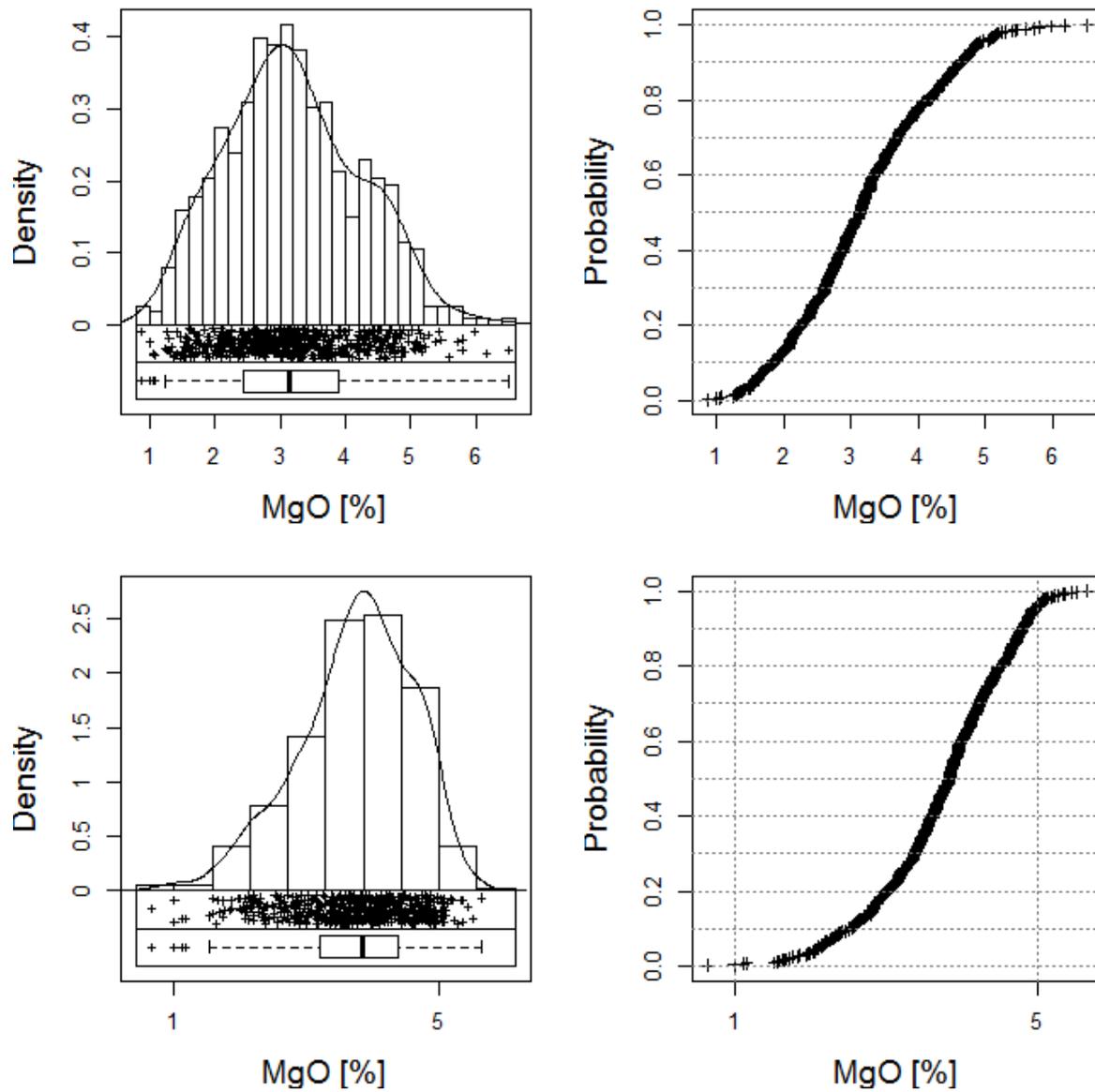


Abb. 35: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen MgO [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

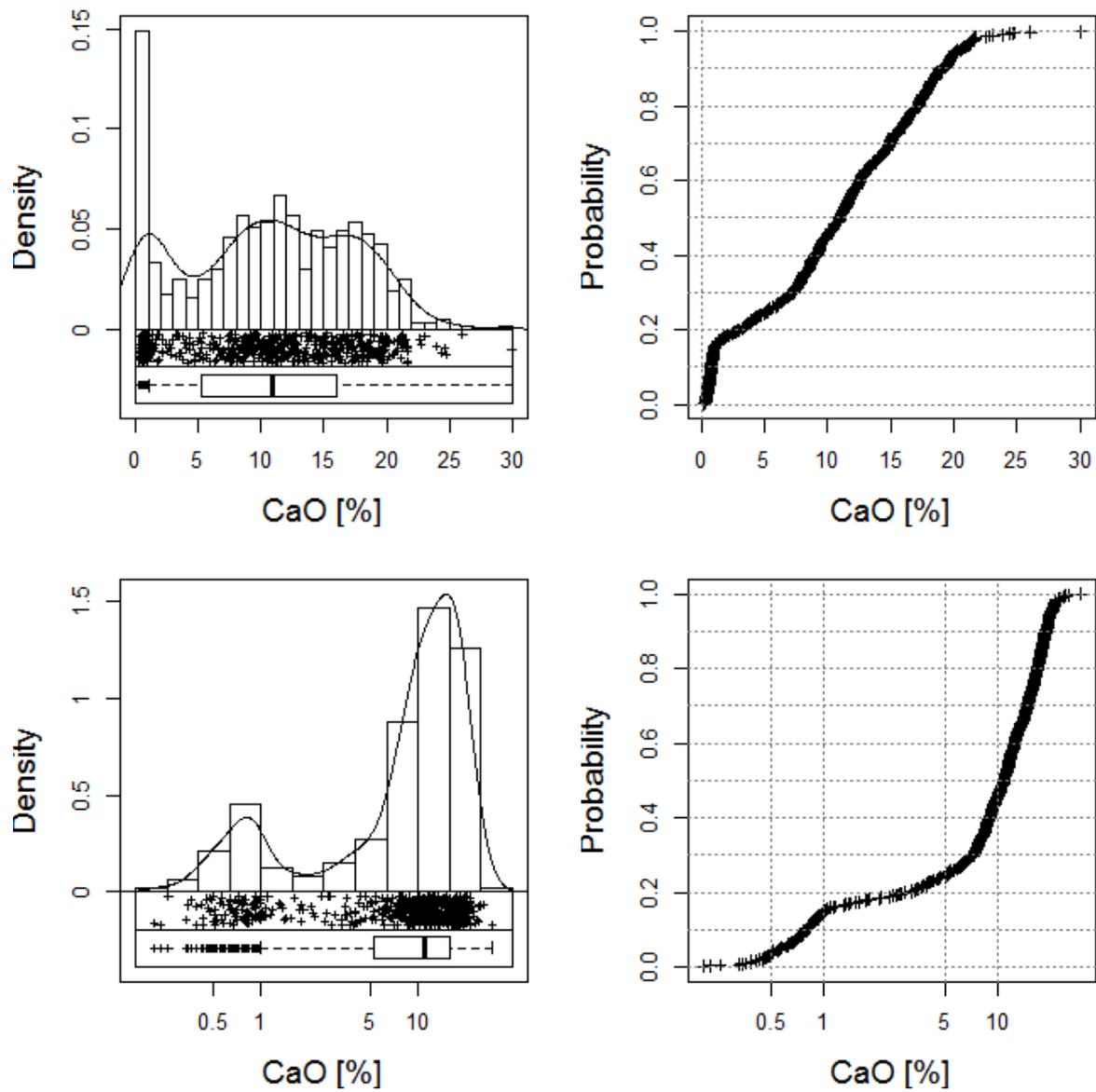


Abb. 36: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen CaO [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

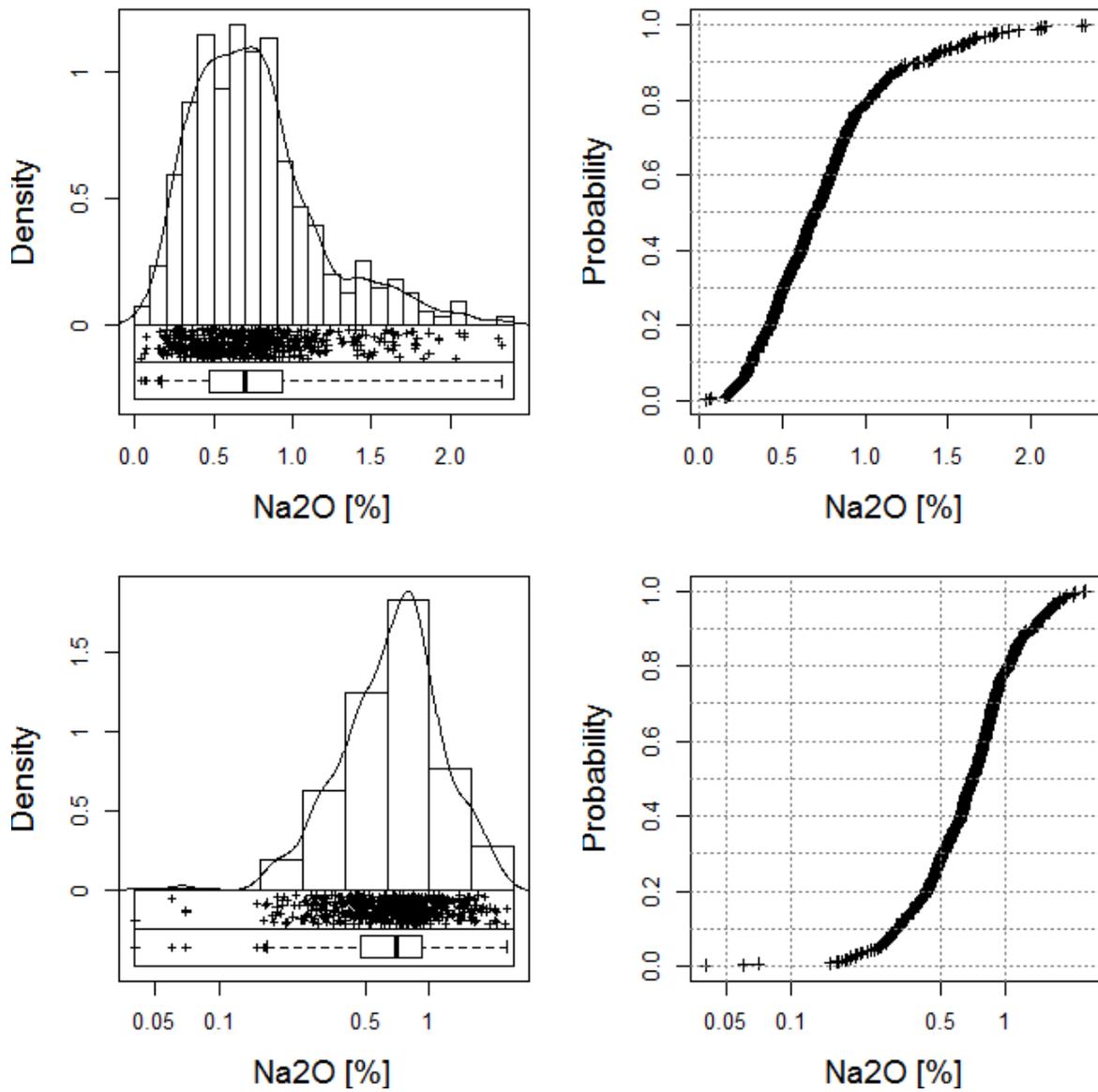


Abb. 37: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen Na_2O [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

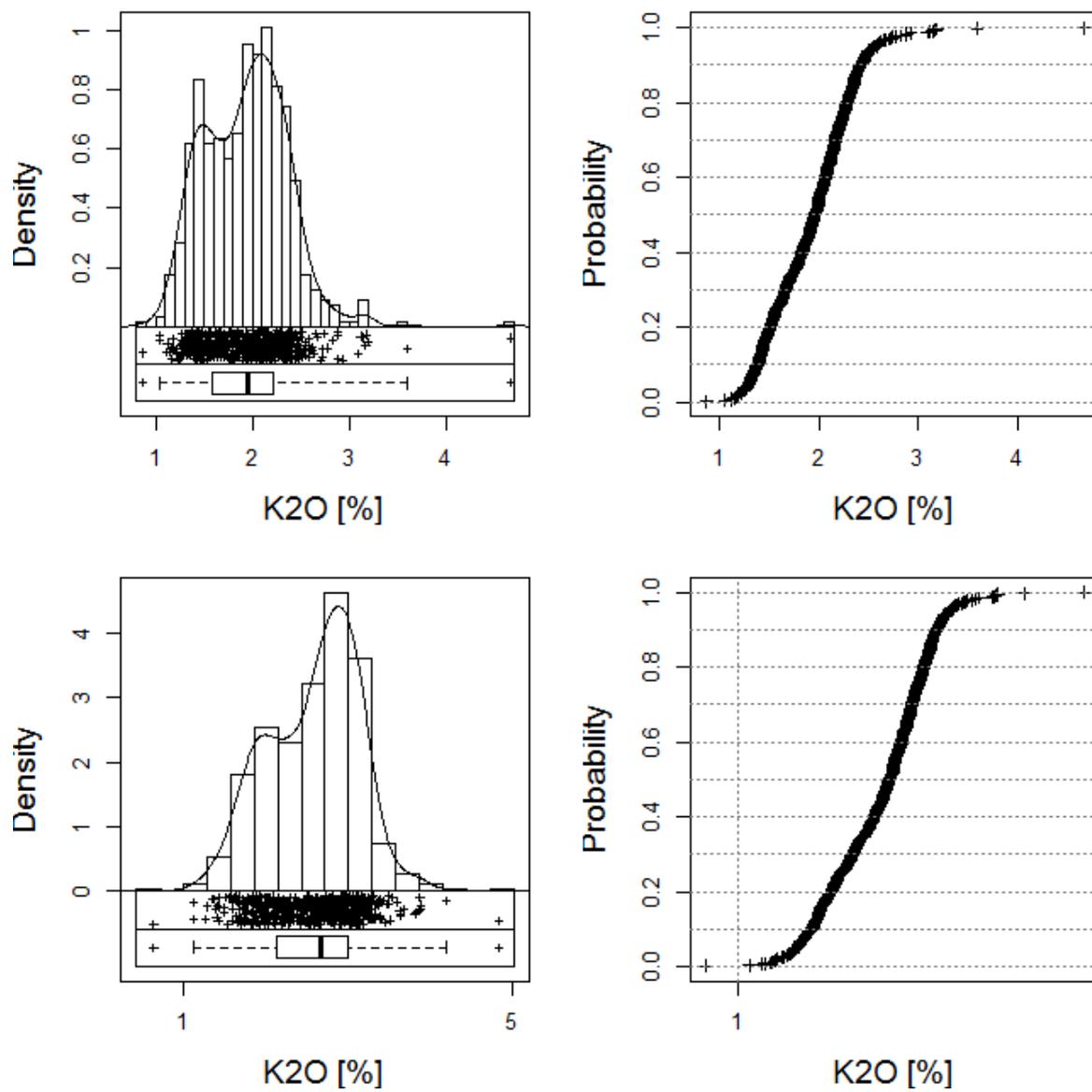


Abb. 38: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen K_2O [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

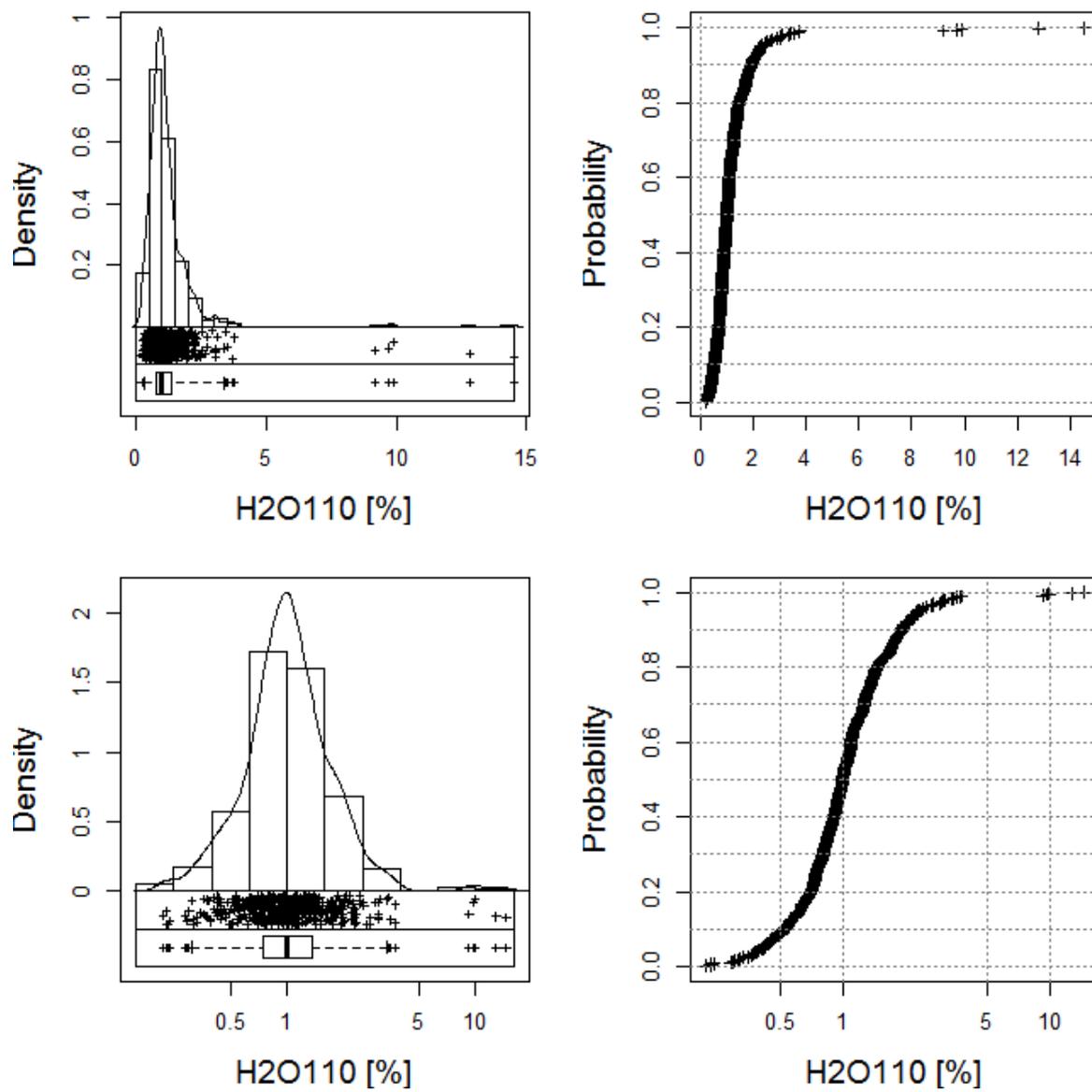


Abb. 39: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen $H_2O^{110^{\circ}C}$ [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

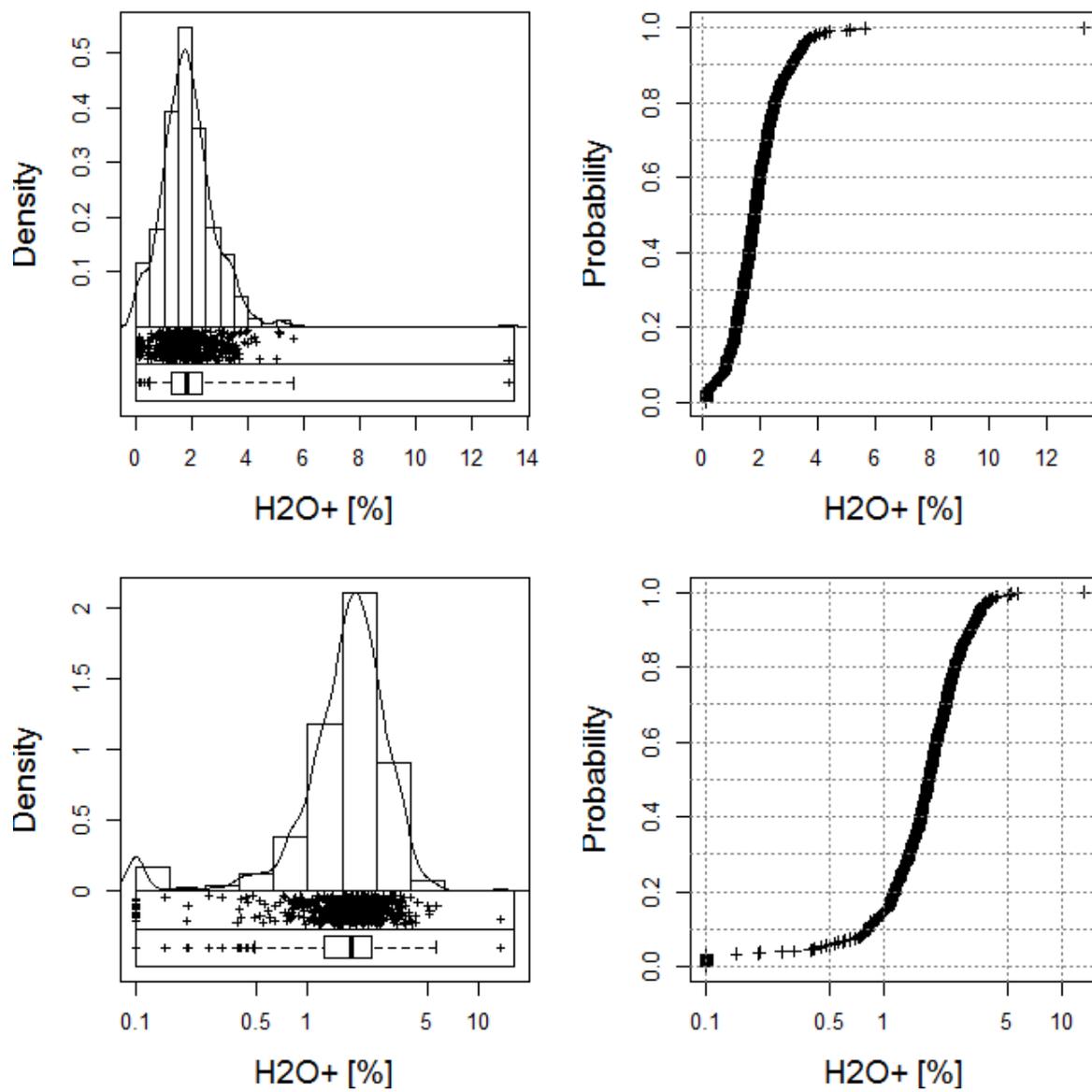


Abb. 40: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen H_2O^+ [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

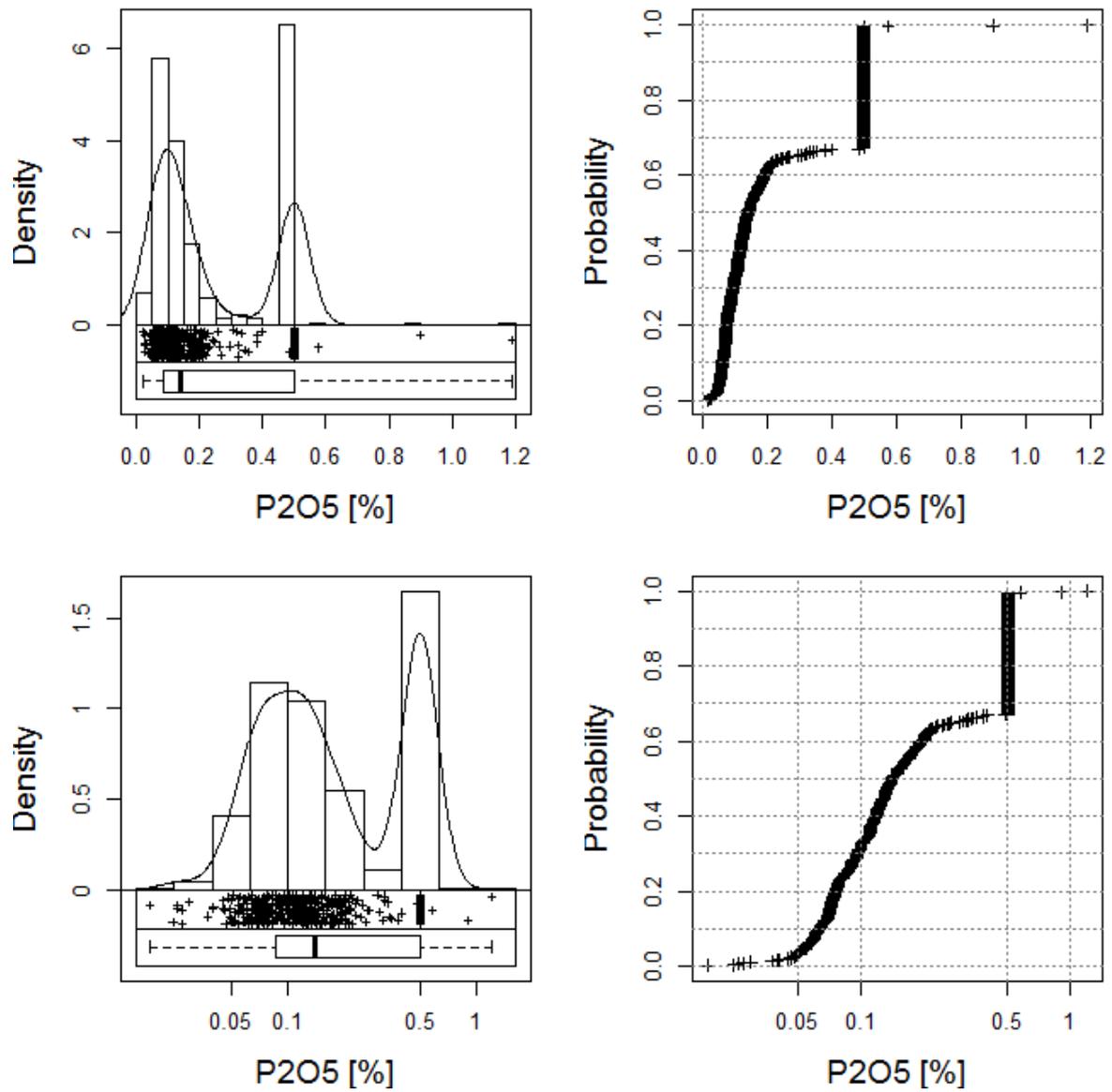


Abb. 41: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen P_2O_5 [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

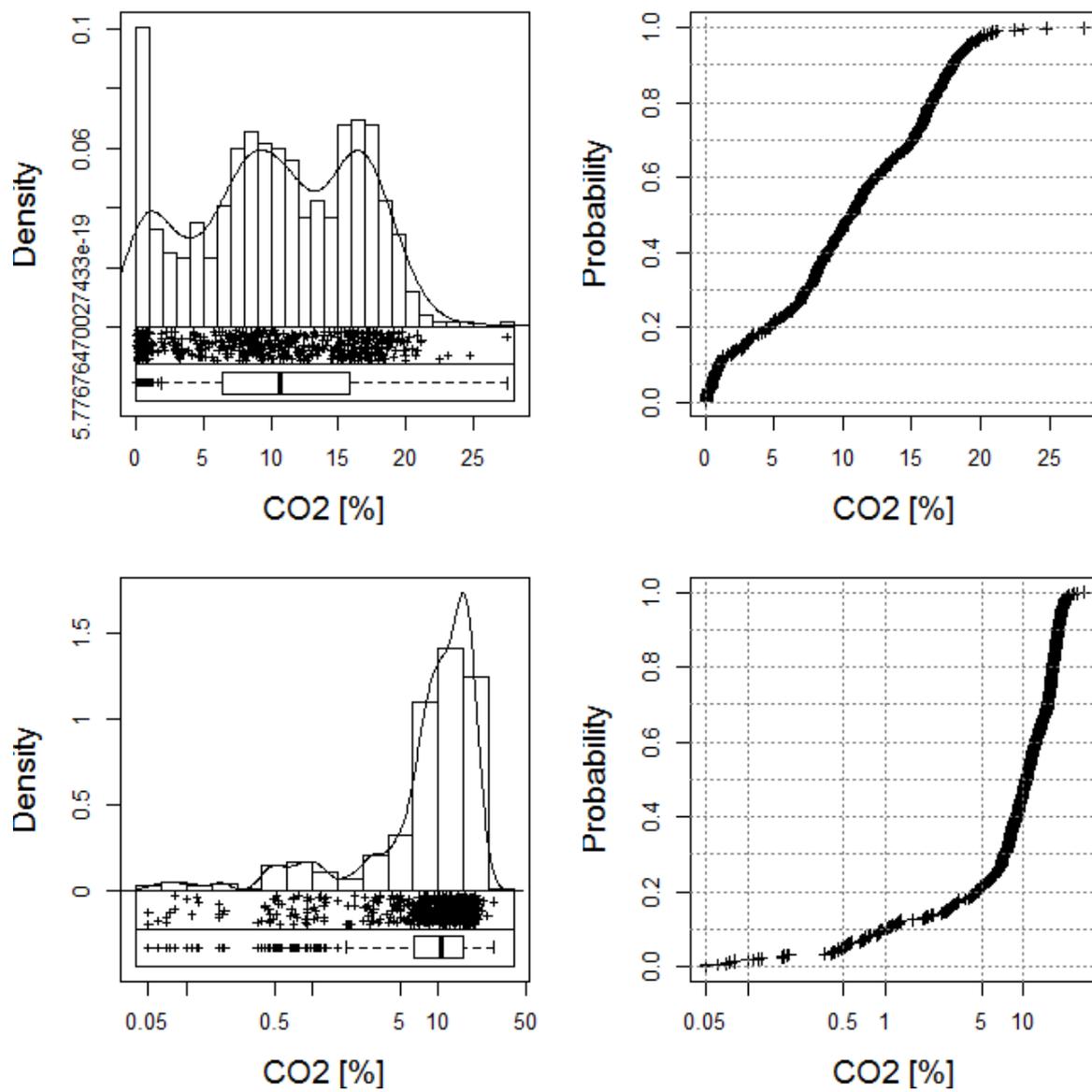


Abb. 42: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen CO₂ [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

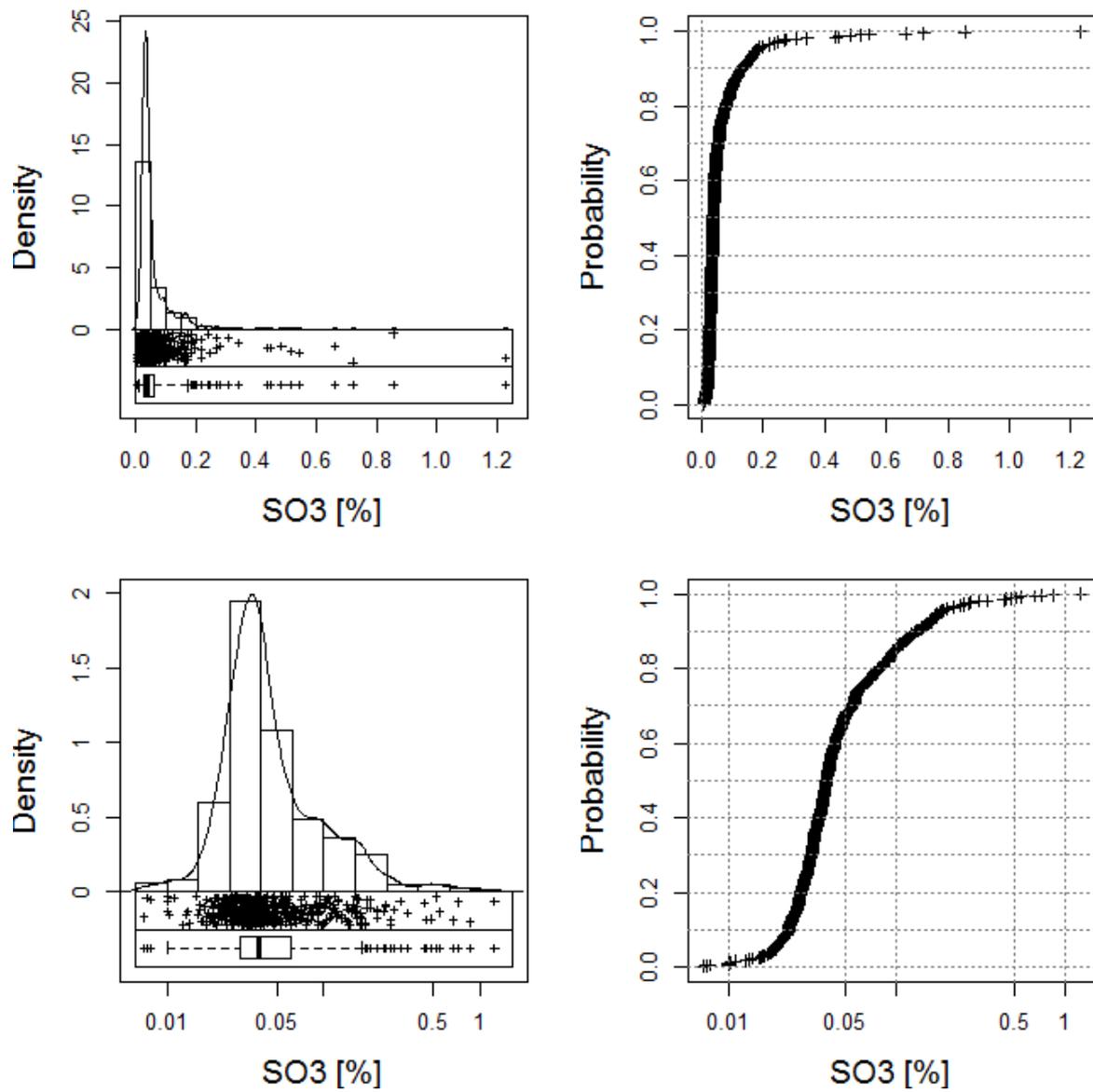


Abb. 43: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Hauptelementanalysen SO_3 [%], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

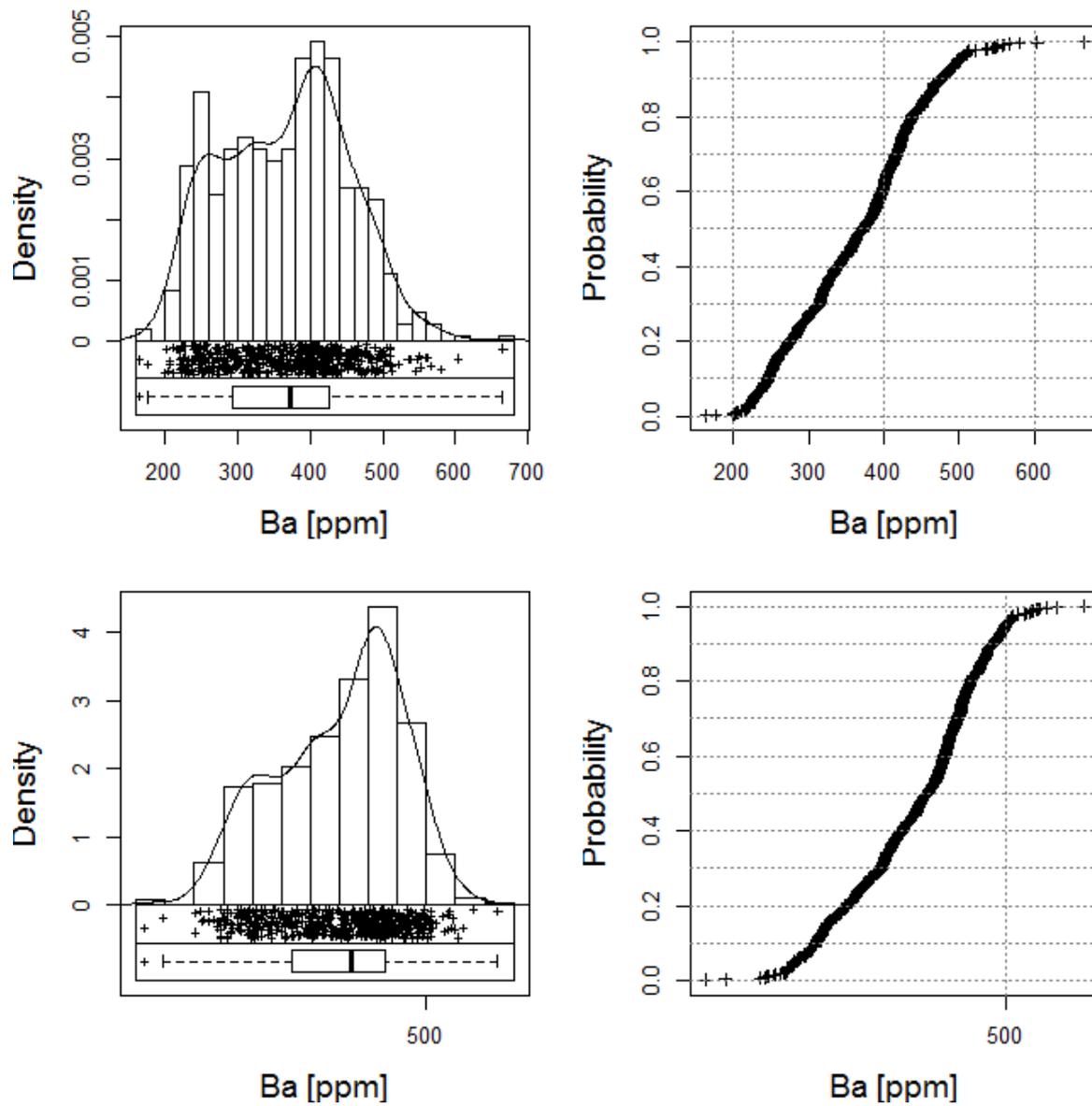


Abb. 44: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurenelementanalysen Ba [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

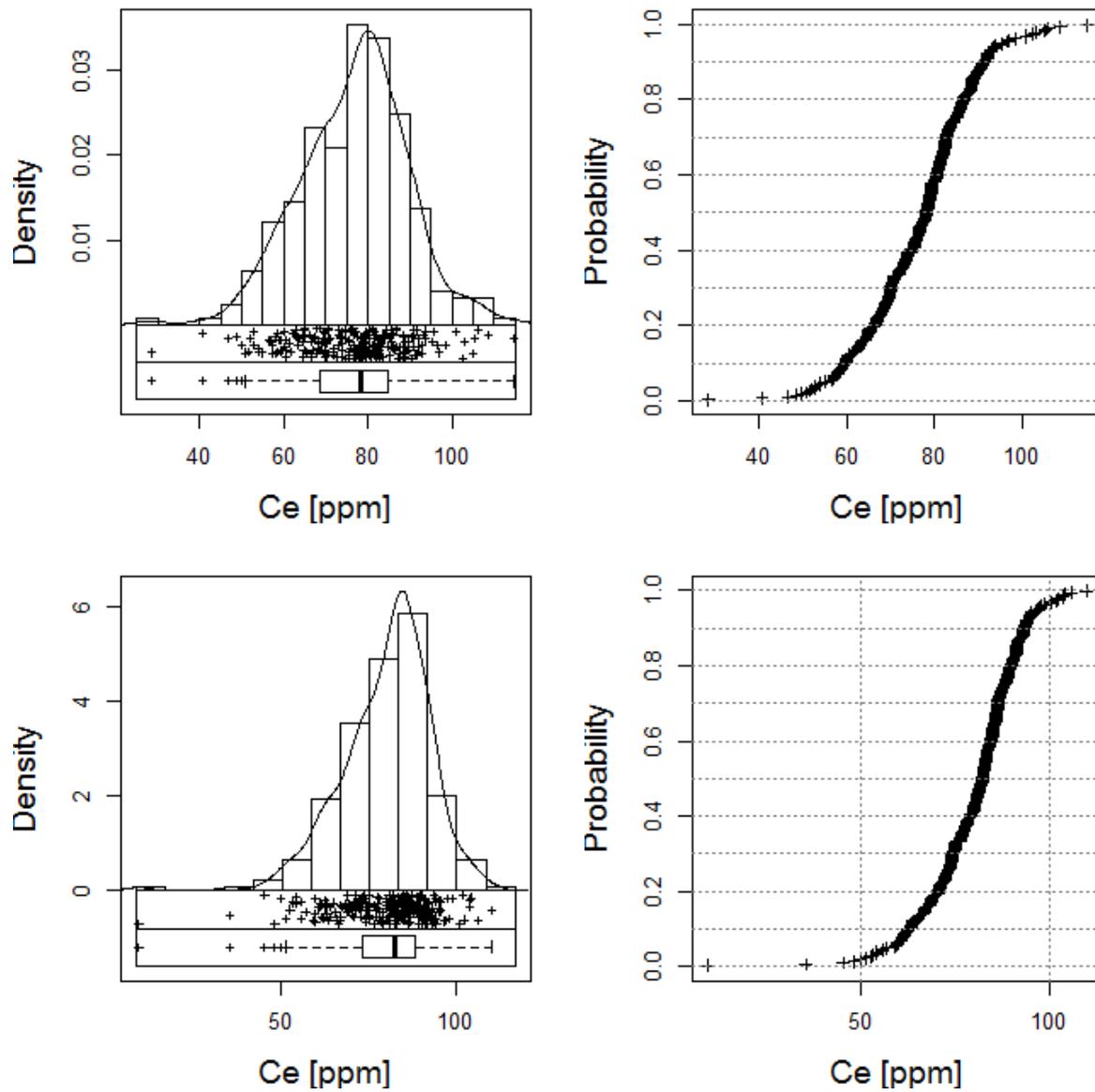


Abb. 45: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurenelementanalysen Ce [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

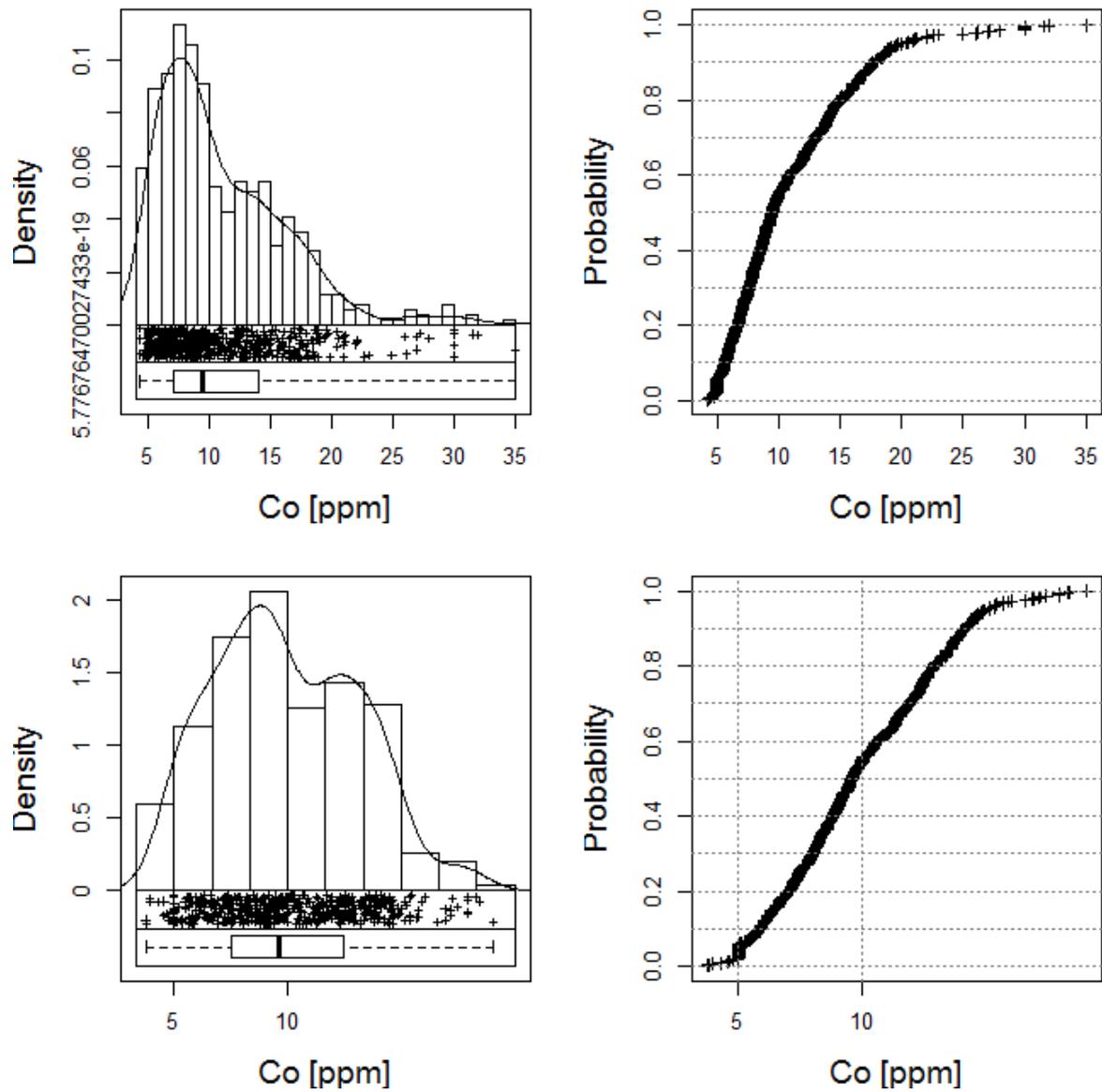


Abb. 46: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurenelementanalysen Co [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

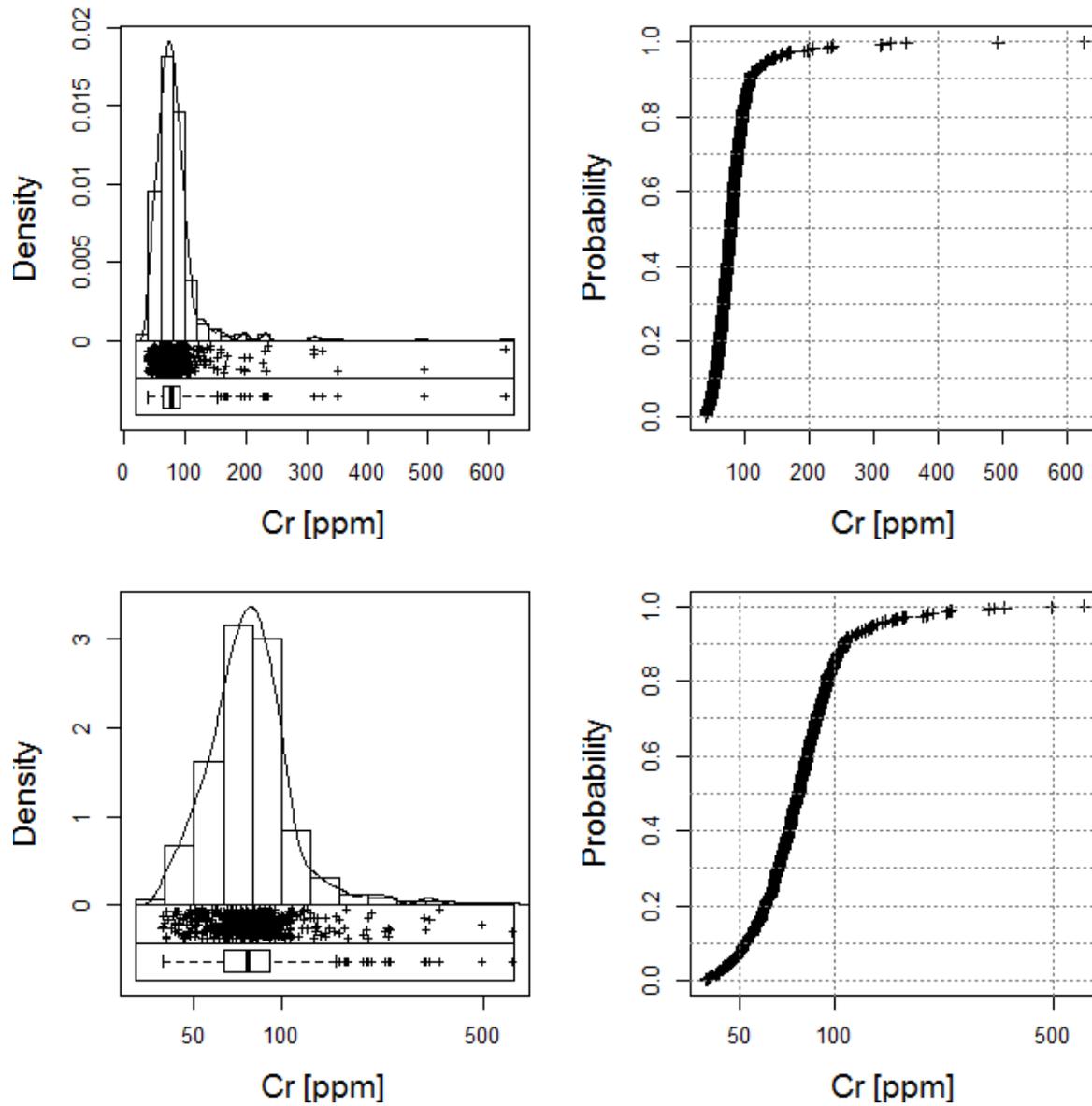


Abb. 47: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen Cr [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

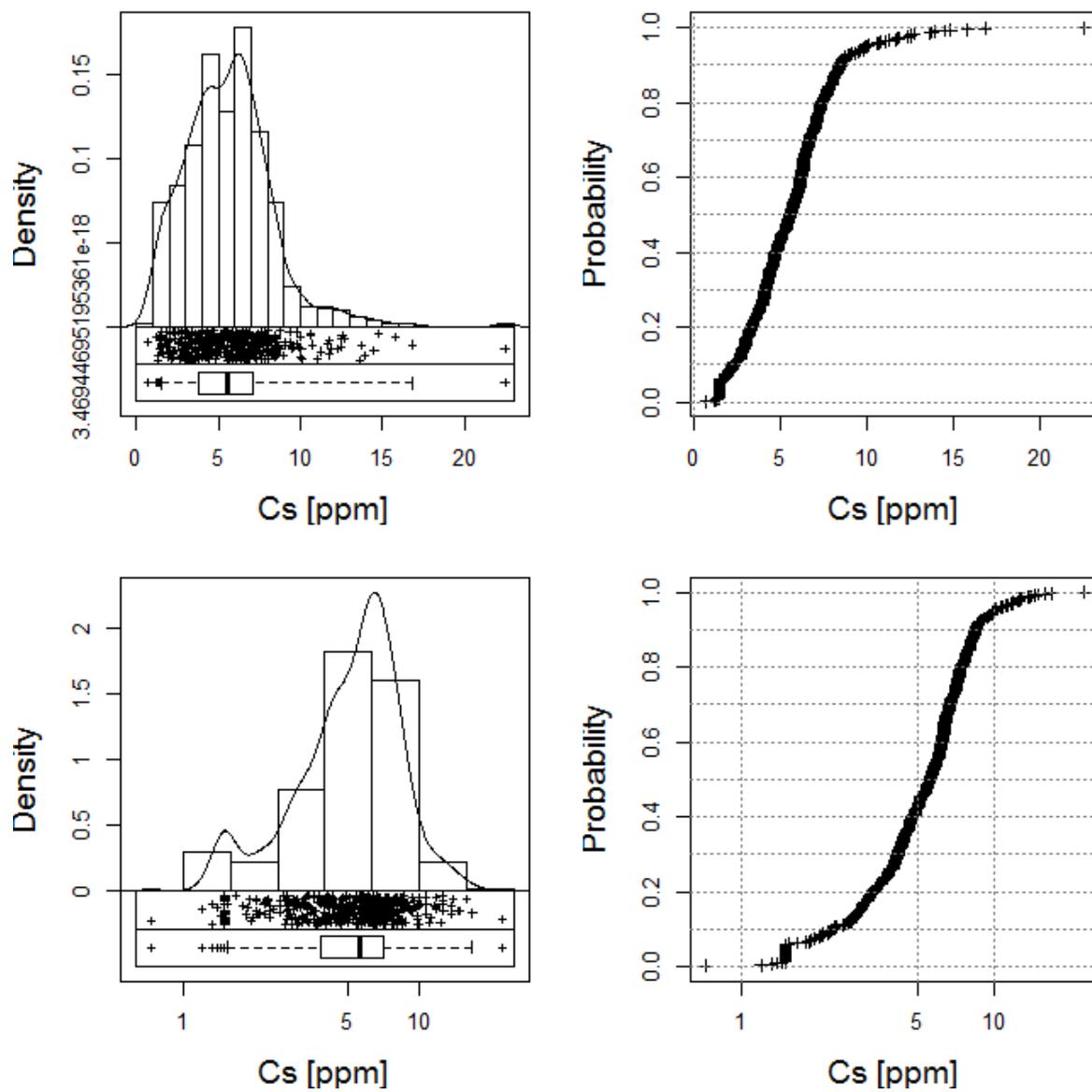


Abb. 48: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen Cs [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

