

Projekt ÜLG-079

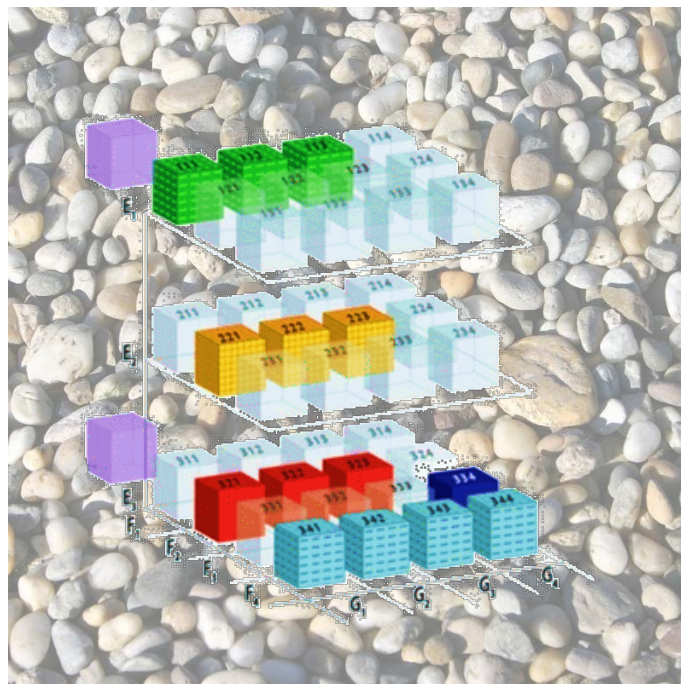
## UNFC-Klassifizierung von Kiessandvorkommen in Österreich

Bericht über das Arbeitsjahr 2020

von

S. PFLEIDERER, B. ATZENHOFER,

H. REITNER & J. RABEDER



iii + 13 Seiten, 3 Abbildungen, 4 Tabellen

Wien, Januar 2021

Projektleitung und verantwortliche Durchführung:

Dr. S. Pfeiderer

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. B. Atzenhofer	GIS-Bearbeitung
Dr. S. Pfeiderer	Rohstoffgeologie
Mag. J. Rabeder	GIS-Bearbeitung
cand. geol. H. Reitner	Rohstoffgeologie, GIS-Bearbeitung

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

Besonderer Dank gilt den Kollegen der oberösterreichischen Landesregierung M. Beyer, H. Birngruber, M. Brands, S. Hauser, M. Hofmüller und C. Kastl, des Ministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus W. Fahrner und des Umweltbundesamtes E. Obersteiner.

Die Projektdurchführung erfolgt im Rahmen des Vollzugs des Lagerstättengesetzes  
im Auftrag des  
Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung.

## INHALT

<b>Zusammenfassung</b> .....	1
<b>1. Ausgangslage</b> .....	2
<b>2. Ziele und Inhalte des Projektes</b> .....	2
<b>3. Arbeitsschritte und vorläufige Ergebnisse</b> .....	3
3.1. Literaturreview .....	3
3.2. Ausarbeitung der Klassengrenzen .....	4
3.3. Workflow und GIS-Arbeitsschritte .....	7
3.4. Datenaufbereitung Oberösterreich .....	9
<b>4. Weiteres Arbeitsprogramm</b> .....	11
<b>5. Literatur</b> .....	11

## Zusammenfassung

Im Rahmen des österreichischen Rohstoffplans wurden Kiessandvorkommen bundesweit einheitlich hinsichtlich Qualität, Quantität und Bedeutung in 5 Eignungsklassen unterteilt. Die Klassifizierung berücksichtigte sowohl rohstoffgeologische als auch regionalwirtschaftliche Aspekte. Außerhalb von sozial / ökologischen Konfliktzonen wurden für Vorkommen hoher Qualität und Sicherungswürdigkeit zusätzlich die vorhandenen Kiesvolumen abgeschätzt. Die Klassifizierung folgte jedoch keinem internationalen Standard und ist daher nicht direkt auf andere Länder anwendbar oder mit deren Klassifizierungen vergleichbar.

Das Klassifizierungsschema UNFC bietet die Möglichkeit, Rohstoffvorkommen weltweit einheitlich zu bewerten. Hierbei werden der geologische Wissenstand, die Abbauwürdigkeit in ökonomischer Hinsicht und Abbaumöglichkeiten in sozial / ökologischer Hinsicht standardisiert beurteilt und pro Klasse die vorhandenen Vorräte angegeben. Dieses Klassifizierungsschema wird im Rahmen des gegenständlichen Projektes auf Kiessandvorkommen (Rundkorn) in Österreich angewendet. Ziel des Projektes ist es, die österreichischen Kiessandvorräte nach Abbaumöglichkeit klassifiziert, quantitativ zu erfassen und einen aktuellen Überblick über die bundesweiten Ressourcen des Baurohstoffs Kiessand zu erlangen. Das angestrebte Ergebnis sind regional differenzierte Mengenangaben der verschiedenen Kiessandvorkommen, ähnlich wie im österreichischen Rohstoffplan, jedoch aktualisiert und nach internationalem Standard abgeleitet.

Die herkömmlichen Kriterien zur Ableitung der UNFC-Kategorien, wie z.B. die Ergebnisse von Explorationskampagnen, Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudien, können zur Klassifizierung nicht herangezogen werden, da derartige Studien für Kiessandvorkommen nicht durchgeführt werden. Außerdem betrachten sämtliche bisherigen UNFC-Anwendungen immer ein Abbauprojekt, also das lokale Gebiet eines aktiven, ehemaligen oder geplanten Abbaus. Für die von Abbauprojekten unabhängige Klassifizierung von Kiessandvorkommen im regionalen Maßstab, wie z.B. Flussterrassen, die sich über Zehner Kilometer erstrecken, mussten neue Kriterien entwickelt werden, wobei sichergestellt werden musste, dass die Ergebnisse den ursprünglichen Definitionen der Kategorien der E-, F- und G-Achsen entsprechen.

Die neue Ableitung der E-Kategorie stützt auf die Unterscheidung von Flächen, auf welchen (a) ein Abbau gesetzlich oder de facto unmöglich ist, (b) negative Umweltauswirkungen zu erwarten sind, (c) ein Abbau wahrscheinlich ohne soziale Konflikte oder negative Umweltauswirkungen durchgeführt werden kann oder (d) bereits abgebaut wird. Die Klassifizierung entlang der F-Achse beruht auf der Wahrscheinlichkeit, mit welcher ein möglicher Abbau zur Projektreife gelangt. Zur Ableitung der G-Kategorie wird der Fehler bei der Abschätzung der Mächtigkeit herangezogen.

Ein Workflow wurde entwickelt, der die Arbeitsschritte von der GIS-Bearbeitung der Basisdaten aus Geologie, Raumplanung, Kiesabbauen, Bohrprofilen und Mächtigkeitenmodellen, über die Vergabe der UNFC-Kategorien und der Übertragung von Mächtigkeitenmodellen auf die klassifizierten Kiesflächen bis hin zu den finalen Flächen mit Volumenangaben vorgibt. Für das Bundesland Oberösterreich wurden sämtliche Basisdaten zusammengestellt und für die anschließende Klassifizierung vorbereitet. Datenaufbereitung, Klassifizierung und Volumetrierung werden im weiteren Projektverlauf Bundesland-weise durchgeführt.

## 1. Ausgangslage

Im Rahmen des österreichischen Rohstoffplans wurden Kiessandvorkommen bundesweit einheitlich hinsichtlich Qualität, Quantität und Bedeutung in 5 Eignungsklassen unterteilt (Pfleiderer et al., 2012). Die Klassifizierung berücksichtigte sowohl rohstoffgeologische (Lithologie, Verwendung) als auch regionalwirtschaftliche (Häufigkeit, Größe und Versorgungsreichweite der Abbaue) Aspekte. Die resultierenden fünf Klassen stellen eine relative Abstufung dar, welche die Rohstoffeignung der Vorkommen für die Versorgung der Bevölkerung mit dem Baurohstoff Kiessand widerspiegelt. Außerhalb von sozial / ökologischen Konfliktzonen (Wasser, Bauland, Forst, Naturschutz, Verkehrswege, etc.), wurden für Vorkommen hoher Qualität und Sicherungswürdigkeit anschließend die vorhandenen Mengen abgeschätzt.