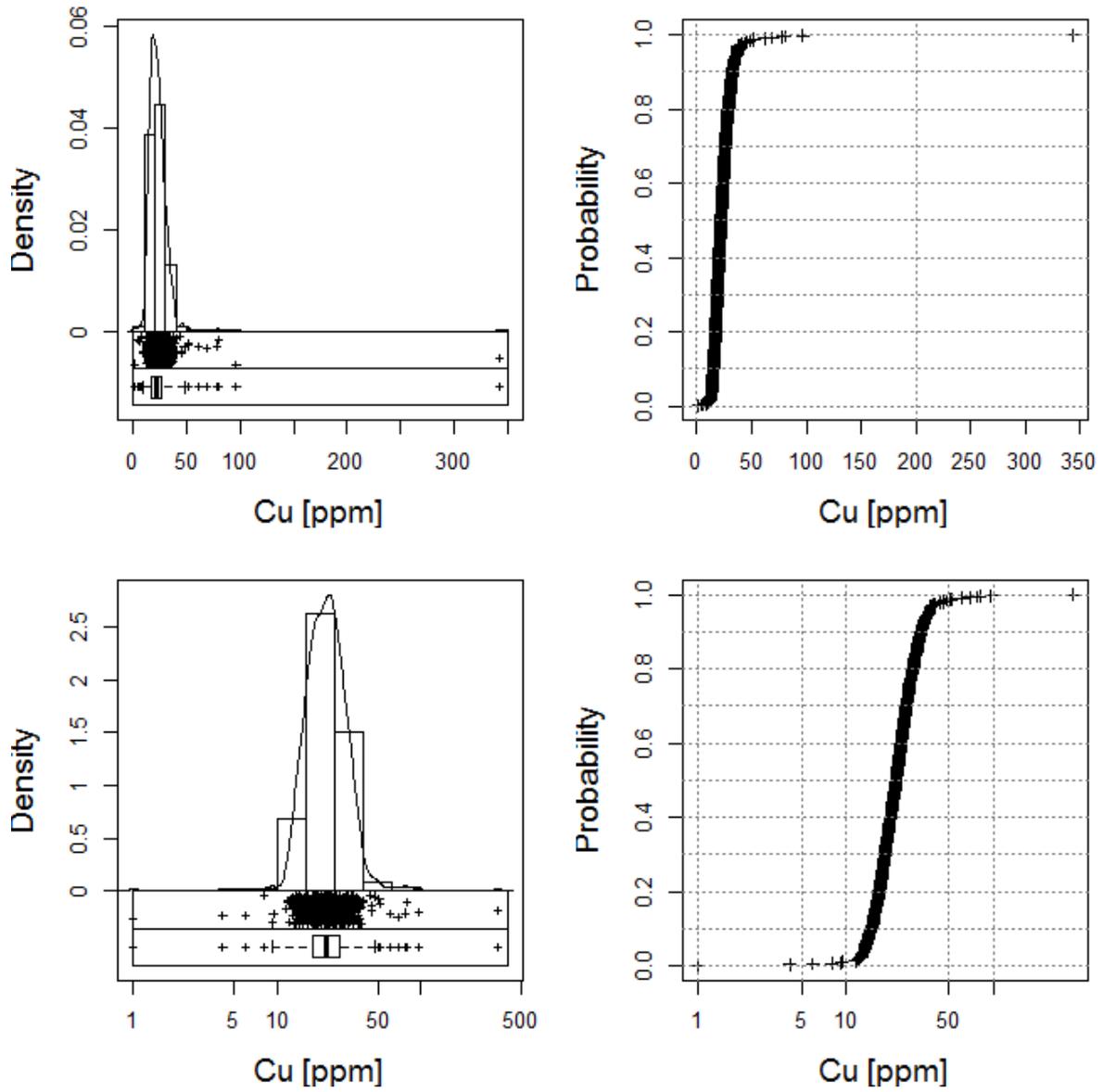


Abb. 49: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen Cu [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

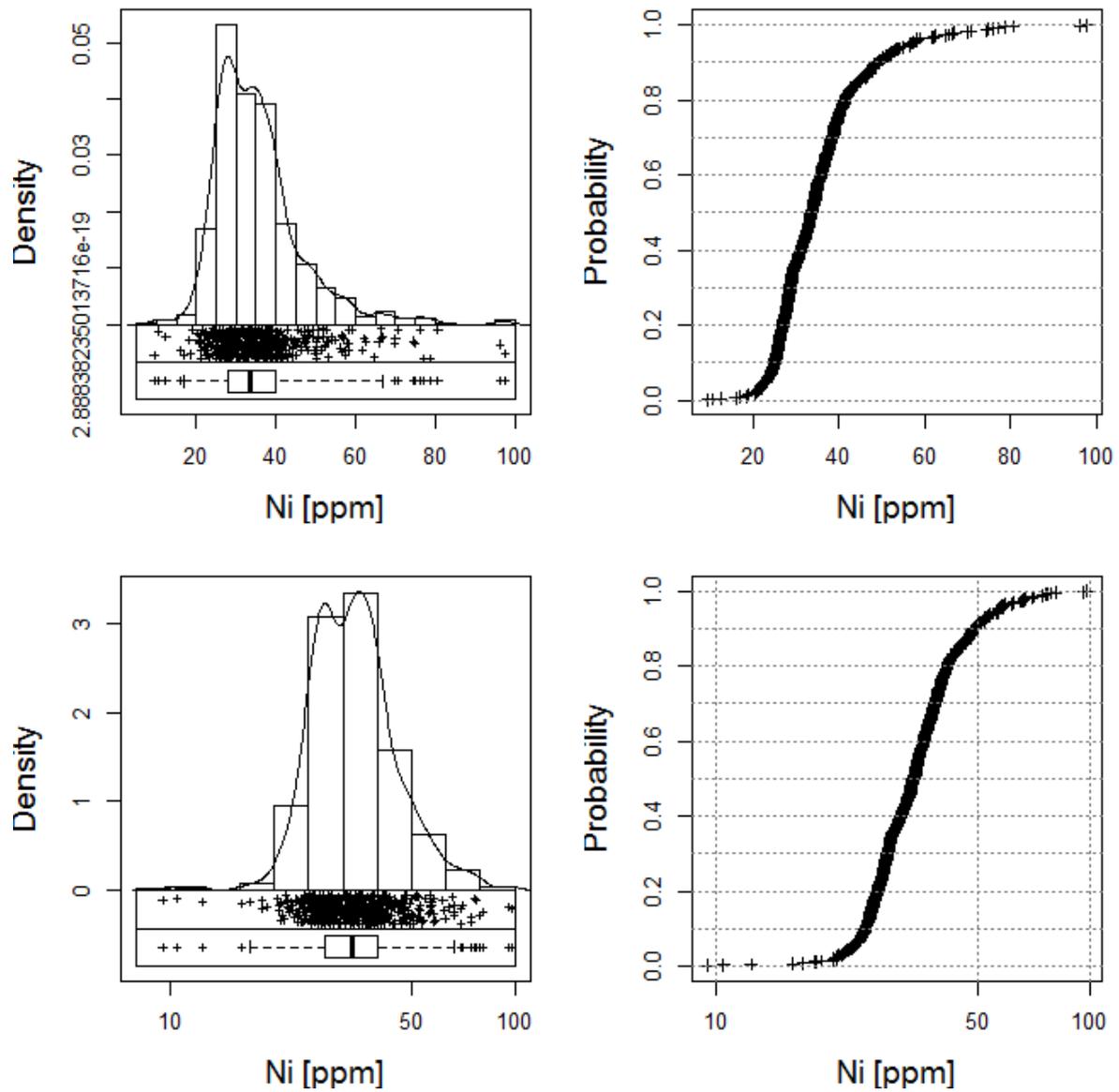


Abb. 50: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen Ni [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

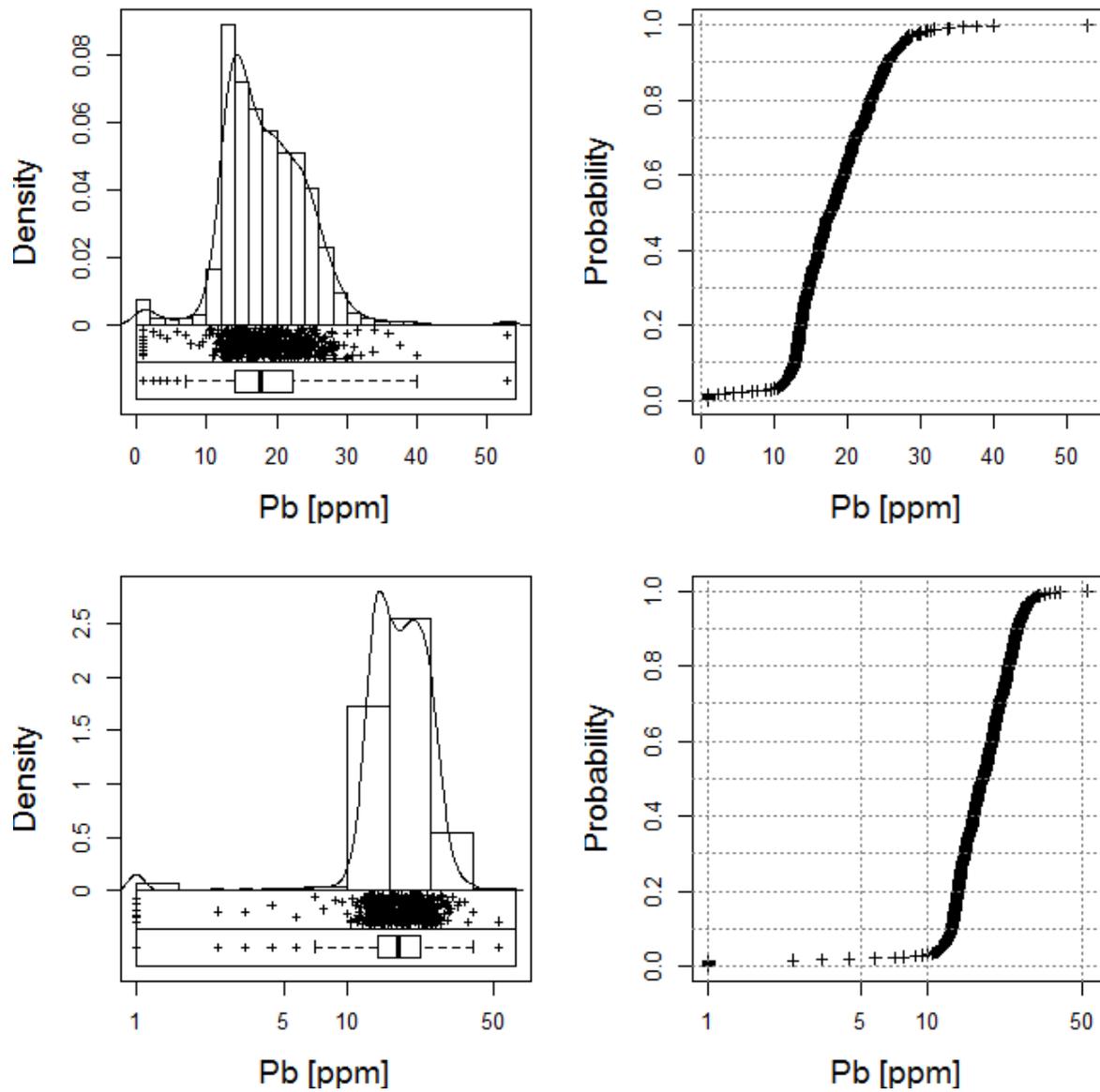


Abb. 51: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen Pb [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

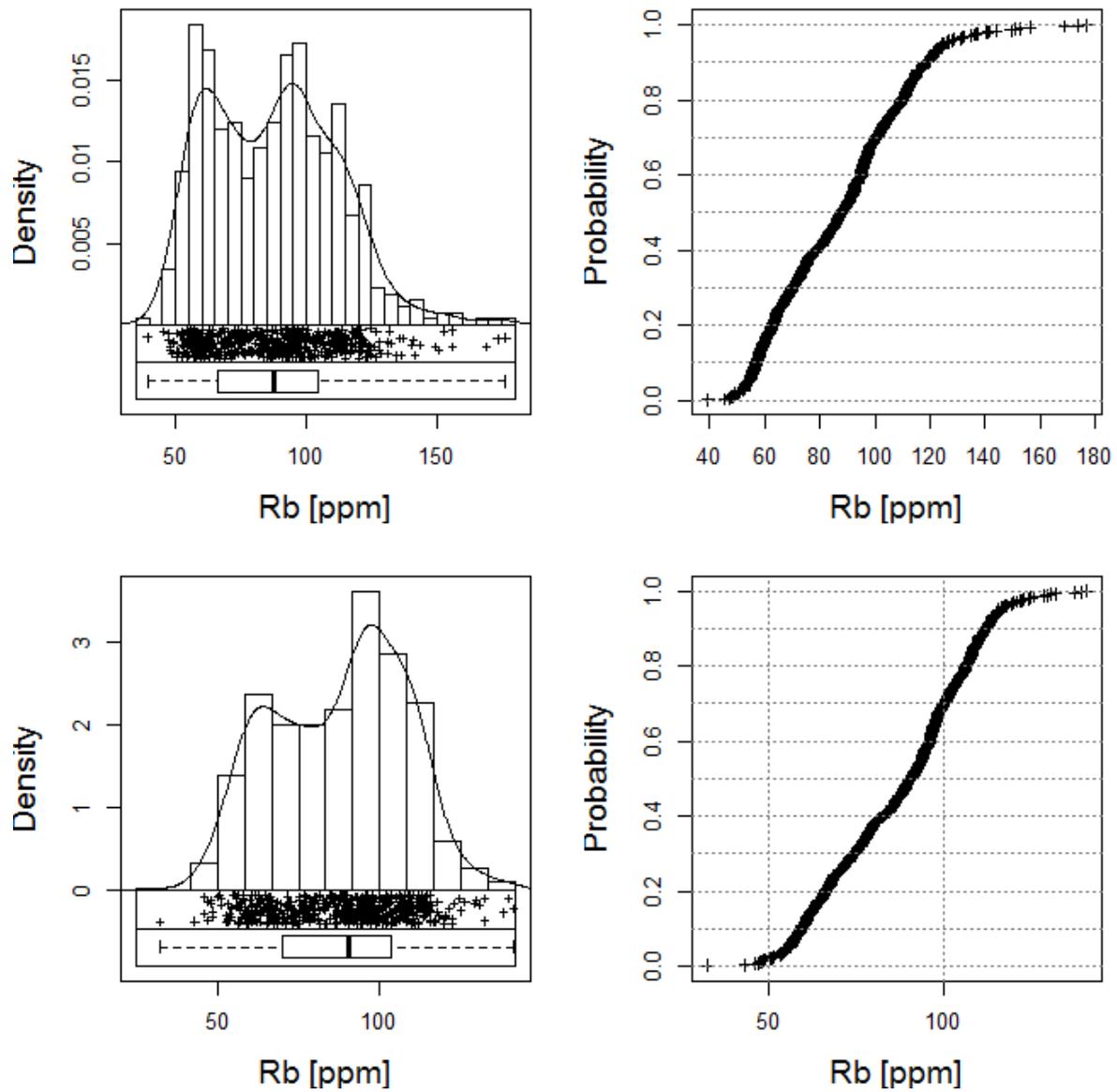


Abb. 52: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurenelementanalysen Rb [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

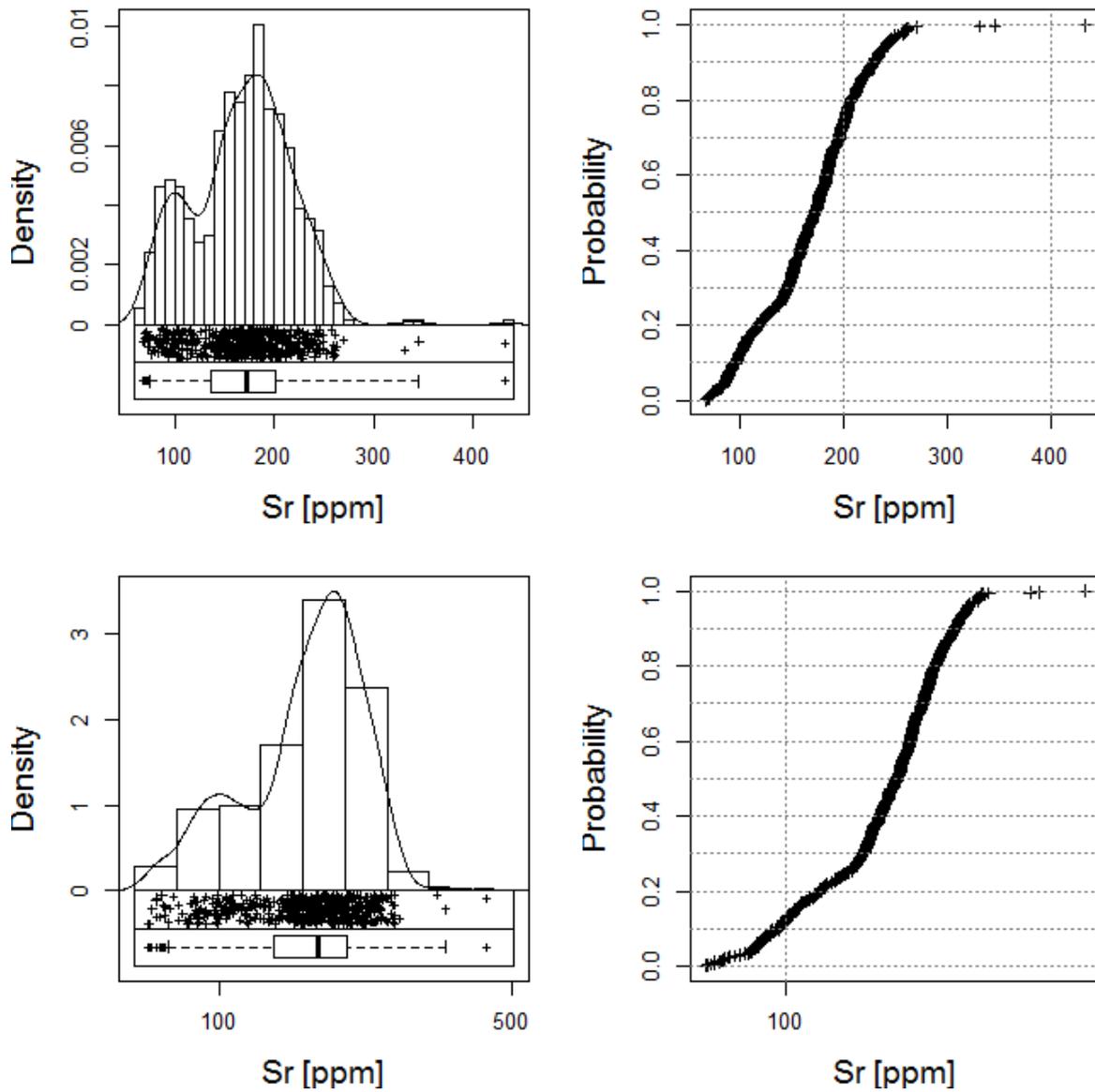


Abb. 53: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen Sr [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

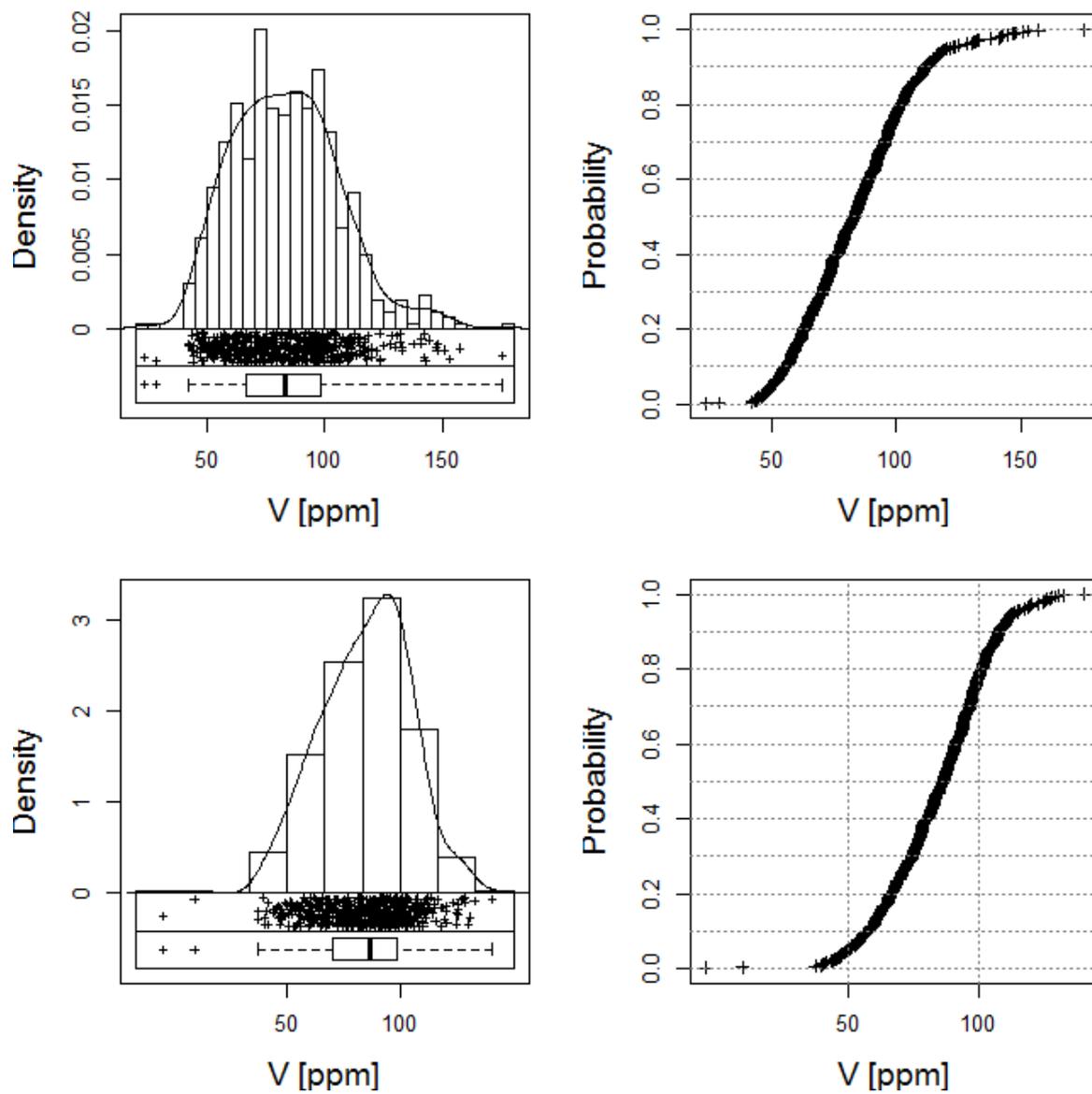


Abb. 54: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen V [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

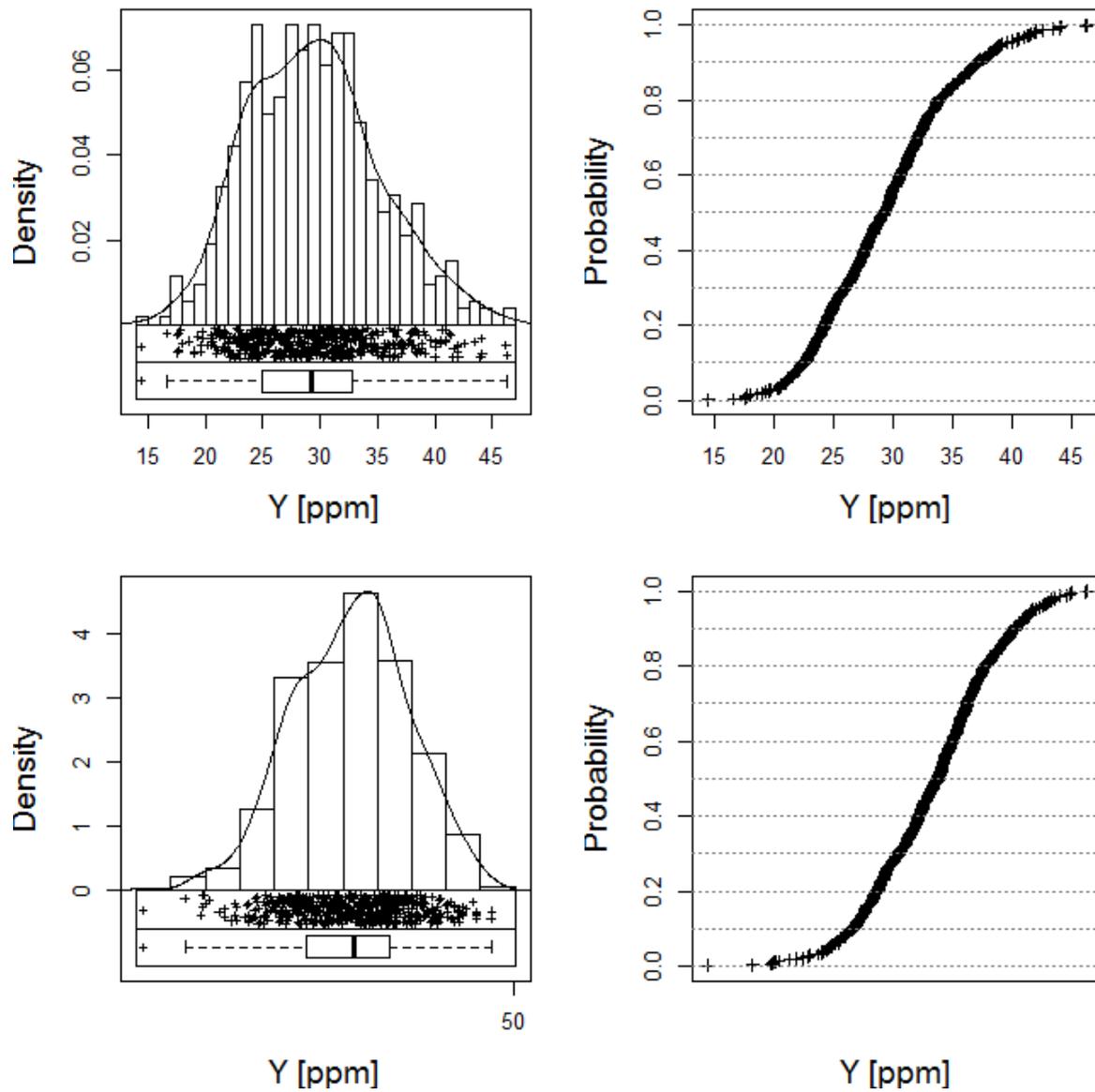


Abb. 55: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurenelementanalysen Y [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

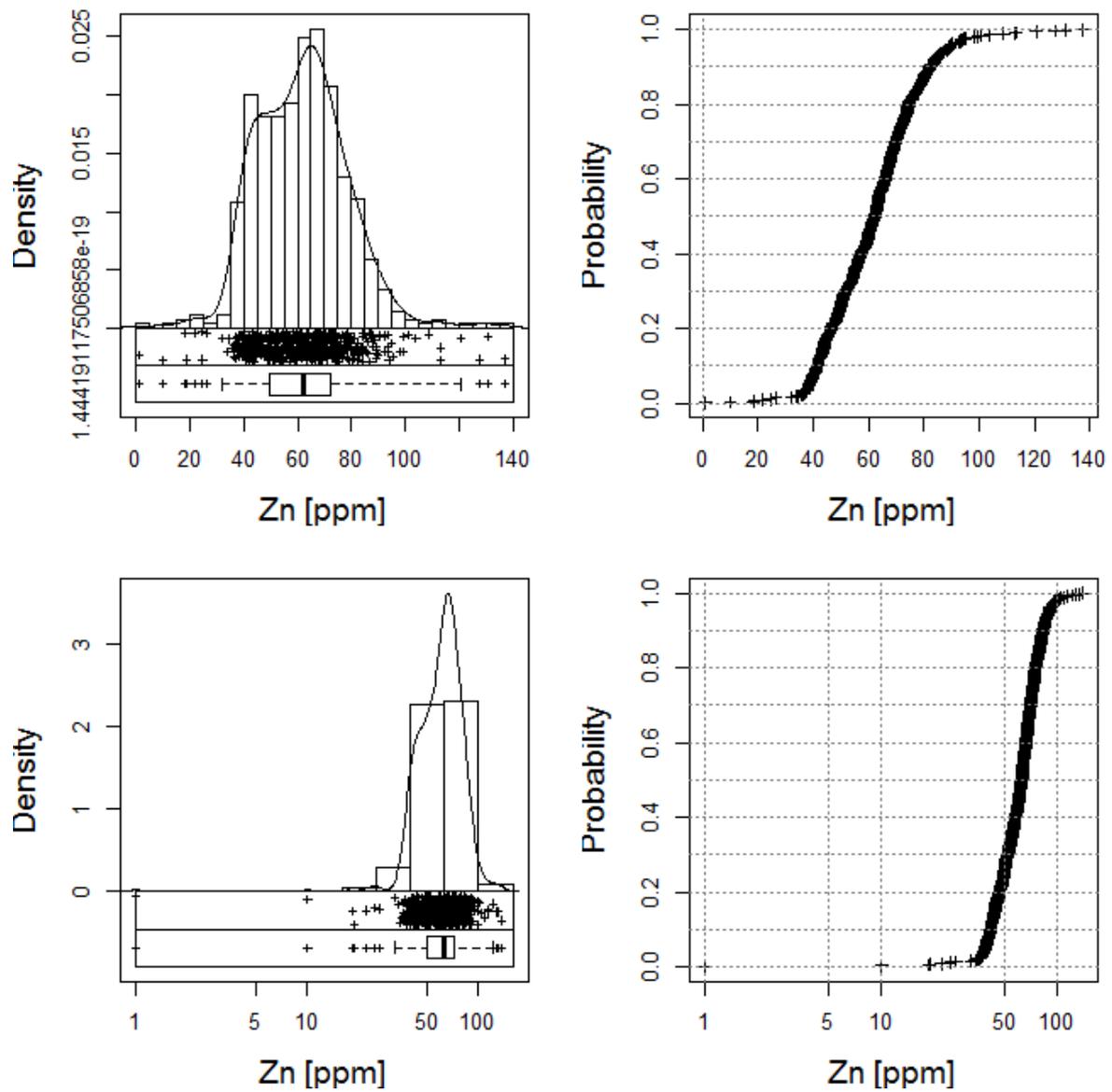


Abb. 56: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen Zn [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

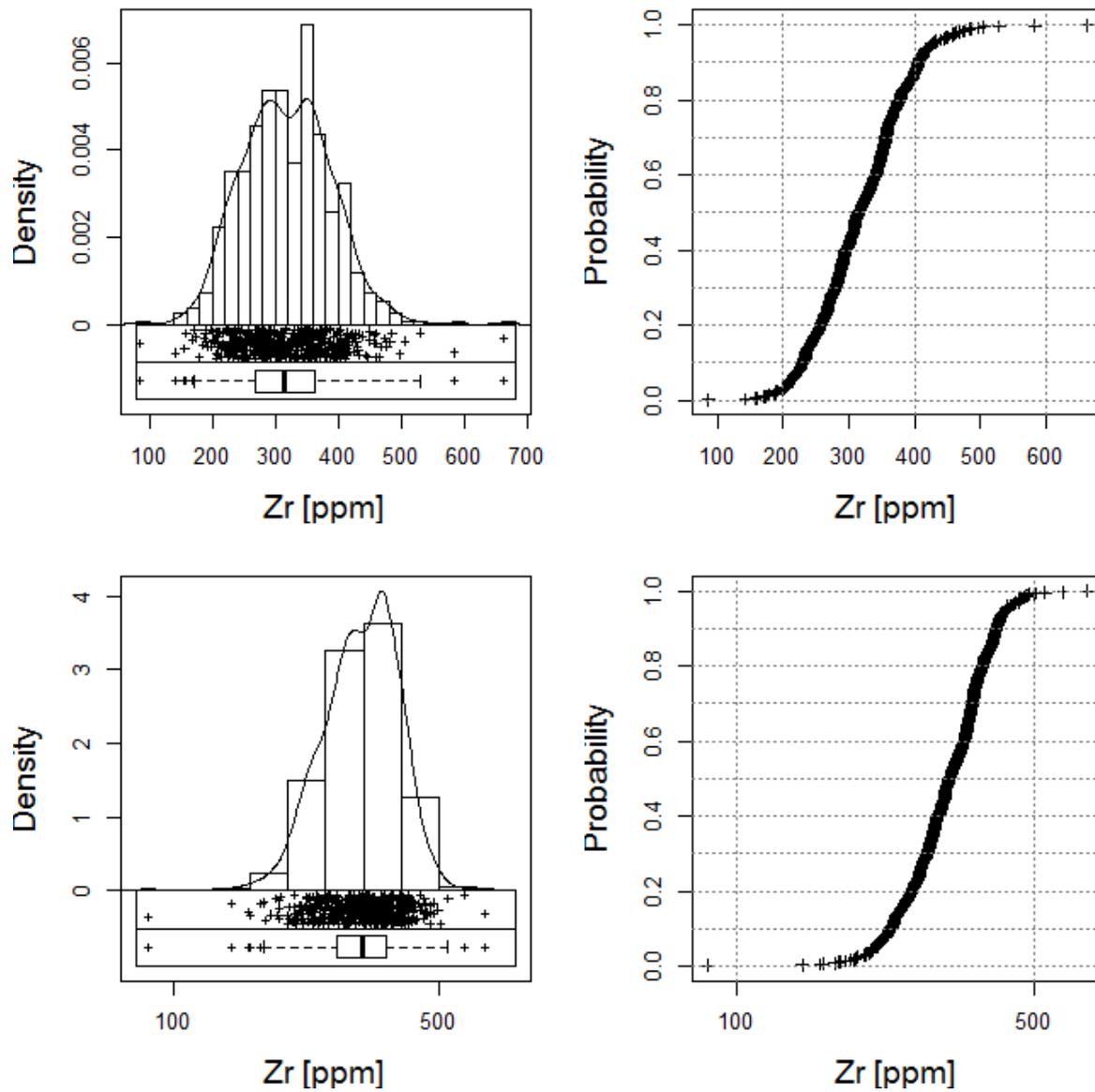


Abb. 57: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Spurelementanalysen Zr [ppm], x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

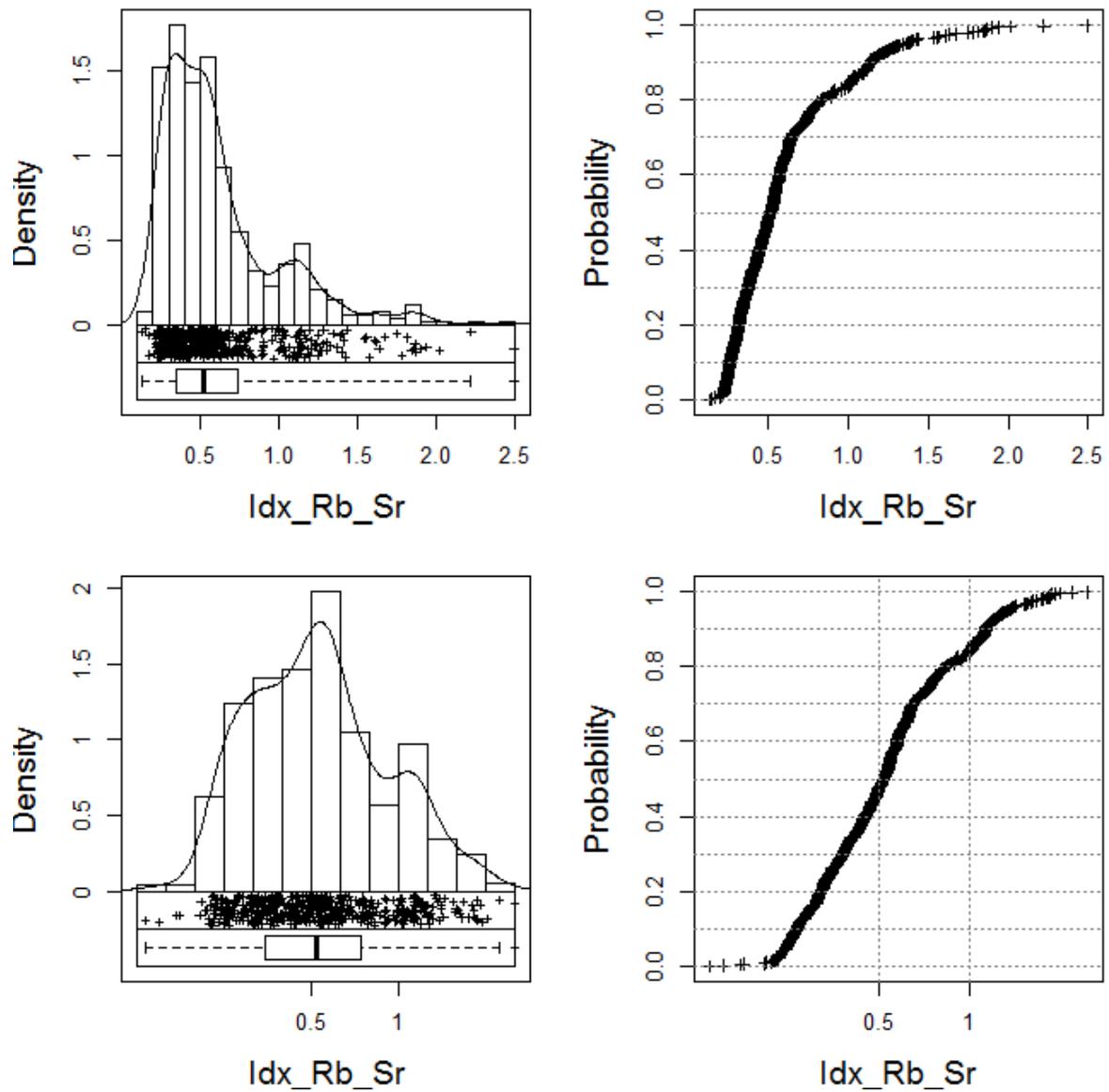


Abb. 58: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index Rb-Sr, x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

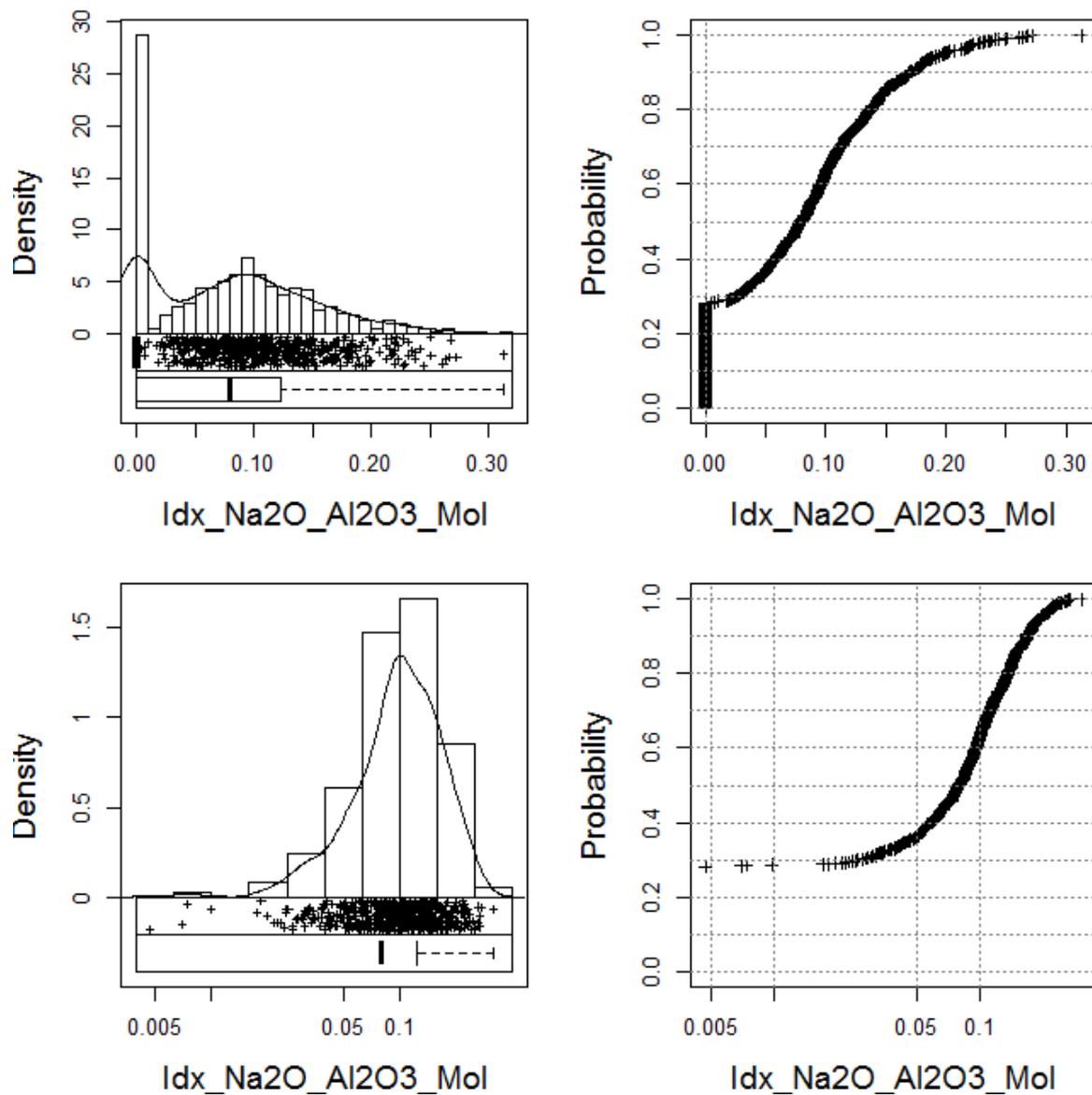


Abb. 59: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index $\text{Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3$, x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

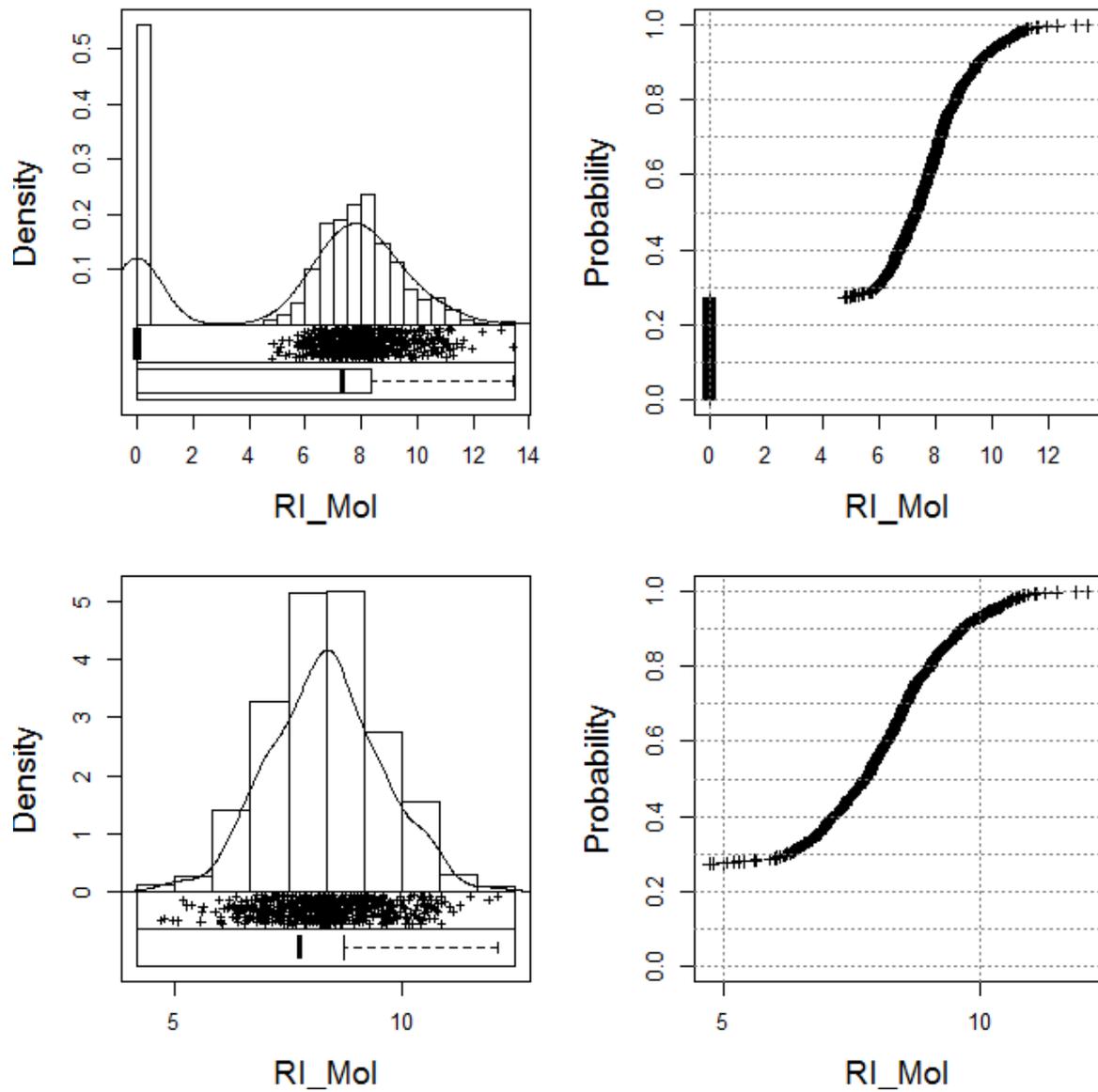


Abb. 60: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index R_i , x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

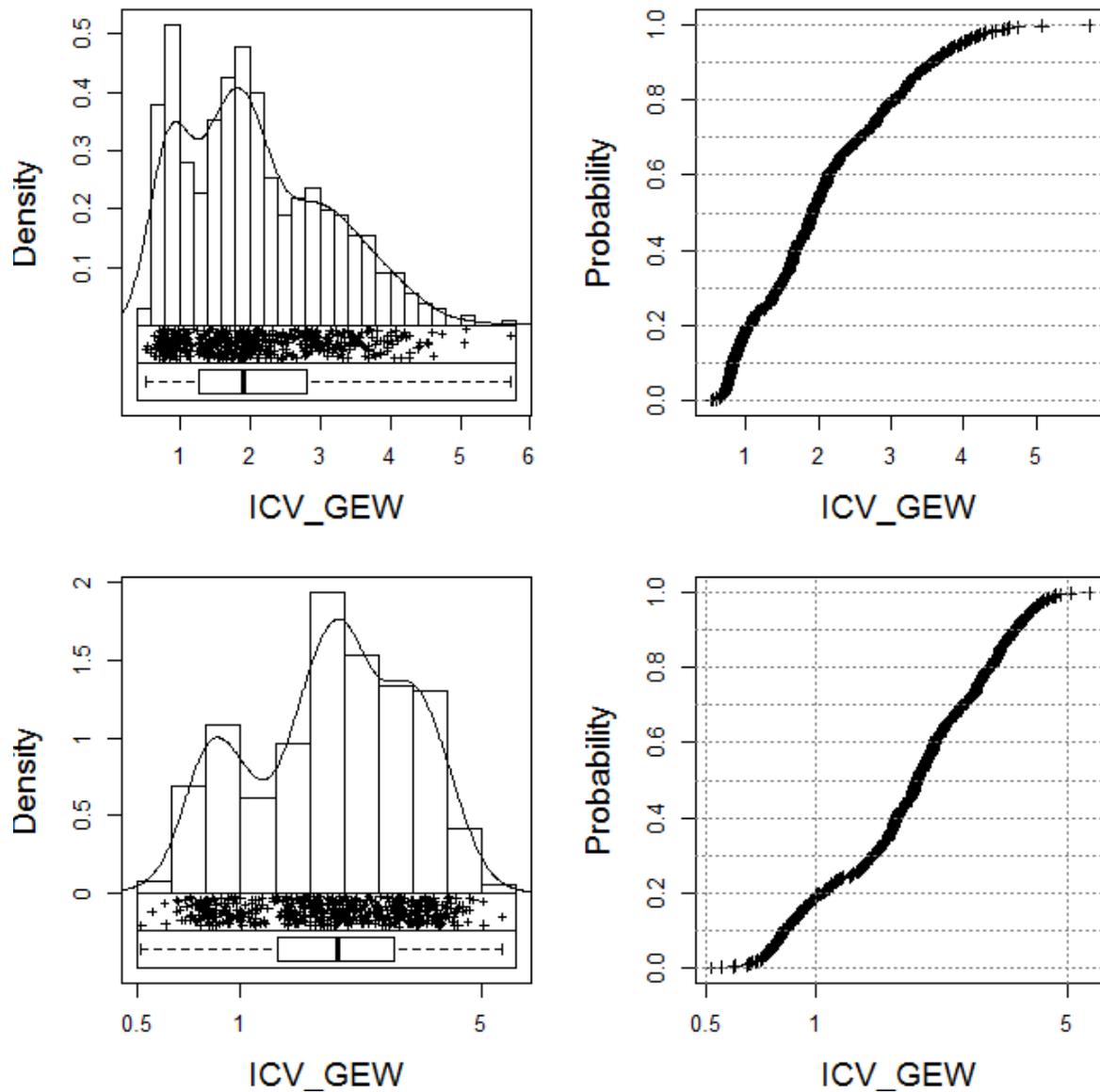


Abb. 61: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index ICV, x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

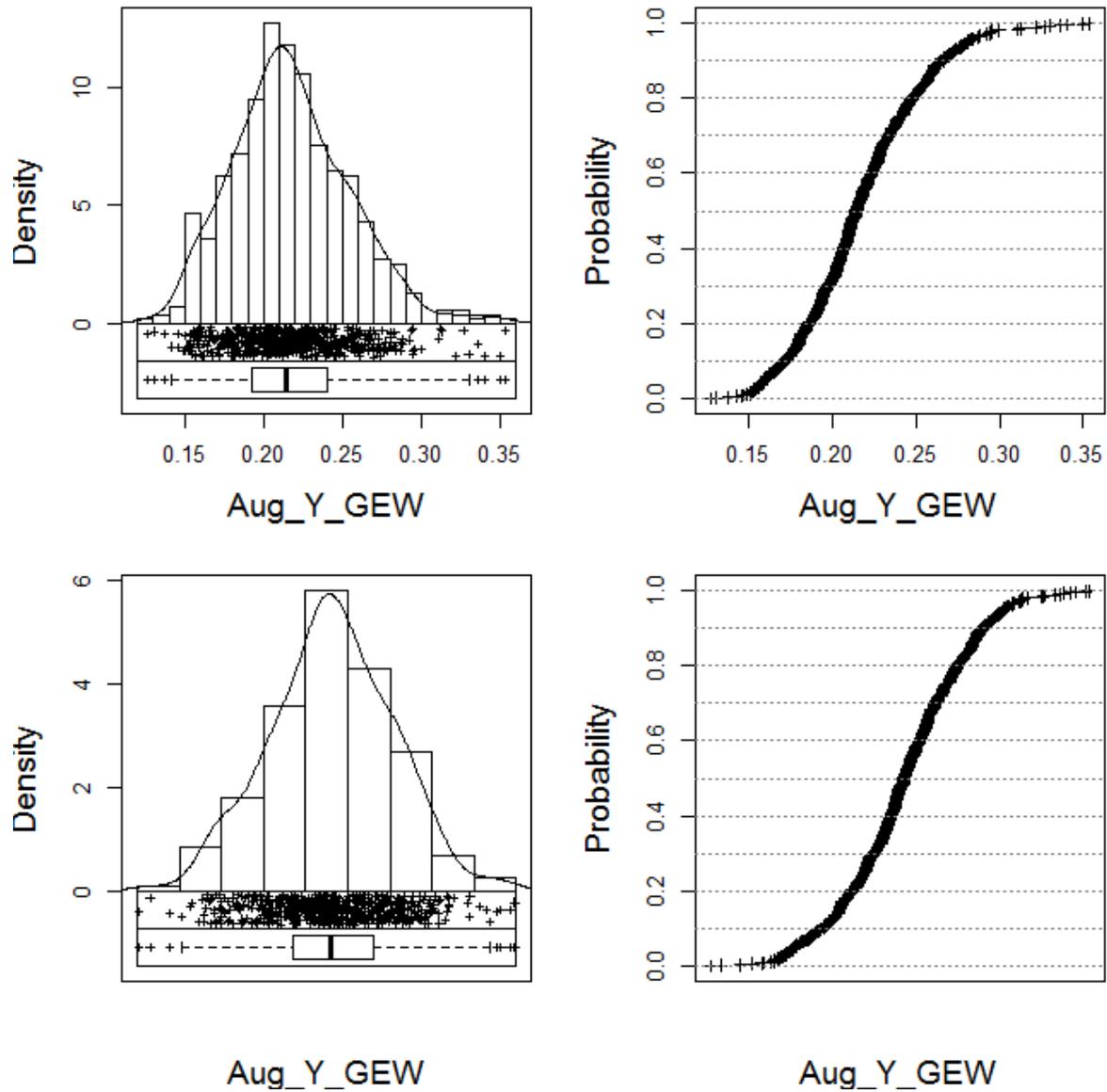


Abb. 62: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index Augustinik-Y-Achse, x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

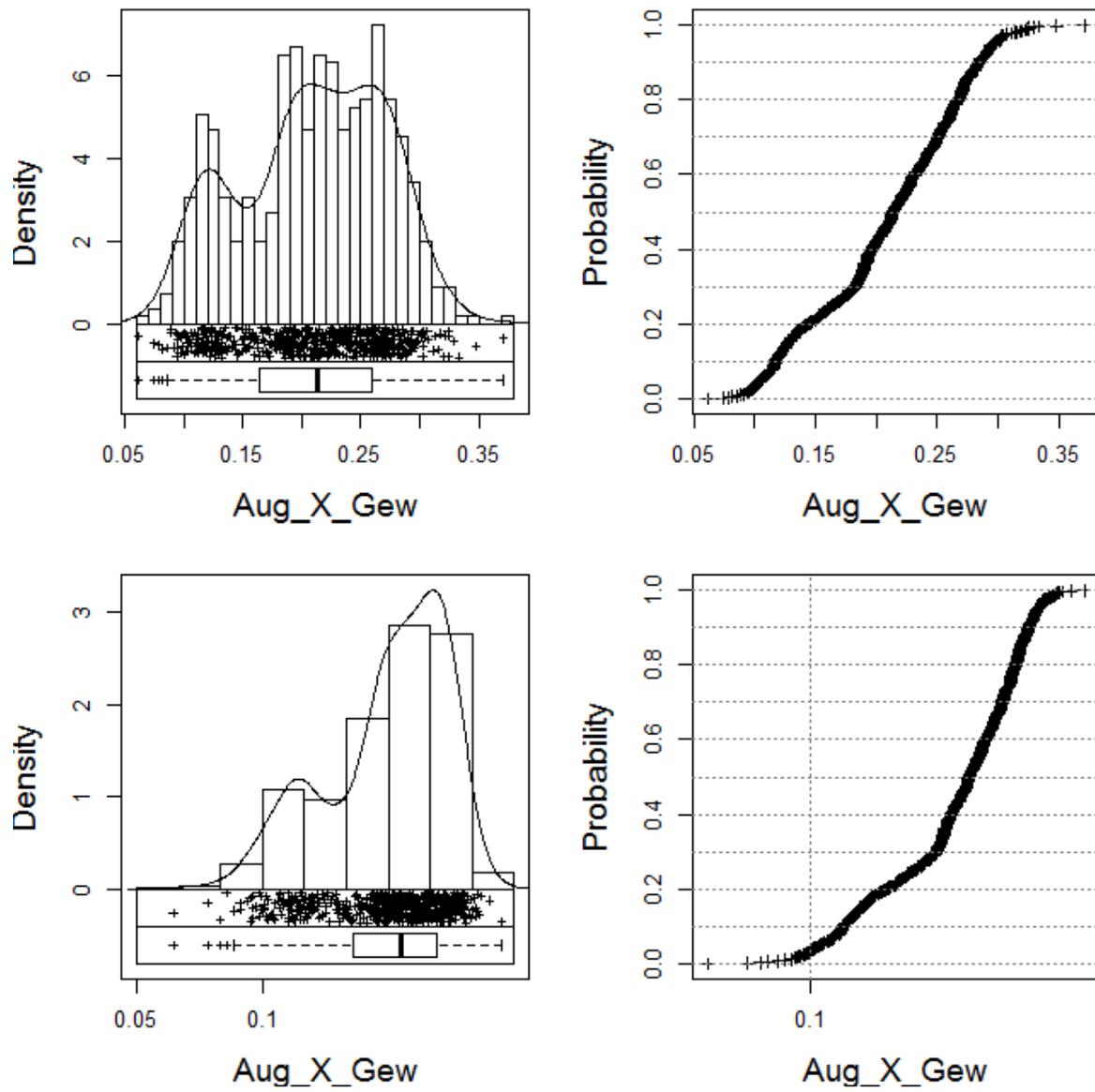


Abb. 63: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index Augustinik-X-Achse, x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

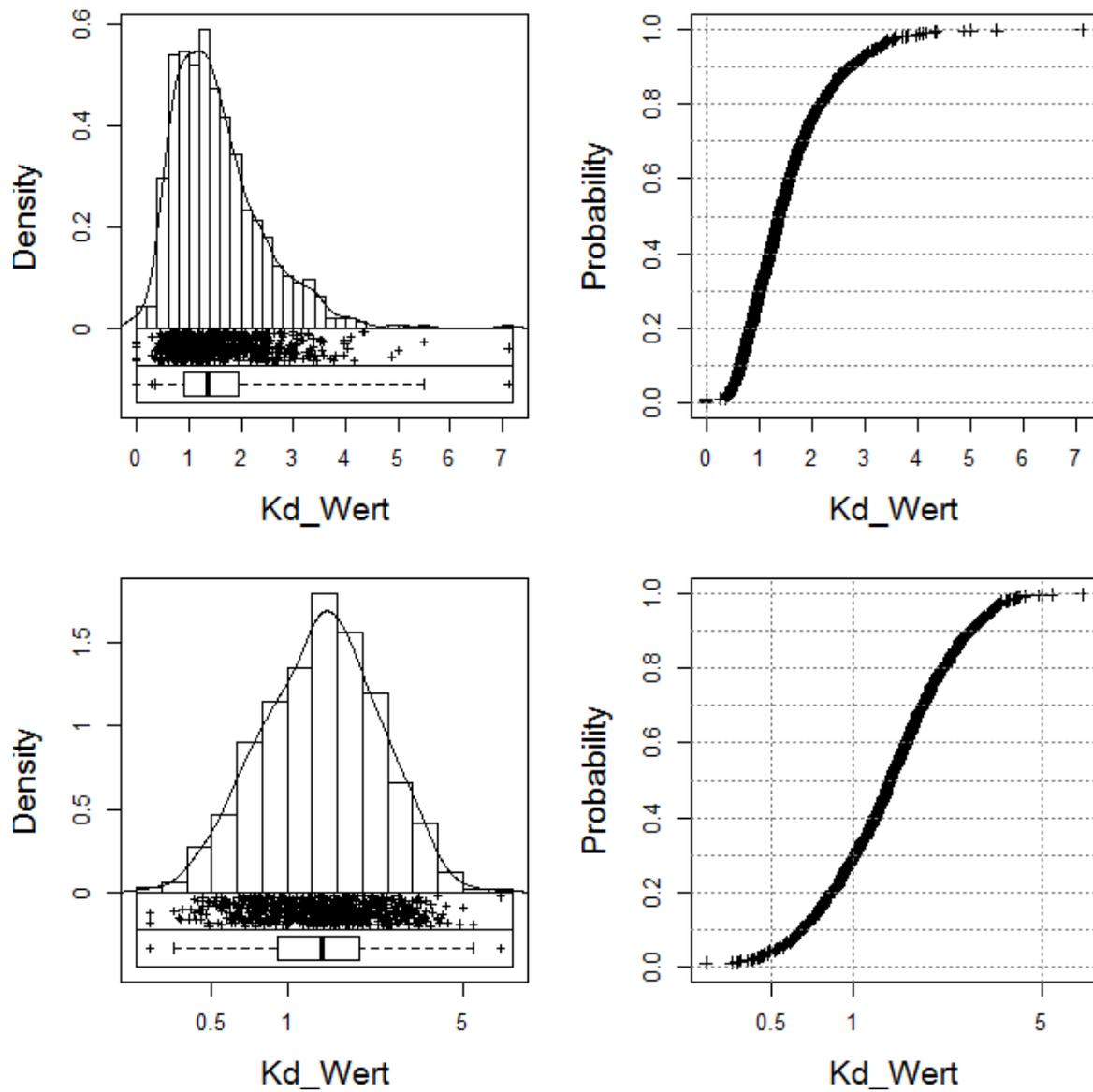


Abb. 64: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index K_d , x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

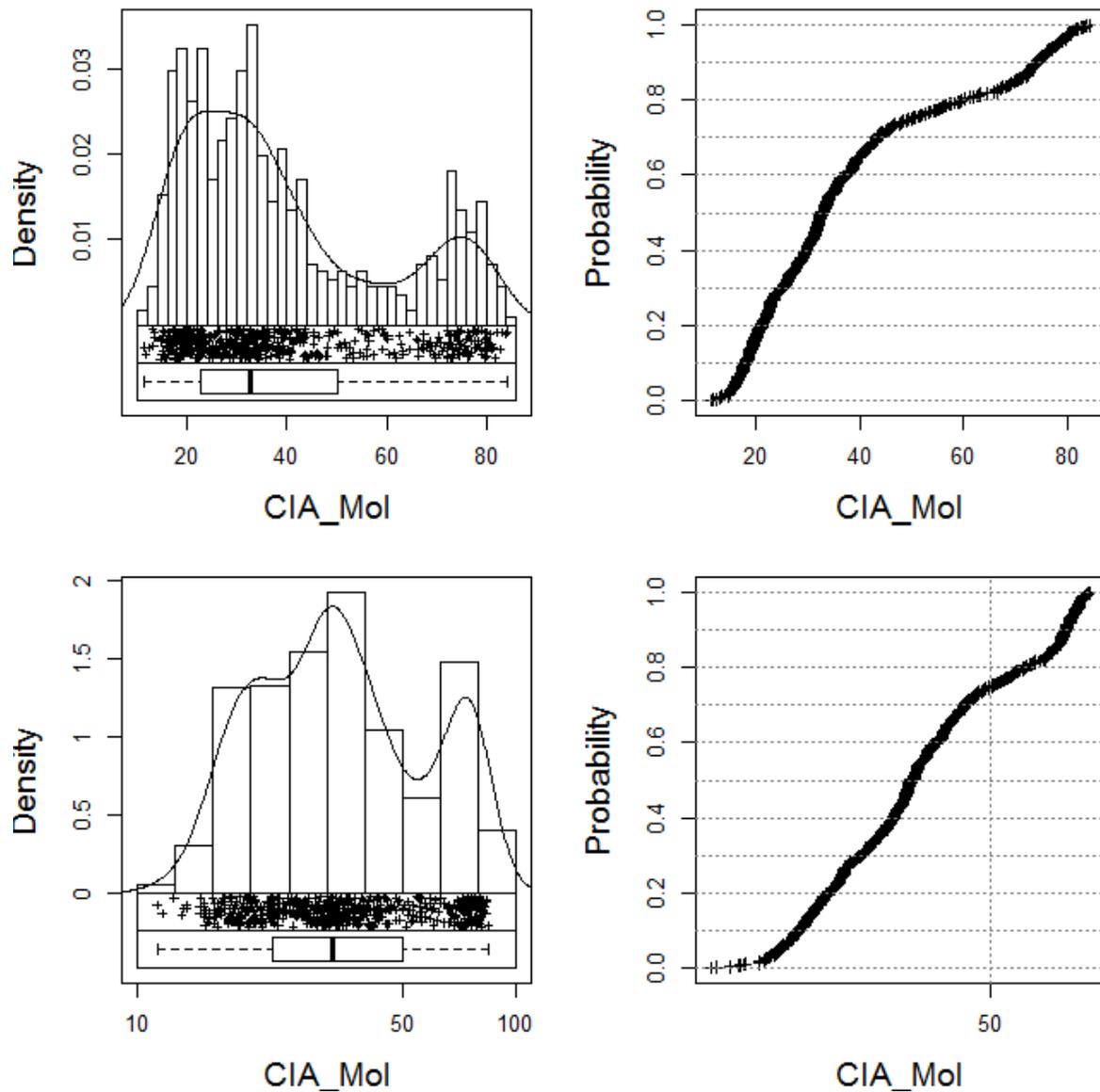


Abb. 65: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index CIA, x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

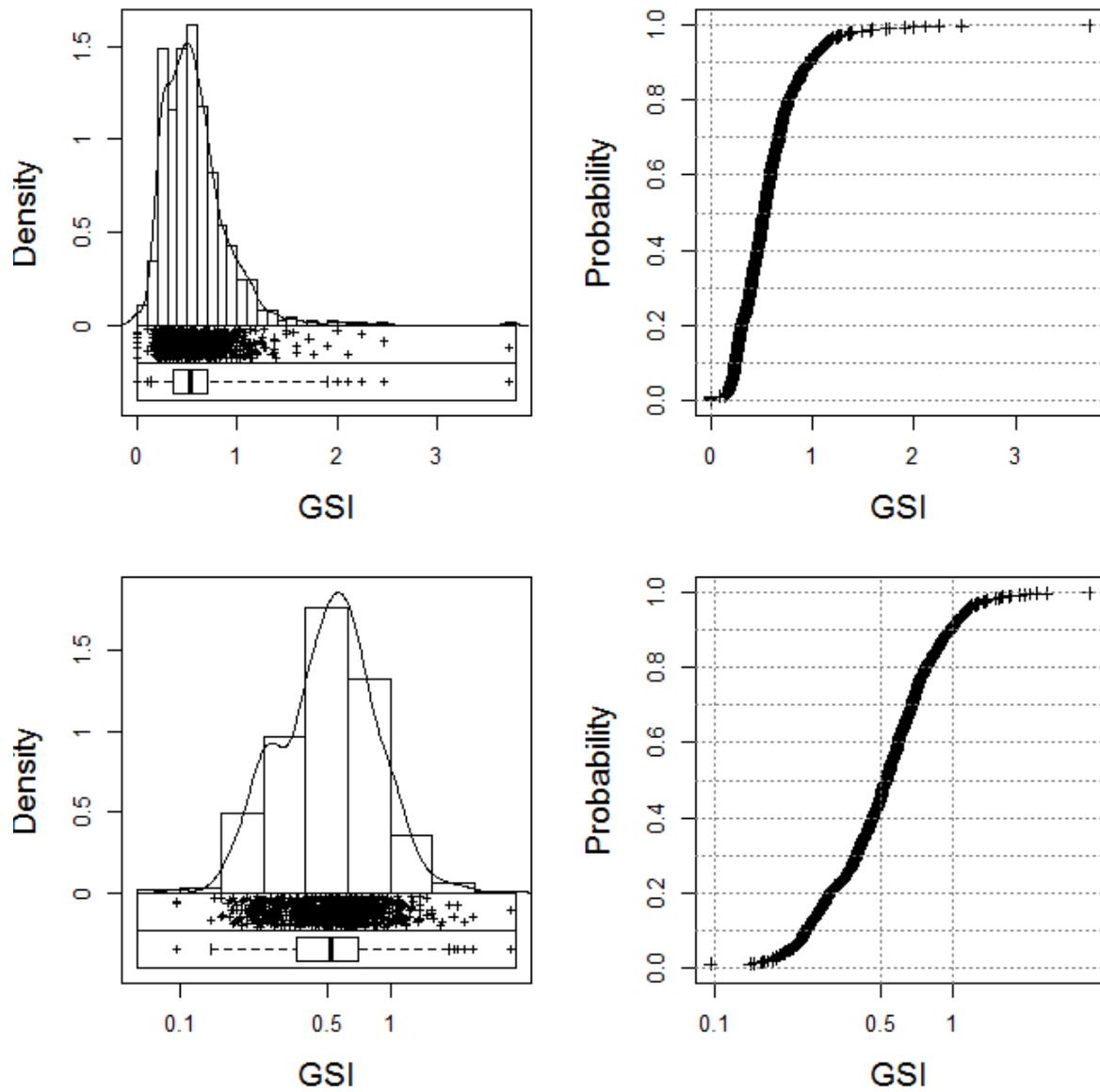


Abb. 66: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven für Index GSI, x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

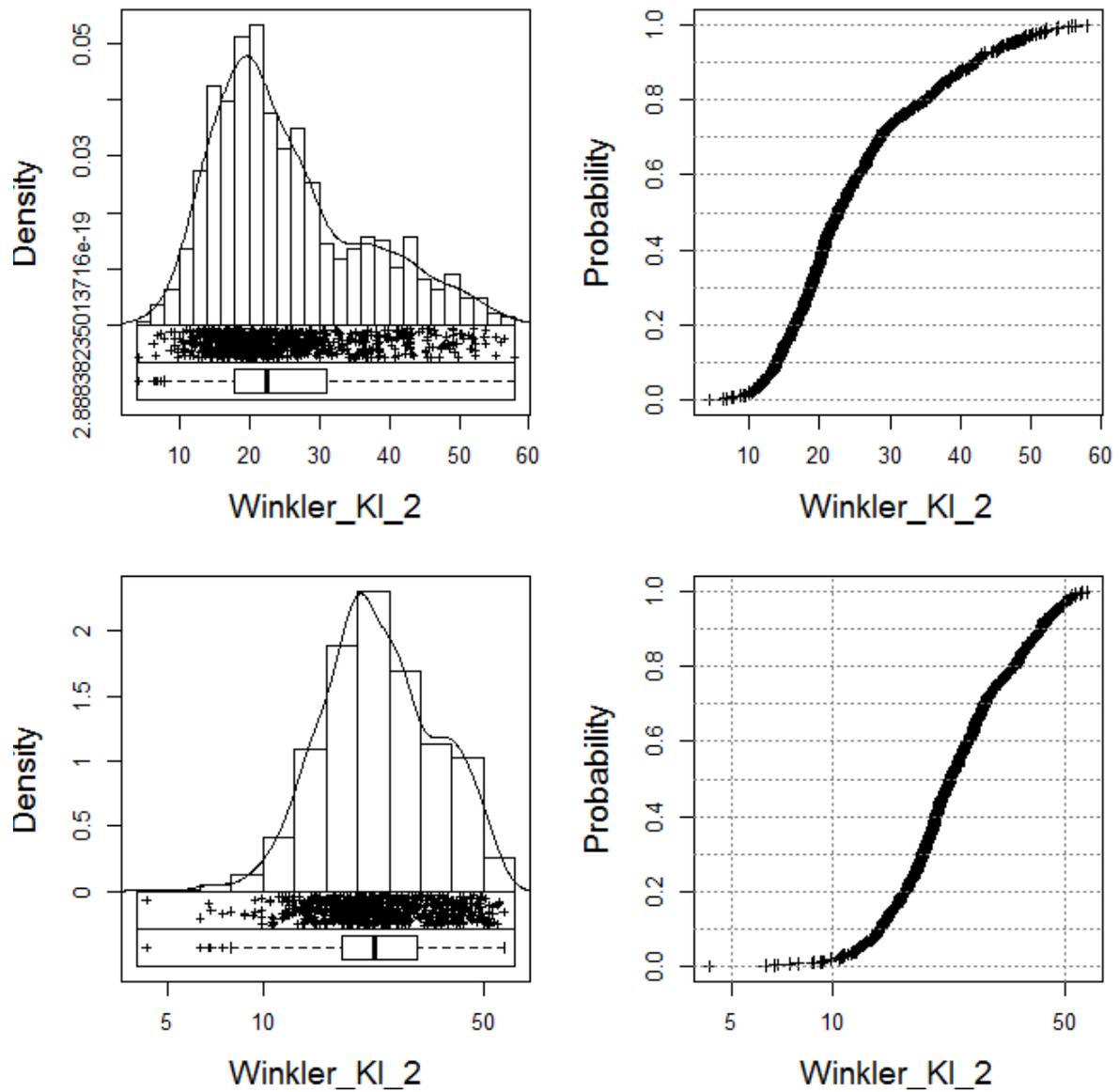


Abb. 67: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Korngrößenklasse $< 2 \mu\text{m}$ [%] für die Darstellung im Diagramm nach Winkler (1954), x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

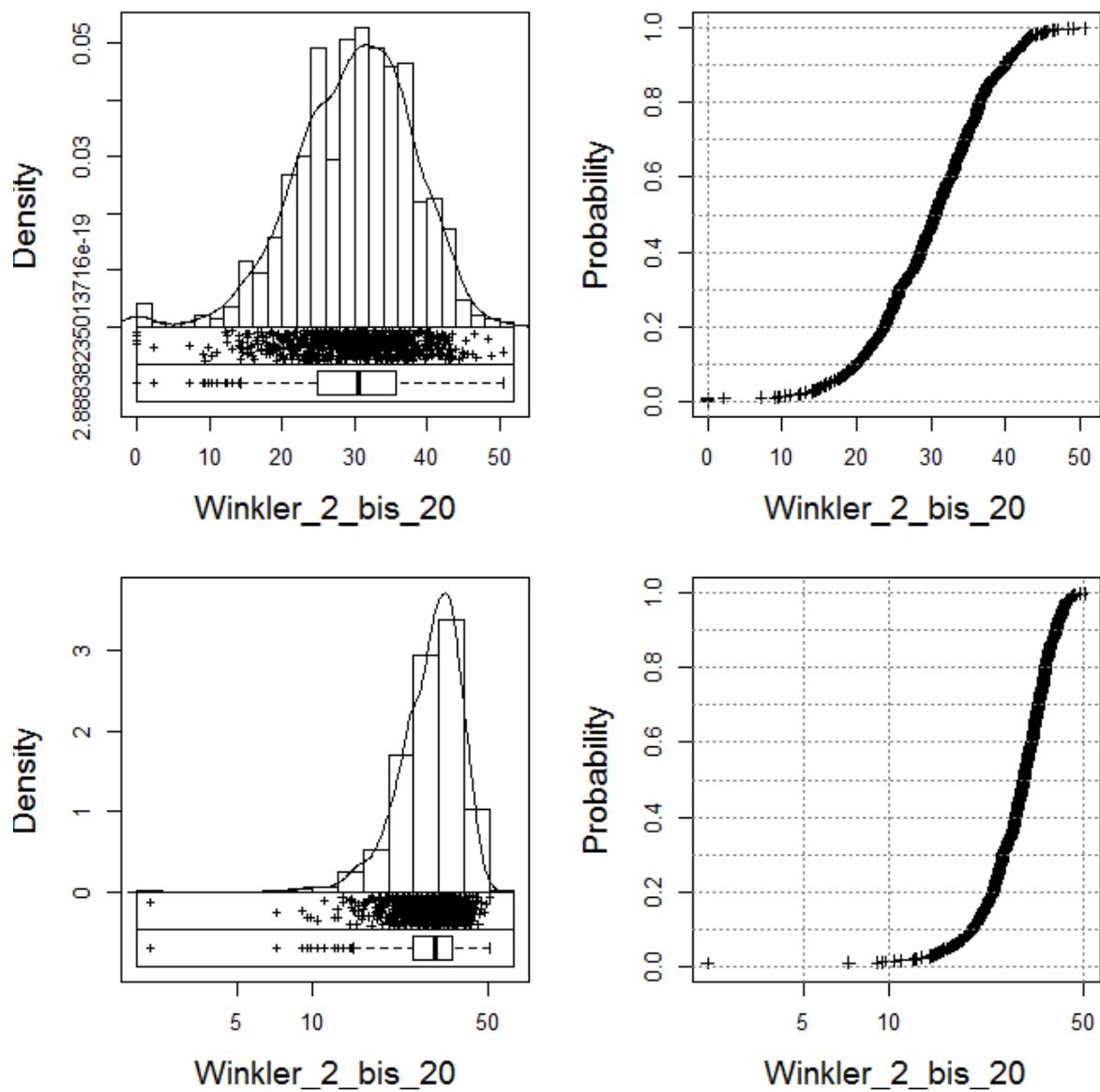


Abb. 68: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Korngrößenklasse 2 - 20 μm [%] für die Darstellung im Diagramm nach Winkler (1954), x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).

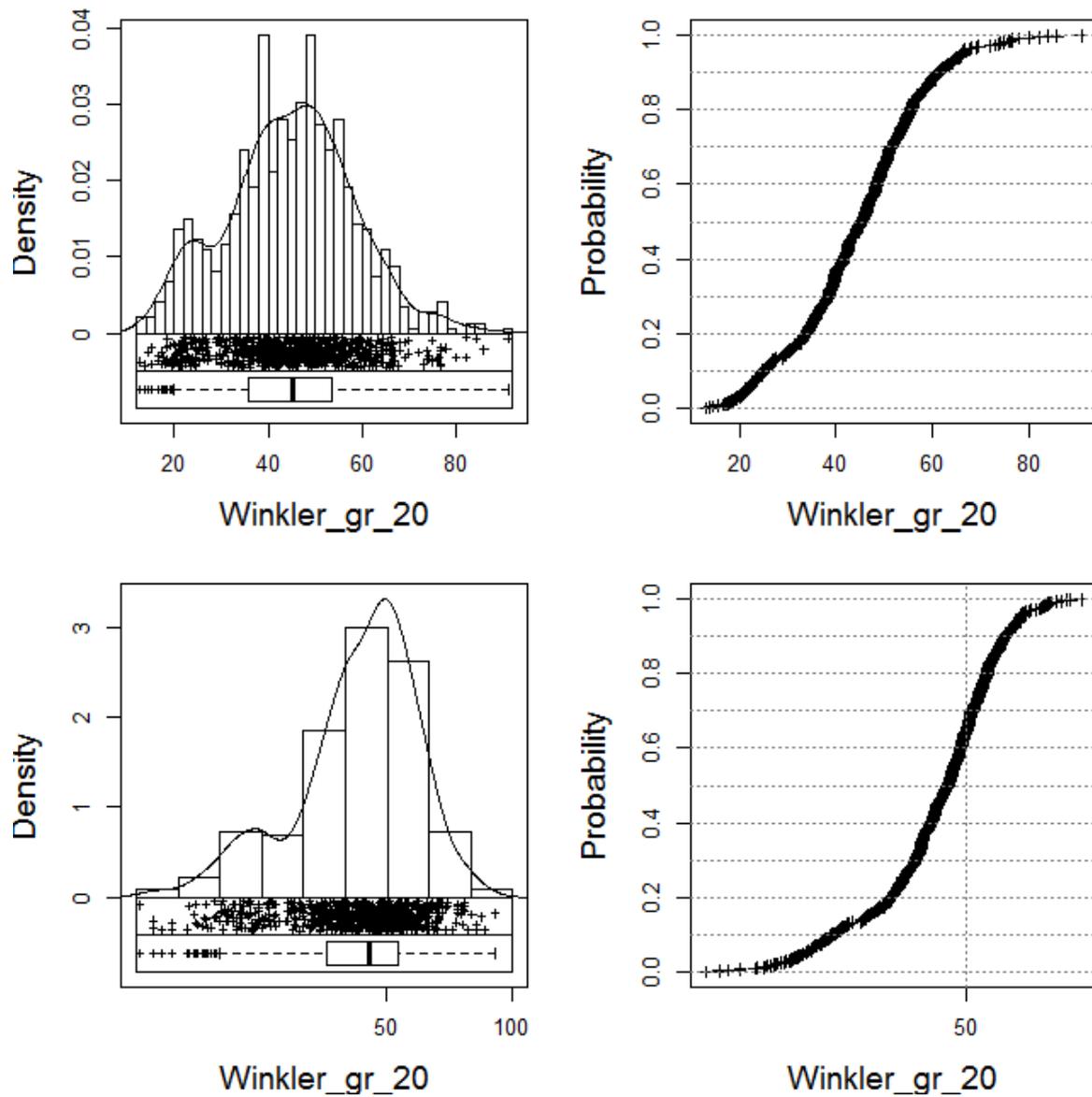


Abb. 69: Histogramme, Boxplots, Streudiagramme und Summenkurven der Korngrößenklasse $> 20 \mu\text{m}$ [%] für die Darstellung im Diagramm nach Winkler (1954), x-Achse linear skaliert (oben), x-Achse logarithmisch skaliert (unten).



Integrative Auswertung sedimentologischer,
mineralogischer und ge-steinschemischer Analysen mit
statistischen Methoden und Geographischen
Informationssystemen zur Charakterisierung der
Eigenschaften der österreichischen Vorkommen der
Lössle und Lösslehme zum Zwecke der
Baurohstoffvorsorge

Baurohstoffvorsorge

Lössle und Lösslehme

Anhang 3

Statistische Auswertung der LOESS Daten

Im Rahmen der GBA-Forschungspartnerschaften:

Grundlagenorientierte Mineralrohstoffforschung

Wien, 30.6.2019

Statistische Auswertung der LOESS Daten

Univ.Prof. Dr. Peter Filzmoser, Dr. Mehmet Can Mert

CSTAT
Institut für Stochastik und Wirtschaftsmathematik
TU Wien
15.03.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	2
2	Statistische Auswertungen	3
2.1	Methodik	3
2.2	Deskriptive und explorative Auswertungen	4
2.2.1	Korngröße	4
2.2.2	Korngröße - feinere Klassen	13
2.2.3	Gesamtmineralogie	19
2.2.4	Tonminerlogie	25
2.2.5	Hauptelemente	31
2.2.6	Spurenelemente	37
2.3	Regionale Auswertungen der Korngröße, Gesamtmineralogie, Haupt- und Spurenelemente	43
2.3.1	Korngröße	43
2.3.2	Gesamtmineralogie	47
2.3.3	Tonmineralogie	52
2.3.4	Hauptelemente	57
2.3.5	Spurenelemente	71
2.4	Regressionsanalyse	84
2.4.1	Korngröße	84
2.4.2	Gesamtmineralogie	86
2.4.3	Gesamtmineralogie & Korngröße	88
2.4.4	Tonmineralogie	90
2.4.5	Hauptelemente	91
2.5	Zusammenfassung	92

Kapitel 1

Einführung

Lösse und Lösslehme sind wichtige Baurohstoffe, die in der österreichischen Ziegelindustrie seit Jahrhunderten in Verwendung stehen. Um den gestiegenen Qualitätsanforderungen in der modernen Ziegelindustrie einerseits und in den neuen Einsatzfeldern im Lehm- und Ziegelausbau andererseits gerecht zu werden, wird das Wissen um die Eigenschaften und die Vorkommen bzw. die Verfügbarkeit dieser Baurohstoffe zusehends wichtiger. Je nach stratigraphischer Stellung, geomorphologischer Position, Geologie im Auswehungsgebiet, klimatischen Bedingungen, Verwitterungsintensität und Auftreten von Umlagerungen weisen Lösse und Lösslehme zum Teil heterogene Eigenschaften auf, die maßgeblich ihre Qualität als Baurohstoffe und damit ihre Einsatzmöglichkeiten beeinflussen. Die Geologische Bundesanstalt verfügt über eine Vielzahl an sedimentologischen, gesamtmineralogischen, tonmineralogischen und teilweise chemischen Analysen von Lössen und Lösslehmen von 429 Lokalisationen im klassischen Löss-Verbreitungsgebiet Österreichs. Sie wurden im Rahmen diverser Rohstoffforschungsprojekte und Detailkartierungen erarbeitet und liegen in unterschiedlichen Teildatensätzen vor. Mit dem gegenständlichen Projekt wurden die einzelnen Datensätze zusammengeführt und daraus ein einheitlicher Datensatz generiert, der mit Hilfe von statistischen Methoden ausgewertet wird. Das bearbeitete Gebiet umfasst die klassischen Lössgebiete Österreichs im ober- und niederösterreichischen Alpenvorland und im Wiener Becken. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung werden in ein Geographisches Informationssystem übernommen und dienen als Basis für eine Kategorisierung der Löss- und Lösslehmvorkommen, wobei sowohl bereits publizierte Gliederungsansätze als auch aus der statistischen Auswertung abzuleitende Trends und Muster berücksichtigt werden.

Die Ziele des Projektes sind:

- Durch den Einsatz statistischer Methoden eine regionale und qualitätsmäßige Einteilung der Baurohstoffe Lösse und Lösslehme auf Basis von Korngrößenverteilungen, mineralogischer und chemischer Zusammensetzung zu ermöglichen.
- Die Qualitätsindikatoren der Lösse und Lösslehme zu analysieren.

Kapitel 2

Statistische Auswertungen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der statistischen Analyse der Löss-Daten gezeigt. Für die Analyse der Daten wurden folgende Merkmale verwendet.

- Korngrößenverteilung
- Mineralogische Zusammensetzung der Probe
- Chemische Zusammensetzung der Probe
- Klassifikation der Probe nach Verwendbarkeit (nach Winkler)
- Typ der Lösslandschaft

Als erster Schritt vor der statistischen Analyse wurde ein Datenqualitätsmanagement ausgeführt. In diesem Prozess wurden folgende Maßnahmen getroffen, um die Datenqualität zu erhöhen.

- Die Beobachtungen mit fehlenden Werten wurden aus der Analyse ausgenommen.
- Bei jenen Proben bzw. Feldern, die den Zahlenwert „0“ enthalten, wurde eine Imputation durchgeführt. Die Imputation wurde mit der R Funktion *impKNNa* aus dem Package *robCompositions* [Templ et al., 2011] durchgeführt.

2.1 Methodik

In vielen praktischen Anwendungen aus den Geowissenschaften muss man sich mit der Komposition der Daten beschäftigen, d. h. mit multivariaten Beobachtungen, die quantitativ die Teile eines Ganzen beschreiben. Somit tragen ihre Komponenten ausschließlich relative Informationen zwischen den Teilen. In dieser Studie sind die Daten (Korngröße, Gesamtmineralogie, Tonmineralogie, Haupt- und Spurenelemente) in Form von Proportionen gegeben. Daten mit Proportionen sind ein typisches Beispiel für Kompositionsdaten.

Kompositionsdaten müssen vor der Anwendung der statistischen Methoden in der üblichen euklidischen Geometrie ausgedrückt werden, wenn die relative Struktur der Daten von Interesse ist. Dies erfolgt durch centered-log-ratio (CLR) und isometric-log-ratio (ILR) Transformationen. Die resultierenden Koordinaten beinhalten die relative Information, die die Dominanz einer Komponente in einer Komposition beschreibt. Ein positiver Wert deutet auf eine Dominanz in der Komposition. Die in diesem Bericht dargestellten Analysen basieren (größtenteils) auf den CLR und ILR transformierten Daten. Für weitere Details zu der Methodik *Compositional Data Analysis* verweisen wir auf die Artikel [Aitchison, 1986, Pawlowsky-Glahn and Buccianti, 2011, Reimann et al., 2014, Fišerová and Hron, 2011].

2.2 Deskriptive und explorative Auswertungen

In diesem Abschnitt werden die Merkmale der Korngröße, Gesamtmineralogie, Tonmineralogie, Hauptelemente und Spurenelemente der Proben nach der Verwendbarkeit und Typ deskriptiv und explorativ analysiert. Die Interpretation der Ergebnisse in diesem Abschnitt bezieht sich nur auf die Auswertungen der Korngröße, da es sich bei der Gesamtmineralogie, der Tonmineralogie, bei Hauptelementen und Spurenelementen um dieselben Analysen handelt.

2.2.1 Korngröße

Die Verteilung der Korngrößen ist in Abbildung 2.1 und 2.2 nach Typ der Lösslandschaft und Verwendbarkeit (nach Winkler) dargestellt. Eine Komposition mit drei Teilen (Sand, Silt, Ton), die in der Nachbarschaft eines Vertexes liegt, zeigt einen hohen Anteil des Teils an, der durch den Vertex repräsentiert wird. Die Abbildungen zeigen einen hohen Anteil an Silt im Vergleich zu den anderen zwei Elementen der Komposition. Es ist keine Gruppierung hinsichtlich des Typs der Lösslandschaft zu beobachten. Jedoch, die Verwendbarkeit lässt die Proben deutlich gruppieren. Die Gruppierung ist sinnvoll, da die Variable Verwendbarkeit von der Korngröße abgeleitet wurde.

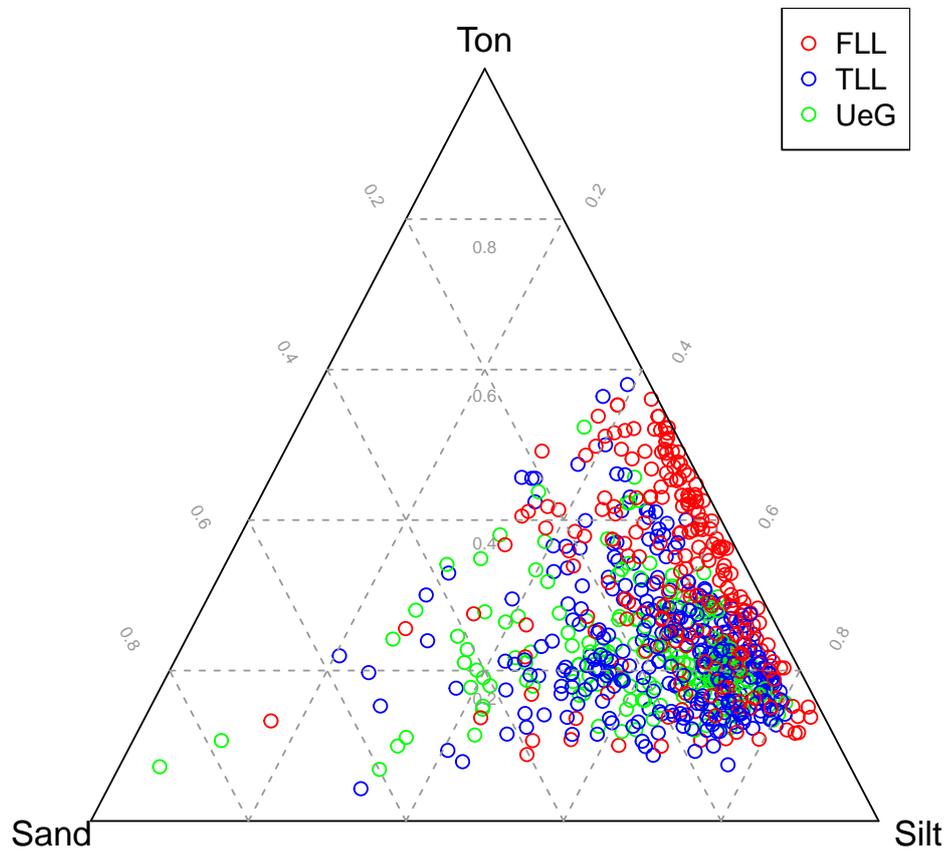


Abbildung 2.1: Ternary Diagramm der Korngröße. Die Beobachtungen sind nach Typ (LLdsch) gefärbt.

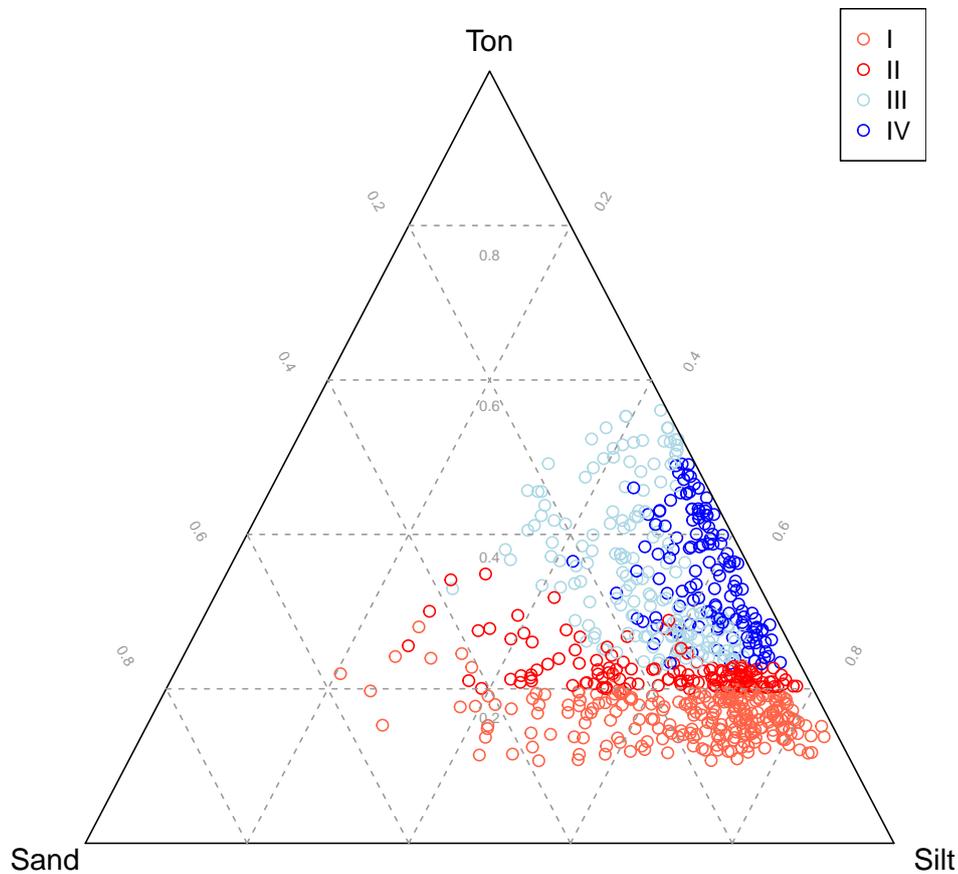


Abbildung 2.2: Ternary Diagramm der Korngröße. Die Beobachtungen sind nach Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler IDx) gefärbt.

Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen den Korngrößen anhand der Korrelationsanalyse untersucht. Die Korrelationsanalyse liefert einen Koeffizienten, der eine statistische Größe ist, die den Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen beschreibt. Der Korrelationskoeffizient kann einen Wert in einem Bereich zwischen -1 und 1 annehmen. Ein negativer Wert deutet auf eine negative Korrelation (Zusammenhang) und ein positiver Wert auf eine positive Korrelation. Eine negative Korrelation bedeutet, dass zwischen zwei Variablen eine inverse Beziehung besteht. Wenn eine Variable abnimmt, nimmt die andere zu.

Die Korrelationsanalyse wird einerseits auf die Daten mit der absoluten Information (Prozentdaten ohne CLR-Transformation) andererseits auf die Daten mit der relativen Information (CLR transformierte Daten) durchgeführt.

Abbildung 2.3 stellt die Korrelationskoeffizienten zwischen den paarweisen Korngrößen mit der absoluten Information, und Abbildung 2.4 mit der relativen Information dar. Die Richtung (negative oder positive Korrelation) und die Stärke der Korrelation wird durch eine Farbskala hinterlegt. Aus beiden Abbildungen ist eindeutig zu sehen, dass die Ergebnisse sich je nach der Methodik stark ändern. Insbesondere die Analyse zwischen Silt und Ton zeigt eine negative Korrelation mit der absoluten Information und eine positive Korrelation mit der relativen Information. Die Entscheidung zwischen zwei Methoden soll an erster Stelle nicht auf der Plausibilität der Ergebnisse basieren, sondern auf der mathematischen Gültigkeit der Methode. Aufgrund der Kompositions-Natur der Daten ist die Analyse mit der relativen Information

(CLR-transformiert) für die Interpretation relevant.

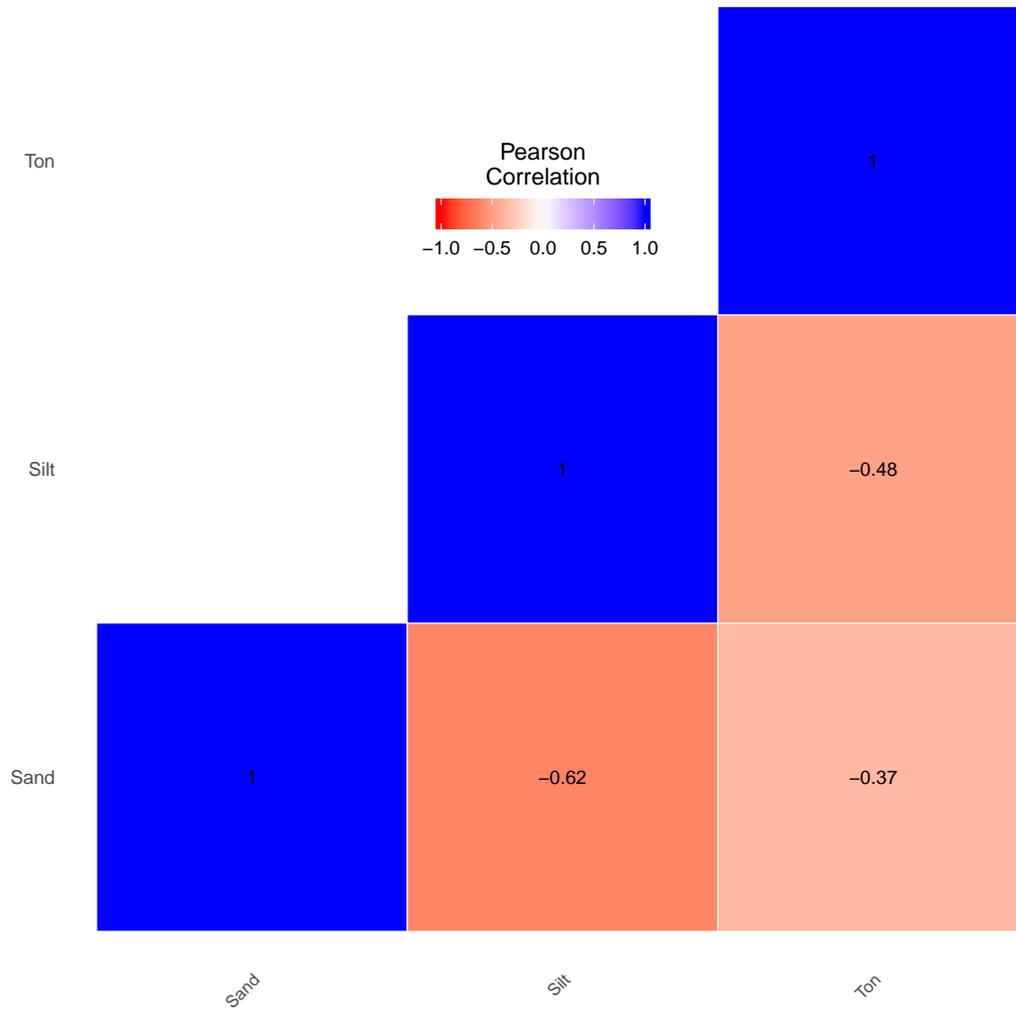


Abbildung 2.3: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Korngröße.

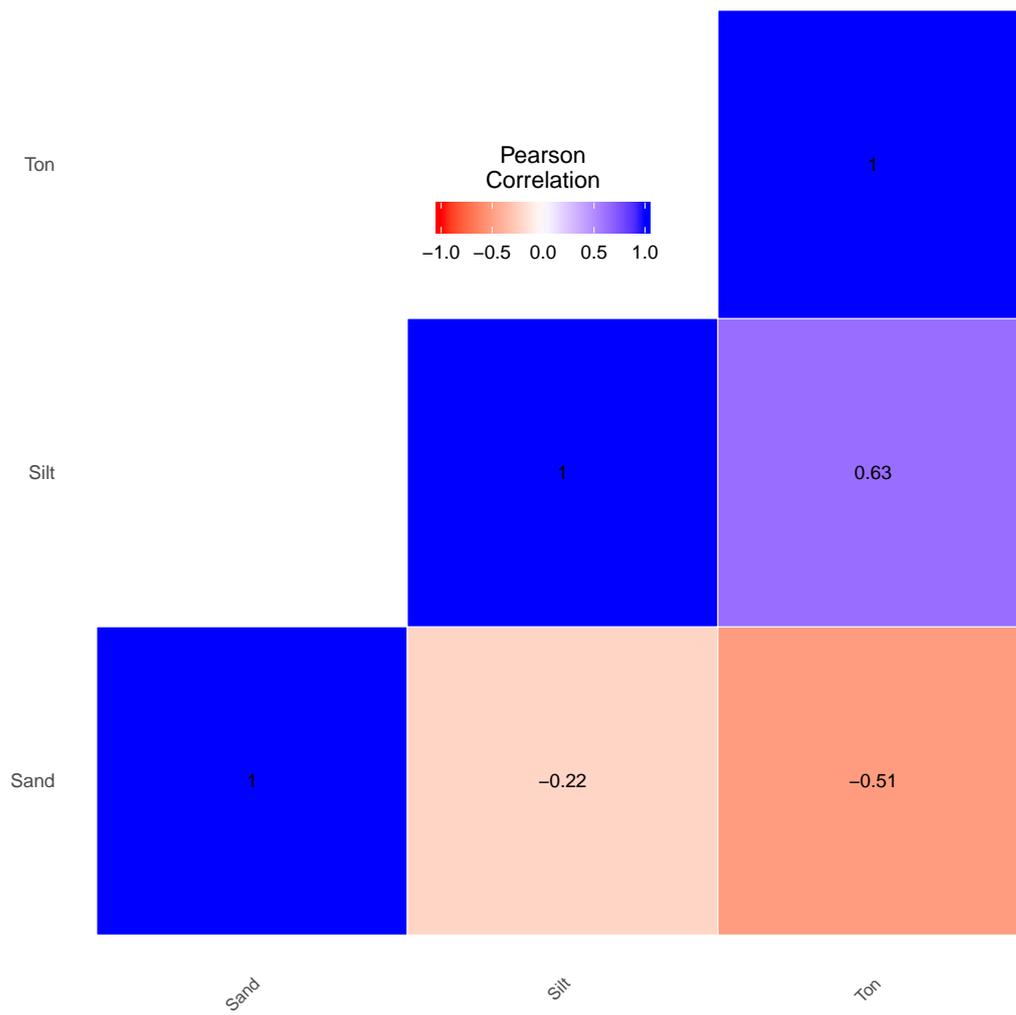


Abbildung 2.4: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Korngröße (clr transformiert).

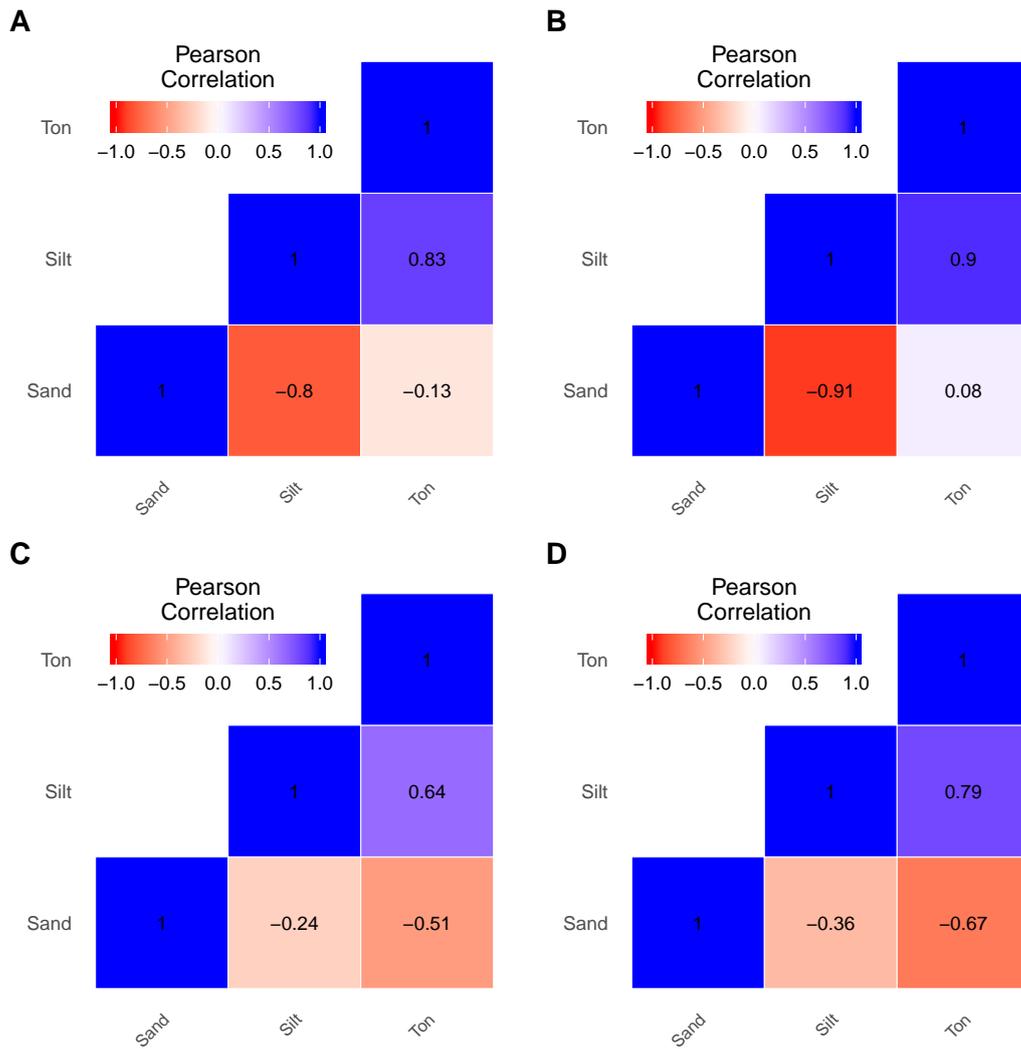


Abbildung 2.5: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Korngröße (clr transformiert) je Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler ID_x) (A: Winkler ID_x=1, B: Winkler ID_x=2, C: Winkler ID_x=3, D: Winkler ID_x=4).