Die im Rahmen des österreichischen Rohstoffplans durchgeführte Bewertung von Rohstoffvorkommen ist zwar bundesweit einheitlich, aber nicht direkt auf andere Länder anwendbar und nicht mit deren Klassifizierungen vergleichbar. Seitens der Europäischen Kommission und der Europäischen Geologischen Dienste wird aber der Ruf nach einer standardisierten, Europa-weit harmonisierten und vergleichbaren Klassifizierung von Rohstoffressourcen immer lauter. Das Klassifizierungsschema UNFC (United Nations Framework Classification) wird hierbei bevorzugt, weil es als einziges Schema von Geologischen Diensten, die nicht über „competent persons“ (beeidigte Sachverständige der Federation of European Geologists) verfügen, angewendet werden kann.

Das Klassifizierungsschema UNFC bietet die Möglichkeit, Rohstoffvorkommen weltweit einheitlich zu bewerten. Hierbei werden der geologische Wissenstand (Erkundungsgrad, Qualität), die Abbauwürdigkeit in ökonomischer Hinsicht (technische Extrahierbarkeit, Kosten, Wirtschaftlichkeit) und Abbaumöglichkeiten in sozial / ökologischer Hinsicht (Konflikte mit anderen Nutzungsinteressen, Chancen auf Genehmigung des Abbaus) standardisiert beurteilt und pro Klasse die vorhandenen Vorräte angegeben. Beispiele der Anwendung dieses Klassifizierungsschemas auf Kiessandvorkommen wurden im Rahmen der EU-Projekte ORAMA und Mintell4EU ausgearbeitet und liegen z.B. in Ungarn, Polen, in der Tschechischen Republik, in Norwegen und Großbritannien vor.

Der Nutzen einer einheitlichen, standardisierten Klassifizierung von Mineralrohstoffen liegt in der Transparenz der Vorgehensweise, der Vergleichbarkeit der Ergebnisse und der Möglichkeit eines effizienteren Ressourcen-Managements. Das Klassifizierungsschema UNFC wird im Rahmen des gegenständlichen Projektes auf Kiessandvorkommen in Österreich angewendet. Kiessande (Rundkorn) stellen eine der wenigen Rohstoffgruppen in Österreich dar, bei welcher sowohl in geologischer als auch in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht bereits ausreichende Daten und Erfahrungen vorliegen, um das UNFC Schema anzuwenden.

## 2. Ziele und Inhalte des Projektes

Inhalt des Projektes ist die Anwendung des Rohstoffklassifizierungsschemas UNFC (United Nations Framework Classification) auf Kiessandvorkommen in Österreich. Dies umfasst die

- Klassifizierung der Konfidenz der geologischen Daten (G-Achse) in 4 Klassen

- Klassifizierung der Durchführbarkeit eines Abbauprojektes in technischer Hinsicht bzw. der Reife des Abbauprojektes (F-Achse) in 4 Klassen
- Klassifizierung der Abbaumöglichkeit in sozialer, ökologischer und ökonomischer Hinsicht (E-Achse) in 3 Klassen
- Abschätzung der Volumen der Vorkommen pro Klasse

Ziel des Projektes ist es, die österreichischen Kiessandvorräte nach Abbaumöglichkeit klassifiziert, quantitativ zu erfassen und einen aktuellen Überblick über die bundesweiten Ressourcen des Baurohstoffs Kiessand zu erlangen. Das angestrebte Ergebnis sind regional differenzierte Mengenangaben der verschiedenen Kiessandvorkommen, ähnlich wie im österreichischen Rohstoffplan, jedoch aktualisiert und nach internationalem Standard abgeleitet.

Die Projektdauer ist auf drei Jahre (Januar 2020 bis Dezember 2022) angelegt. Die Klassifizierung wird Bundesland-weise durchgeführt.