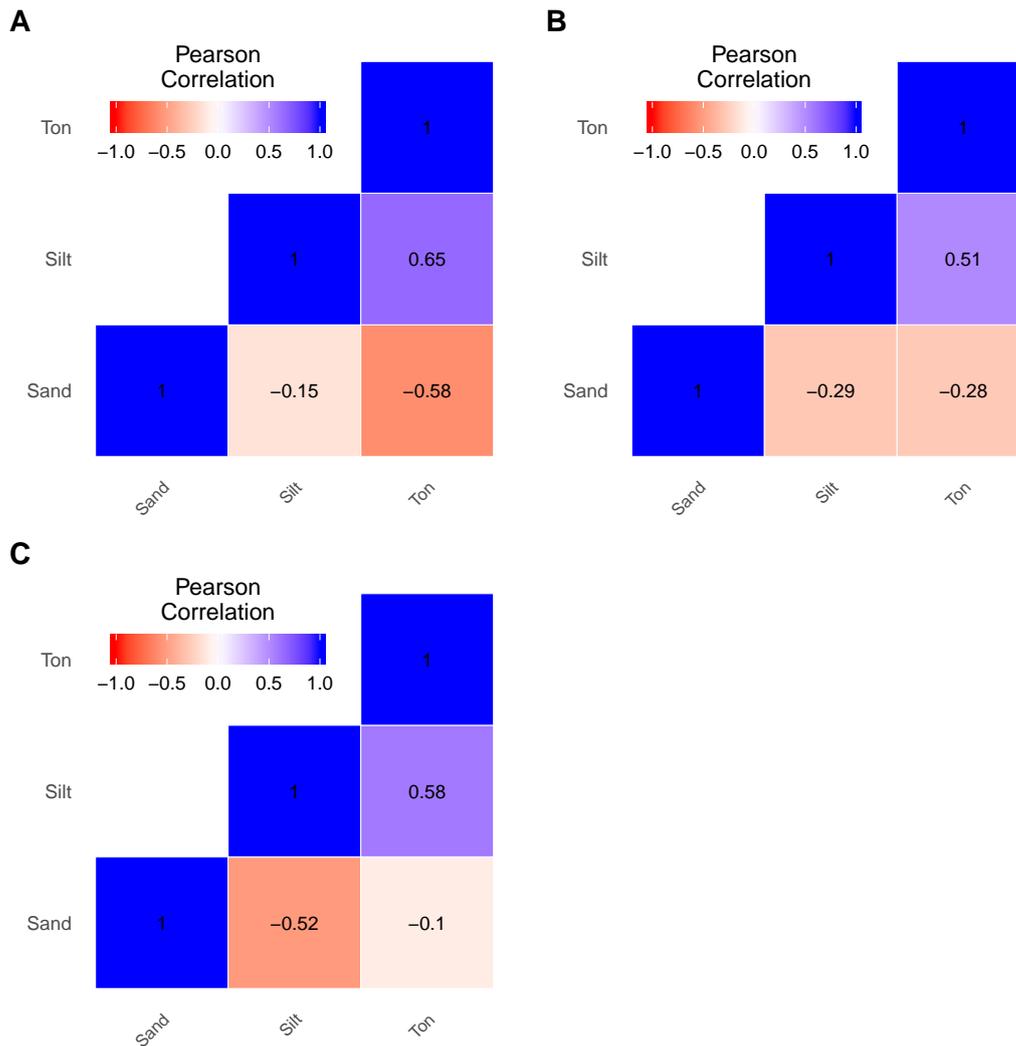


Abbildung 2.6: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Korngröße (clr transformiert) je Typ (LLdsch) (A: FLL, B: TLL, C: UeG).

Die Abbildungen 2.7 und 2.8 zeigen die Boxplots der relativen Information der Korngrößen, gruppiert (und gefärbt) nach Typ und Verwendbarkeit (nach Winkler). Die durchgezogene Linie in der Box beschreibt den Median. Im Gegensatz zu Ton und Silt, ist Sand dominanter bei der Übergangszone als bei feuchter und trockener Lösslandschaft. Ton und auch teilweise Silt sind in Proben mit besserer Qualität (Winkler Einstufung III und IV) dominanter (höherer Medianwert) als mit schlechter Qualität.

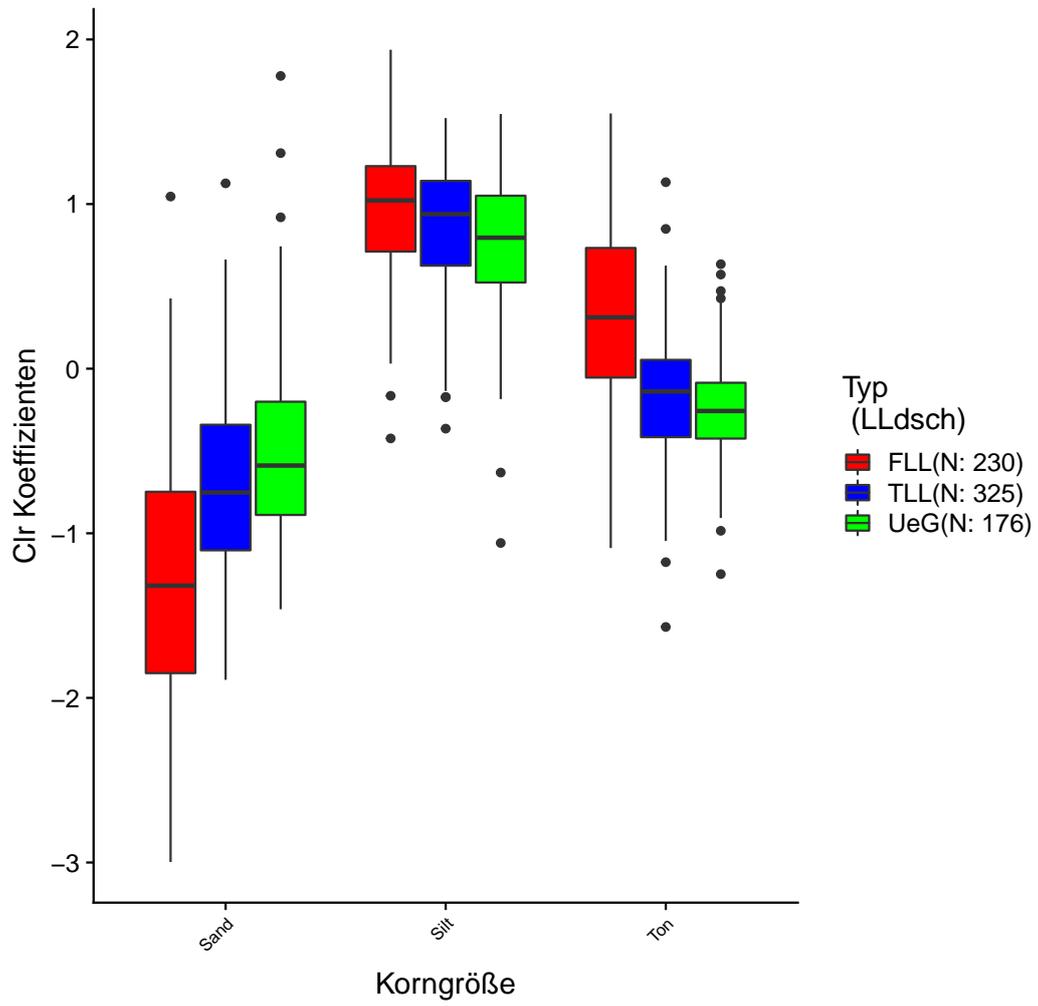


Abbildung 2.7: Boxplot der Korngröße (clr transformiert) gefärbt nach Typ (LLdsch).

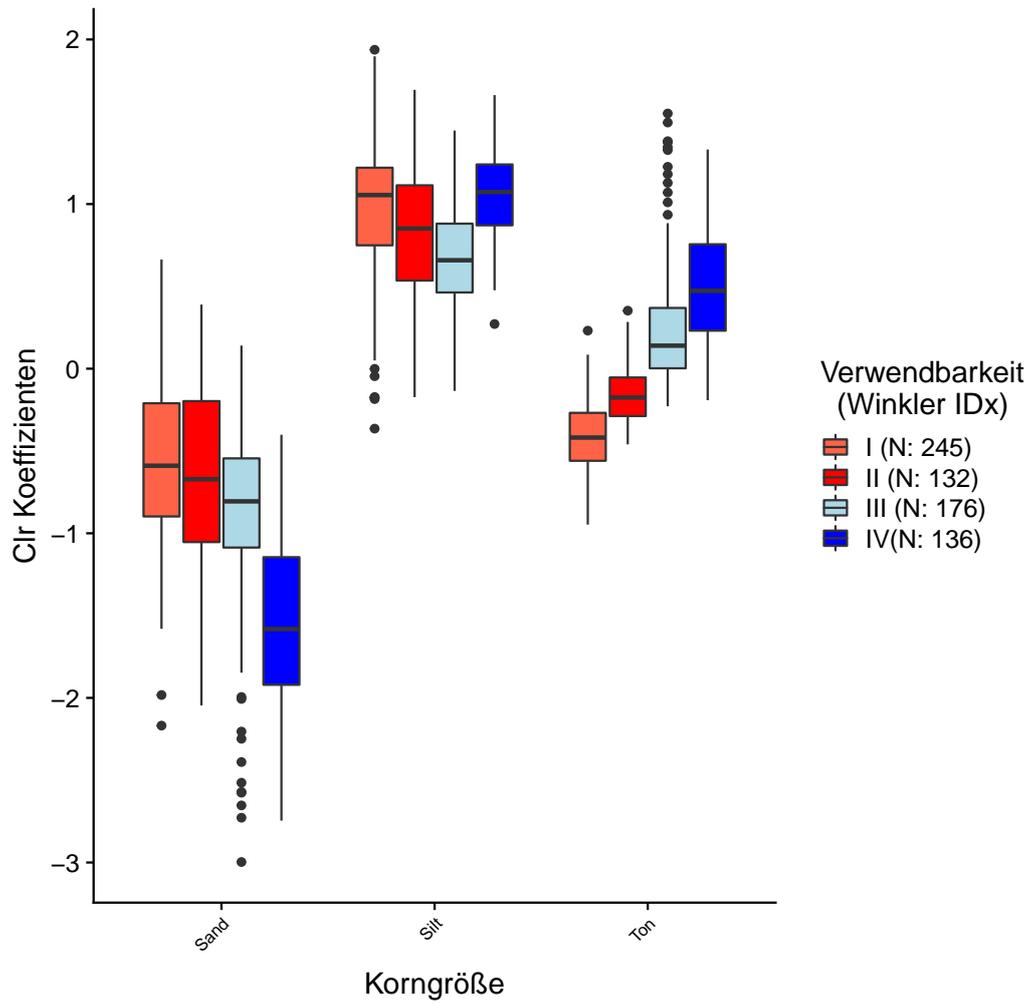


Abbildung 2.8: Boxplot der Korngröße (clr transformiert) gefärbt nach Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler IDx).

2.2.2 Korngröße - feinere Klassen

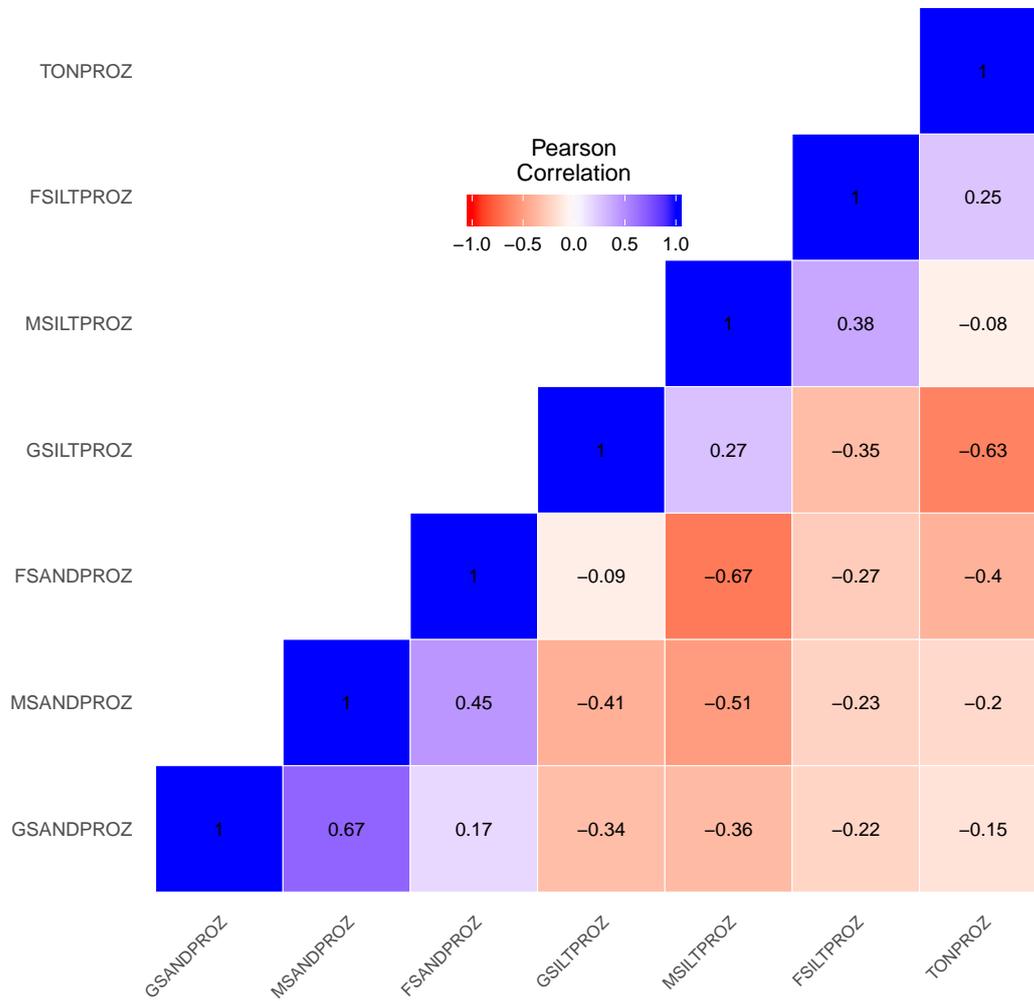


Abbildung 2.9: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der feineren Korngrößenabstufungen.

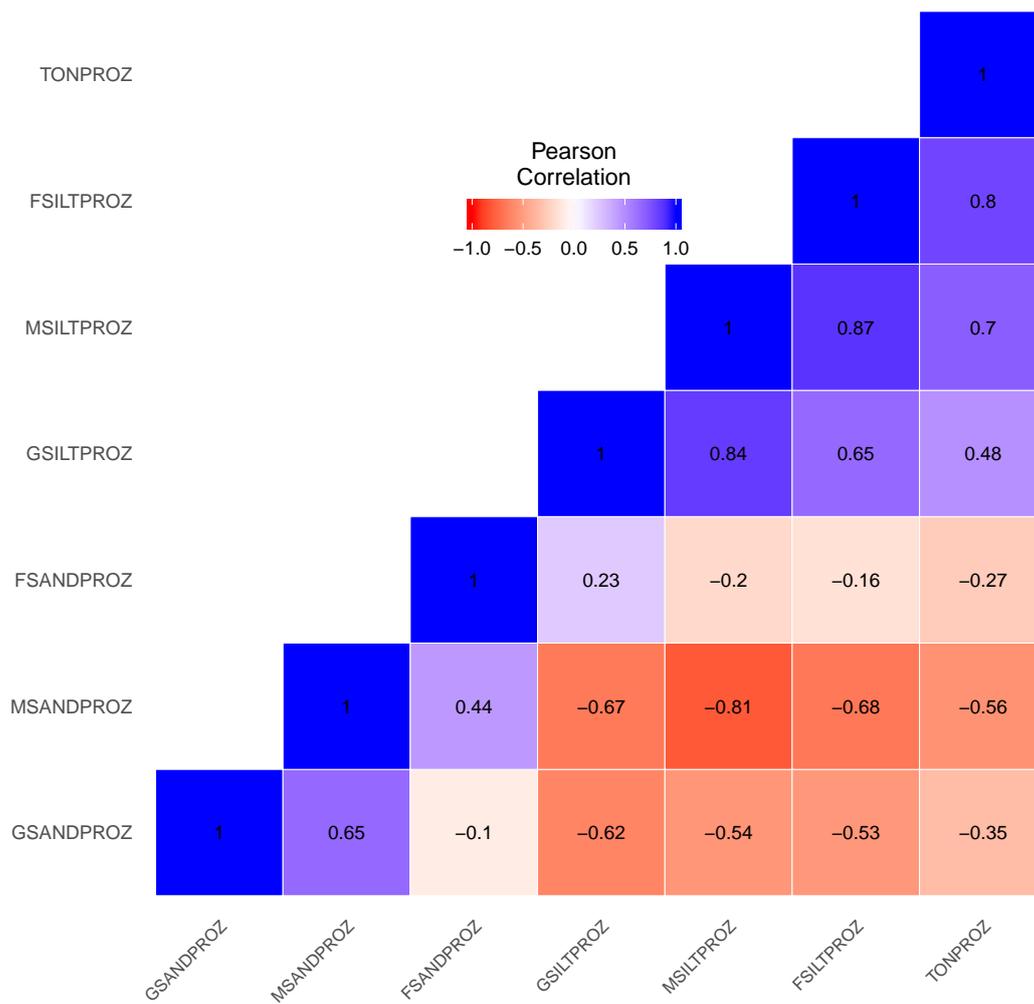


Abbildung 2.10: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der feineren Korngrößenabstufungen (cl transformiert).

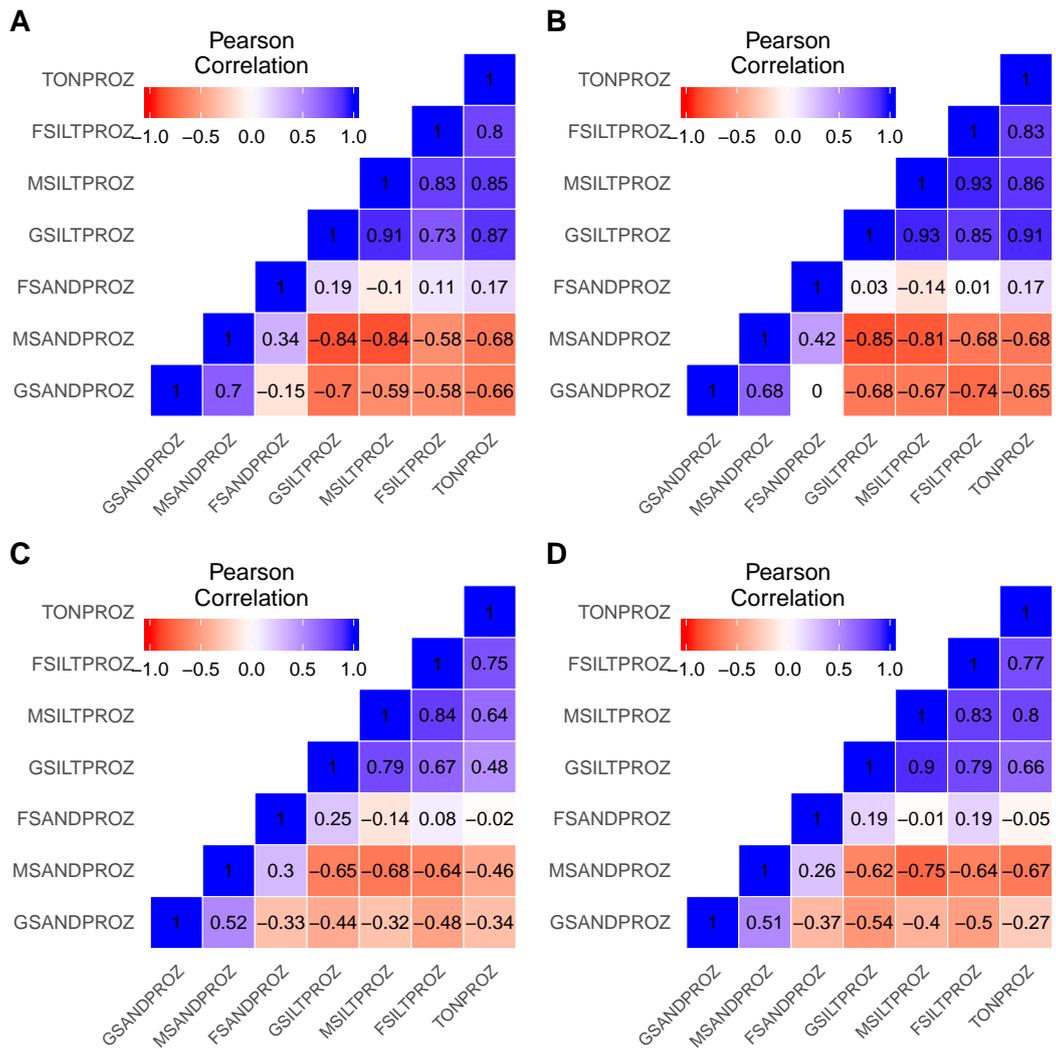


Abbildung 2.11: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der feineren Korngrößenabstufungen (clr transformiert) je Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler ID_x) (A: Winkler ID_x=1, B: Winkler ID_x=2, C: Winkler ID_x=3, D: Winkler ID_x=4).

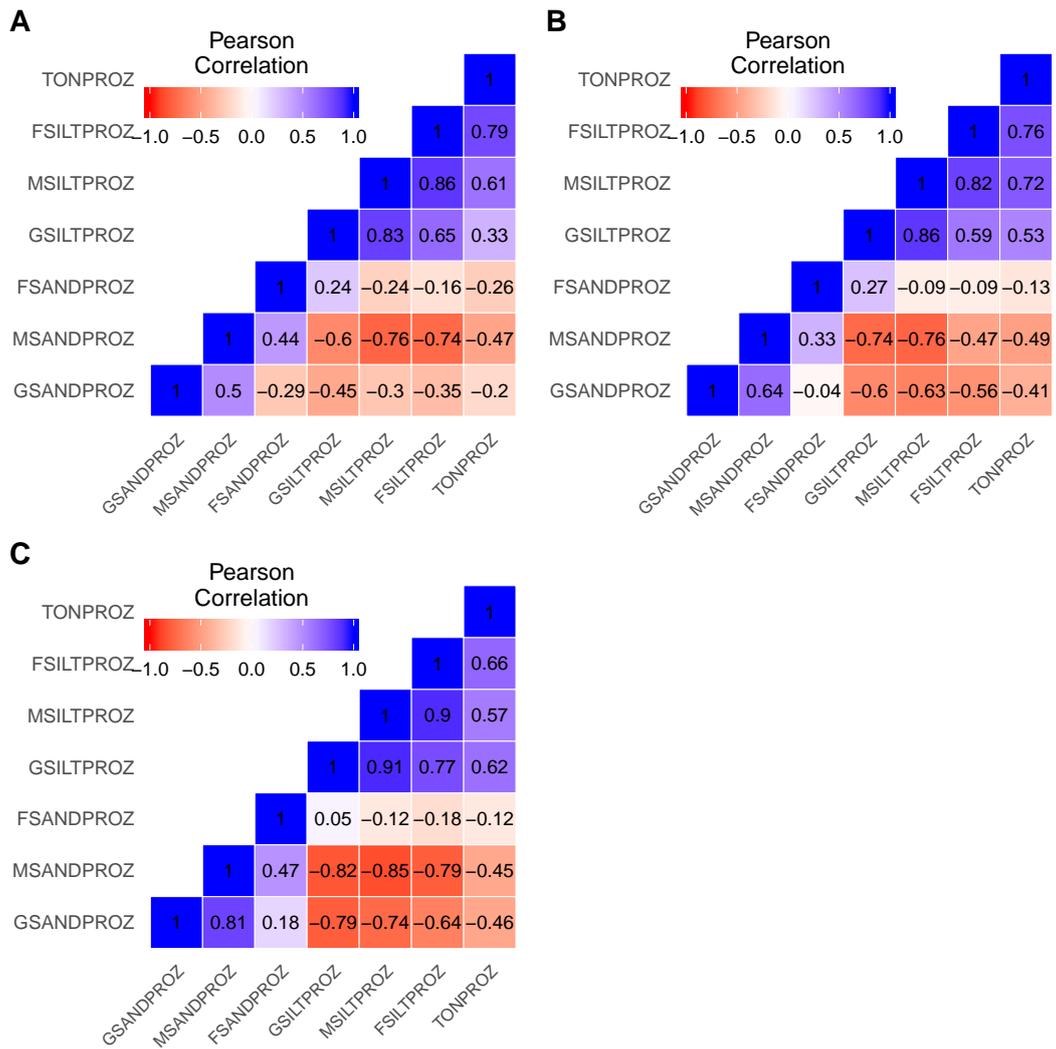


Abbildung 2.12: Heatmap der Korrelationskoeffizienten der feineren Korngrößenabstufungen (clr transformiert) je Typ (LLdsch) (A: FLL, B: TLL, C: UeG).

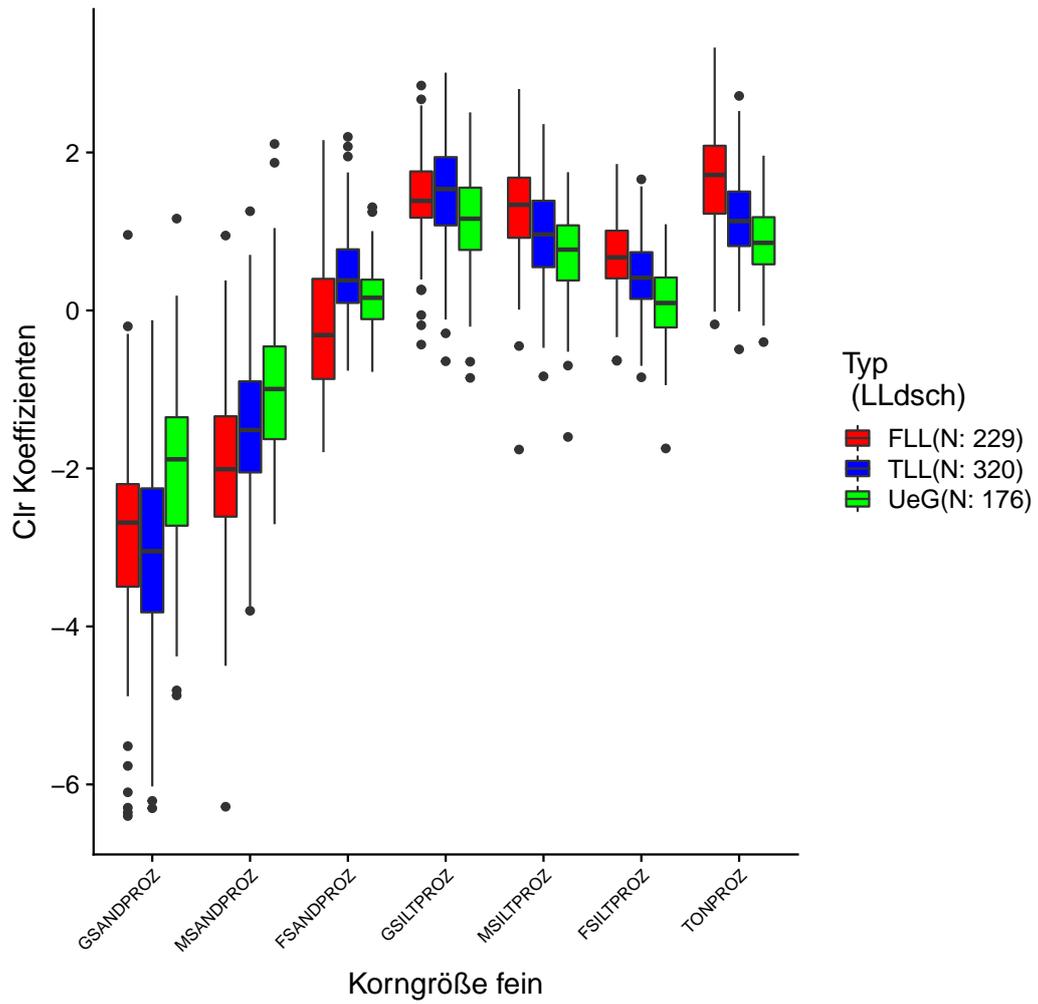


Abbildung 2.13: Boxplot der feineren Korngrößenabstufungen (clr transformiert) gefärbt nach Typ (LLdsch).

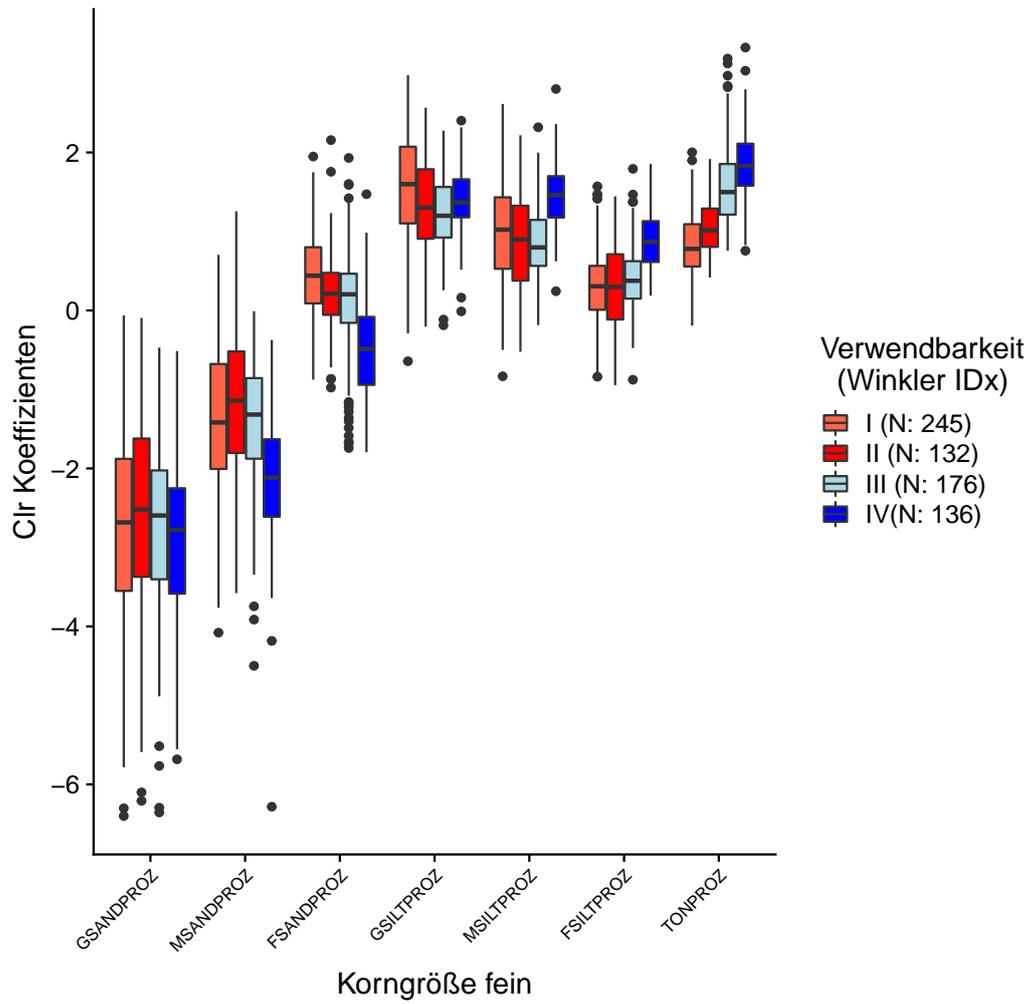


Abbildung 2.14: Boxplot der feineren Korngrößenabstufungen (clr transformiert) gefärbt nach Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler IDx).

2.2.3 Gesamtmineralogie

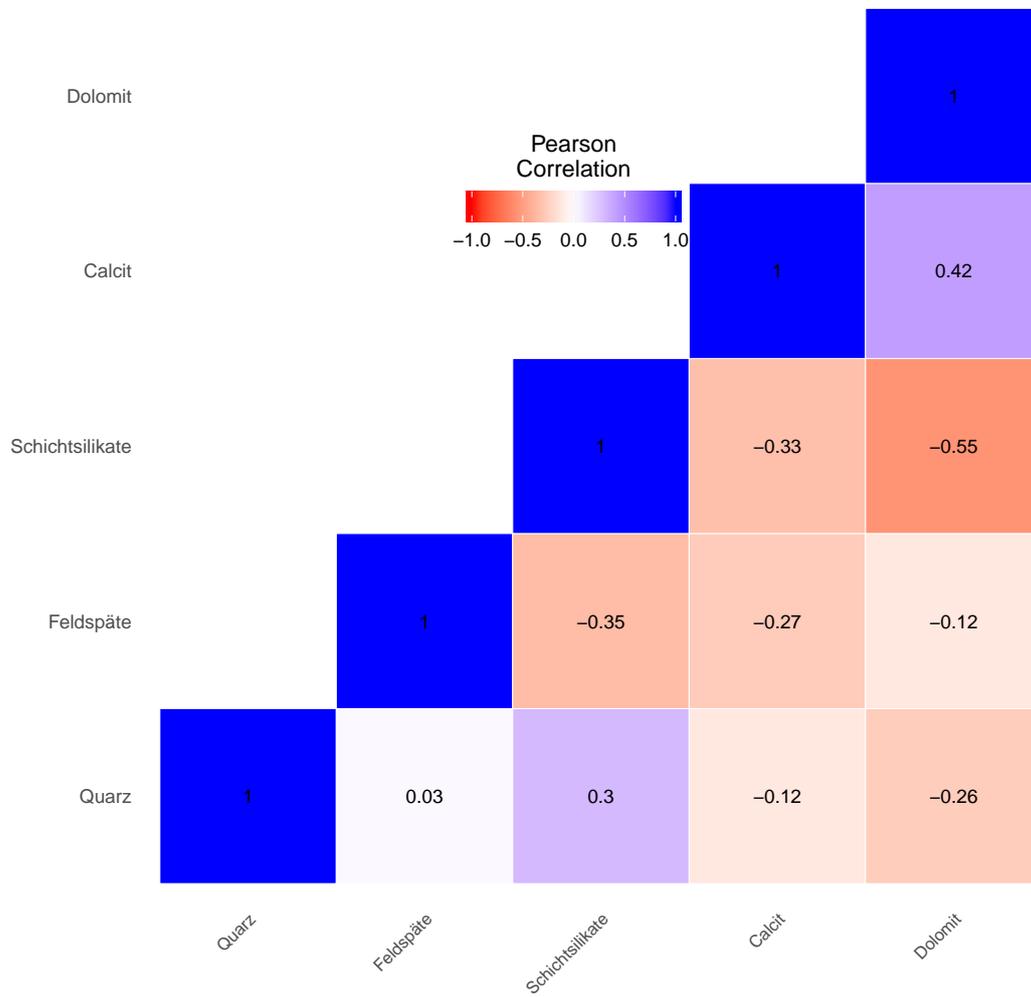


Abbildung 2.15: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Gesamtmineralogie.

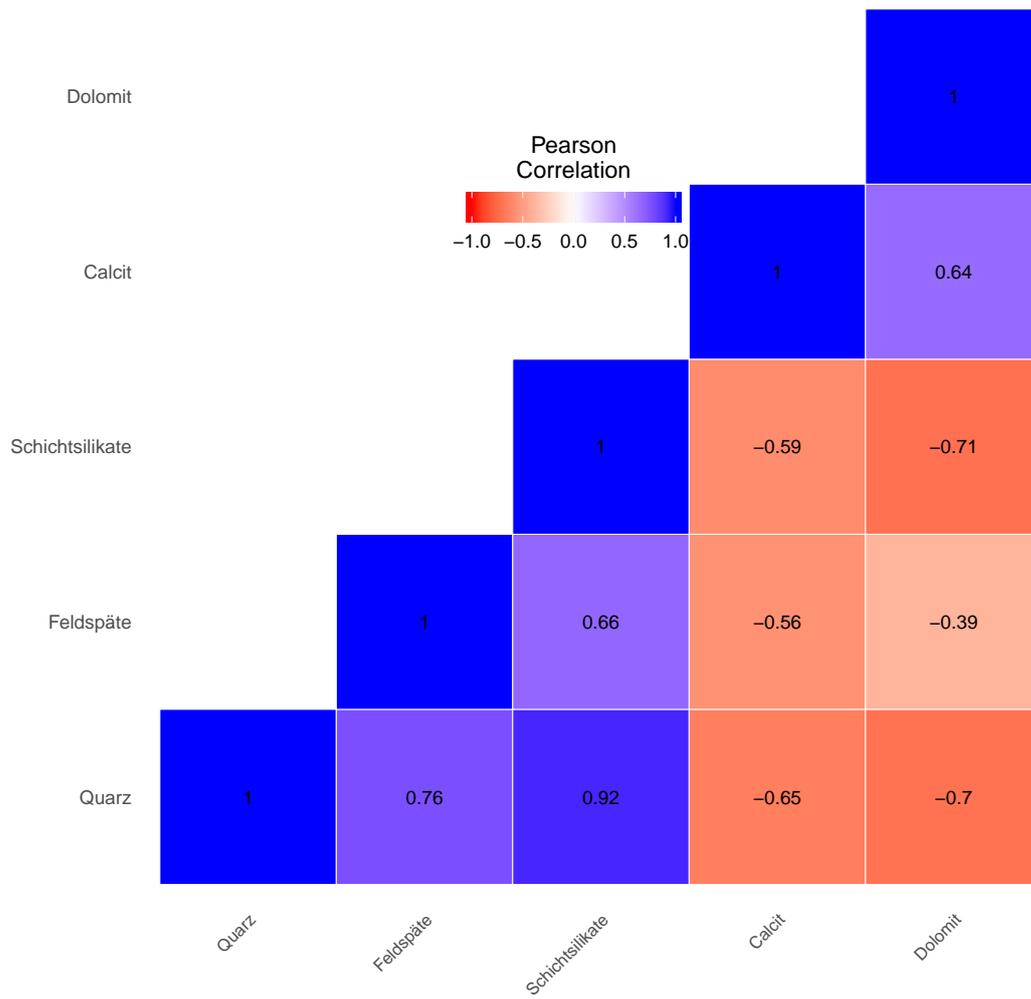


Abbildung 2.16: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Gesamtmineralogie (clr transformiert).

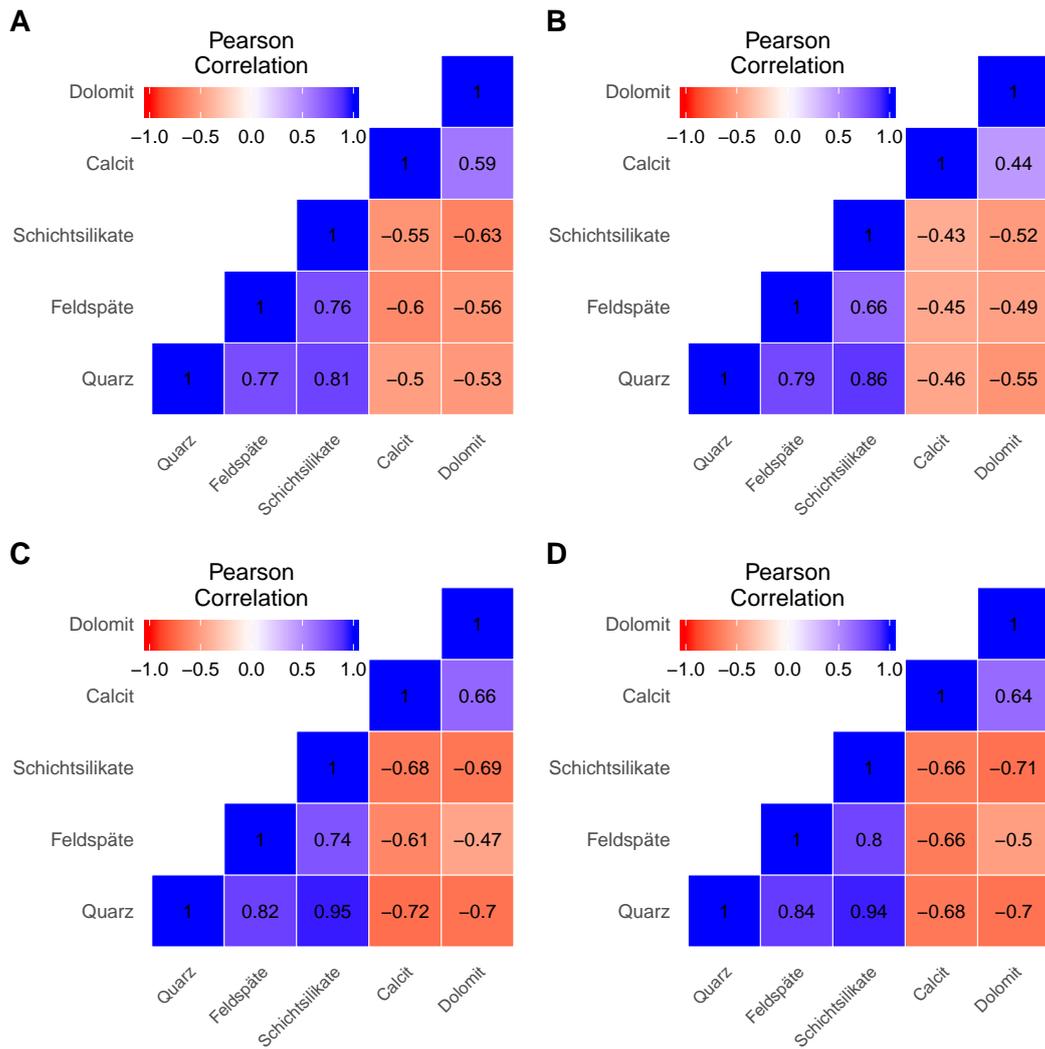


Abbildung 2.17: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Gesamtmineralogie (clr transformiert) je Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler IDx) (A: Winkler IDx=1, B: Winkler IDx=2, C: Winkler IDx=3, D: Winkler IDx=4).

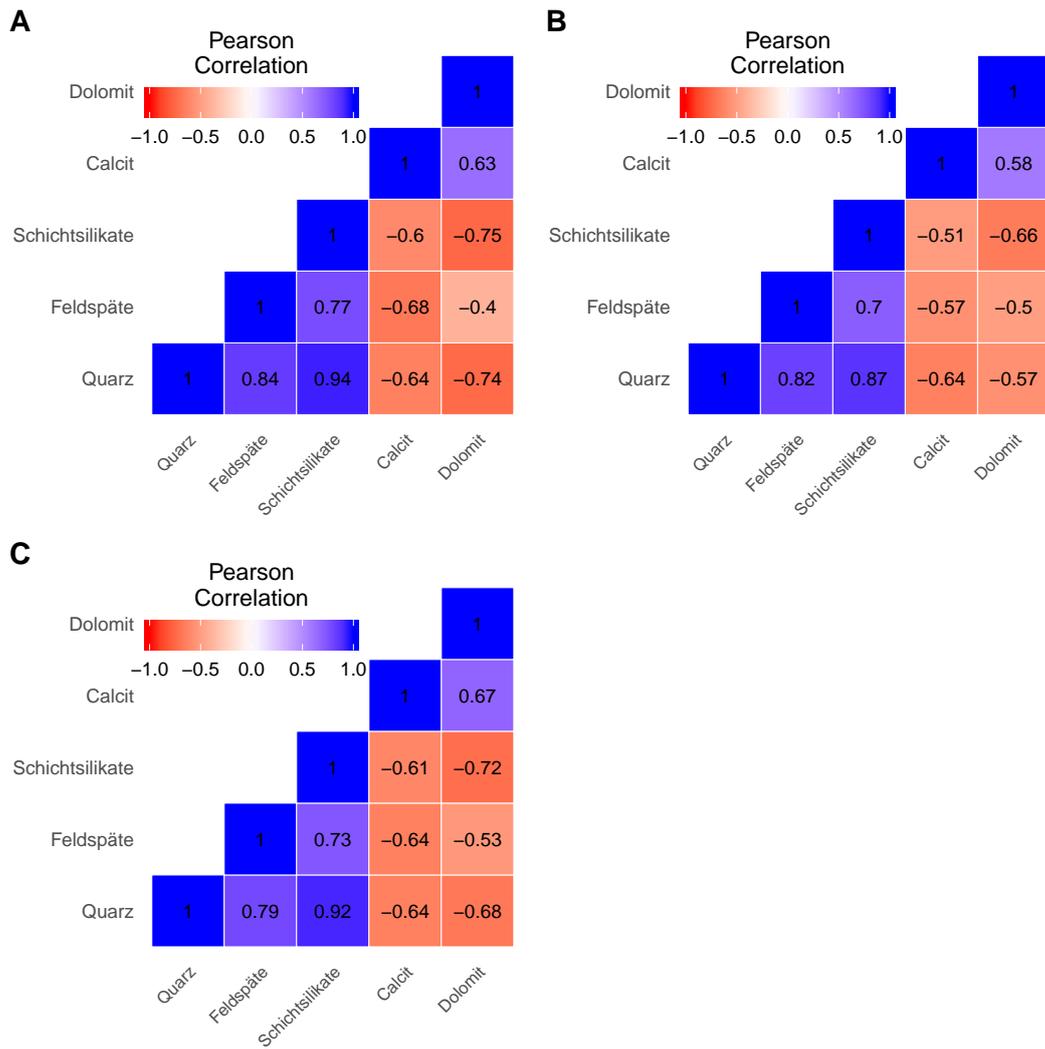


Abbildung 2.18: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Gesamtmineralogie (clr transformiert) je Typ (LLdsch) (A: FLL, B: TLL, C: UeG).

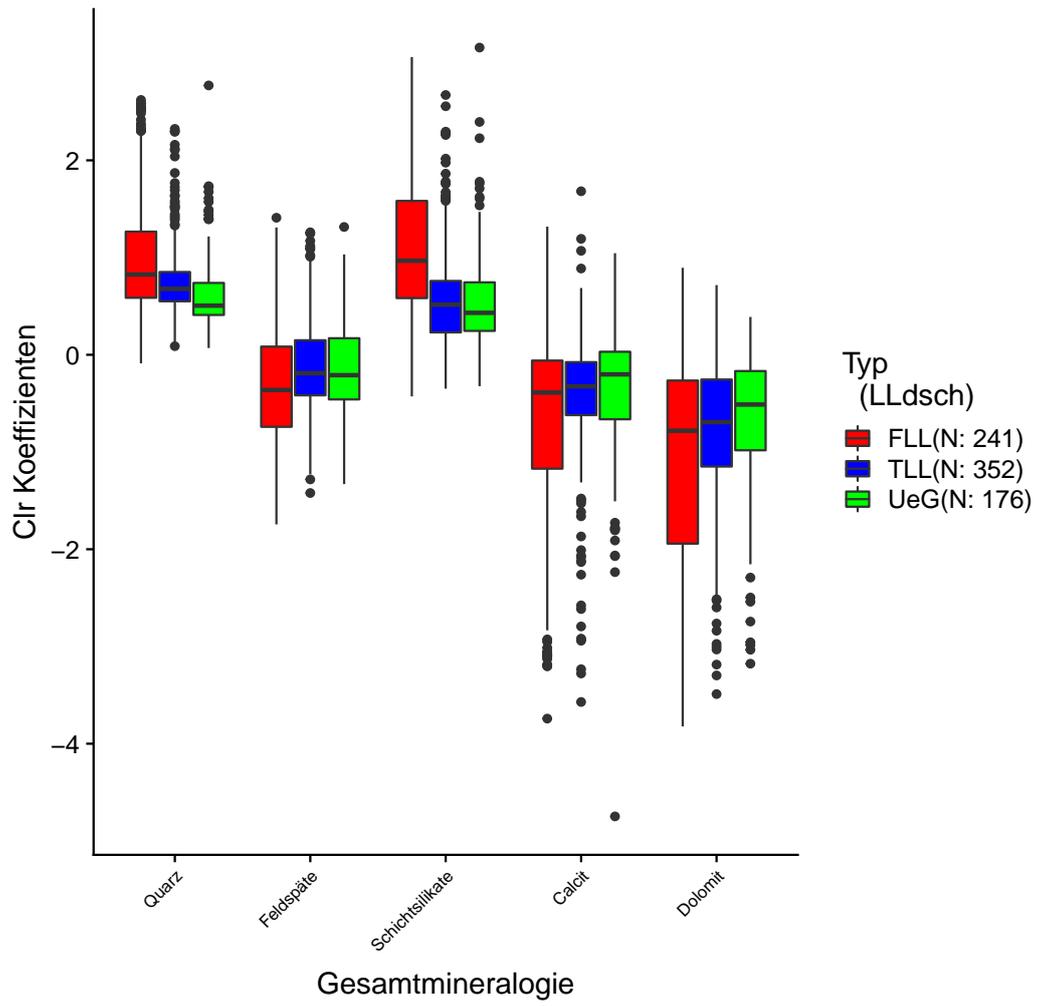


Abbildung 2.19: Boxplot der Gesamtmineralogie (clr transformiert), gefärbt nach Typ (LLdsch).

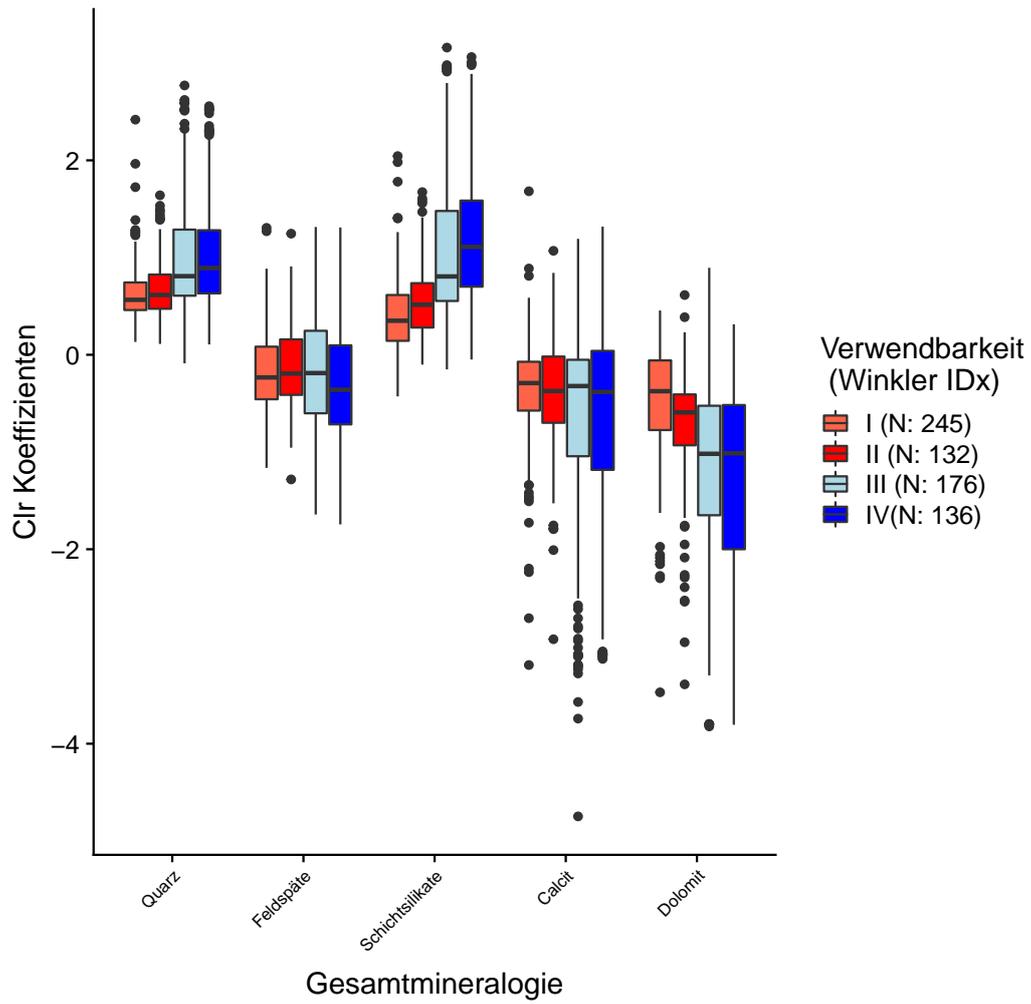


Abbildung 2.20: Boxplot der Gesamtmineralogie (clr transformiert) gefärbt nach Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler IDx).

2.2.4 Tonmineralogie

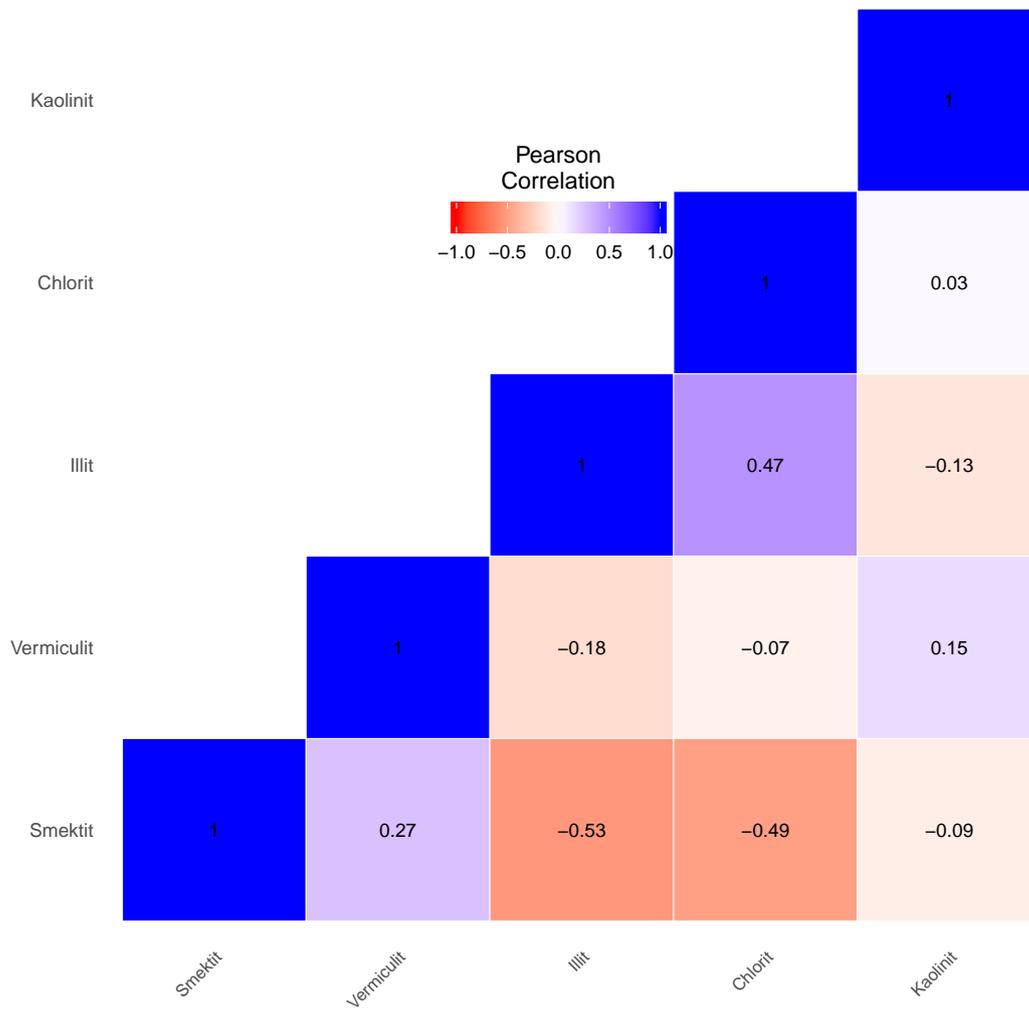


Abbildung 2.21: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Tonmineralogie.

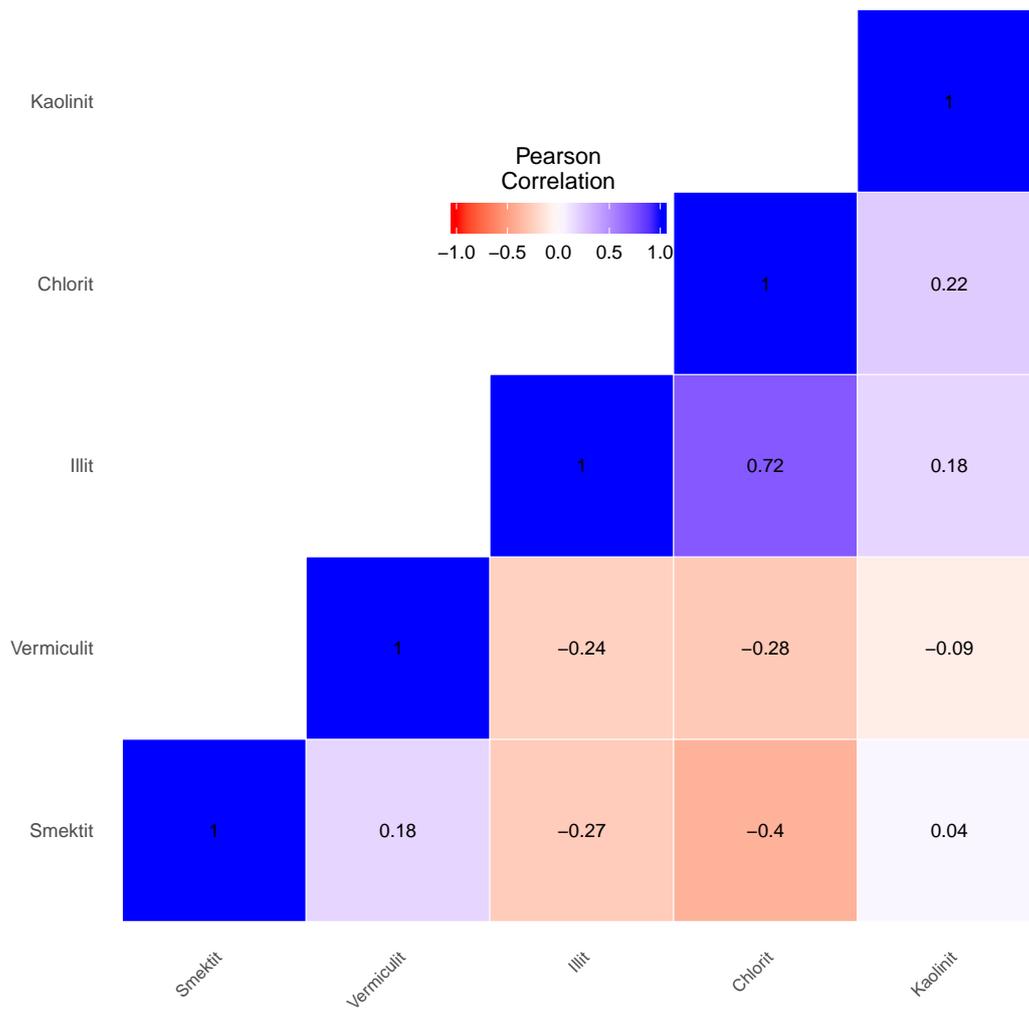


Abbildung 2.22: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Tonmineralogie (clr transformiert).

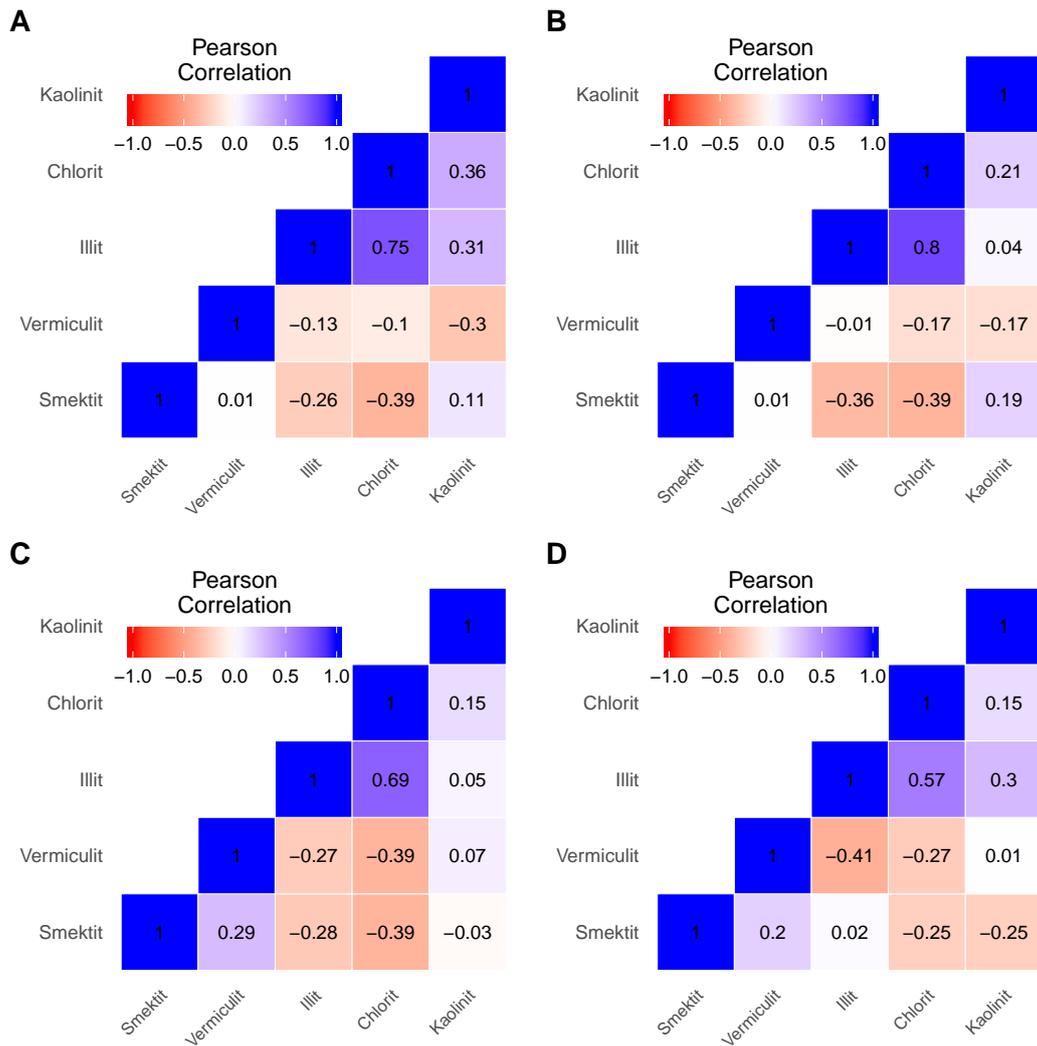


Abbildung 2.23: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Tonmineralogie (clr transformiert) je Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler ID_x) (A: Winkler ID_x=1, B: Winkler ID_x=2, C: Winkler ID_x=3, D: Winkler ID_x=4).

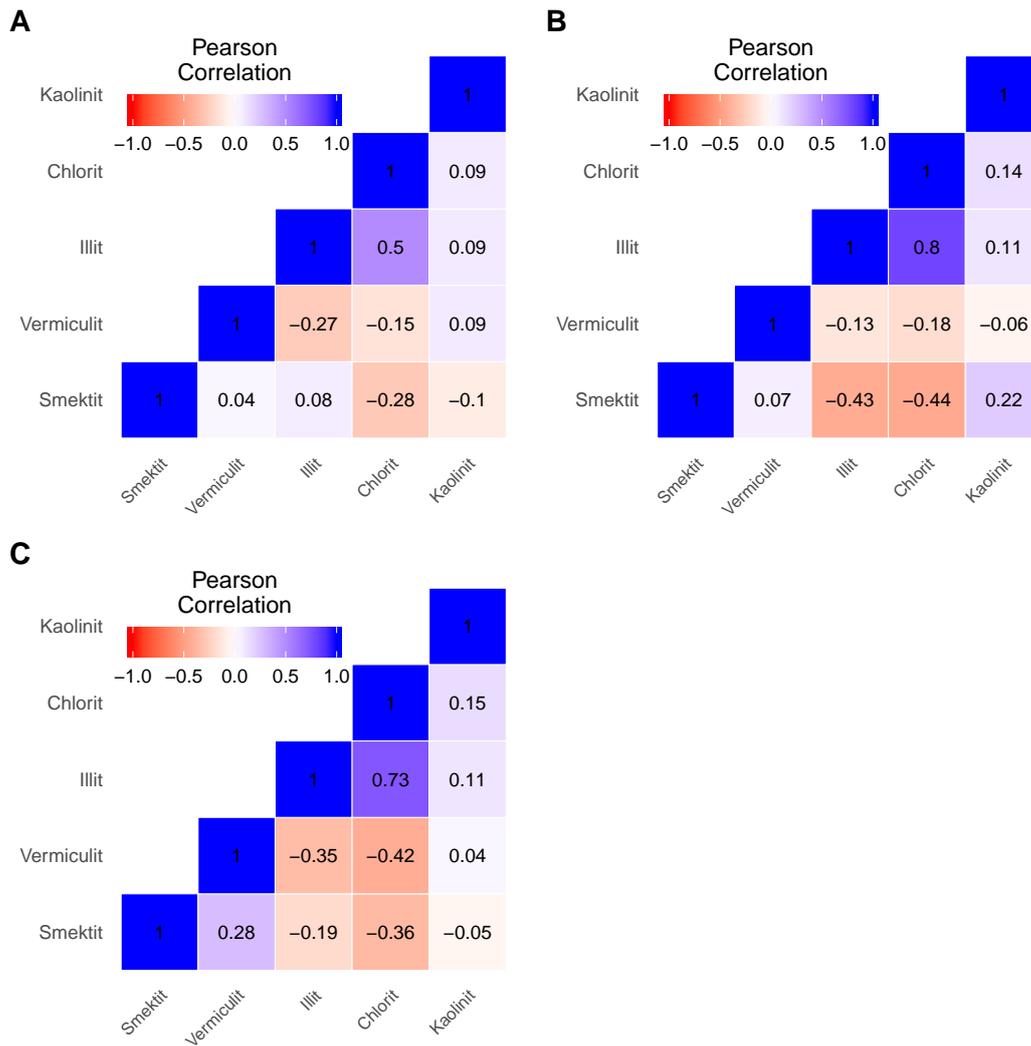


Abbildung 2.24: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Tonmineralogie (clr transformiert) je Typ (LLdsch) (A: FLL, B: TLL, C: UeG).

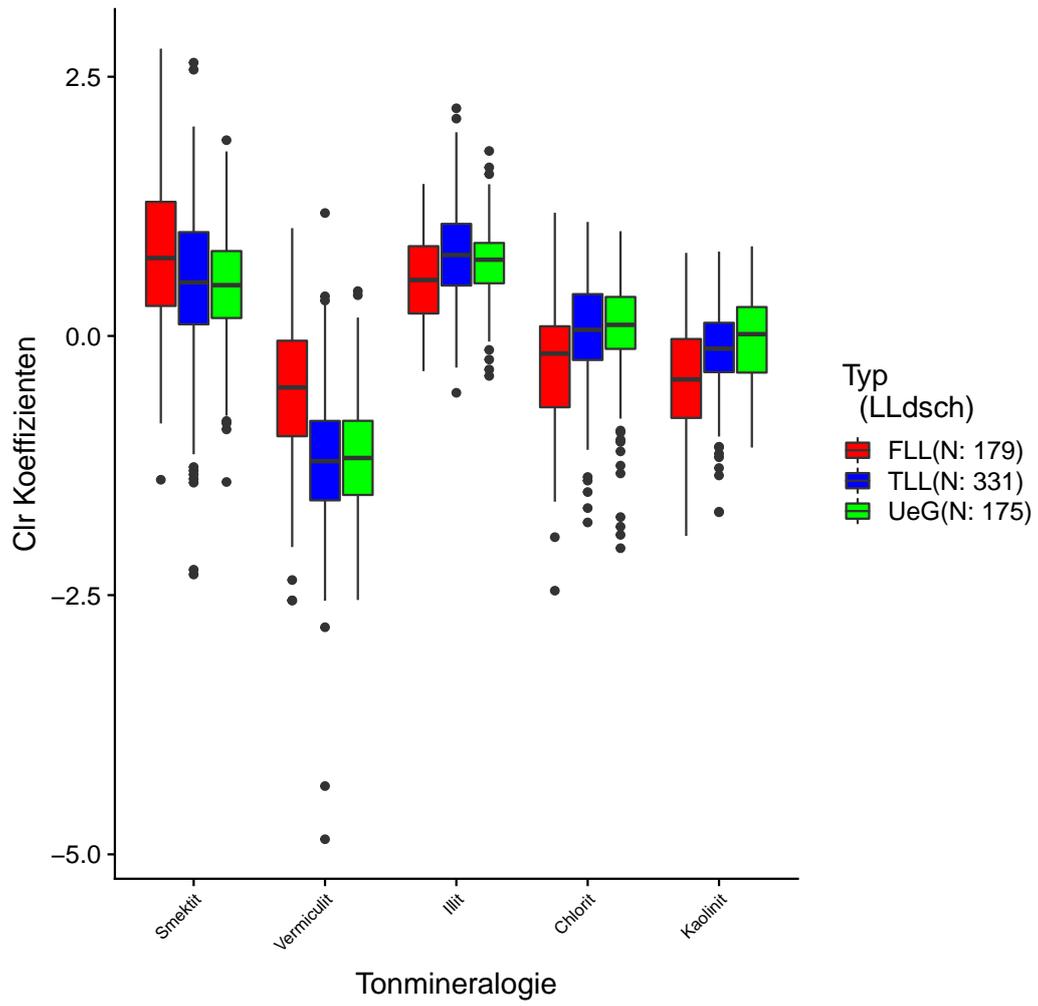


Abbildung 2.25: Boxplot der Tonmineralogie (clr transformiert), gefärbt nach Typ (LLdsch).

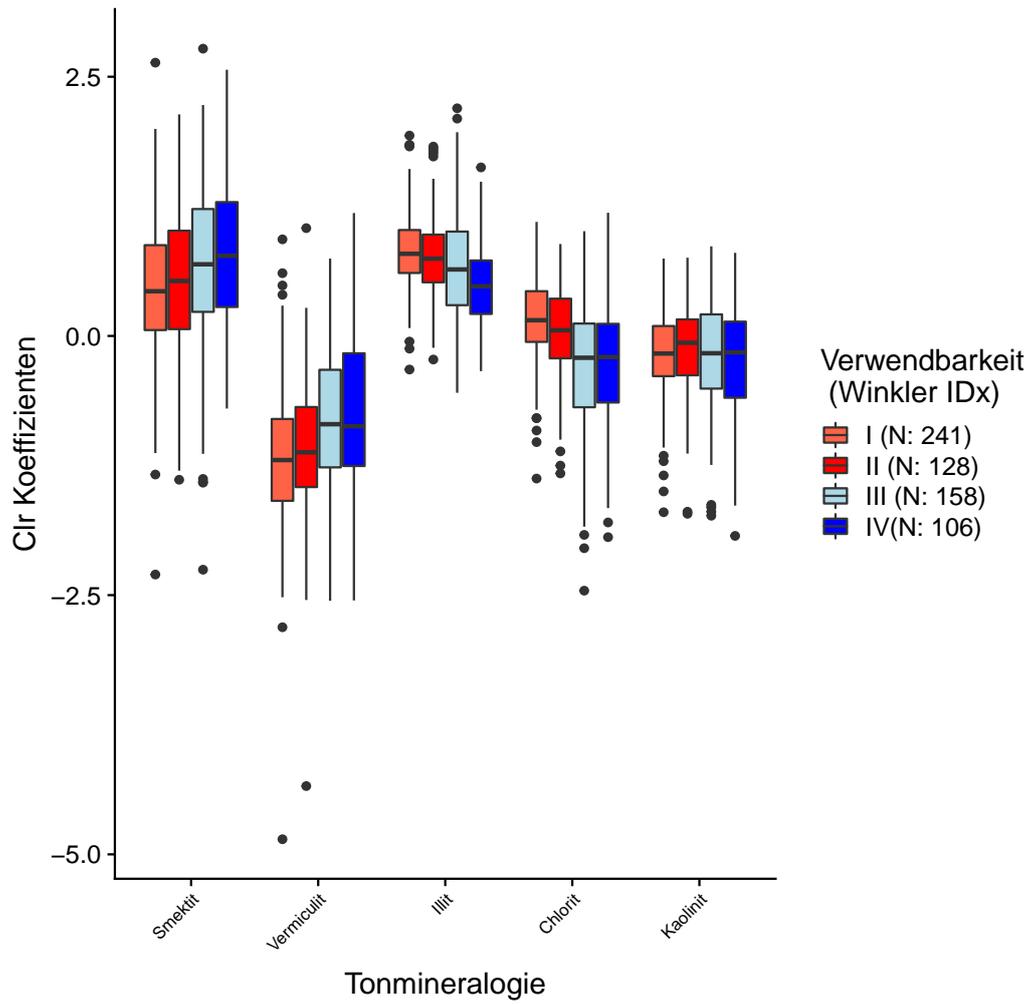


Abbildung 2.26: Boxplot der Tonmineralogie (clr transformiert) gefärbt nach Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler IDx).

2.2.5 Hauptelemente

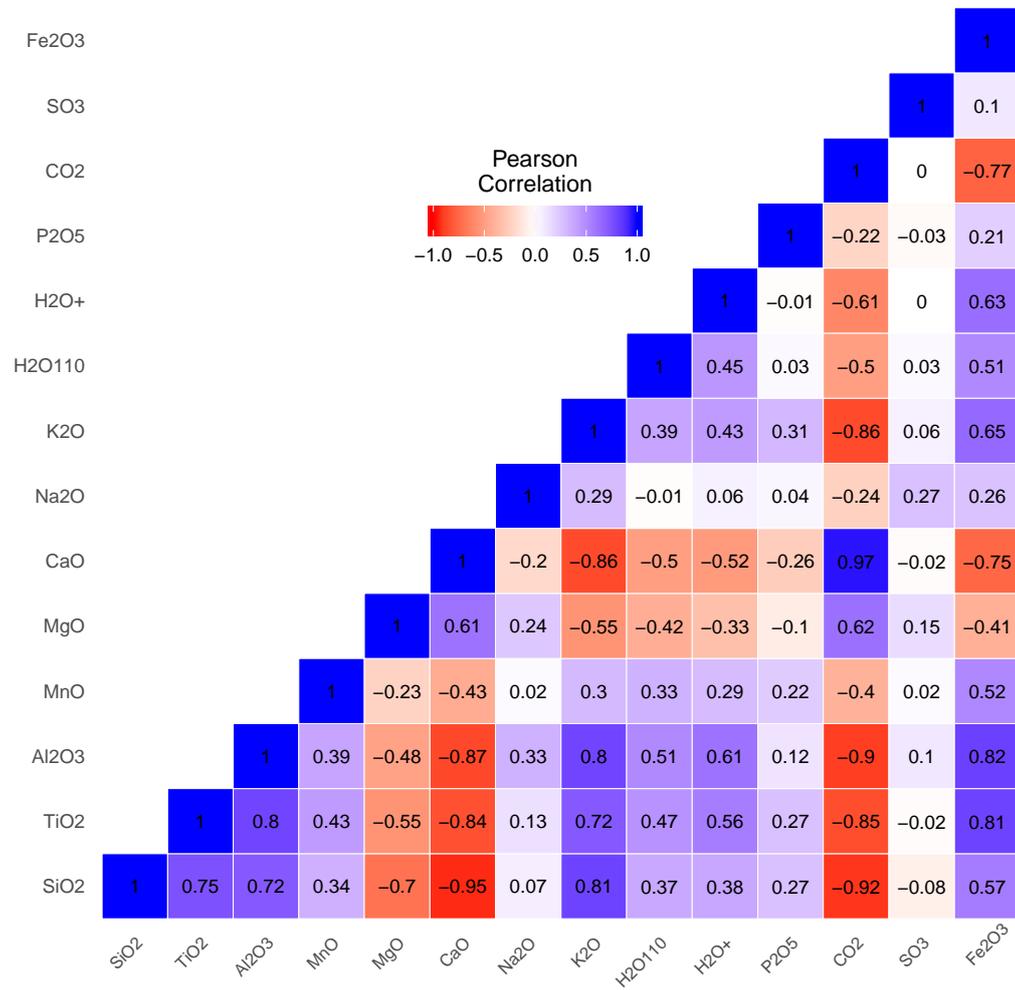


Abbildung 2.27: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Hauptelementen.

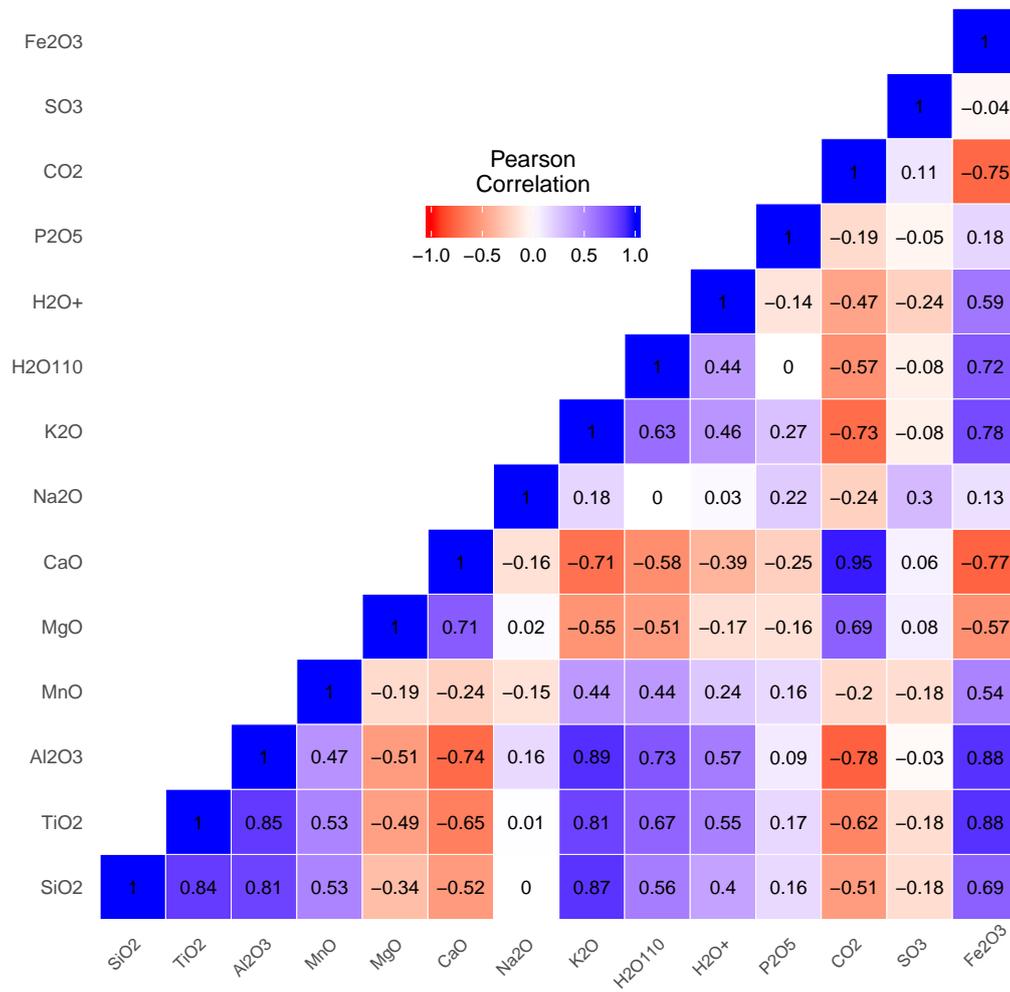


Abbildung 2.28: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Hauptelementen (clr transformiert).

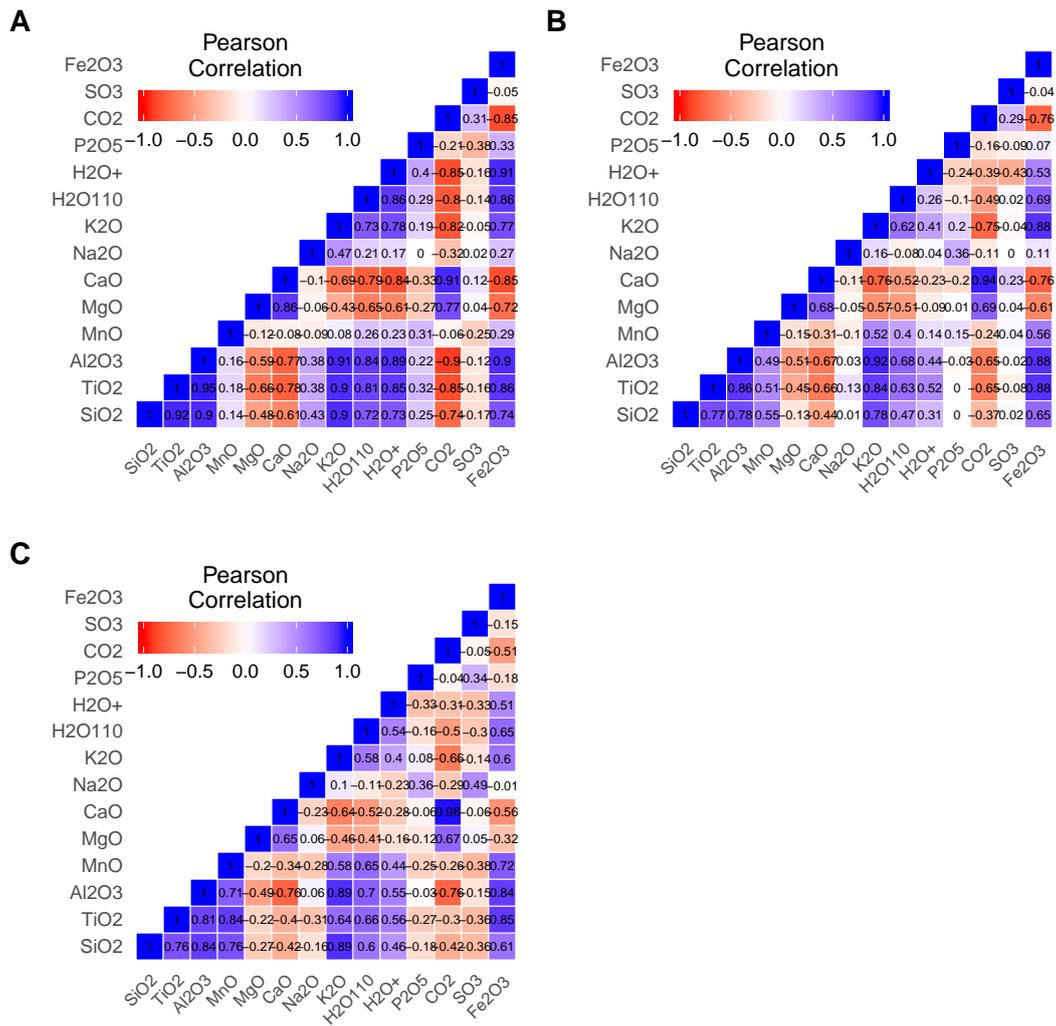


Abbildung 2.30: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Hauptelementen (clr transformiert) je Typ (LLdsch) (A: FLL, B: TLL, C: UeG).

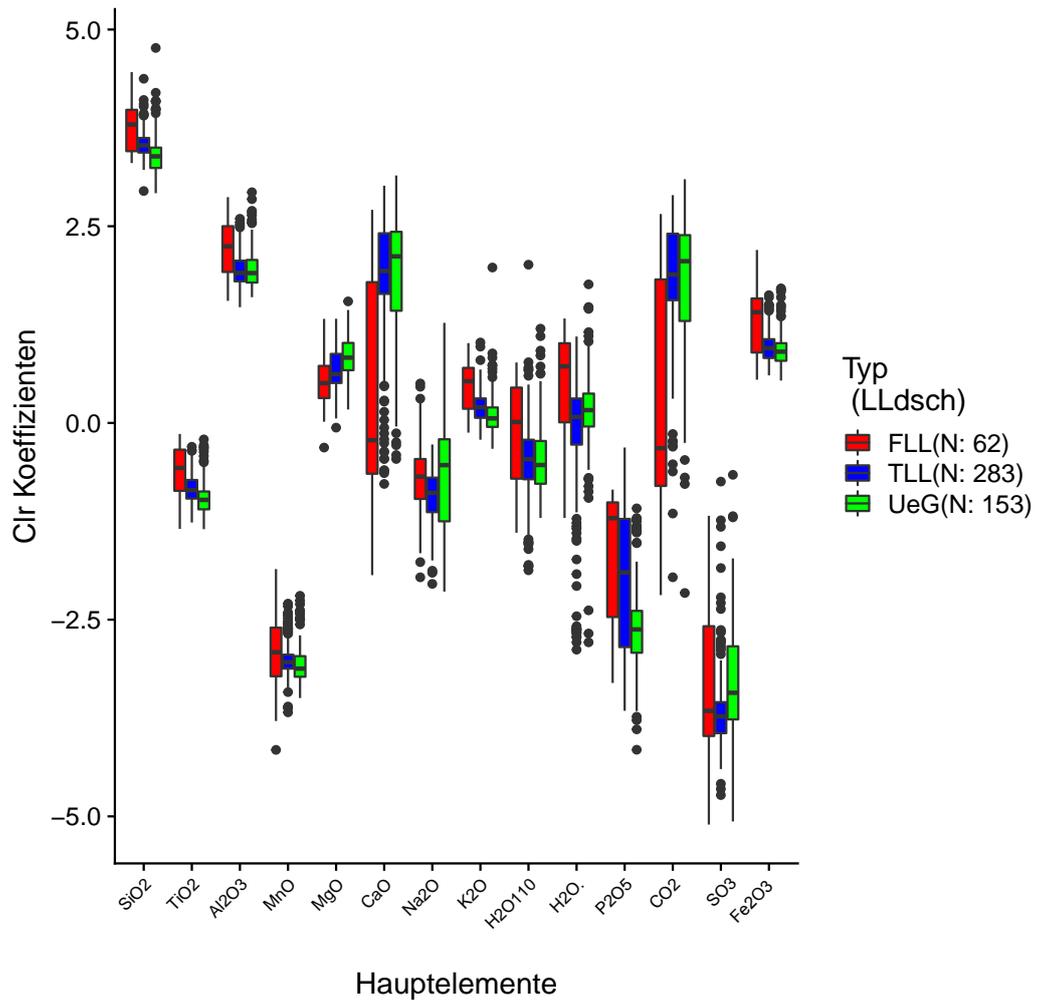


Abbildung 2.31: Boxplot der Hauptelemente (clr transformiert) gefärbt nach Typ (LLdsch).

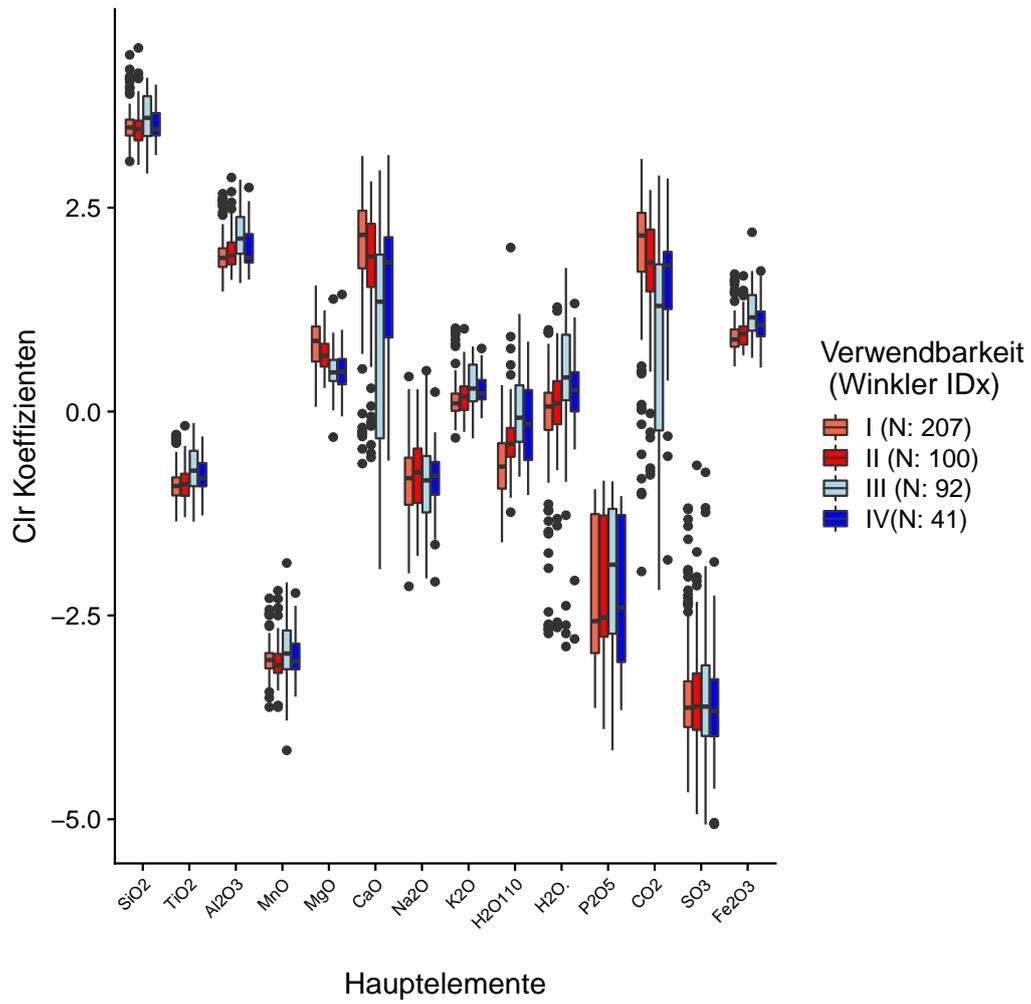


Abbildung 2.32: Boxplot der Hauptelemente (clr transformiert) gefärbt nach Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler IDx).

2.2.6 Spurenelemente

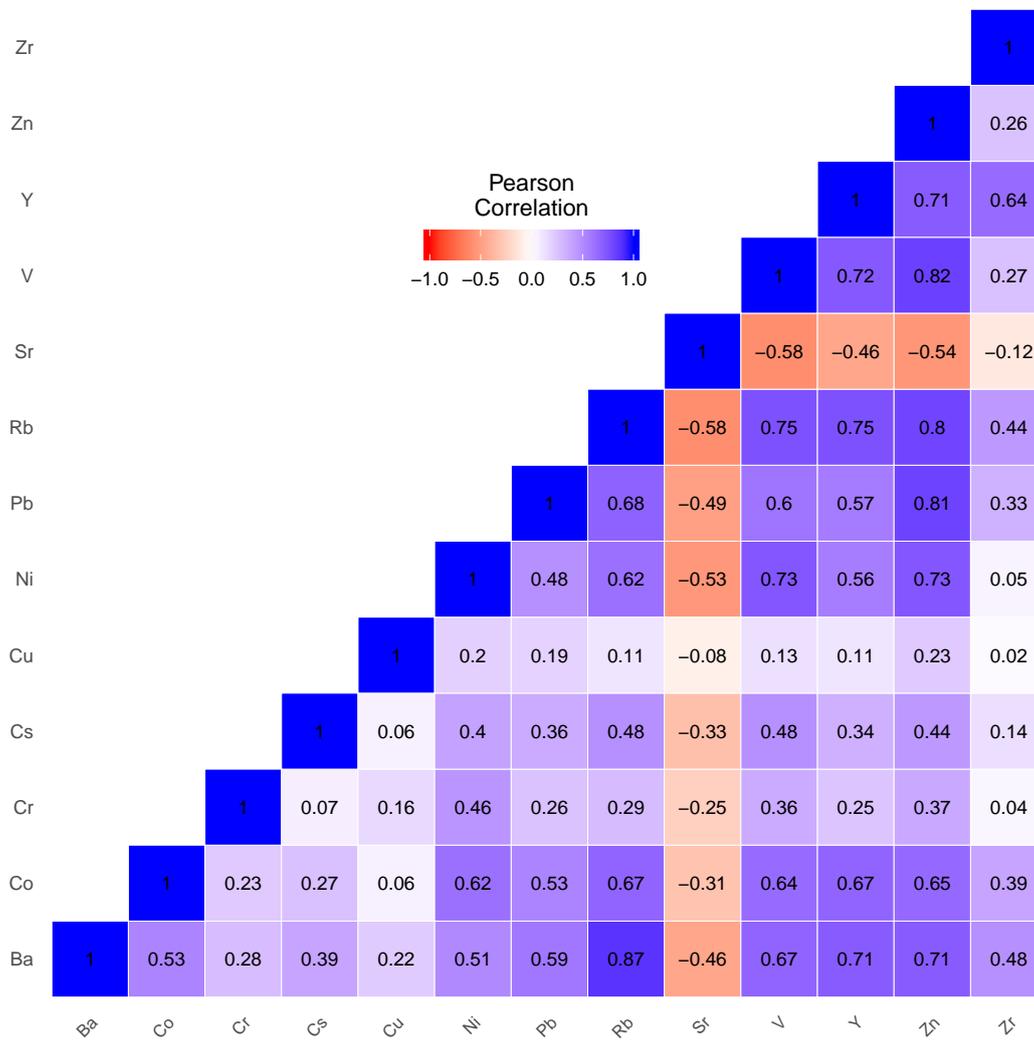


Abbildung 2.33: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Spurenelementen.

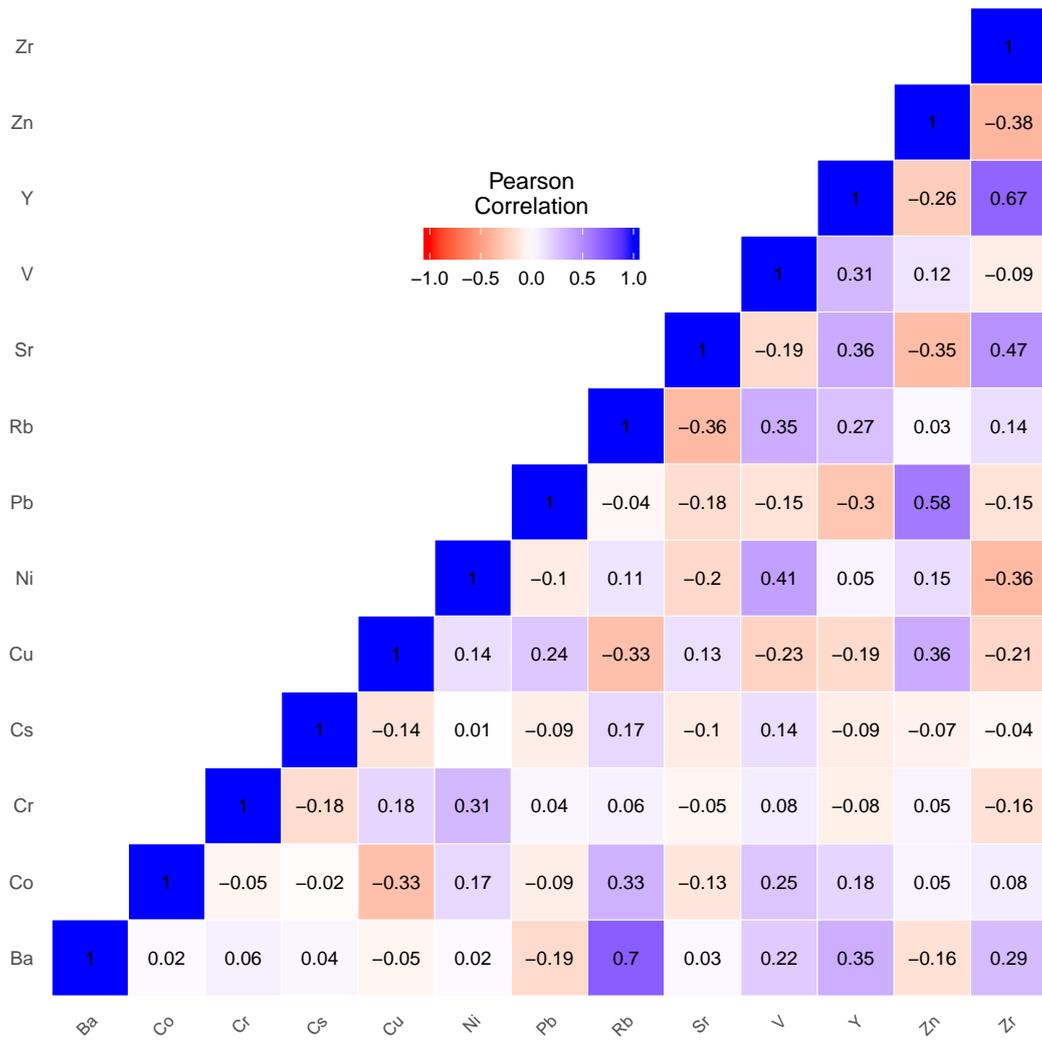


Abbildung 2.34: Heatmap der Korrelationskoeffizienten von Spurenelementen (clr transformiert).

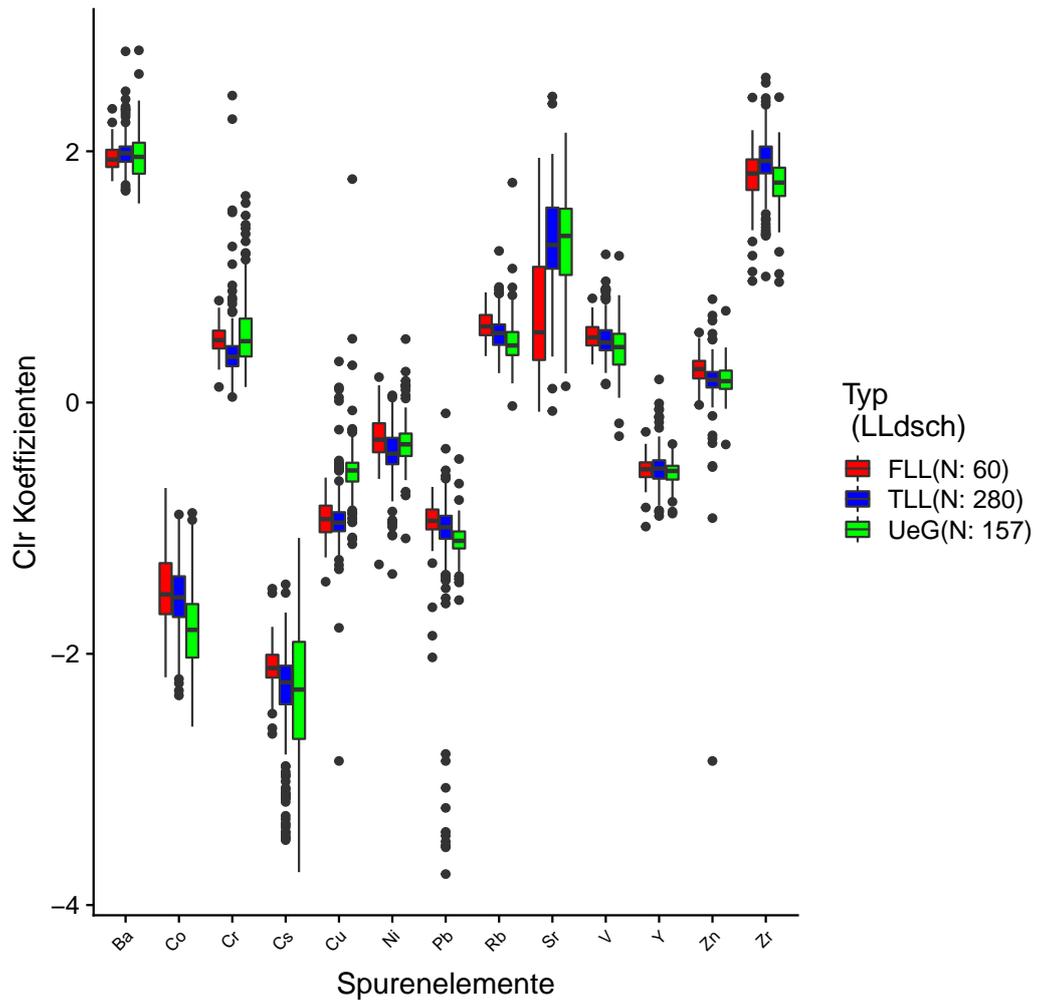


Abbildung 2.37: Boxplot der Spurenelemente (clr transformiert) gefärbt nach Typ (LLdsch).

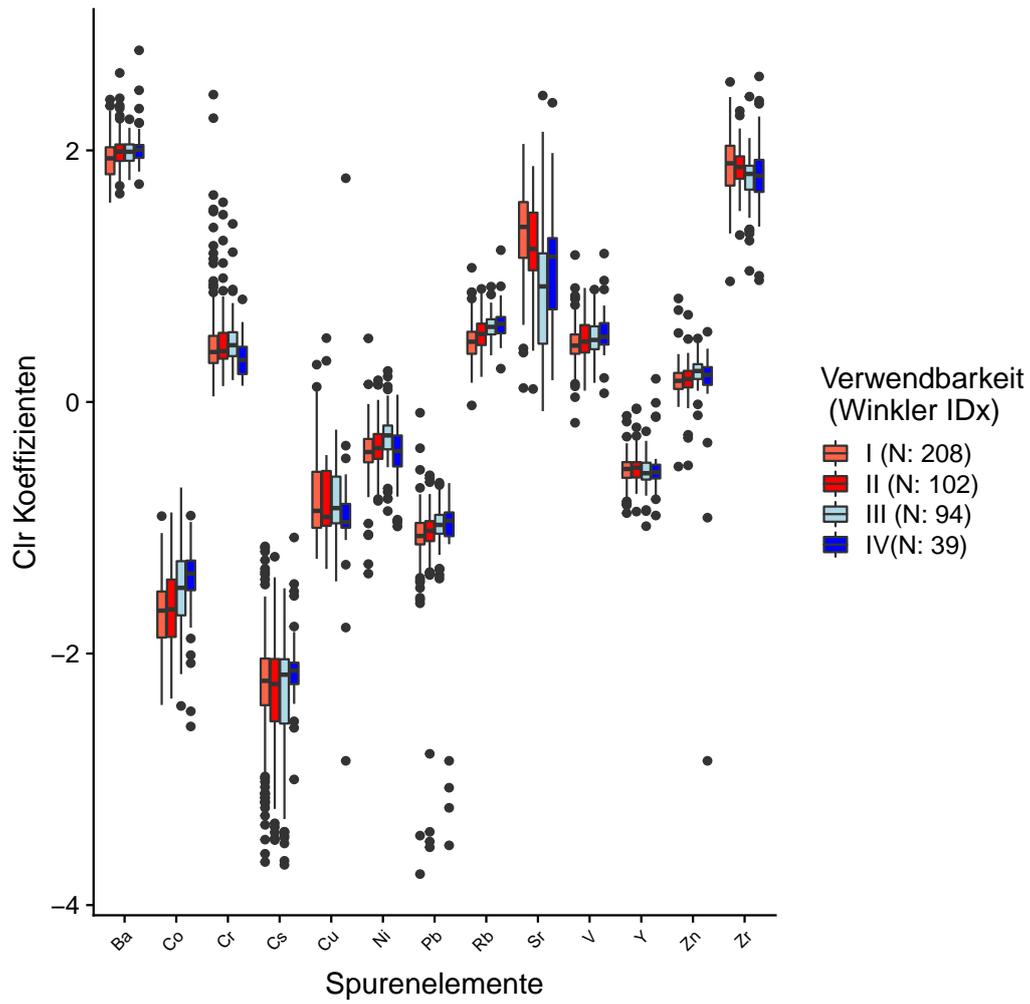


Abbildung 2.38: Boxplot der Spurenelemente (clr transformiert) gefärbt nach Einstufung/Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler IDx).

2.3 Regionale Auswertungen der Korngröße, Gesamtmineralogie, Tonmineralogie, Haupt- und Spurenelemente

In diesem Unterkapitel wird die regionale Verteilung einzelner Elemente der Korngröße, Gesamtmineralogie, Tonmineralogie, Hauptelemente sowie Spurenelemente analysiert. Der Hauptzweck besteht darin, Informationen über die regionalen Unterschiede und Übergangszonen zu liefern. Zu diesem Zweck wird die relative Information der einzelnen Elemente innerhalb der Korngröße, Gesamtmineralogie, Tonmineralogie, Haupt- und Spurenelemente in Form von clr-Koeffizienten auf regionalen Karten dargestellt. Die Interpretation der Ergebnisse in diesem Abschnitt bezieht sich nur auf die Auswertungen der Korngröße, da es sich bei der Gesamtmineralogie, Tonmineralogie, Hauptelementen und Spurenelementen um analoge Analysen handelt.

2.3.1 Korngröße

Die Abbildungen 2.39 – 2.41 stellen die regionale Verteilung der relativen Information einzelner Elemente der Korngröße dar. Die Punkte zeigen den Standort der Proben auf der Österreich-Karte, an denen sie entnommen wurden. Die Farbskala beschreibt die Dominanz des Elementes in der Probe im Vergleich zu den gesamten Elementen der Korngröße. Die rote Farbe deutet auf hohe Dominanz und die gelbe auf geringe bis keine Dominanz. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Die gestrichelten Linien teilen die Österreich-Karte von Westen nach Osten in 5 Regionen auf. Die Proben aus diesen einzelnen Regionen sind als Boxplots (unterhalb der Abbildung) dargestellt. Dies ermöglicht einen einfachen Vergleich zwischen den einzelnen Regionen von Westen nach Osten. Die y-Achse beinhaltet die clr-Koeffizienten. Die numerischen Werte auf der y-Achse beziehen sich auf die clr-Koeffizienten und dienen dem direkten Vergleich zwischen den einzelnen Regionen.

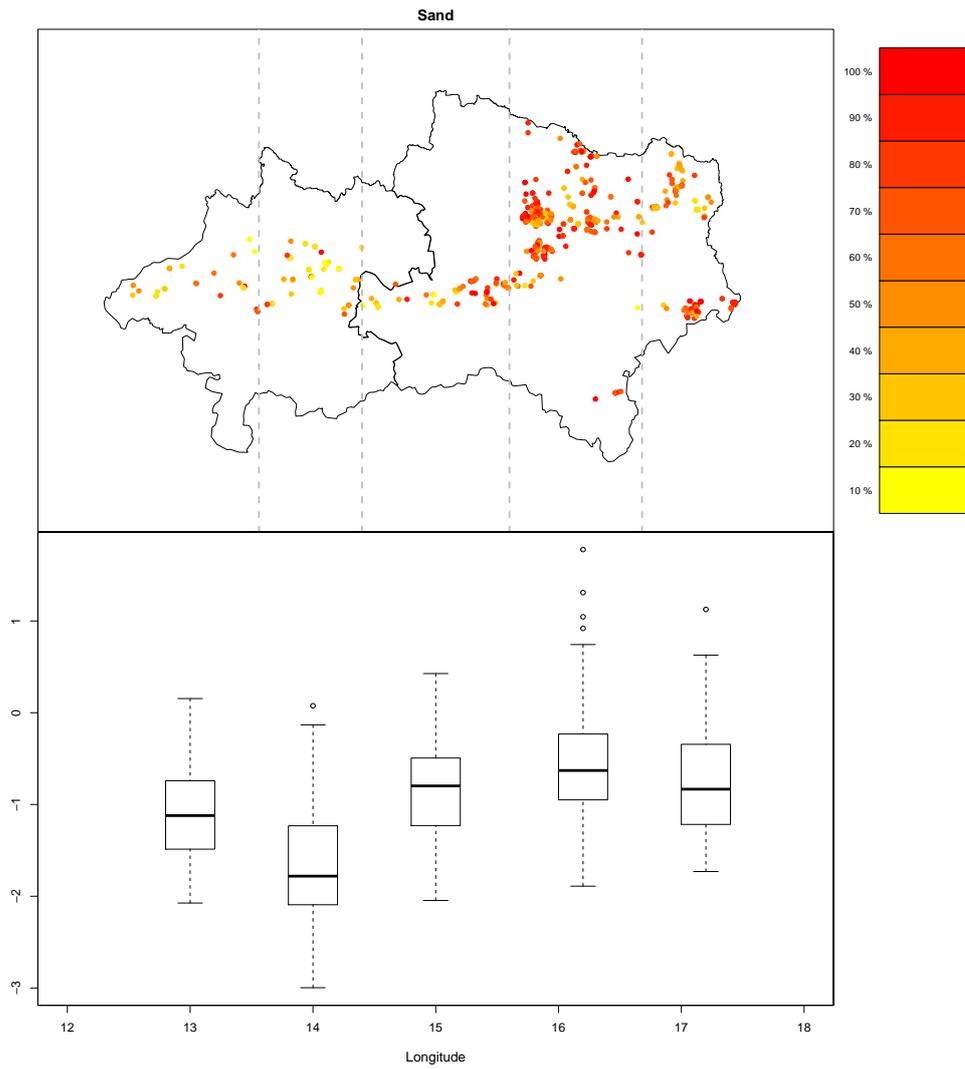


Abbildung 2.39: Die regionale Verteilung von Sand in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Sand (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

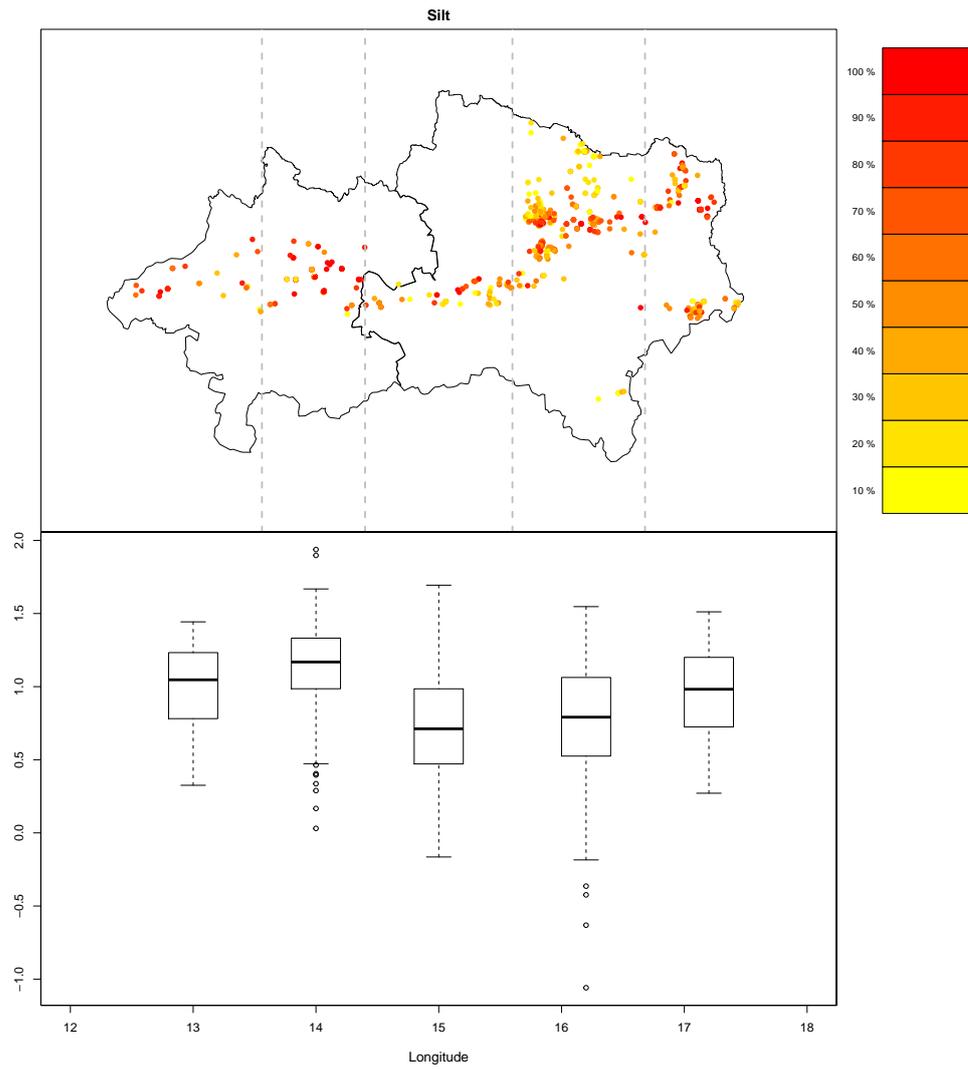


Abbildung 2.40: Die regionale Verteilung von Silt in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Silt (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

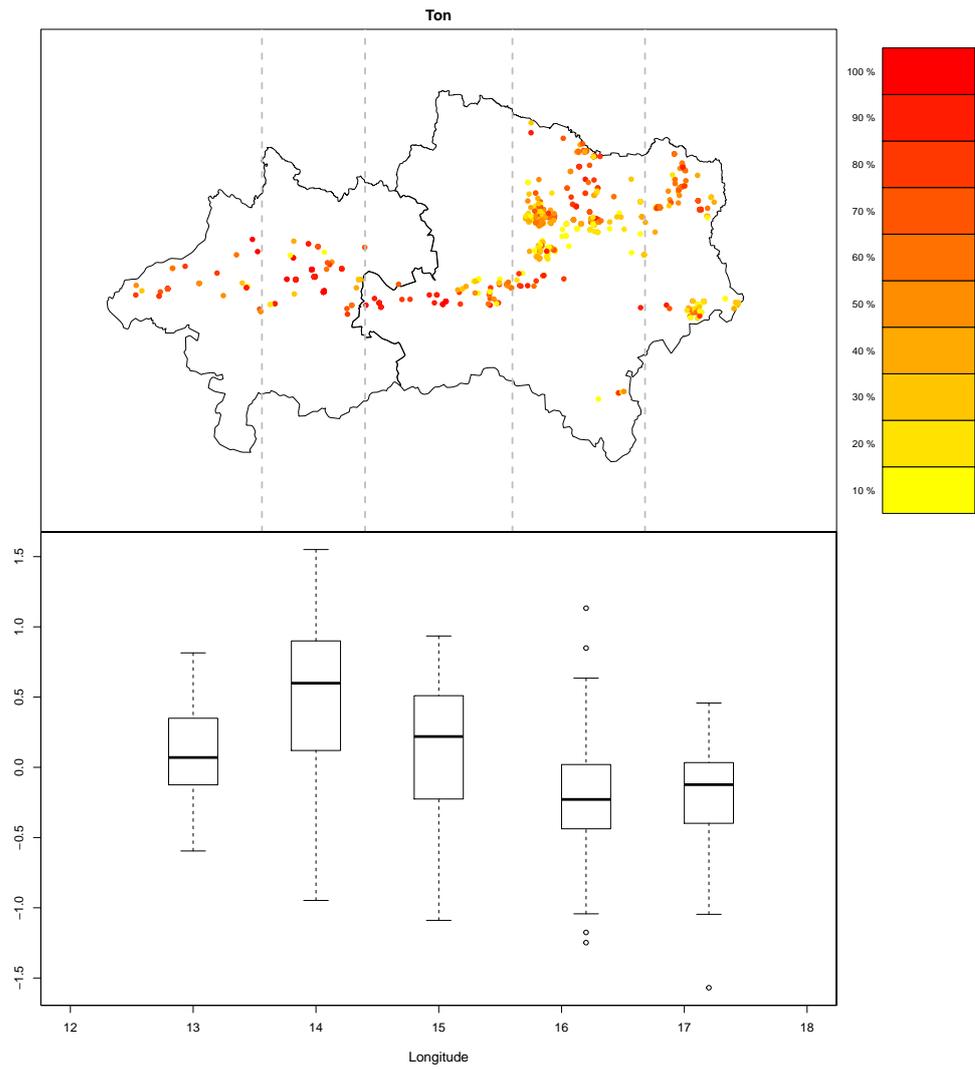


Abbildung 2.41: Die regionale Verteilung von Ton in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Ton (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

2.3.2 Gesamtmineralogie

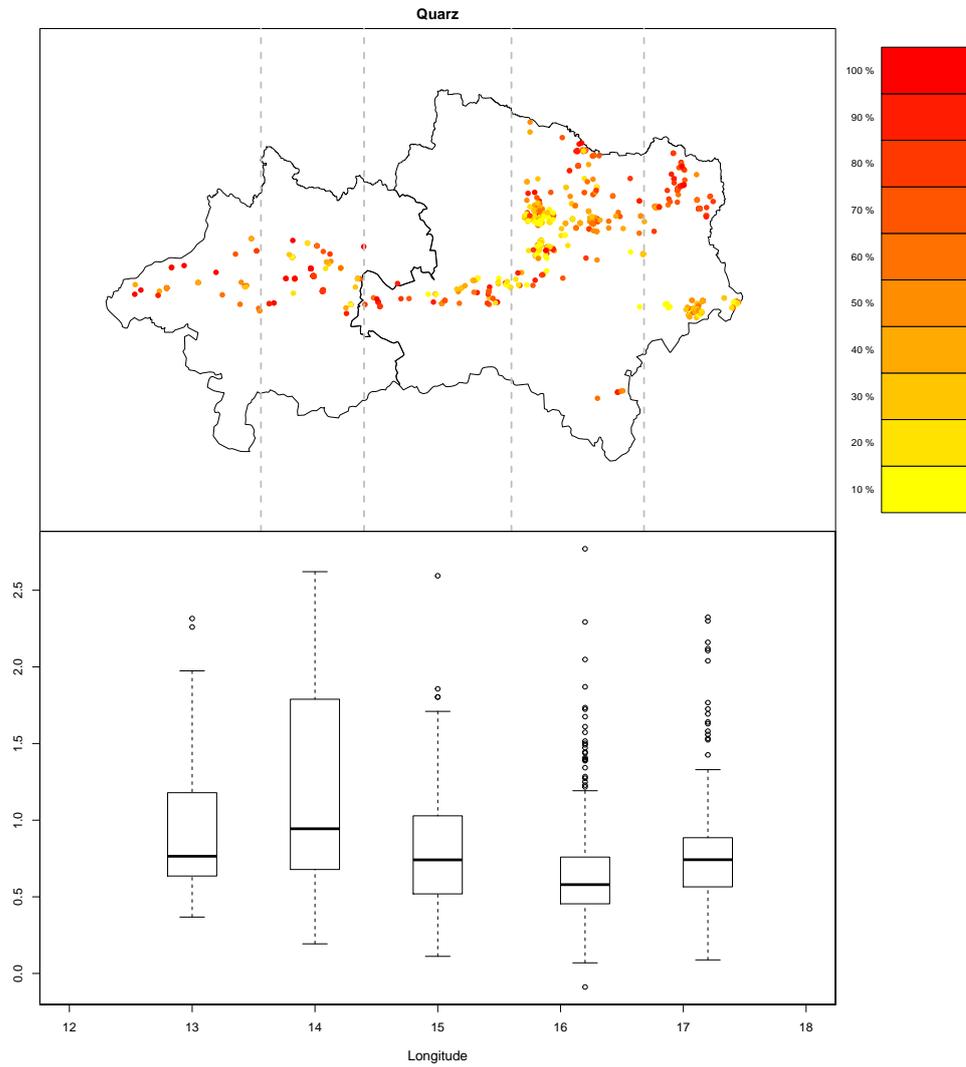


Abbildung 2.42: Die regionale Verteilung von Quarz in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Quarz (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

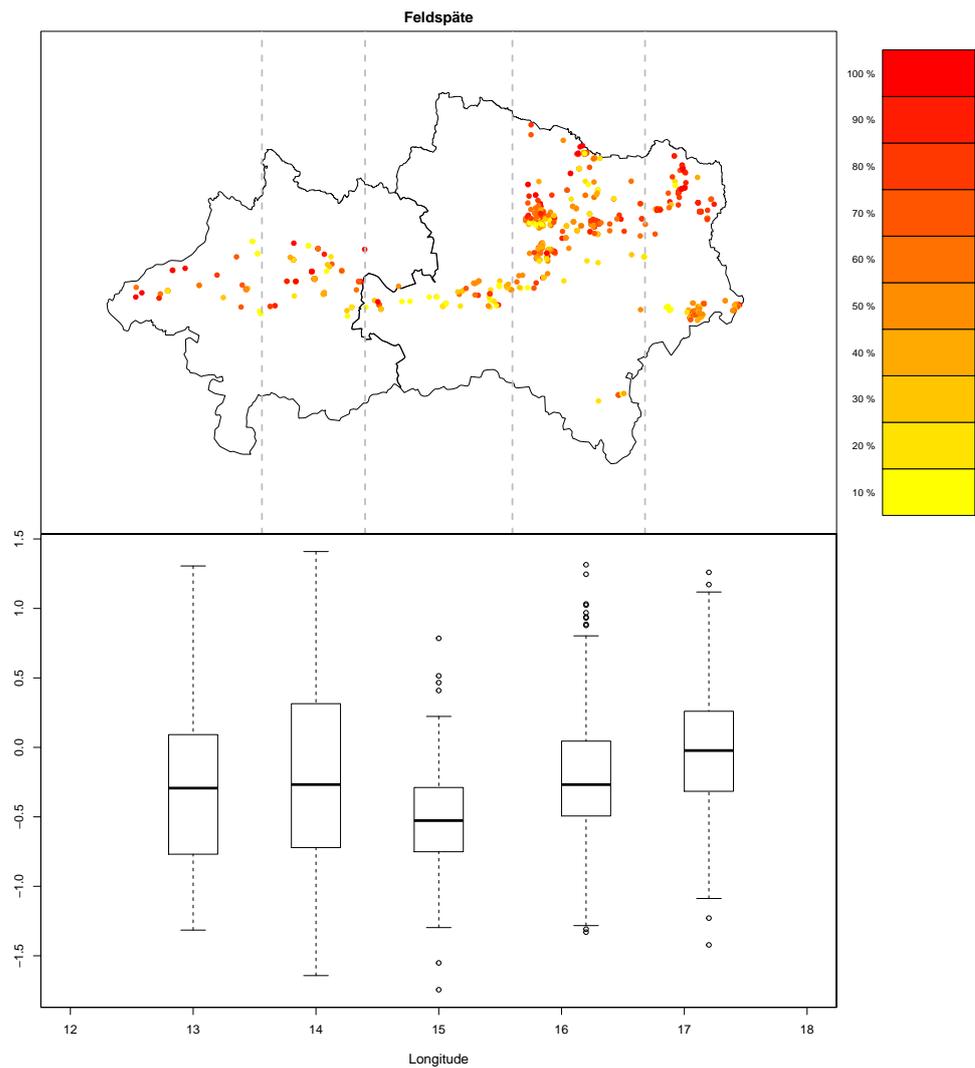


Abbildung 2.43: Die regionale Verteilung der Feldspäte in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung der Feldspäte (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

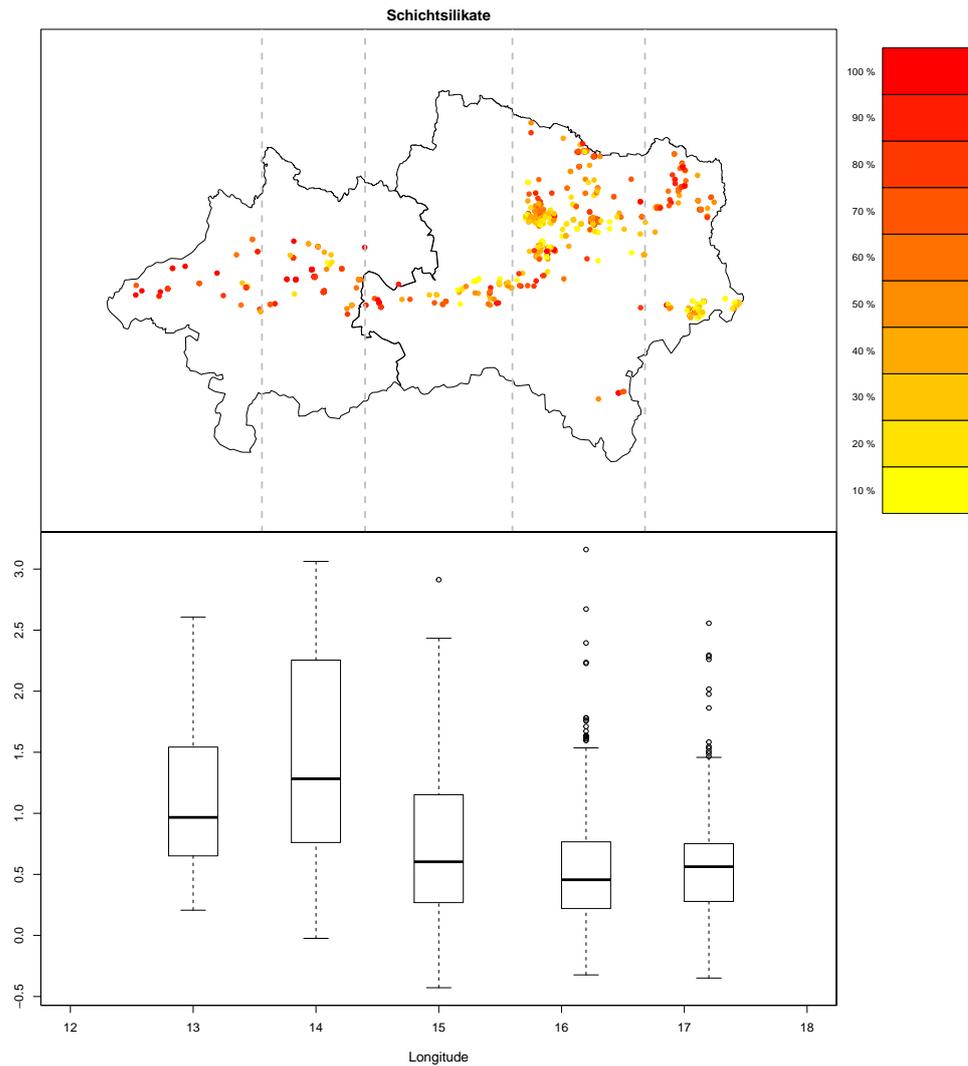


Abbildung 2.44: Die regionale Verteilung der Schichtsilikate in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung der Schichtsilikate (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

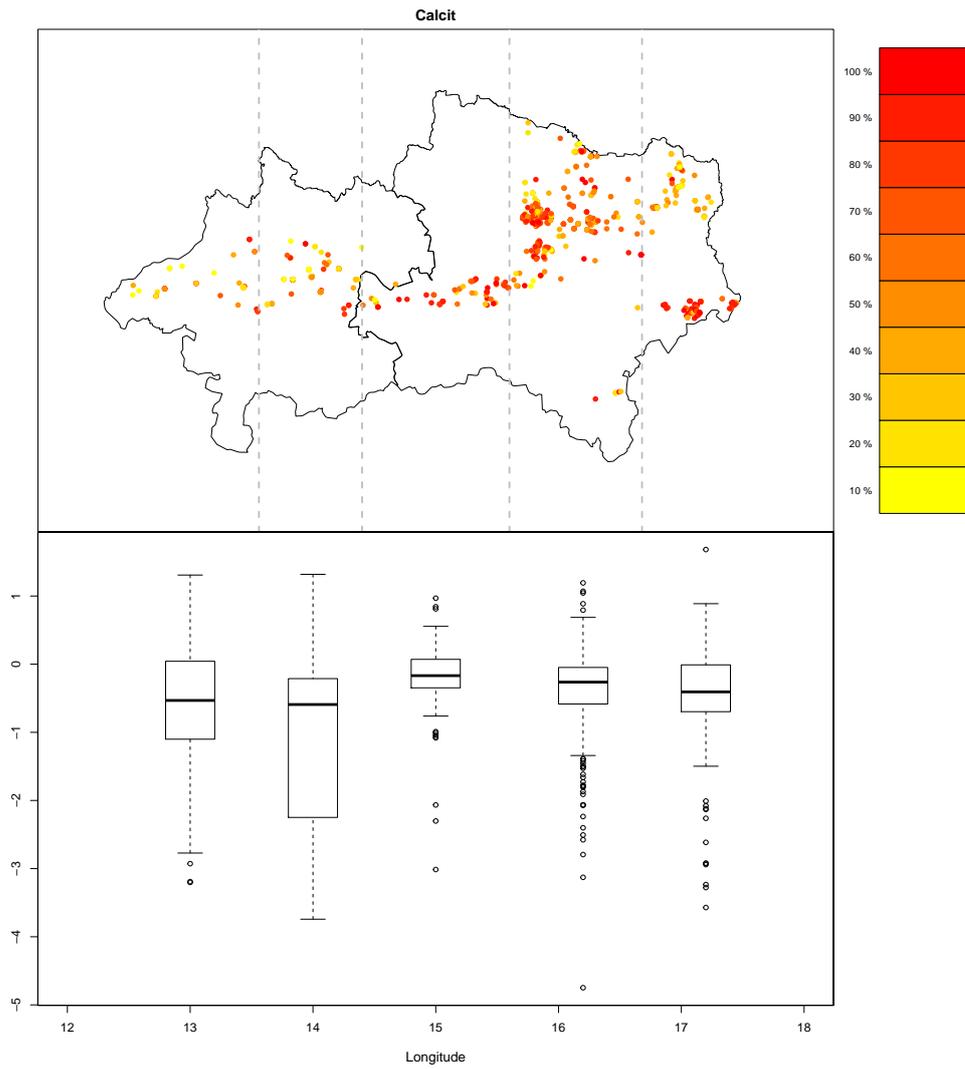


Abbildung 2.45: Die regionale Verteilung von Calcit in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Calcit (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

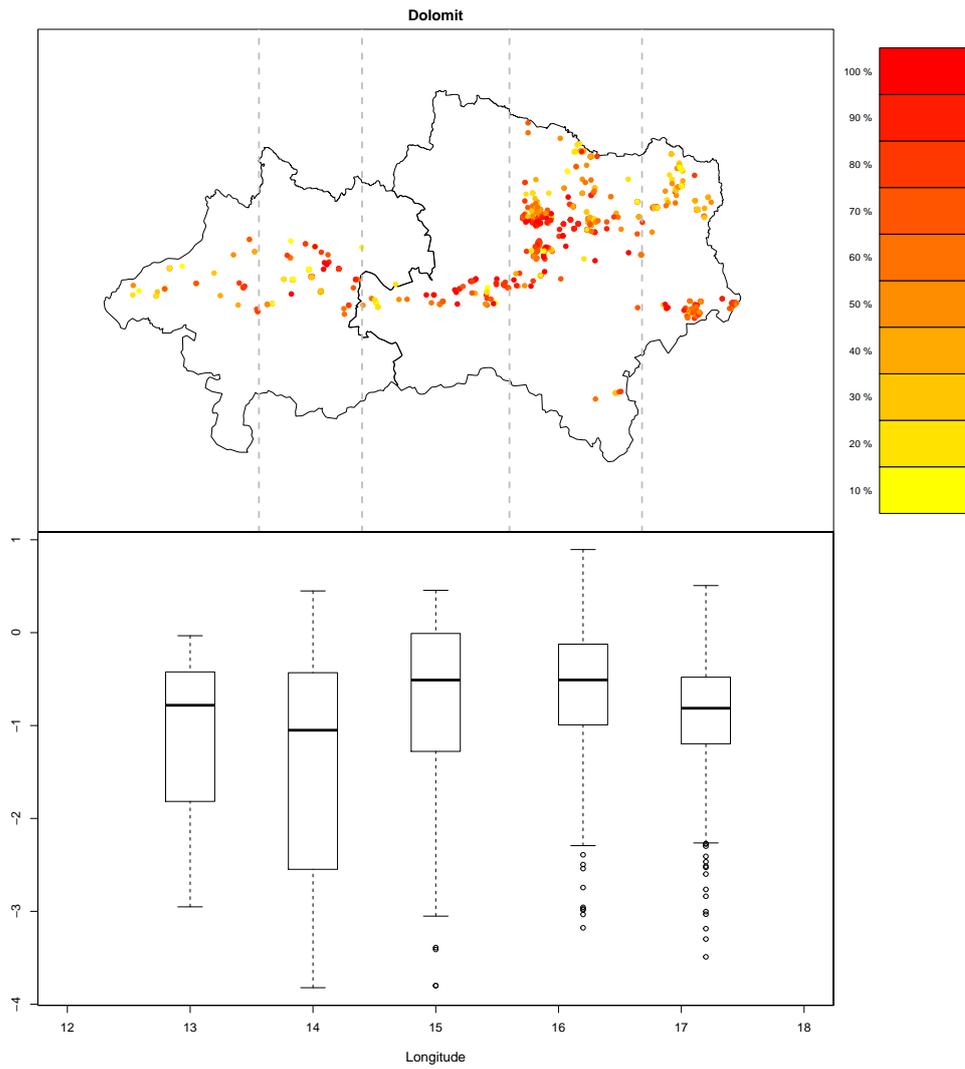


Abbildung 2.46: Die regionale Verteilung von Dolomit in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Dolomit (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

2.3.3 Tonmineralogie

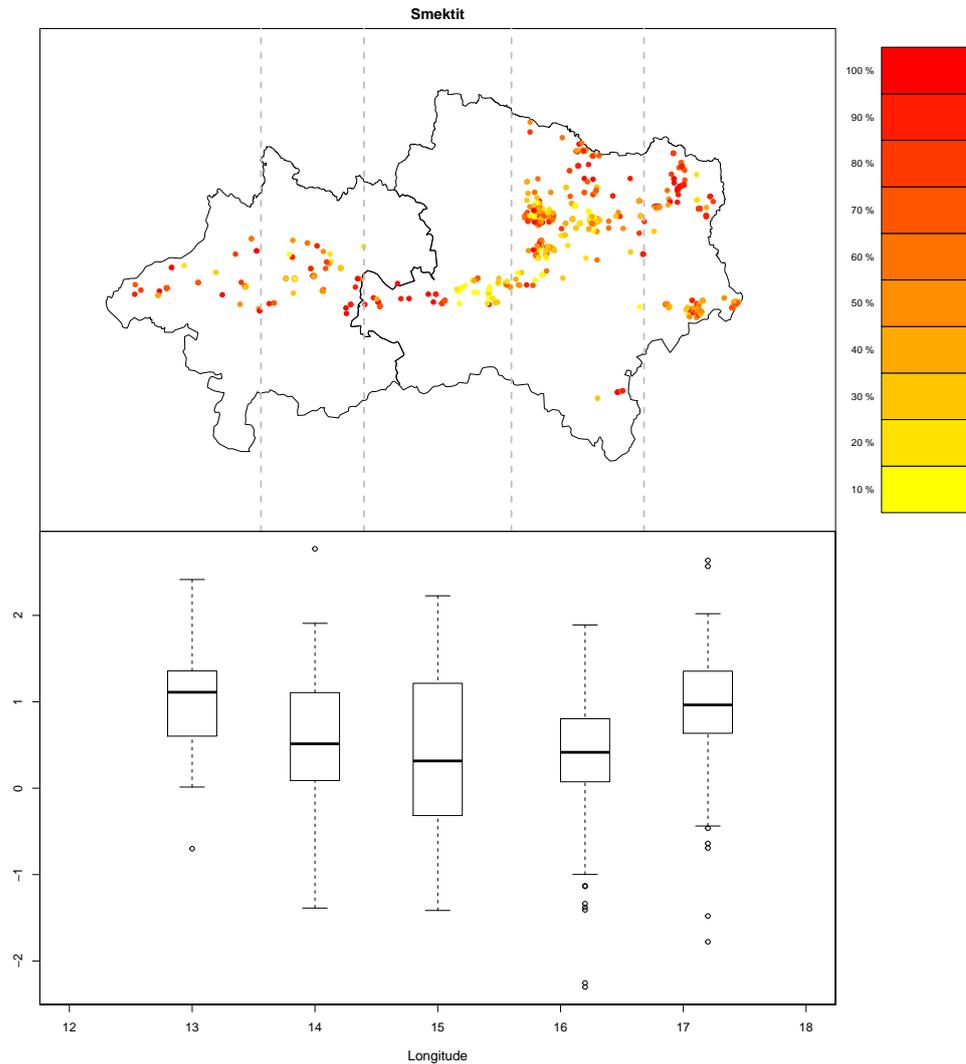


Abbildung 2.47: Die regionale Verteilung von Smektit in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Smektit (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

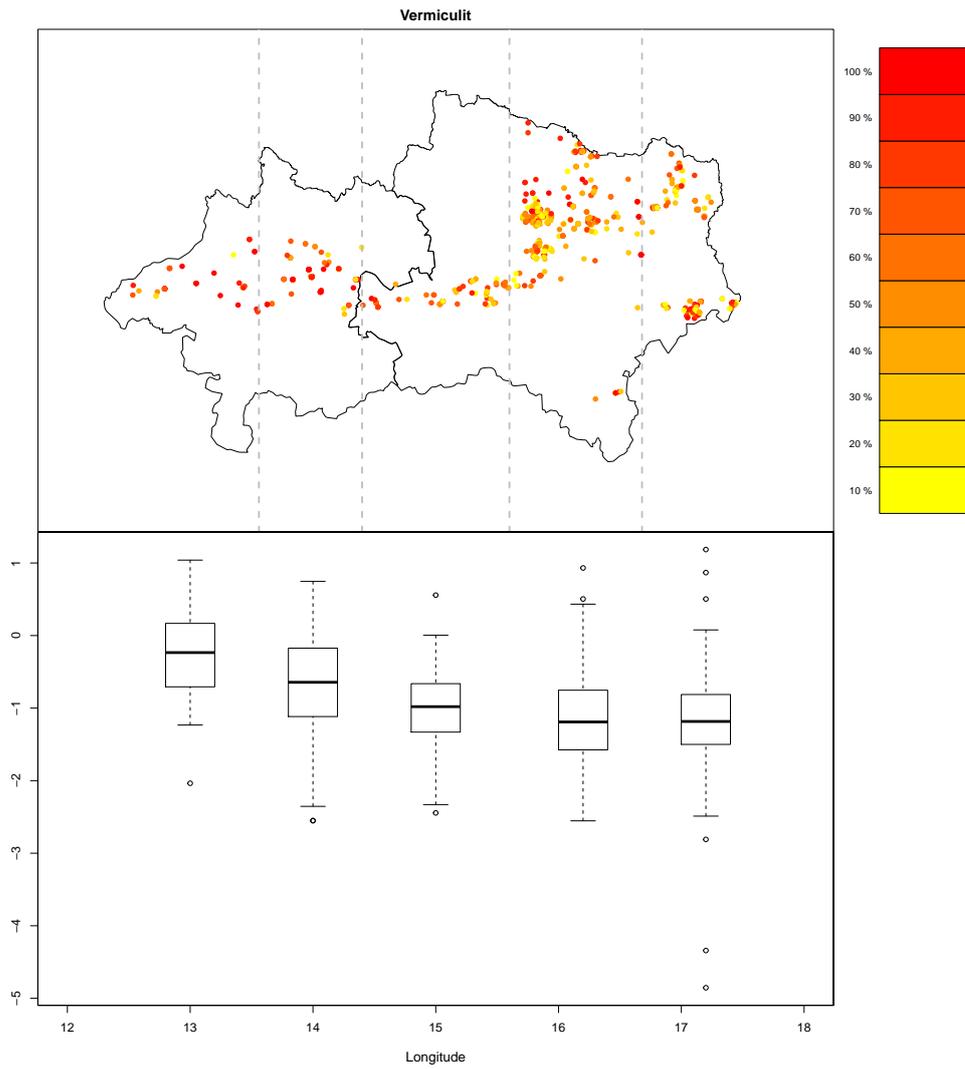


Abbildung 2.48: Die regionale Verteilung von Vermiculit in Form von clr -Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Vermiculit (clr -Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

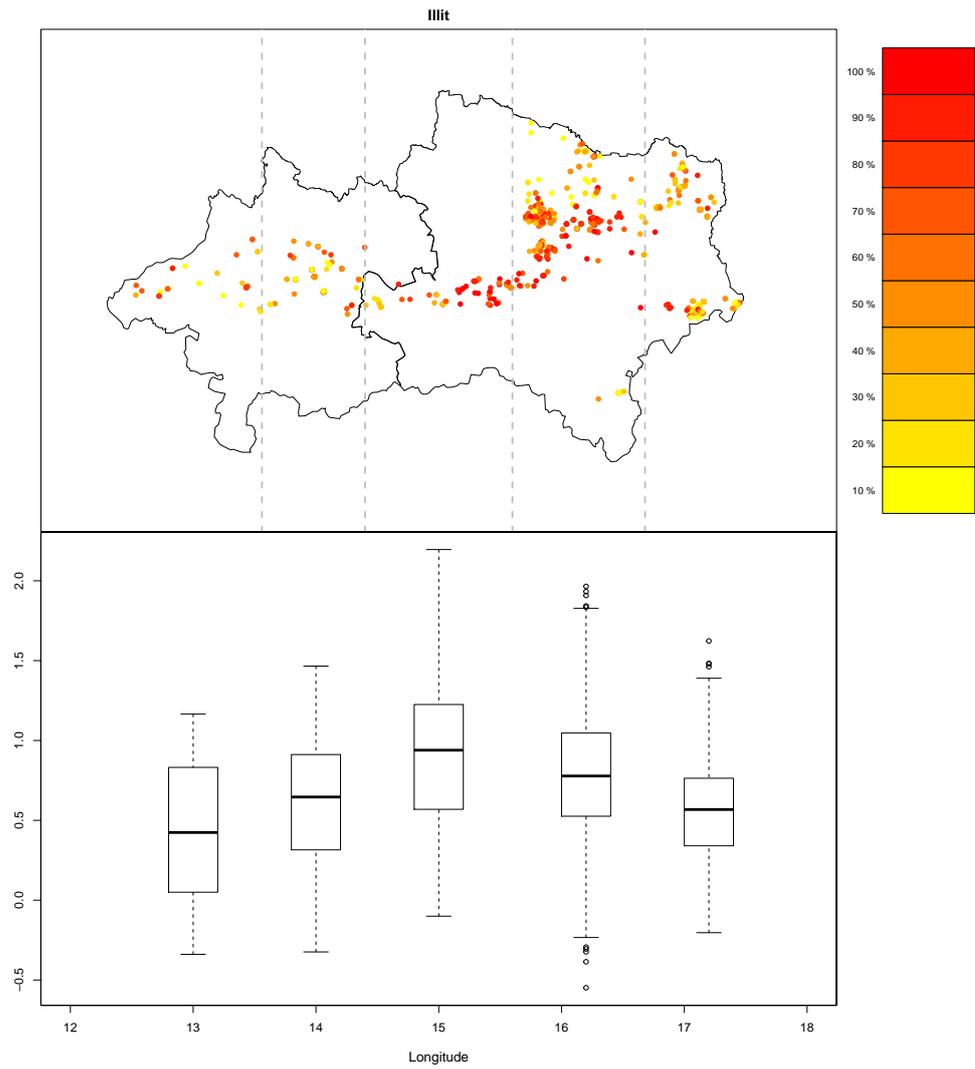


Abbildung 2.49: Die regionale Verteilung von Illit in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Illit (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

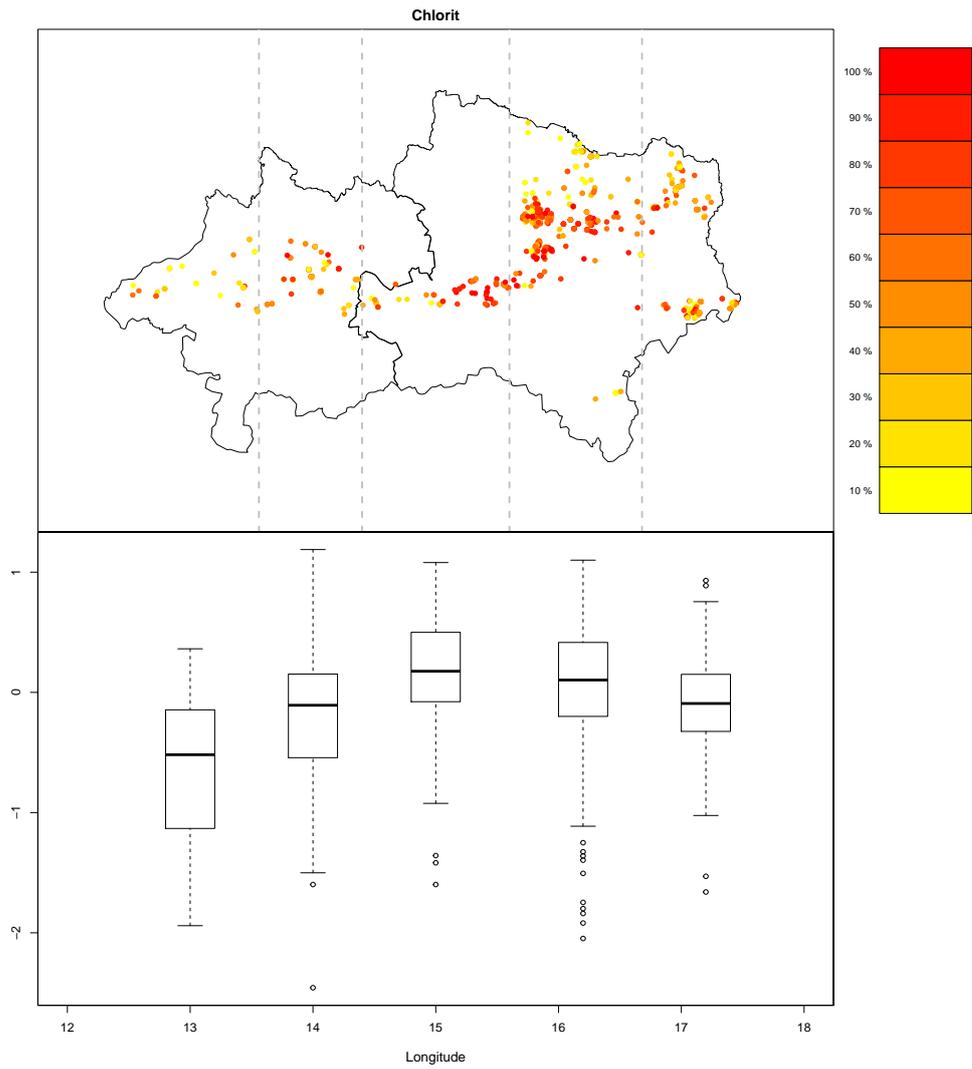


Abbildung 2.50: Die regionale Verteilung von Chlorit in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Chlorit (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

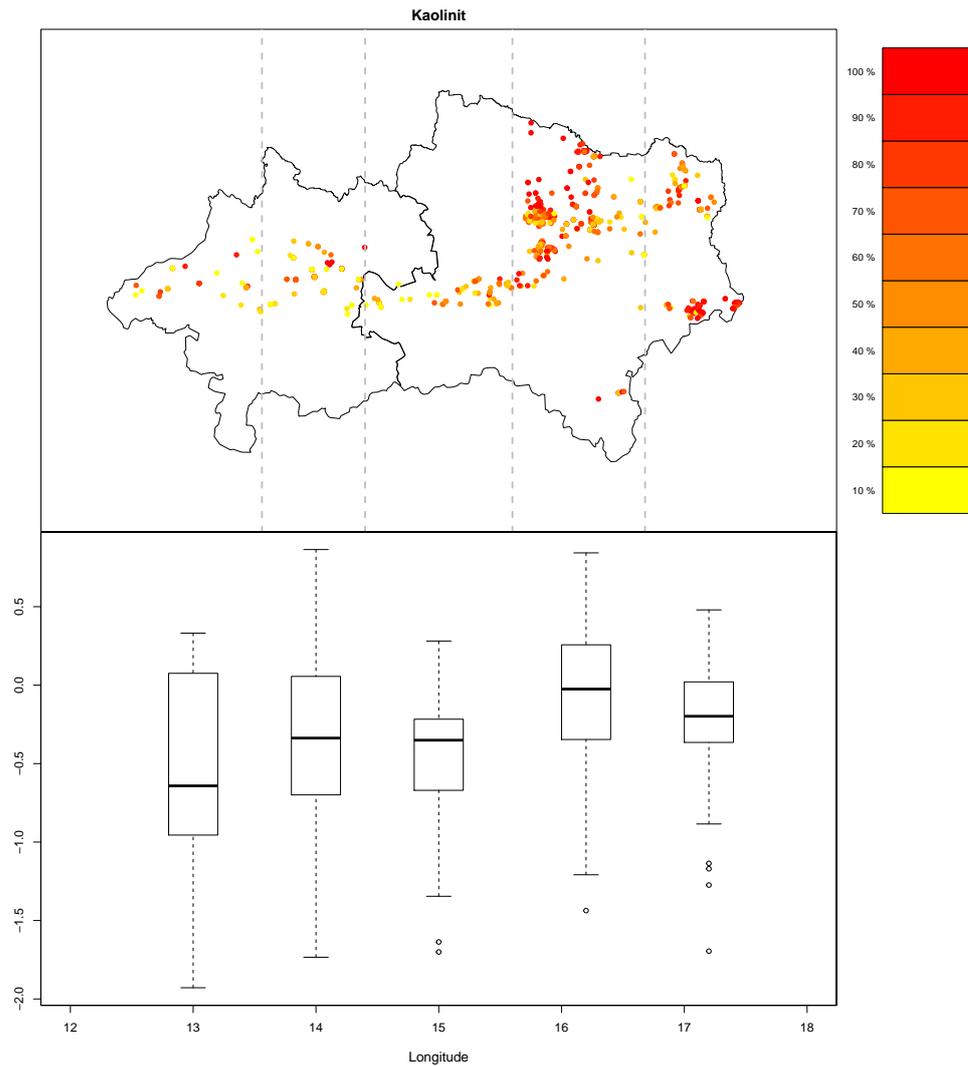


Abbildung 2.51: Die regionale Verteilung von Kaolinit in Form von cl-r-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Kaolinit (cl-r-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

2.3.4 Hauptelemente

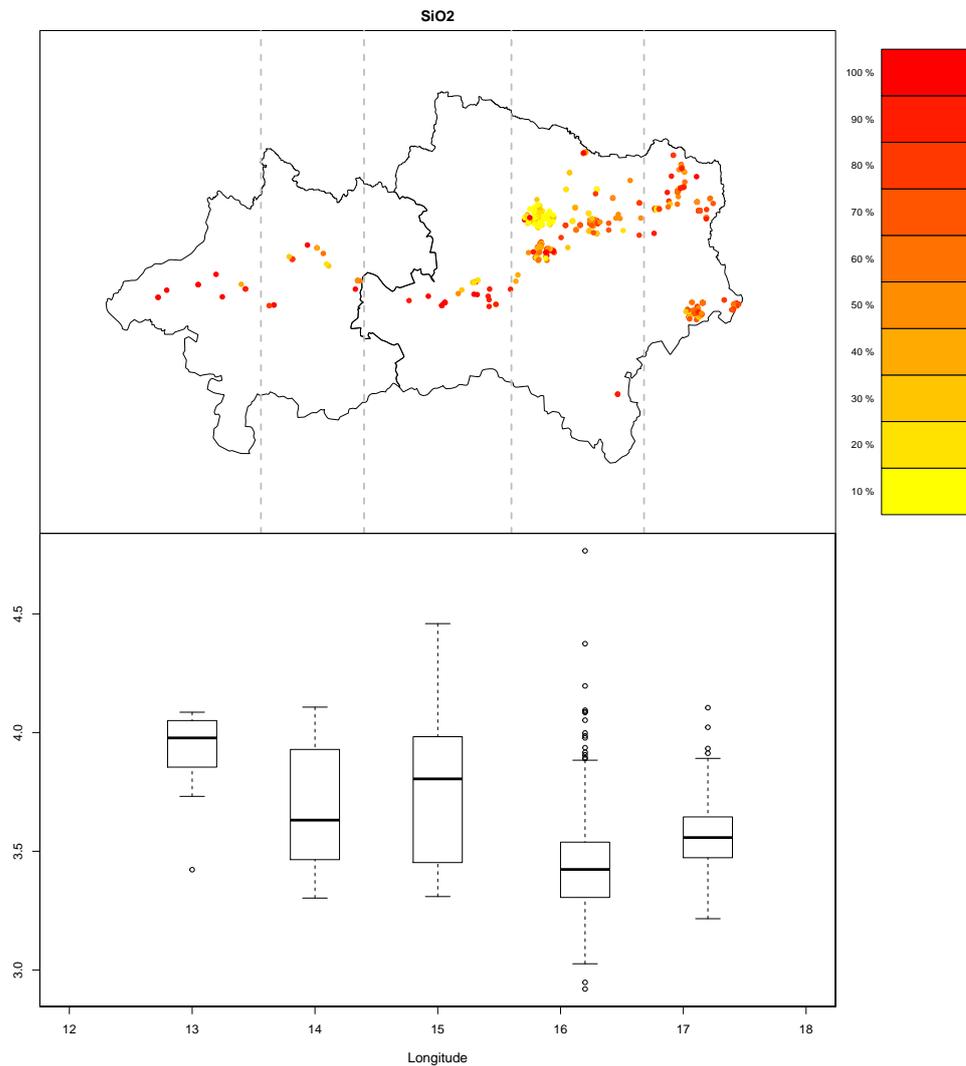


Abbildung 2.52: Die regionale Verteilung von SiO_2 in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von SiO_2 (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

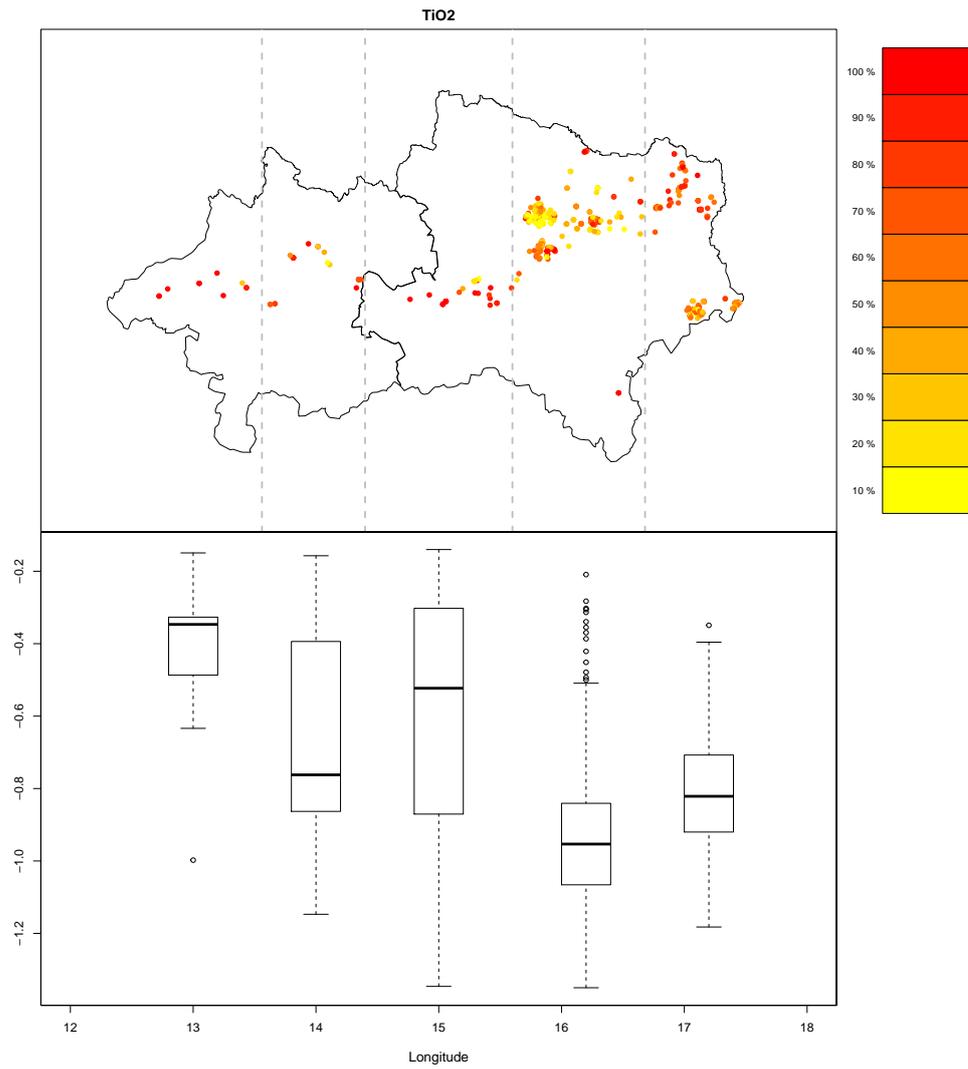


Abbildung 2.53: Die regionale Verteilung von TiO_2 in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von TiO_2 (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

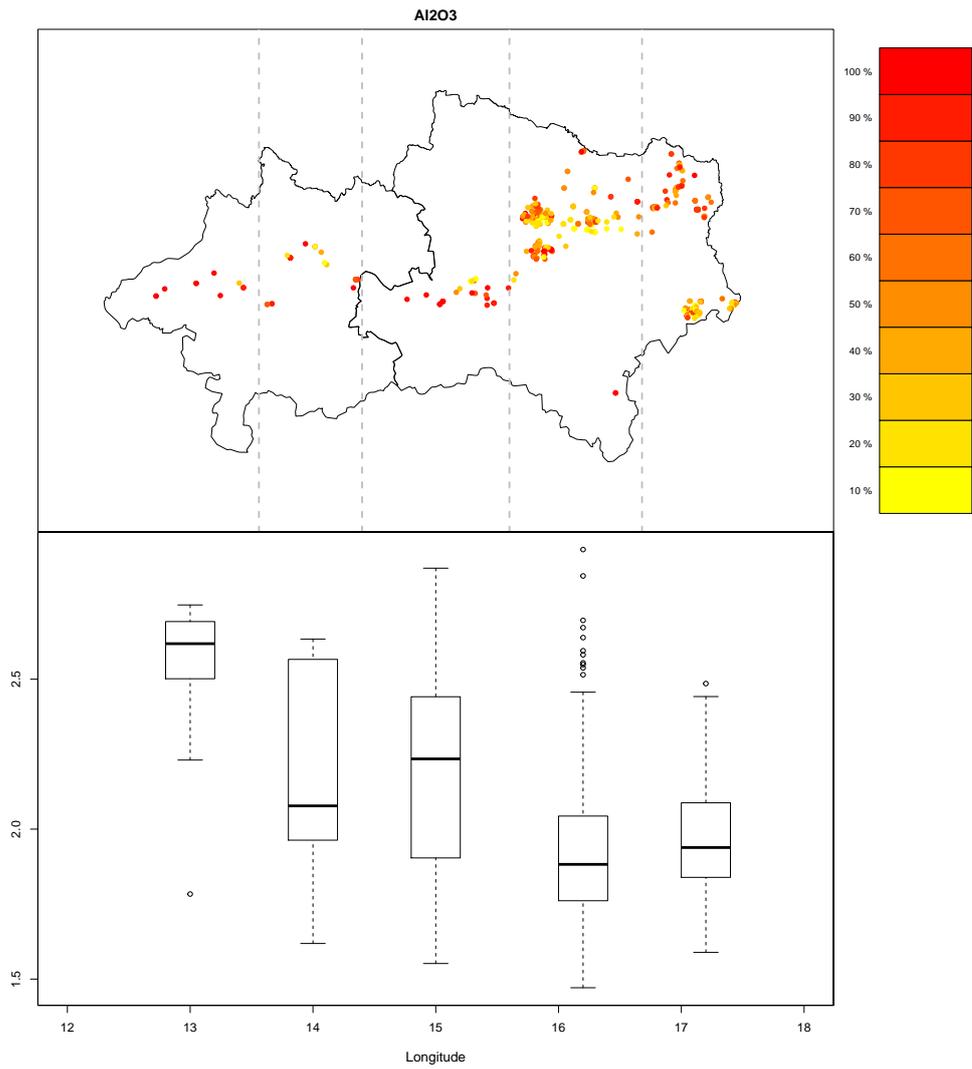


Abbildung 2.54: Die regionale Verteilung von Al_2O_3 in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Al_2O_3 (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

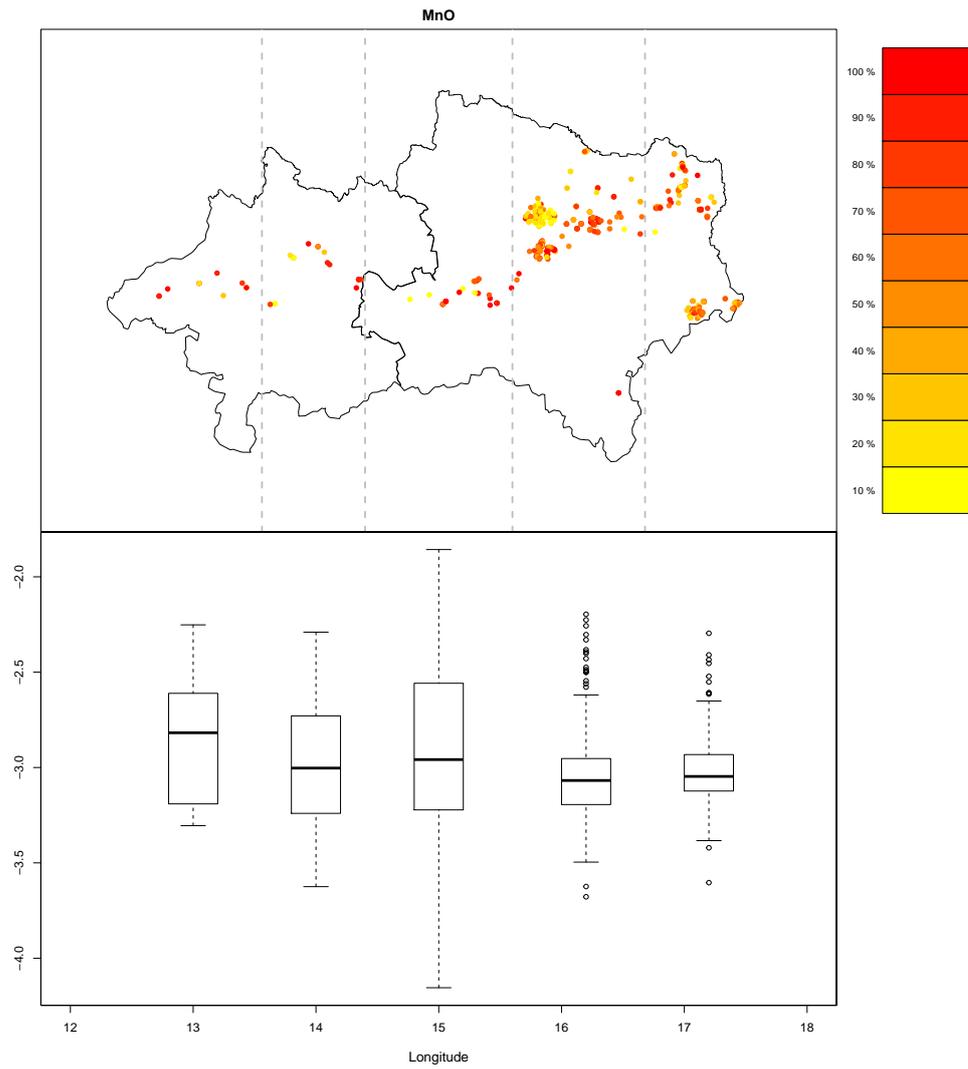


Abbildung 2.55: Die regionale Verteilung von MnO in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von MnO (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

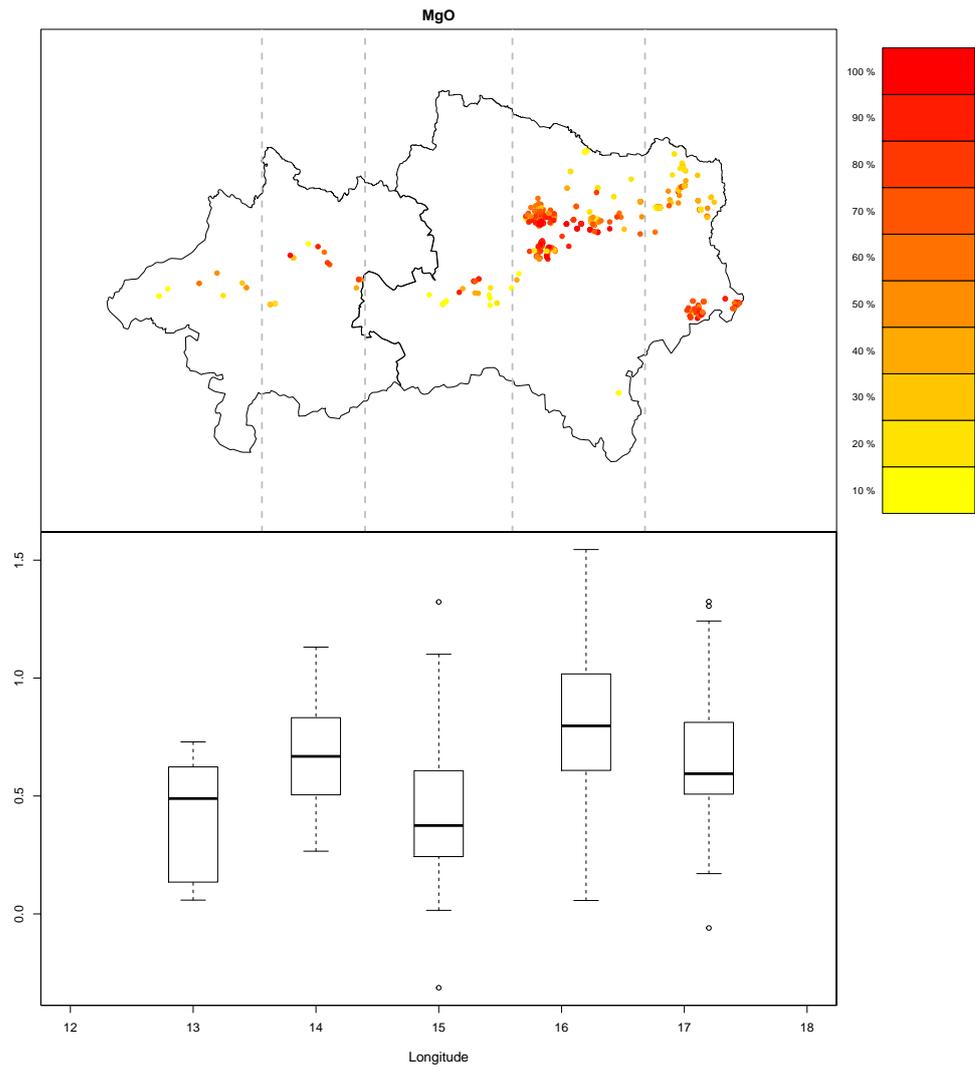


Abbildung 2.56: Die regionale Verteilung von MgO in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von MgO (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

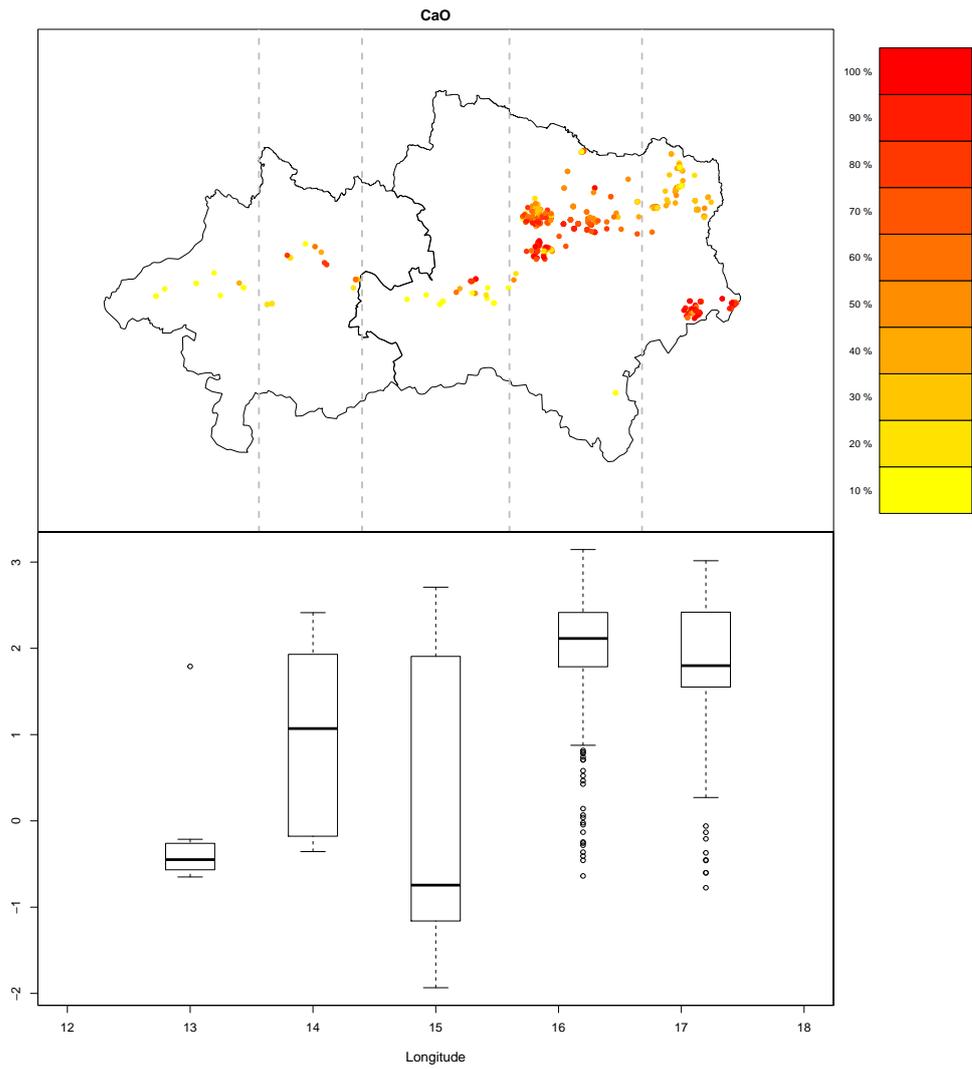


Abbildung 2.57: Die regionale Verteilung von CaO in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von CaO (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

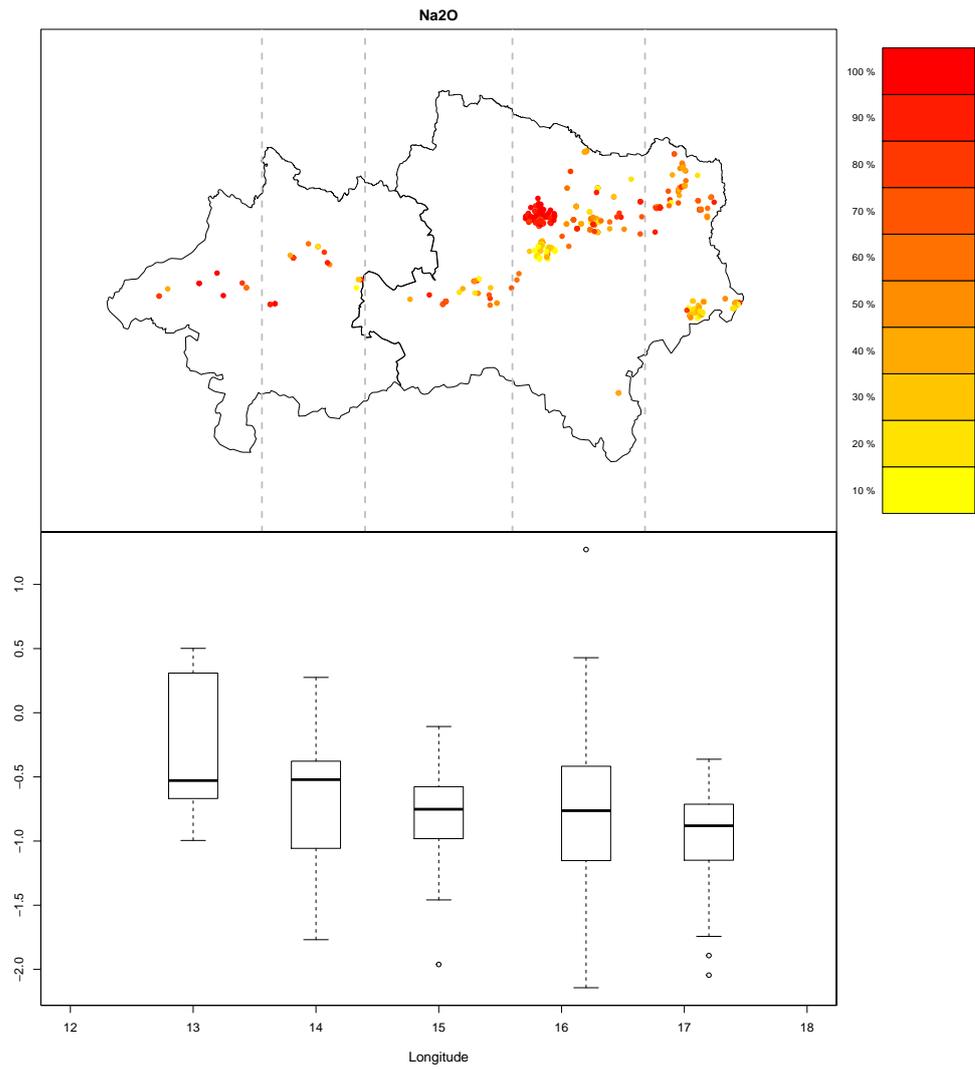


Abbildung 2.58: Die regionale Verteilung von Na₂O in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Na₂O (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

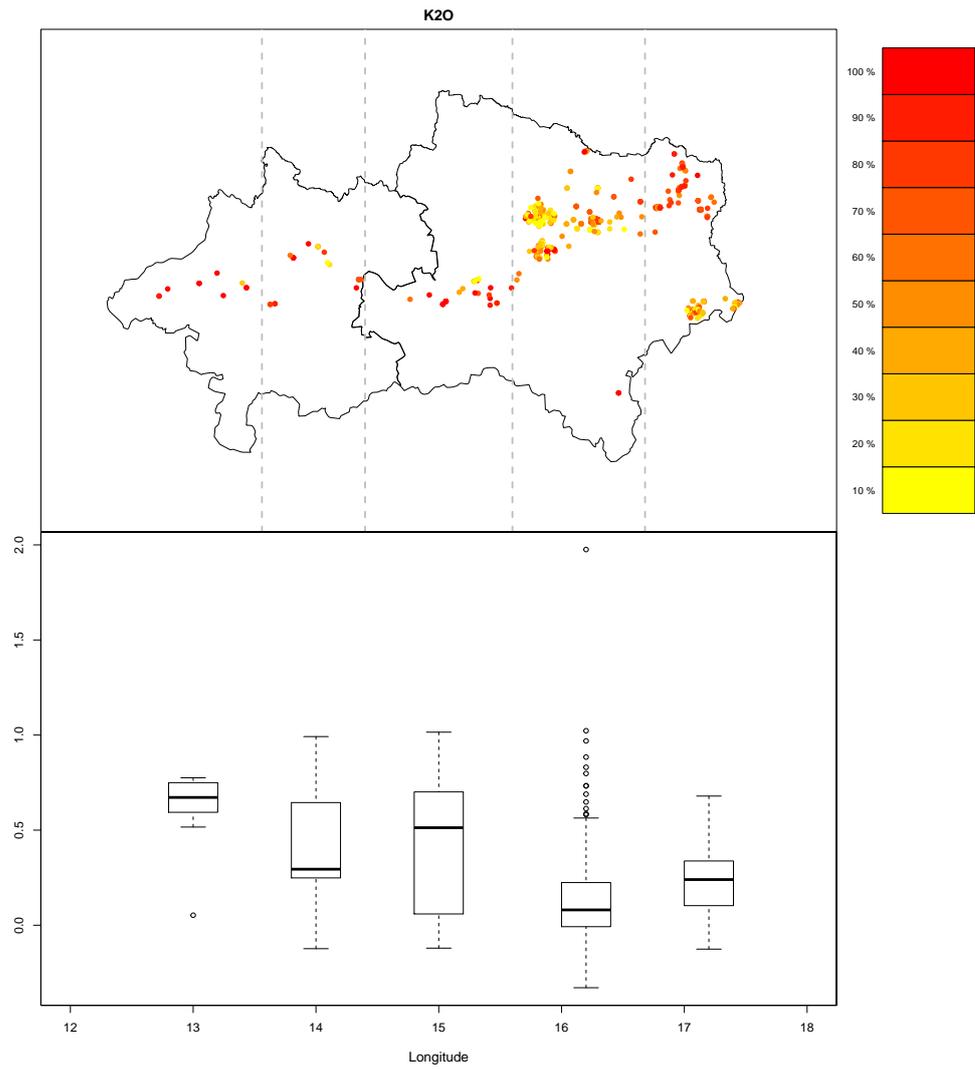


Abbildung 2.59: Die regionale Verteilung von K_2O in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von K_2O (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

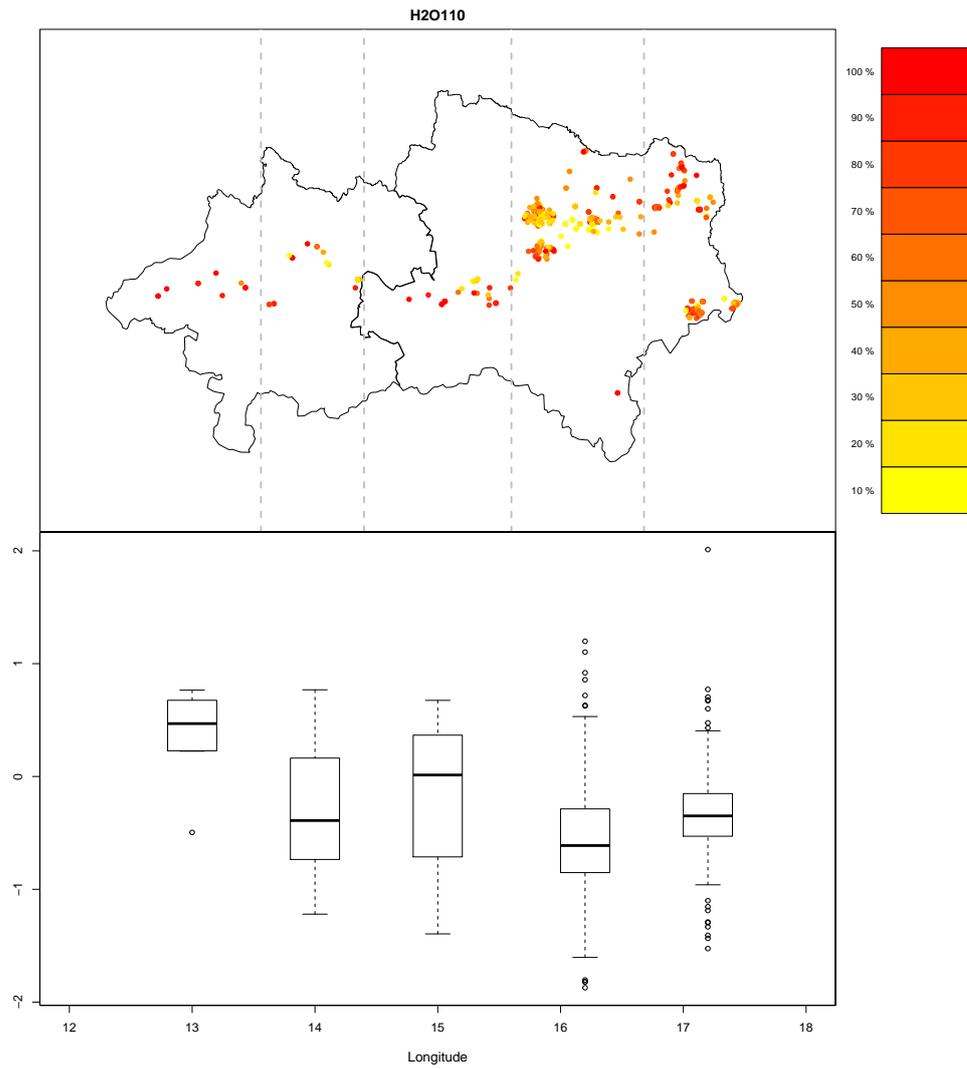


Abbildung 2.60: Die regionale Verteilung von H_2O^{110} in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von H_2O^{110} (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

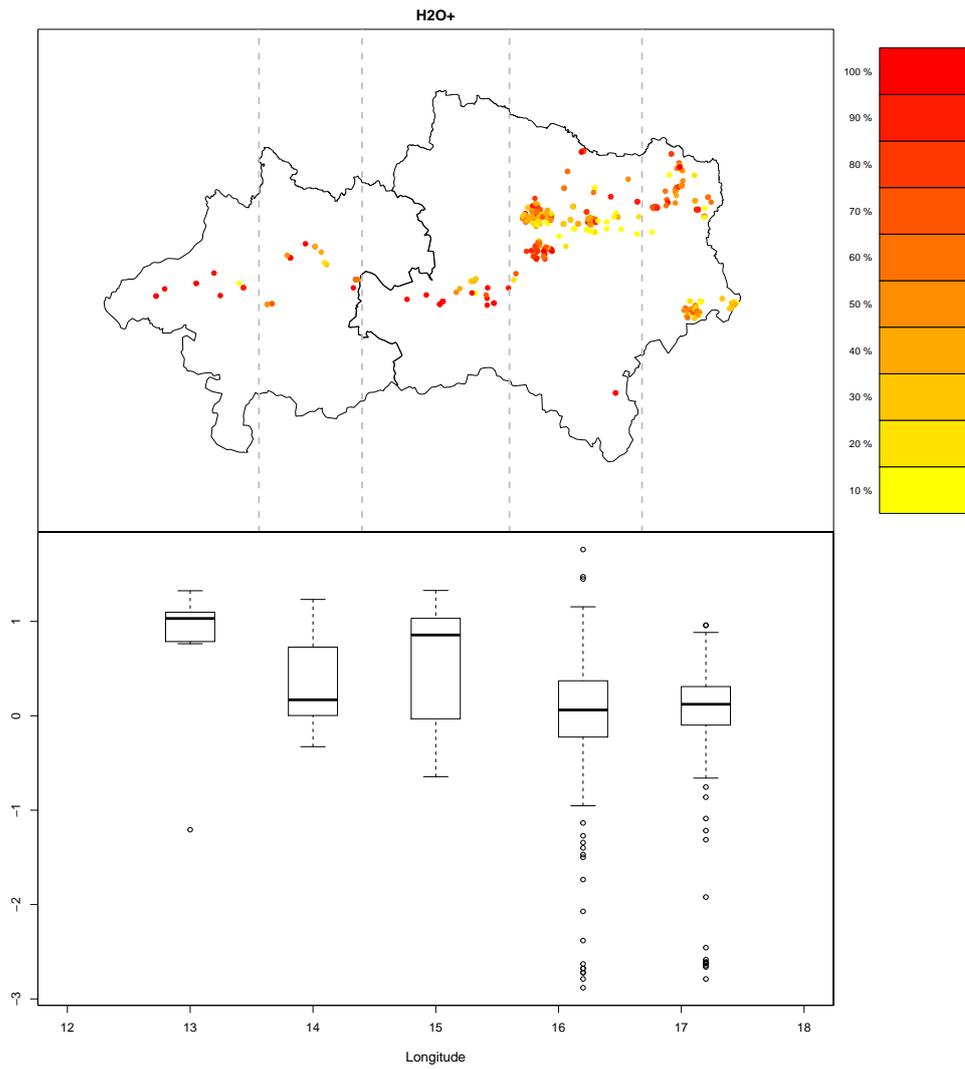


Abbildung 2.61: Die regionale Verteilung von $H2O^+$ in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von $H2O^+$ (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

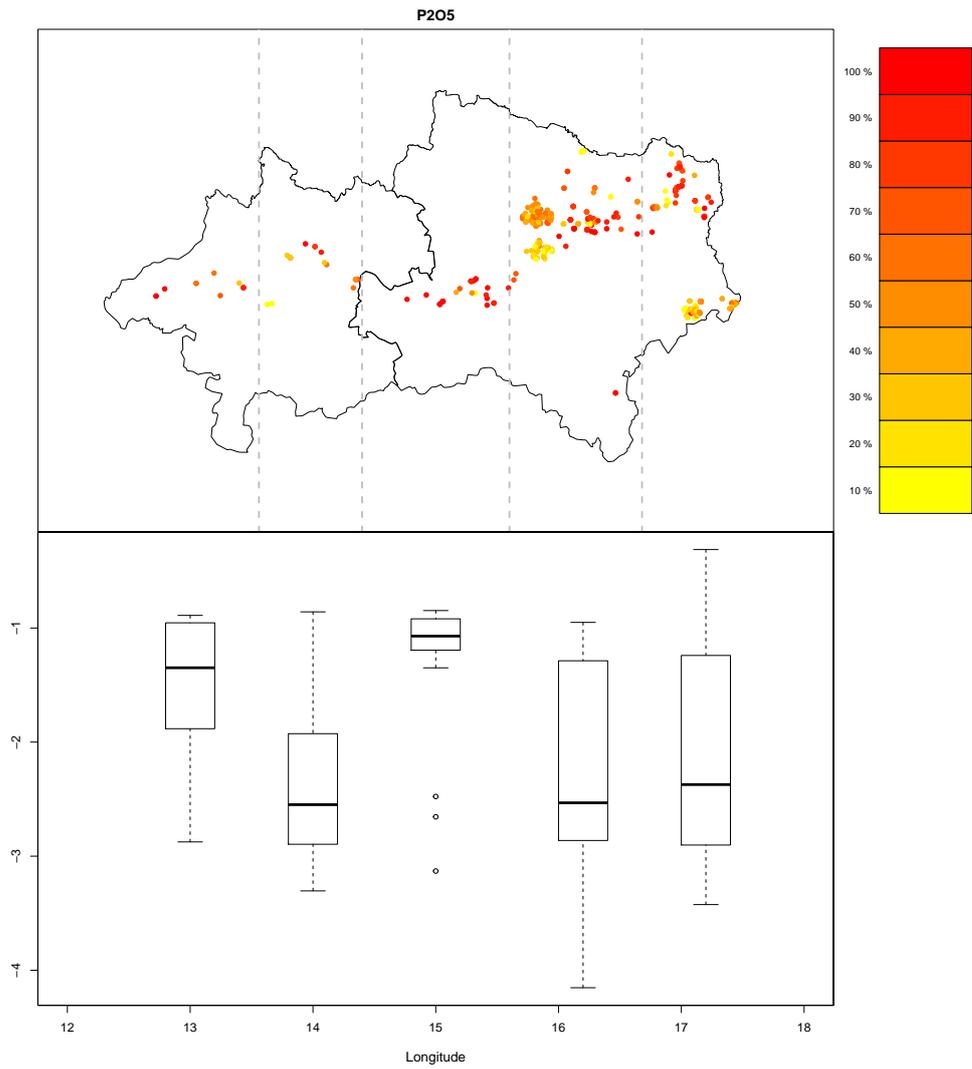


Abbildung 2.62: Die regionale Verteilung von P_2O_5 in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von P_2O_5 (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

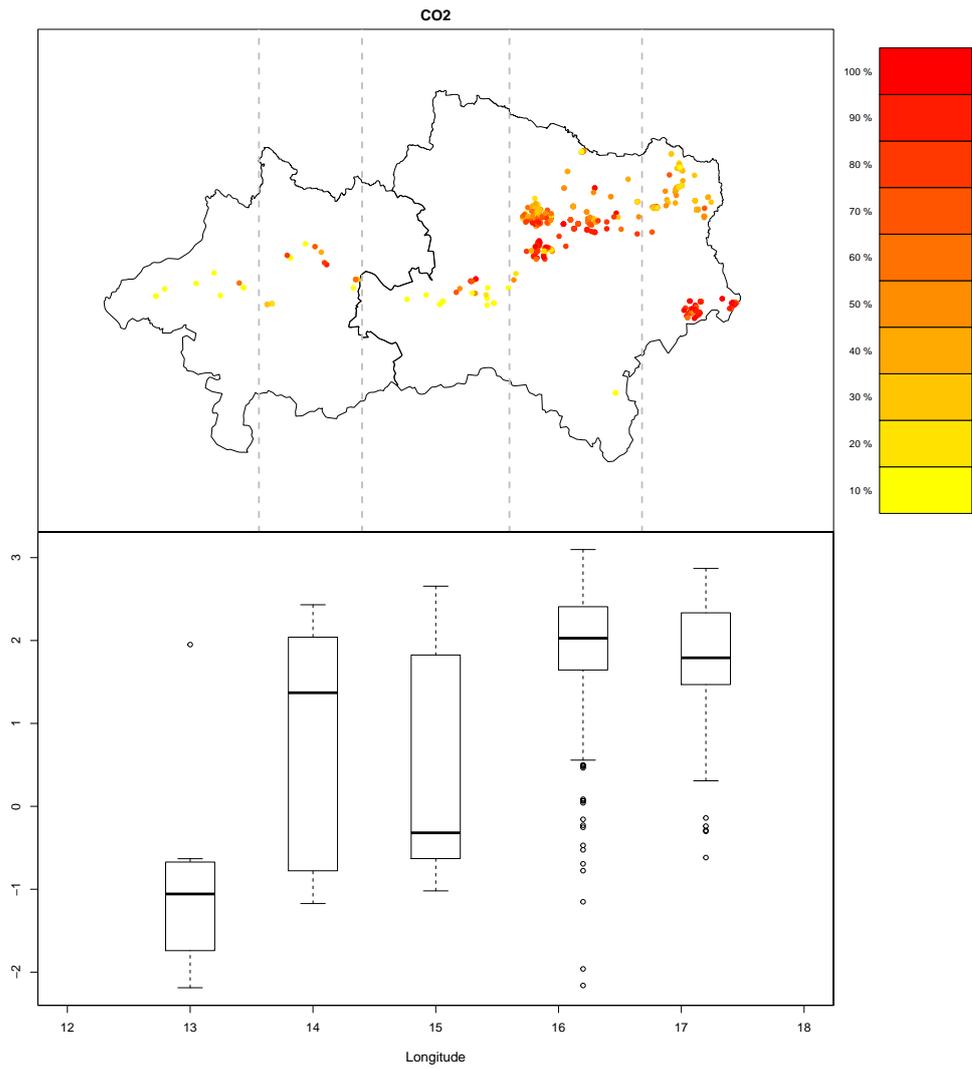


Abbildung 2.63: Die regionale Verteilung von CO_2 in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von CO_2 (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

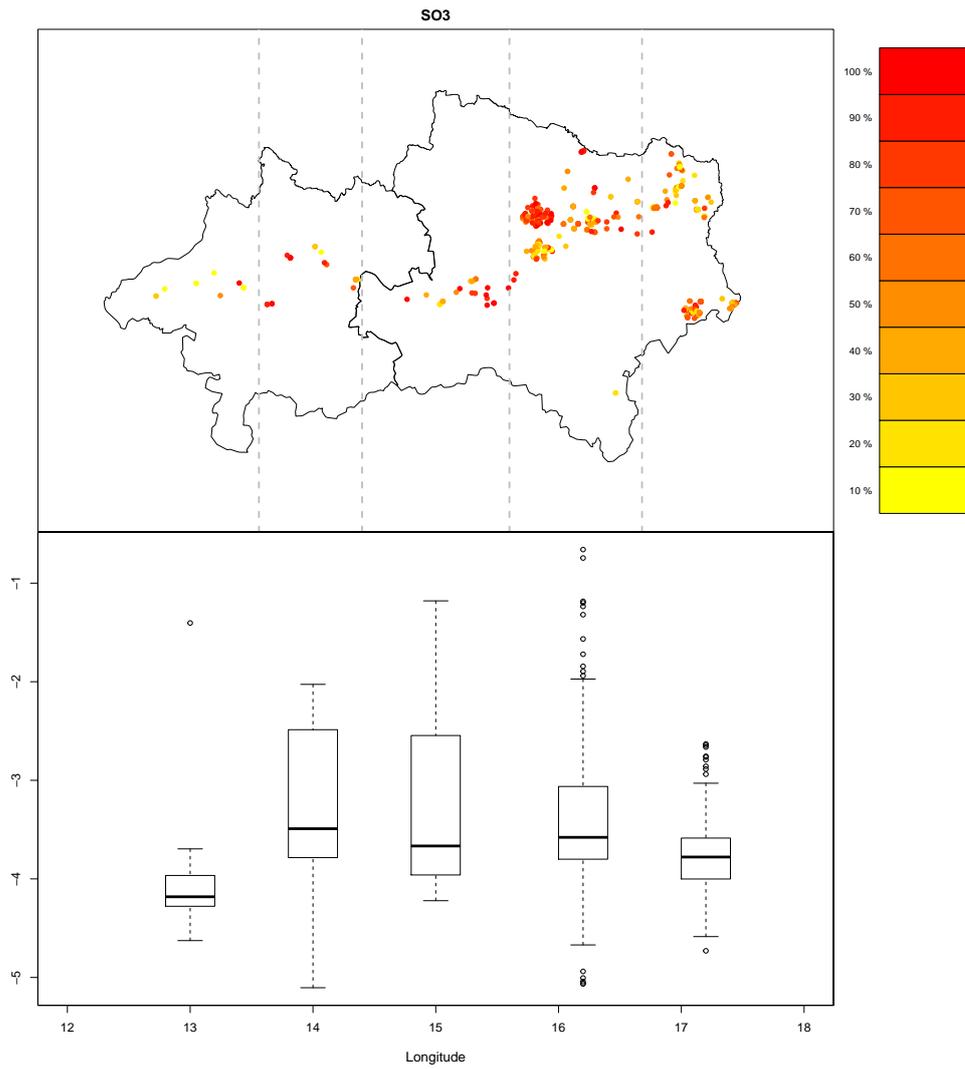


Abbildung 2.64: Die regionale Verteilung von SO_3 in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von SO_3 (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

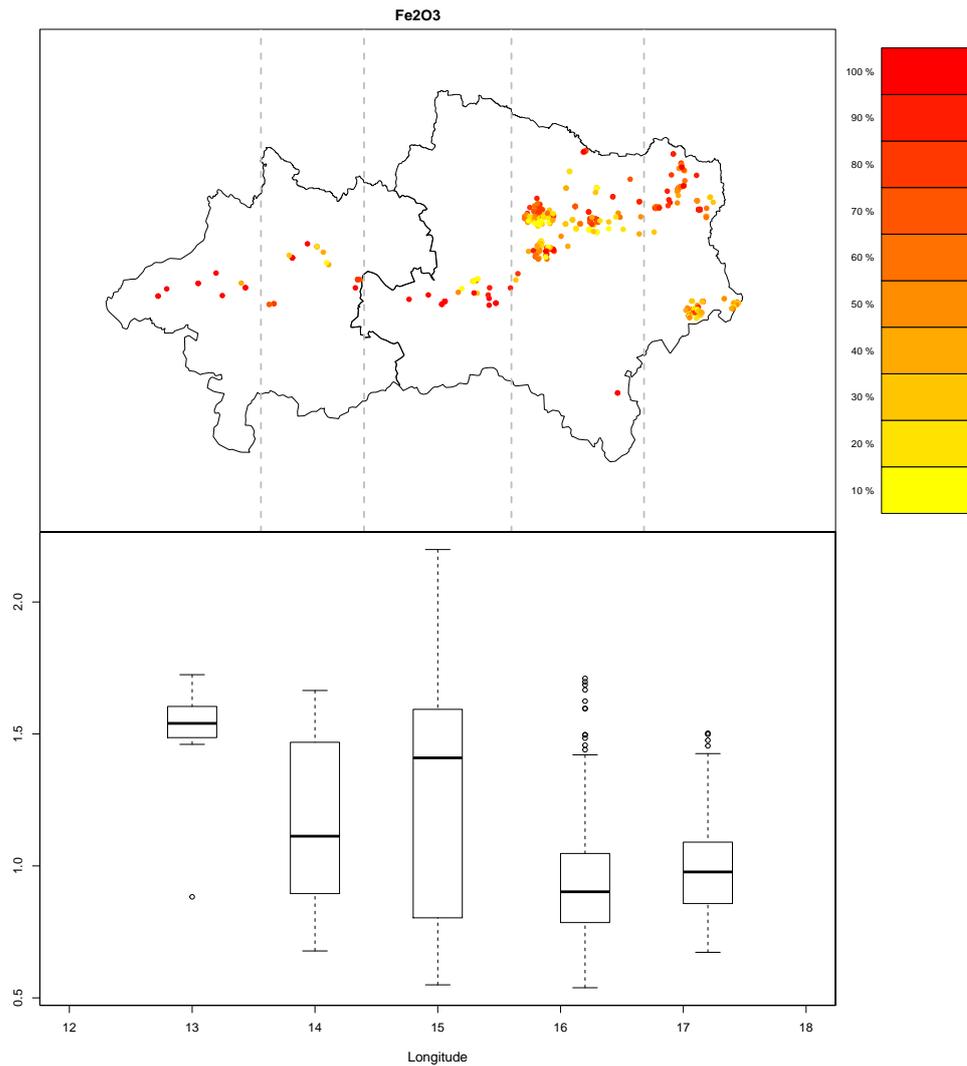


Abbildung 2.65: Die regionale Verteilung von Fe₂O₃ in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Fe₂O₃ (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

2.3.5 Spurenelemente

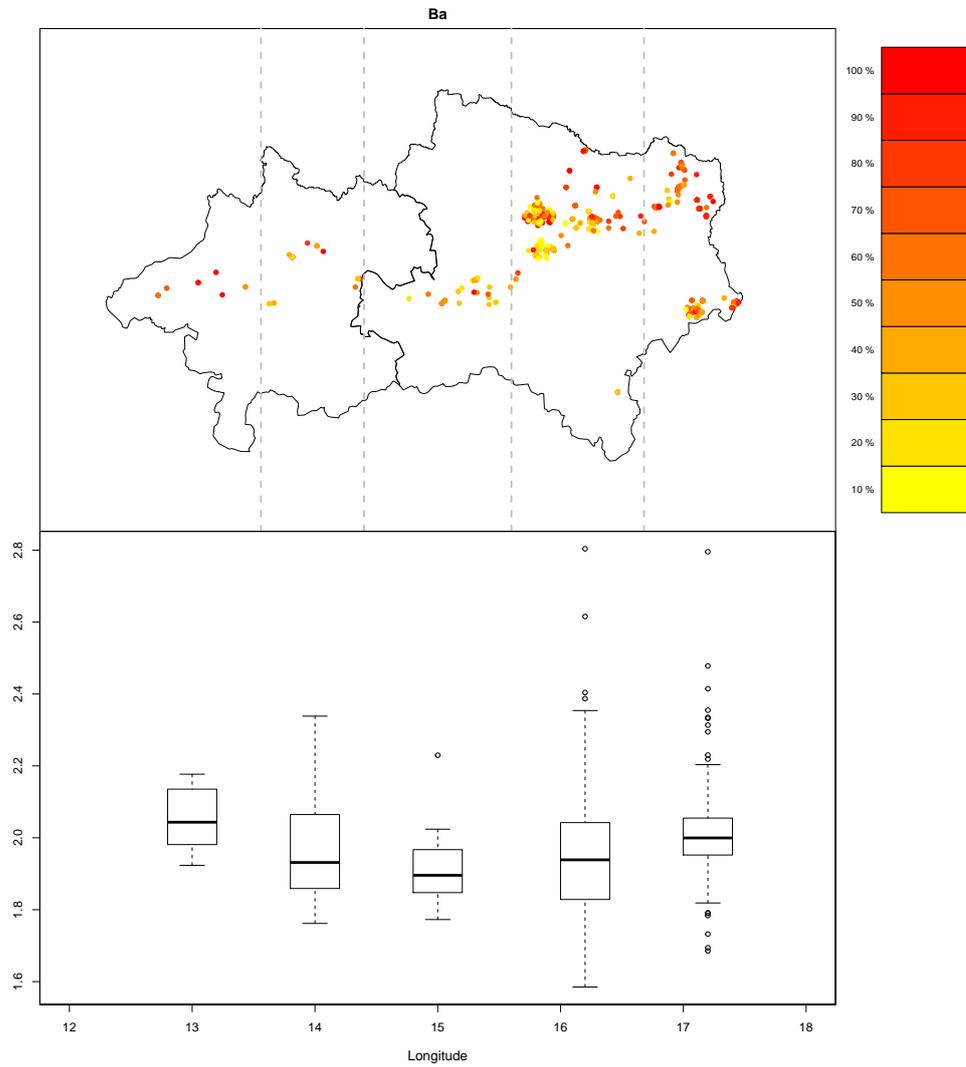


Abbildung 2.66: Die regionale Verteilung von Ba in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Ba (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

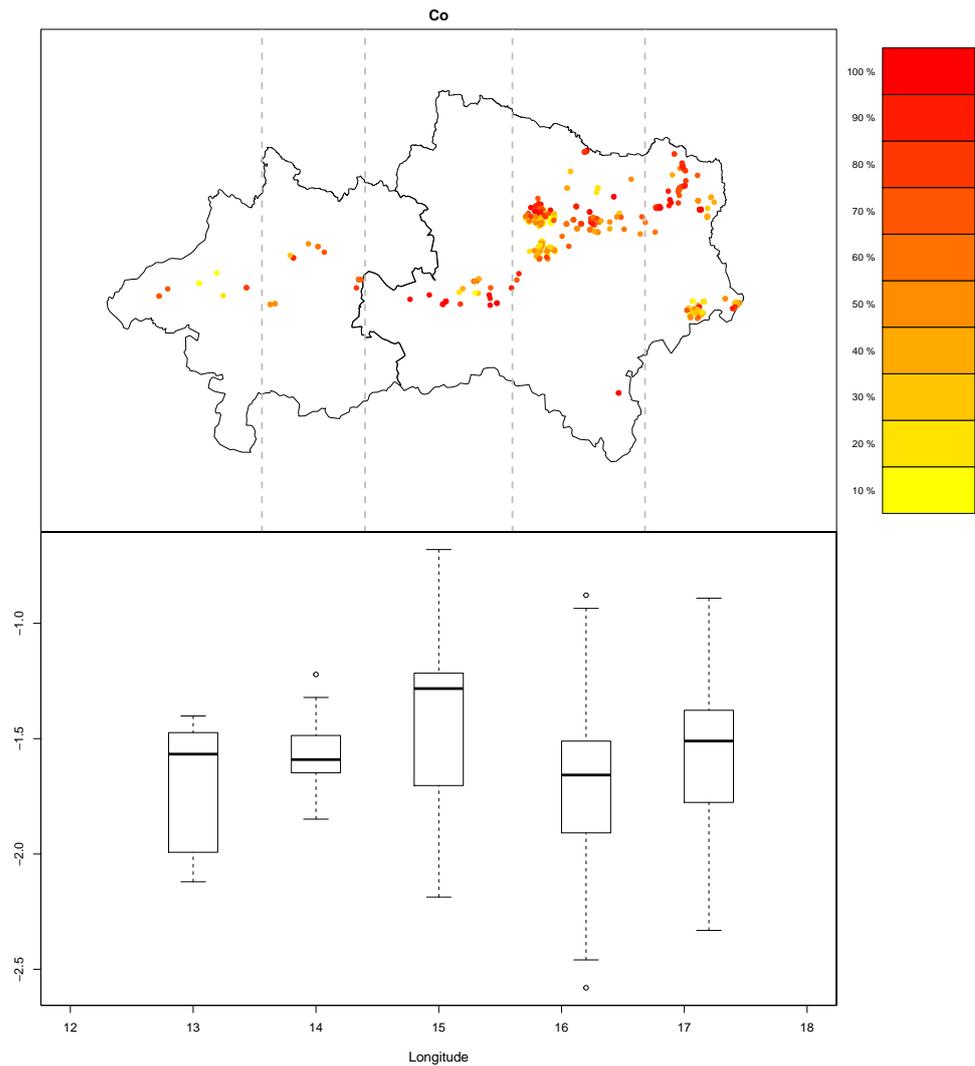


Abbildung 2.67: Die regionale Verteilung von Co in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Co (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

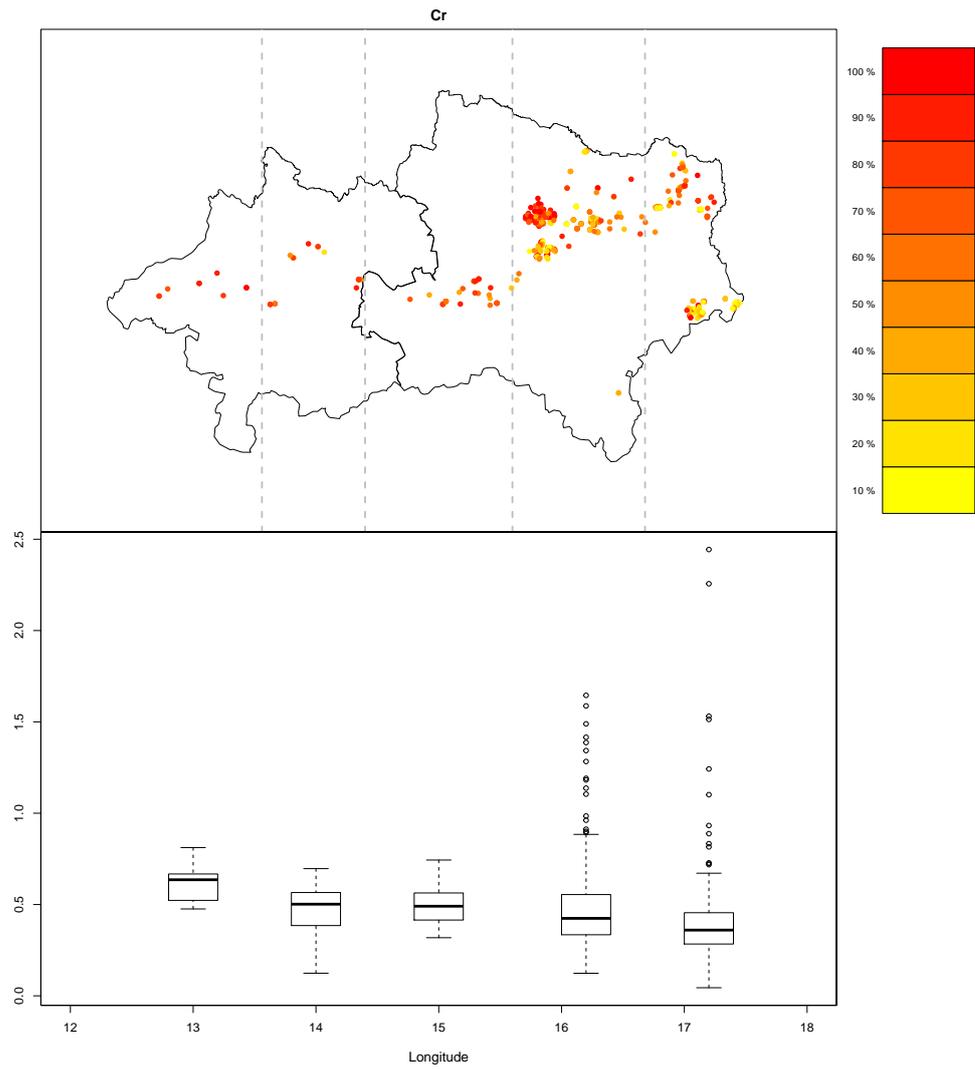


Abbildung 2.68: Die regionale Verteilung von Cr in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Cr (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

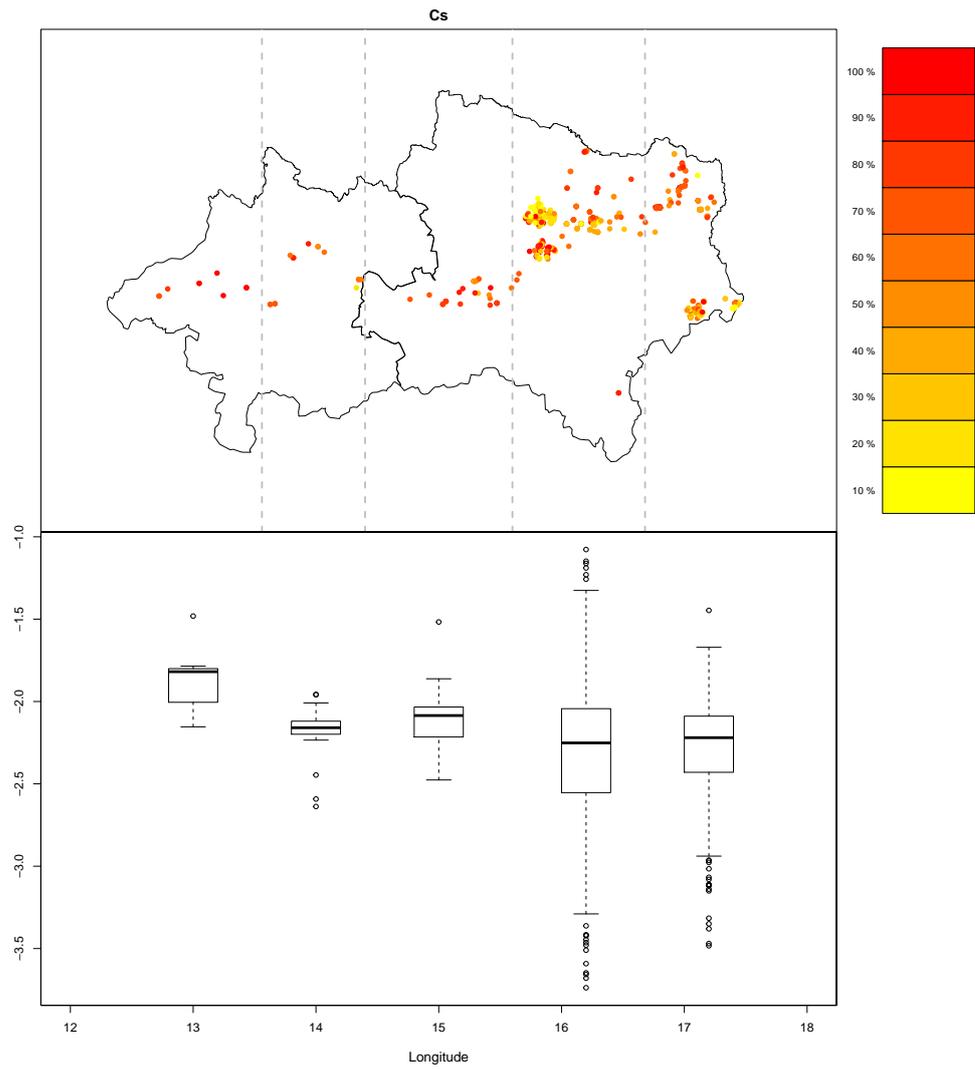


Abbildung 2.69: Die regionale Verteilung von Cs in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Cs (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

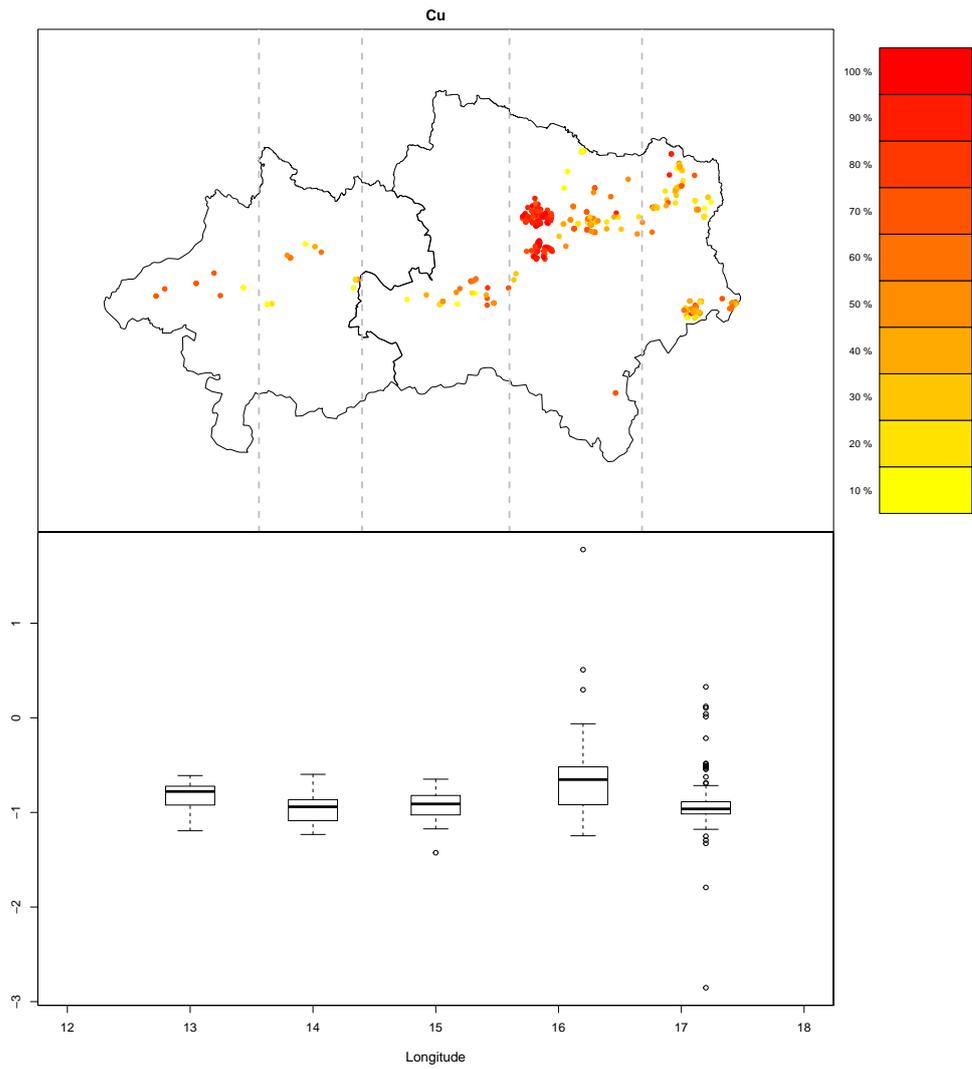


Abbildung 2.70: Die regionale Verteilung von Cu in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Cu (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

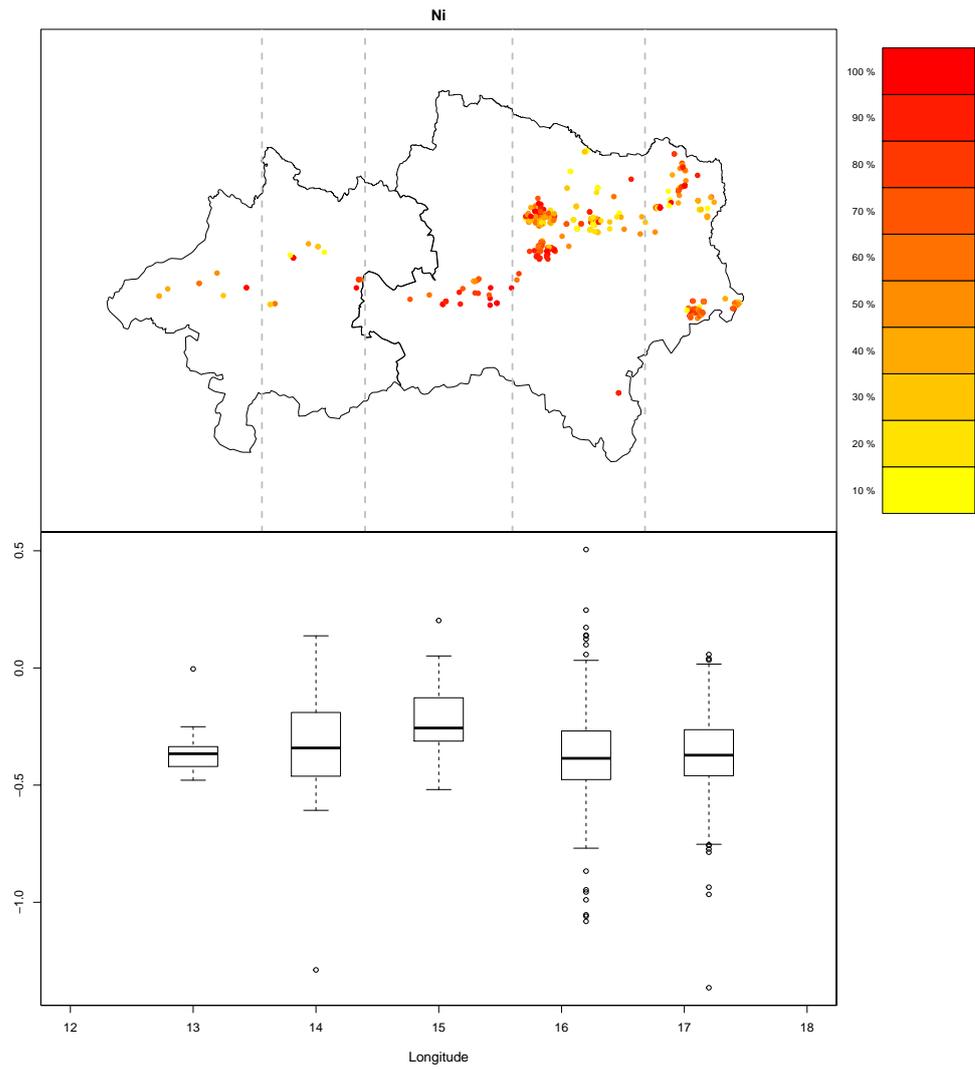


Abbildung 2.71: Die regionale Verteilung von Ni in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Ni (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

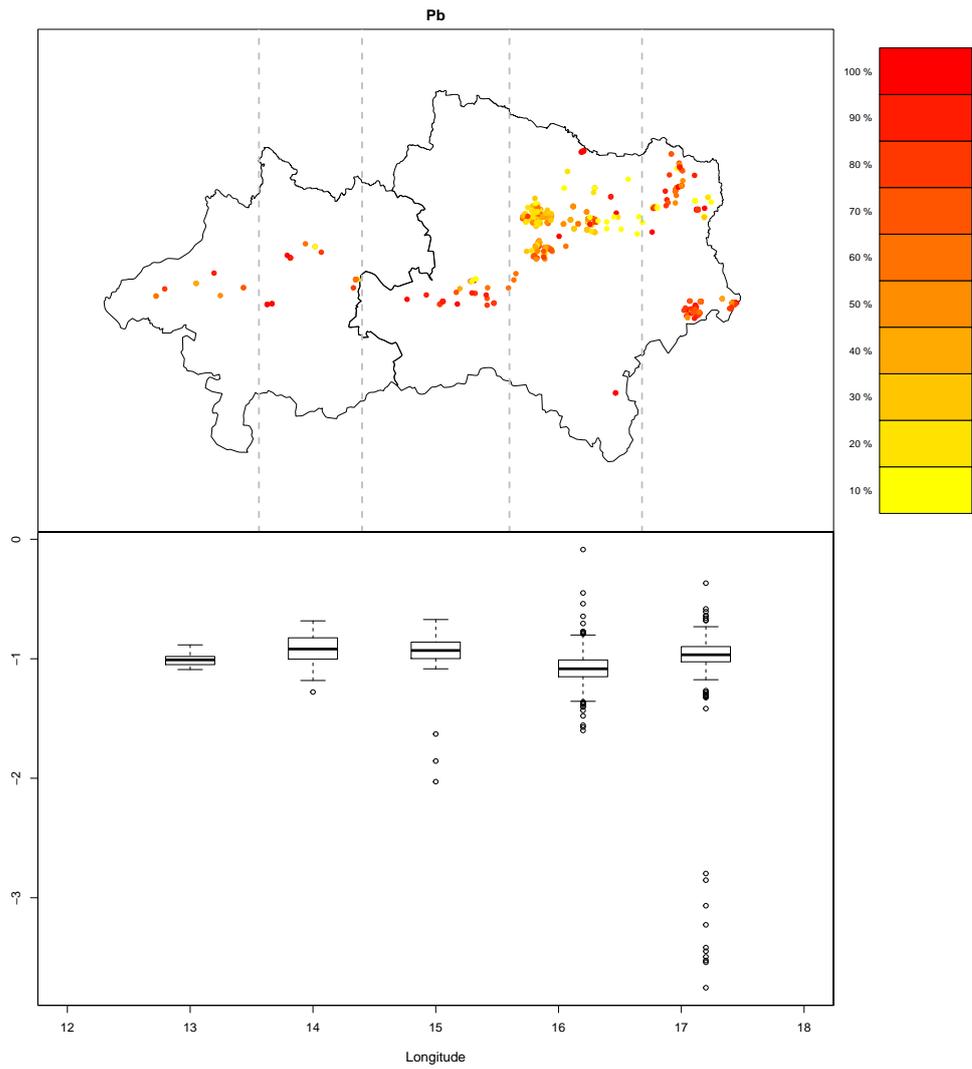


Abbildung 2.72: Die regionale Verteilung von Pb in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Pb (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

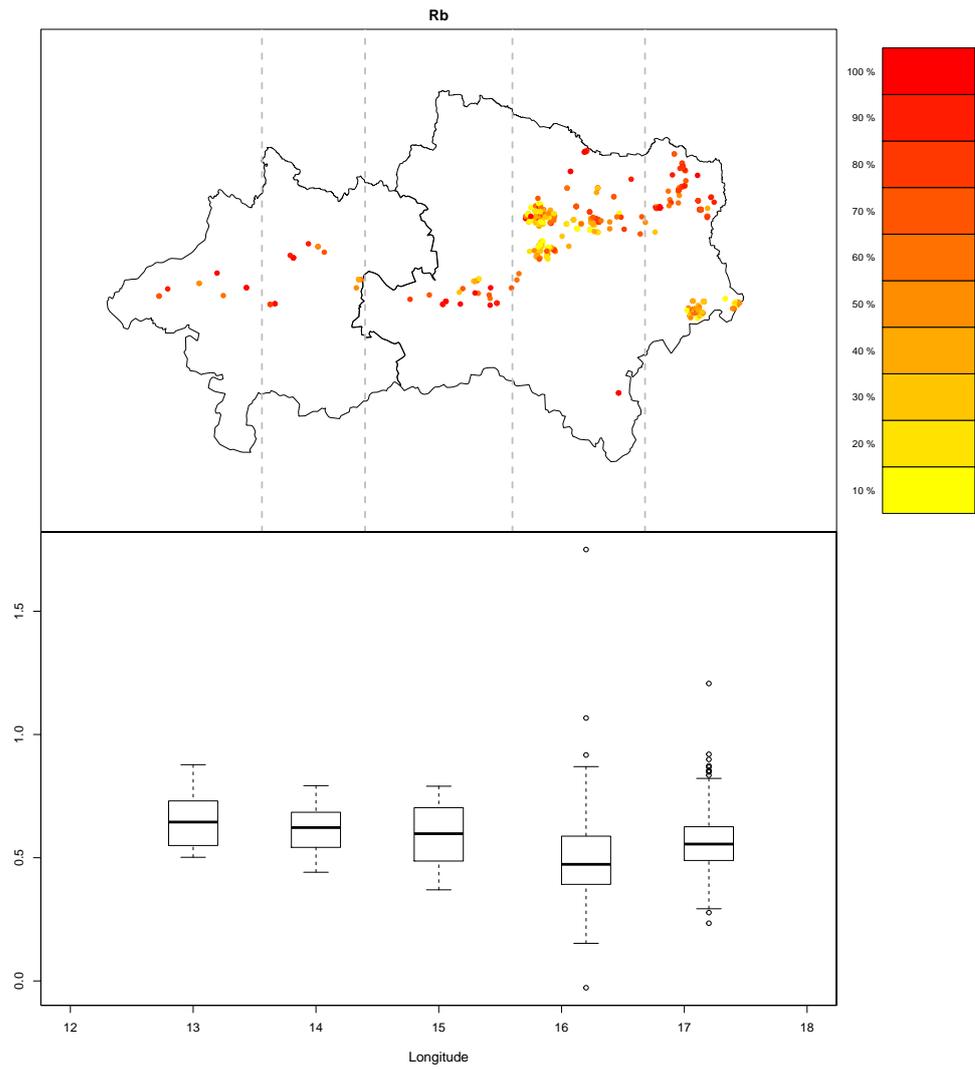


Abbildung 2.73: Die regionale Verteilung von Rb in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Rb (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

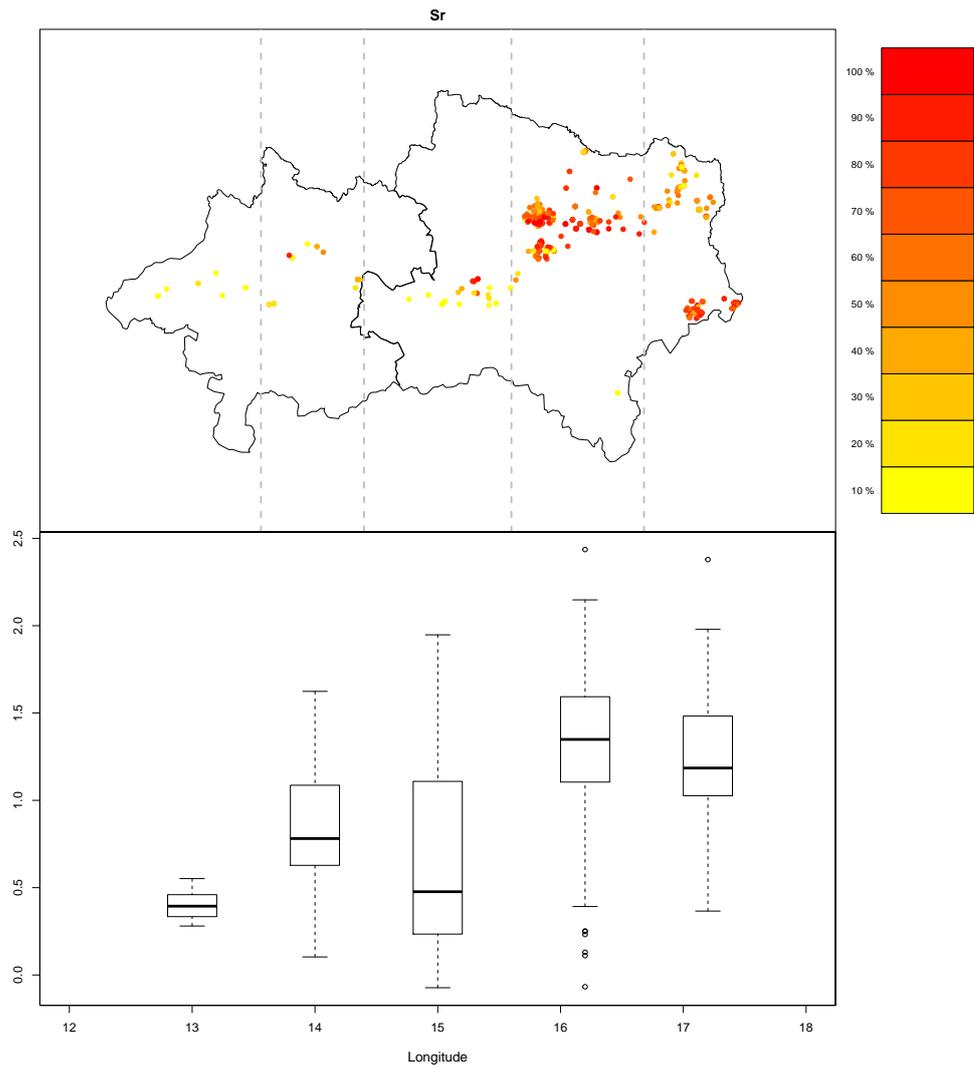


Abbildung 2.74: Die regionale Verteilung von Sr in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Sr (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

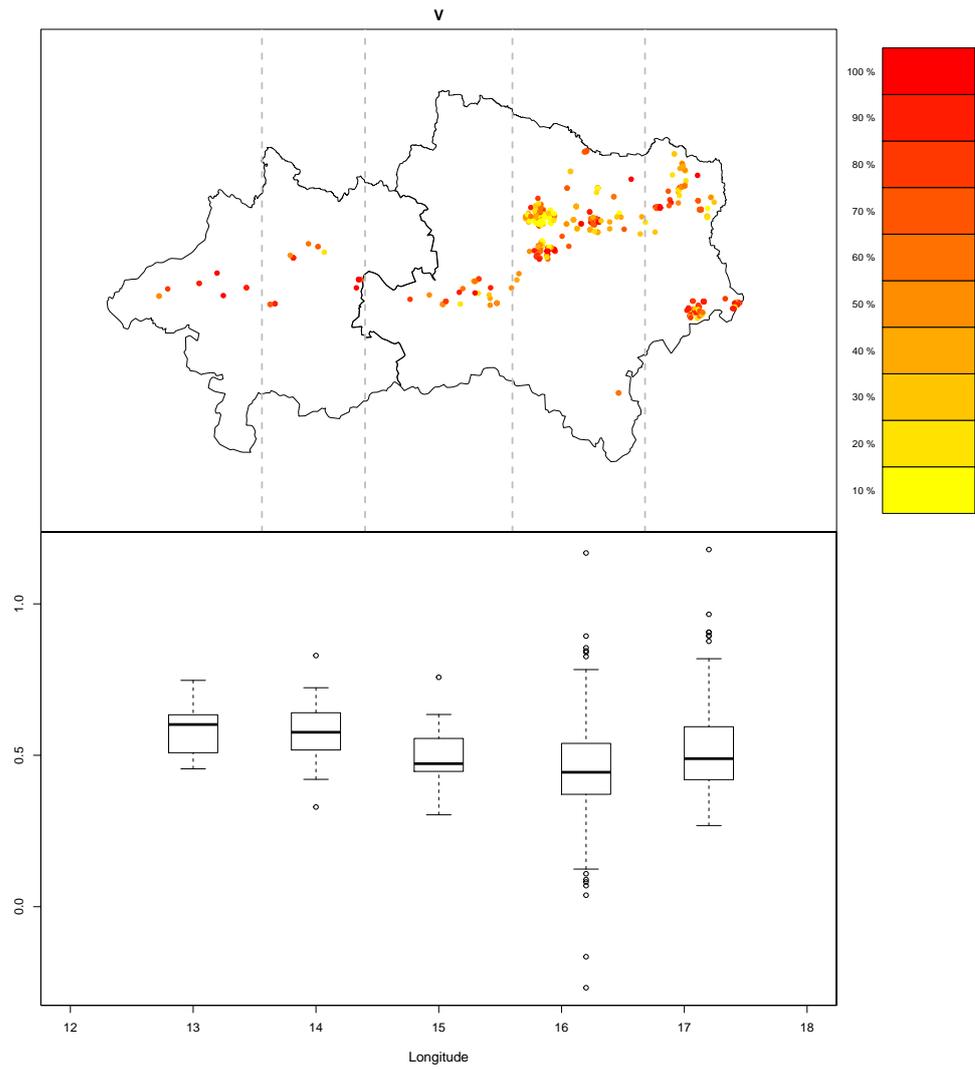


Abbildung 2.75: Die regionale Verteilung von V in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von V (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

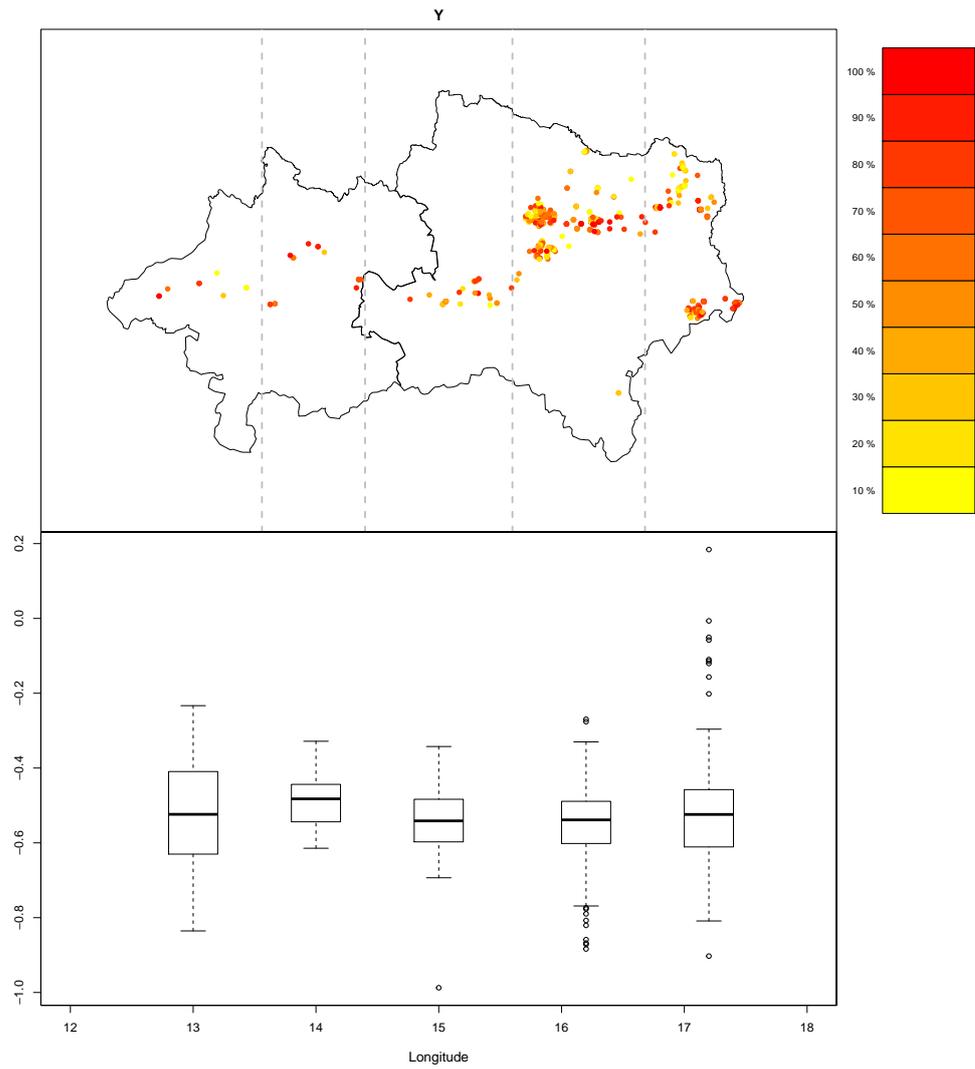


Abbildung 2.76: Die regionale Verteilung von Y in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Y (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

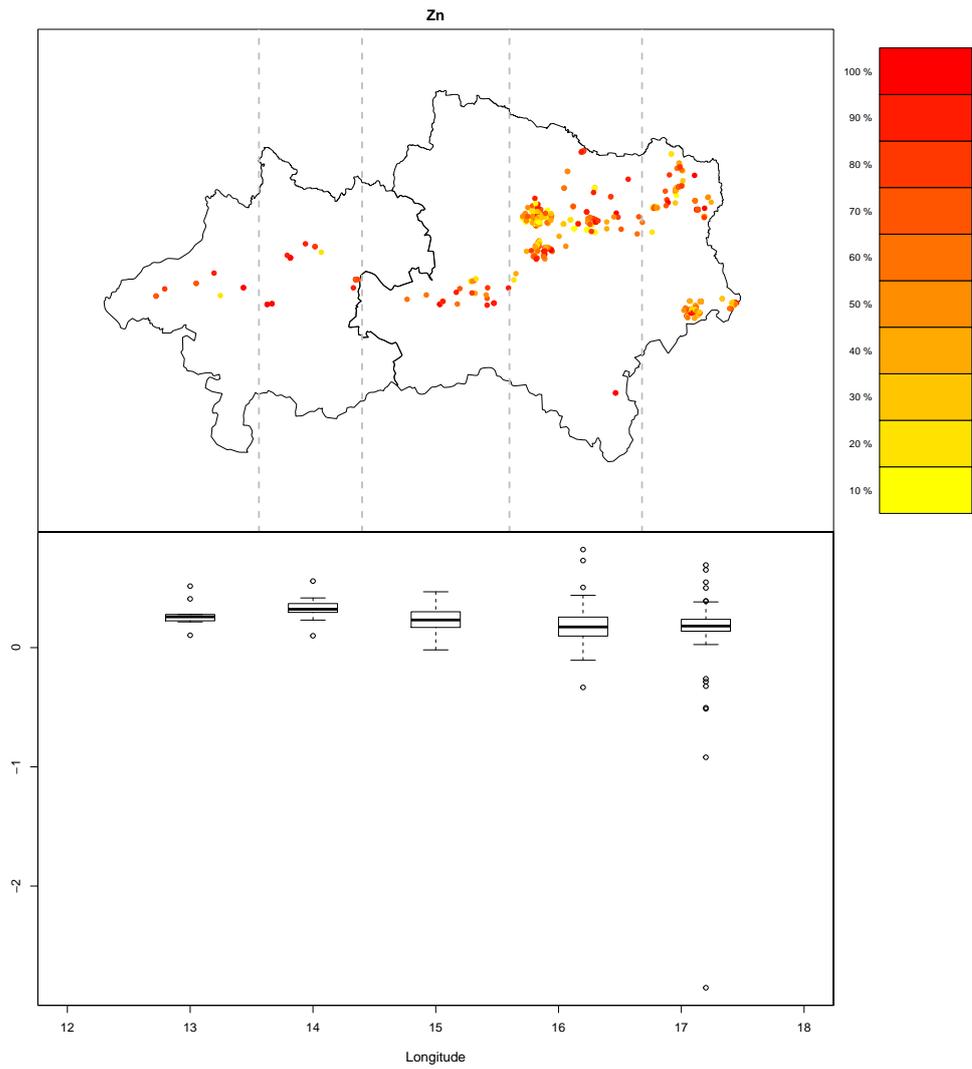


Abbildung 2.77: Die regionale Verteilung von Zn in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Zn (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

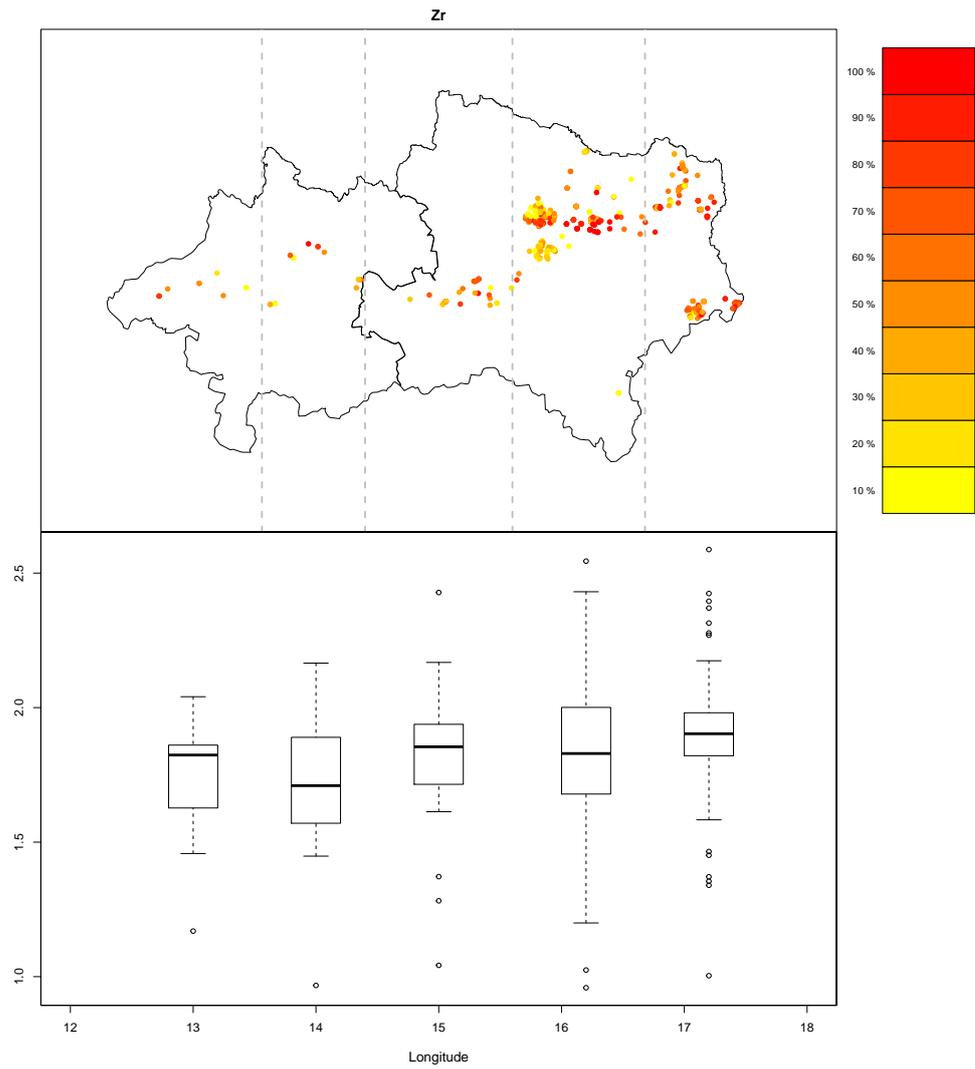


Abbildung 2.78: Die regionale Verteilung von Zr in Form von clr-Koeffizienten. Die Klassen der gelb-rot Farbskala sind durch die 10% Perzentile definiert. Das Boxplot zeigt die Verteilung von Zr (clr-Koeffizienten) in der jeweiligen Teilregion, die durch gestrichelte Linien definiert ist.

2.4 Regressionsanalyse

In den vorherigen Abschnitten wurden die Daten deskriptiv und explorativ analysiert. Im Folgenden wird nun versucht, die Merkmale Verwendbarkeit (nach Winkler), Typ von Landschaft und Aug-Ratio ($\ln(\frac{Augx}{Augy})$) anhand der Korngröße, Mineralogie, Haupt- und Spurenelemente zu modellieren. Zu diesem Zweck wird die lineare Regressionsanalyse als multivariates Verfahren verwendet, um die Beziehung zwischen der abhängigen Variable (Verwendbarkeit, Typ und Aug-Ratio) und der unabhängigen Variablen (Korngröße, Mineralogie, Haupt- und Spurenelementen) zu modellieren. Die unabhängigen Variablen werden als relative Information (in Form von ilr-Koordinaten) in der Modellierung aufgenommen. Das bedeutet, dass jede einzelne unabhängige Variable die Dominanz des zugehörigen Elementes beschreibt.

2.4.1 Korngröße

Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler)

Die Verwendbarkeit nach Winkler (abhängige Variable) wird durch die Korngröße (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert. Die Ergebnisse des Regressionsmodells sind in der Tabelle 2.1 gezeigt. Alle Elemente der Korngröße (Sand, Silt, Ton) weisen einen signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable Verwendbarkeit auf, da der p-Wert kleiner als 0.05 ist. Die Spalte *Estimate* in der Tabelle zeigt die Koeffizienten von den einzelnen ilr-transformierten Korngrößen. Ein positiver Wert deutet auf einen positiven Einfluss auf die Variable Verwendbarkeit. Das bedeutet, dass wenn die Dominanz einer Variable steigt, wird die Verwendbarkeit der Probe eher als *III* oder *IV* eingestuft. Ton hat einen positiven Koeffizienten, während Sand und Silt einen negativen Koeffizienten aufweisen. Dies bedeutet, dass die Dominanz von Ton einen positiven Einfluss auf die Qualität der Probe hat. Die erklärte Varianz beträgt 65%. Das heißt, dass das Modell 65% der Information der abhängigen Variable beschreibt.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.8308	0.0668	42.3918	0.0000
Sand	-0.6024	0.0339	-17.7778	0.0000
Silt	-1.2992	0.0651	-19.9442	0.0000
Ton	1.9015	0.0588	32.3399	0.0000

Tabelle 2.1: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 65%.

Typ von Löss-Landschaft (LLdsch)

Typ von Löss-Landschaft (abhängige Variable) wird durch die Korngröße (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert. Die Ergebnisse des Regressionsmodells sind in der Tabelle 2.2 gezeigt. Sand und Ton weisen einen signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable Typ auf, da der p-Wert kleiner als 0.05 ist. Ton hat einen negativen Einfluss auf die Variable Typ, wobei Sand einen positiven Einfluss hat. Das heißt, ein toniger Boden deutet auf eine feuchte Landschaft (Typ=feucht) und sandiger Boden auf eine trockene Landschaft. Das Modell erklärt nur 22% der Information der Variable Typ.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.1185	0.0609	34.7781	0.0000
Sand	0.3743	0.0303	12.3482	0.0000
Silt	0.0709	0.0595	1.1920	0.2336
Ton	-0.4452	0.0536	-8.3070	0.0000

Tabelle 2.2: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 22%.

AugX-AugY

Das Verhältnis von AugX und AugY (abhängige Variable, log-transformiert) wird durch die Korngröße (unabhängige Variablen als IIR-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert. Die Ergebnisse des Regressionsmodells sind in der Tabelle 2.3 gezeigt. Alle Elemente der Korngröße (Sand, Silt, Ton) weisen einen signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable Aug-Ratio auf, da der p-Wert kleiner als 0.05 liegt. Die erklärte Varianz beträgt 44%.

Die Abbildung 2.79 stellt die tatsächliche (oben) und die durch das Modell geschätzte (unten) Aug-Ratio Werte dar. Die Abbildung zeigt, dass das Modell die regionale Verteilung der Aug-Ratio Variable gut abbildet. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass es sich hier um die geschätzten Perzentile handelt, nicht um die numerischen Aug-Ratio Werte.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.4667	0.0357	-13.0699	0.0000
Sand	0.1140	0.0179	6.3853	0.0000
Silt	0.5244	0.0338	15.4979	0.0000
Ton	-0.6384	0.0316	-20.2134	0.0000

Tabelle 2.3: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 44%.

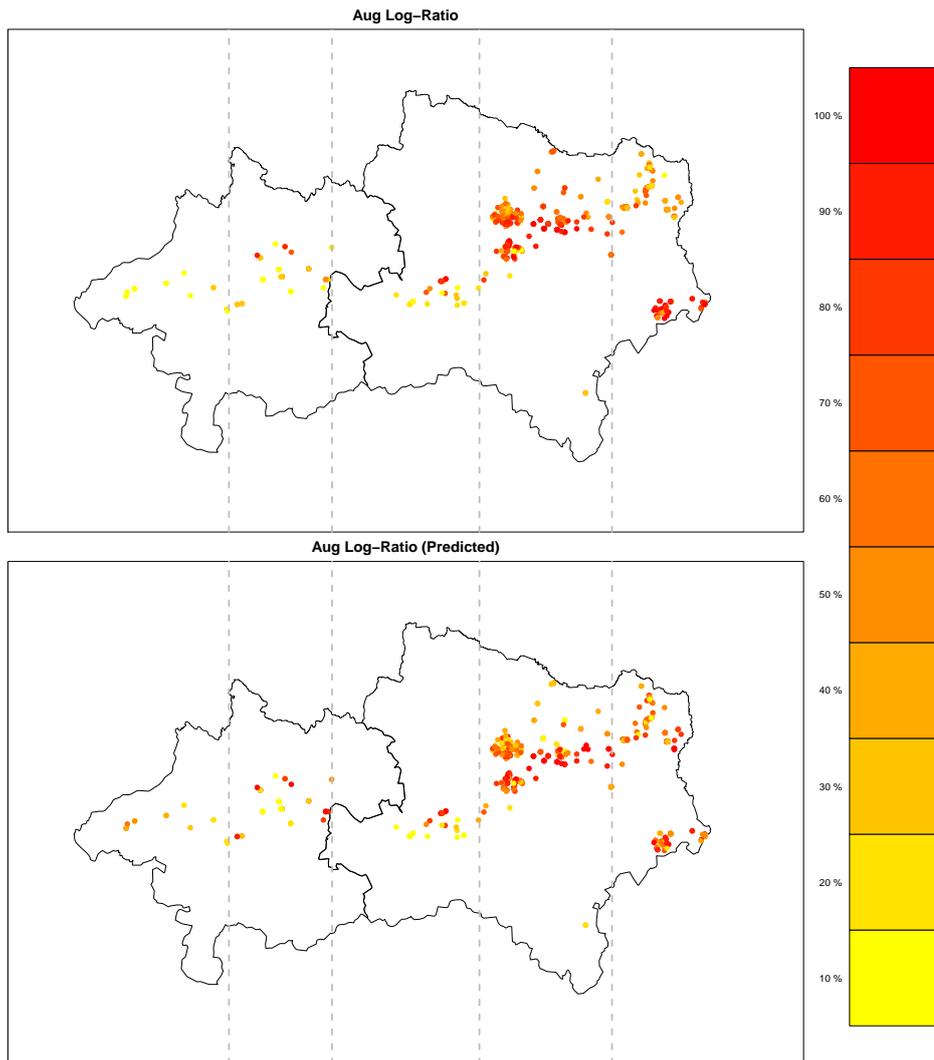


Abbildung 2.79: Die regionale Verteilung von AugX-AugY log-Ratio: echte (oben) und durch das Modell geschätzte Werte (unten).

2.4.2 Gesamtmineralogie

Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler)

Die Verwendbarkeit nach Winkler (abhängige Variable) wird durch die Gesamtmineralogie (unabhängige Variablen als ilr -Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.1994	0.0971	12.3563	0.0000
Quarz	-0.1100	0.1800	-0.6107	0.5416
Feldspäte	-0.9917	0.0928	-10.6912	0.0000
Schichtsilikate	1.2534	0.1296	9.6689	0.0000
Calcit	0.0827	0.0456	1.8150	0.0700
Dolomit	-0.2345	0.0476	-4.9294	0.0000

Tabelle 2.4: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 39%.

Typ von Löss-Landschaft (LLdsch)

Typ von Landschaft (abhängige Variable) wird durch die Gesamtmineralogie (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.7540	0.0653	42.1719	0.0000
Quarz	-0.7350	0.1185	-6.2033	0.0000
Feldspäte	0.8278	0.0622	13.3070	0.0000
Schichtsilikate	-0.1843	0.0834	-2.2108	0.0273
Calcit	0.1058	0.0307	3.4491	0.0006
Dolomit	-0.0142	0.0315	-0.4513	0.6519

Tabelle 2.5: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 26%.

AugX-AugY

Die Ratio von AugX und AugY (abhängige Variable, log-transformiert) wird durch die Gesamtmineralogie (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.2347	0.0334	7.0174	0.0000
Quarz	0.2557	0.0617	4.1402	0.0000
Feldspäte	0.1781	0.0346	5.1514	0.0000
Schichtsilikate	-0.6175	0.0453	-13.6269	0.0000
Calcit	0.0977	0.0164	5.9393	0.0000
Dolomit	0.0862	0.0171	5.0464	0.0000

Tabelle 2.6: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 58%.

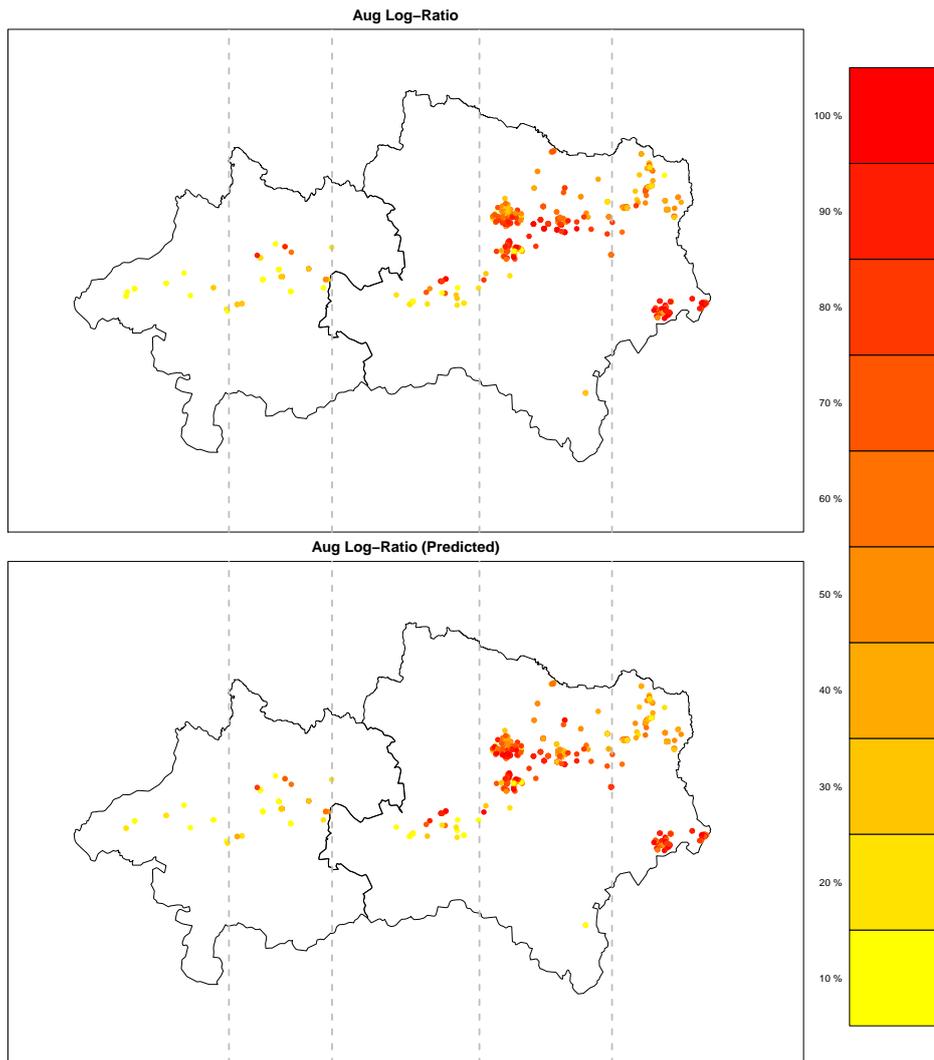


Abbildung 2.80: Die regionale Verteilung von AugX und AugY log-Ratio: echte (oben) und durch das Modell geschätzte Werte (unten).

2.4.3 Gesamtmineralogie & Korngröße

AugX-AugY

Die Ratio von AugX und AugY (abhängige Variable, log-transformiert) wird durch die Gesamtmineralogie und Korngröße (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.1883	0.0514	-3.6649	0.0003
Quarz	0.1638	0.0506	3.2368	0.0013
Feldspäte	-0.0031	0.0314	-0.0980	0.9220
Schichtsilikate	-0.3581	0.0386	-9.2666	0.0000
Calcit	0.0598	0.0242	2.4672	0.0139
SANDPROZ	0.2666	0.0284	9.3696	0.0000
SILTPROZ	0.4607	0.0434	10.6040	0.0000

Tabelle 2.7: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 64%.

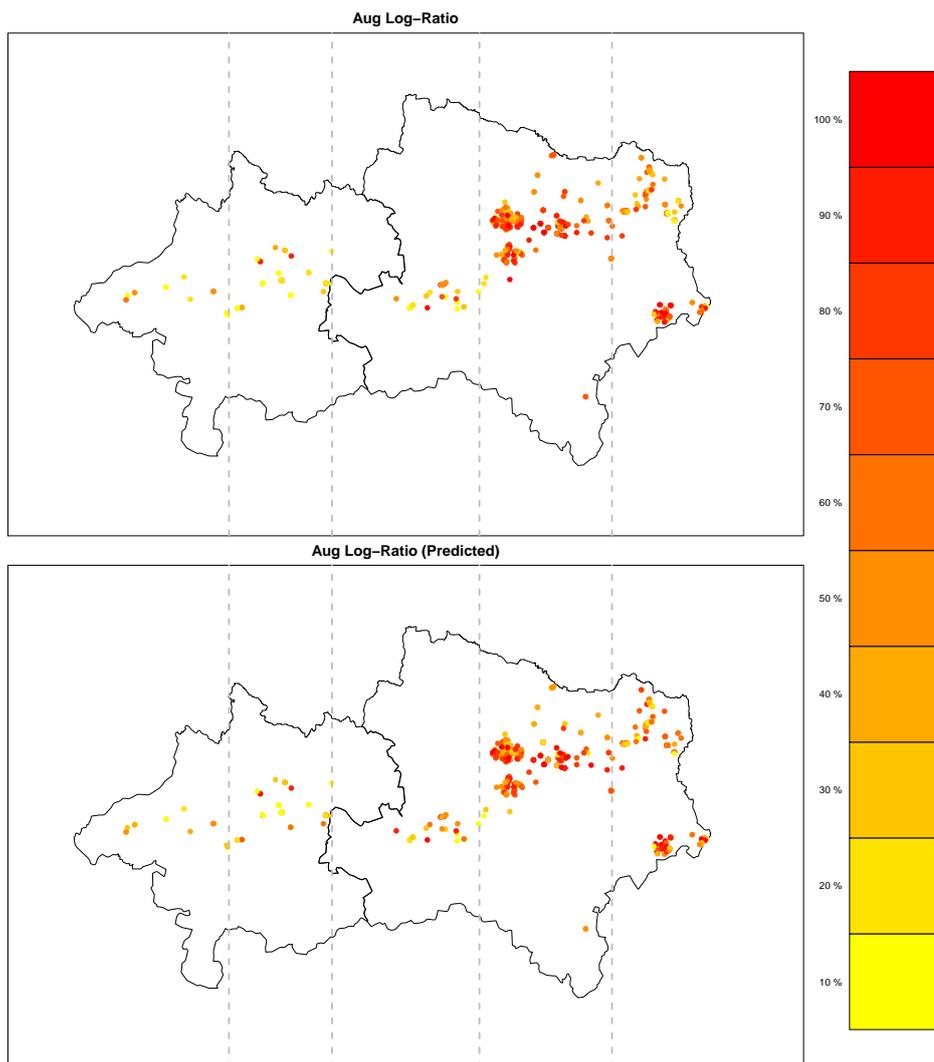


Abbildung 2.81: Die regionale Verteilung von AugX und AugY log-Ratio: echte (oben) und durch das Modell geschätzte Werte (unten).

2.4.4 Tonmineralogie

Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler)

Die Verwendbarkeit nach Winkler (abhängige Variable) wird durch die Tonmineralogie (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.3624	0.1151	20.5211	0.0000
Smektit	0.1222	0.0549	2.2277	0.0263
Vermiculit	0.2771	0.0536	5.1679	0.0000
Illit	0.0397	0.1189	0.3334	0.7390
Chlorit	-0.5374	0.1024	-5.2491	0.0000
Kaolinit	0.0984	0.0803	1.2253	0.2209

Tabelle 2.8: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 13%.

Typ von Löss-Landschaft (LLdsch)

Typ von Landschaft (abhängige Variable) wird durch die Tonmineralogie (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.9312	0.0688	28.0509	0.0000
Smektit	-0.0923	0.0337	-2.7421	0.0063
Vermiculit	-0.2777	0.0324	-8.5804	0.0000
Illit	-0.1317	0.0713	-1.8485	0.0650
Chlorit	0.1525	0.0617	2.4705	0.0137
Kaolinit	0.3491	0.0494	7.0692	0.0000

Tabelle 2.9: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 17%.

AugX-AugY

Die Ratio von AugX und AugY (abhängige Variable, log-transformiert) wird durch die Tonmineralogie (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.2776	0.0431	-6.4387	0.0000
Smektit	-0.0524	0.0197	-2.6658	0.0079
Vermiculit	-0.1943	0.0193	-10.0506	0.0000
Illit	0.0482	0.0419	1.1503	0.2506
Chlorit	0.1736	0.0386	4.4950	0.0000
Kaolinit	0.0249	0.0319	0.7815	0.4349

Tabelle 2.10: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 26%.

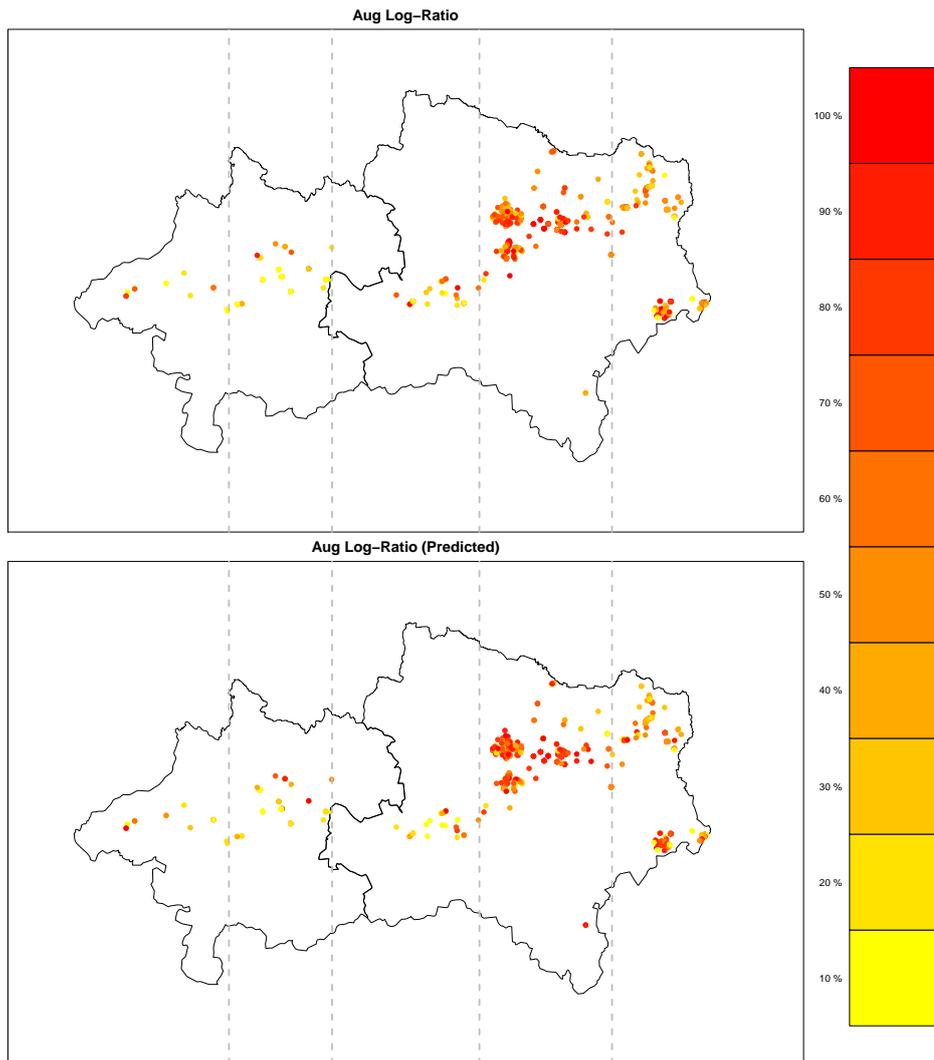


Abbildung 2.82: Die regionale Verteilung von AugX und AugY log-Ratio: echte (oben) und durch das Modell geschätzte Werte (unten).

2.4.5 Hauptelemente

Verwendbarkeit nach Winkler (Winkler ID)

Die Verwendbarkeit nach Winkler (abhängige Variable) wird durch die Hauptelemente (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	11.2552	2.3170	4.8577	0.0000
SiO2	-1.6564	0.4913	-3.3716	0.0008
TiO2	0.4763	0.5386	0.8843	0.3770
Al2O3	-1.5720	0.5011	-3.1374	0.0018
MnO	0.1384	0.1932	0.7166	0.4740
MgO	-0.9162	0.1914	-4.7878	0.0000
CaO	0.1065	0.1410	0.7552	0.4506
Na2O	-0.0308	0.0999	-0.3087	0.7577
K2O	1.3435	0.5016	2.6786	0.0077
H2O110	0.9532	0.1208	7.8892	0.0000
H2O.	0.0830	0.0766	1.0834	0.2792
P2O5	0.0415	0.0596	0.6966	0.4864
CO2	0.0012	0.1475	0.0083	0.9934
SO3	0.0698	0.0680	1.0271	0.3049
Fe2O3	0.9619	0.4385	2.1937	0.0288

Tabelle 2.11: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 38%.

Typ von Löss-Landschaft (LLdsch)

Typ von Landschaft (abhängige Variable) wird durch die Hauptelemente (unabhängige Variablen als ilr-Koordinaten) anhand eines linearen Regressionsmodells modelliert.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.4712	1.1646	2.1220	0.0343
SiO2	-1.5366	0.2428	-6.3293	0.0000
TiO2	-0.9027	0.2487	-3.6294	0.0003
Al2O3	2.5541	0.2648	9.6471	0.0000
MnO	0.2675	0.1047	2.5556	0.0109
MgO	0.3096	0.1041	2.9748	0.0031
CaO	0.0199	0.0777	0.2565	0.7977
Na2O	0.1382	0.0541	2.5558	0.0109
K2O	-0.2064	0.2515	-0.8207	0.4122
H2O110	0.1223	0.0624	1.9593	0.0506
H2O.	0.0172	0.0424	0.4071	0.6841
P2O5	-0.1338	0.0316	-4.2324	0.0000
CO2	0.1821	0.0802	2.2713	0.0236
SO3	-0.0687	0.0375	-1.8307	0.0678
Fe2O3	-0.7627	0.2408	-3.1671	0.0016

Tabelle 2.12: Regressionskoeffizienten der linearen Regressionsanalyse. Erklärte Varianz beträgt 46%.

2.5 Zusammenfassung

Die Auswertungen bzgl. der absoluten und relativen Information zeigen zum Teil beträchtliche Unterschiede. Insbesondere bei den Korrelationskoeffizienten sind teilweise starke Unterschiede. Nachdem man hier im Kontext von Kompositionsdaten arbeitet, sollten jedoch für eine zuverlässige Interpretation die Resultate bezogen auf die relativen Informationen herangezogen werden. Wir haben hier meist clr-Koeffizienten für die Auswertungen betrachtet, weil diese einfach als Dominanz interpretierbar sind. Auch die ilr-Variablen bei der Regression sind proportional zu den clr-Koeffizienten. Bei den Regressionsanalysen ergeben sich zum Teil erstaunlich gute Modelle.

Literaturverzeichnis

- J. Aitchison. *The Statistical Analysis of Compositional Data*. Chapman & Hall, London, 1986.
- E. Fišerová and K. Hron. On interpretation of orthonormal coordinates for compositional data. *Mathematical Geosciences*, 43(4):455–468, 2011.
- V. Pawlowsky-Glahn and Buccianti. *Compositional Data Analysis*. John Wiley & Sons Ltd, California, 2011.
- C. Reimann, M. Birke, Demetriades A., Filzmoser P., and O’Connor P. *Chemistry of Europe’s agricultural soils - Part A: Methodology and interpretation of the GEMAS data set*. Schweizerbarth, Hannover, 2014.
- Matthias Templ, Karel Hron, and Peter Filzmoser. *robCompositions: an R-package for robust statistical analysis of compositional data*. John Wiley and Sons, 2011.