### **3. Arbeitsschritte und vorläufige Ergebnisse**

Die Projektdurchführung ist in folgende Arbeitsschritte gegliedert:

- Literaturrecherche mit Zusammenstellung und Review der relevanten Vorarbeiten und Publikationen
- Ausarbeitung der Klassengrenzen
- Erstellung eines Workflows, Festlegung der GIS-Arbeitsschritte und Entwicklung von GIS-Routinen
- Datenaufbereitung, -verschneidung, Klassifizierung und Volumetrierung von Kiessandvorkommen pro Bundesland
- Zusammenstellung der Ergebnisse pro Bundesland
- Berichtlegung und Dissemination

Die Arbeiten im ersten Projektjahr umfassten programmgemäß den Literaturreview (Kap. 3.1.), die Ausarbeitung der Klassengrenzen (E1/E2/E3, F1/F2/F3/F4, G1/G2/G3/G4) (Kap. 3.2.), die Erstellung eines Workflows und Festlegung der GIS-Arbeitsschritte (Kap. 3.3.), sowie die Datenaufbereitung im ersten Bundesland - Oberösterreich (Kap. 3.4.).

#### **3.1. Literaturreview**

##### *Bewertung österreichischer Kiessandvorkommen*

Die Bewertung österreichischer Kiessandvorkommen und die Abwägung möglicherweise konfliktärer Landnutzungsinteressen bei potentiellen Kiesabbauprojekten werden an der Geologischen Bundesanstalt seit vielen Jahrzehnten betrieben (Pirkl et al., 1991, Letouzé-Zezula et al., 1993, Letouzé-Zezula et al., 1999). Die letzte bundesweite Bearbeitung erfolgte im Rahmen des österreichischen Rohstoffplans, für den Kiessandvorkommen bundesweit einheitlich hinsichtlich Qualität, Quantität und Bedeutung in 5 Eignungsklassen unterteilt und außerhalb von sozial / ökologischen Konfliktzonen auch mengenmäßig abgeschätzt wurden (Pfleiderer et al., 2012).

Die Klassifizierungen stellen jeweils relative Abstufungen dar, welche die Rohstoffeignung der Vorkommen für die Versorgung der Bevölkerung mit dem Baurohstoff Kiessand widerspiegeln. Sie folgen keinem internationalem Standard und sind daher nicht direkt auf andere Länder anwendbar oder mit deren Klassifizierungen vergleichbar.

### *UNFC Anwendungen*

Das Klassifizierungsschema UNFC wurde von der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) entwickelt (UNECE, 2013 und 2019). Anleitungen zu dessen Anwendung für Mineralrohstoffe in Finnland, Norwegen und Schweden wurden von Lax et al. (2017) publiziert. Orientierungshilfen zur Berücksichtigung sozialer und ökologischer Aspekte bei der Anwendung des Schemas wurden seitens der Expert Group on Resource Management (EGRM) gegeben (EGRM, 2020). Im Rahmen des EU-Projektes ORAMA (<https://orama-h2020.eu/>) wurden Richtlinien zur Ableitung der E-, F- und G-Klassen erarbeitet.

Anwendungsbeispiele konzentrierten sich bisher auf die Klassifizierung von Erzvorkommen (UNECE, 2014), erst in jüngster Zeit wurden auch Industriemineral- und Bausteinvorkommen klassifiziert (Hokka et al., 2020). Abgesehen von Studien, die eine vorhandene, andere Klassifizierung mittels Brückendokumenten in UNFC überführen, stammt die einzige publizierte Anwendung für Sand- und Kiesvorkommen vom Norwegischen Geologischen Dienst (UNECE, 2020).

Sämtliche bisherigen UNFC-Anwendungen betrachten ein Abbauprojekt, also das lokale Gebiet eines aktiven, ehemaligen oder geplanten Abbaus. Für die von Abbauprojekten unabhängige Klassifizierung von Kiessandvorkommen im regionalen Maßstab, wie z.B. Flussterrassen, die sich über Zehner Kilometer erstrecken, mussten neue Kriterien entwickelt werden. Dies wurde im Rahmen des derzeit laufenden EU-Projektes Mintell4EU (<https://geoera.eu/projects/mintell4eu7/>) in einem österreichischen Pilotgebiet unternommen (Pfleiderer, 2020).

### 3.2. Ausarbeitung der Klassengrenzen

Die herkömmlichen Kriterien zur Ableitung der UNFC-Kategorien, wie z.B. die Ergebnisse von Explorationskampagnen, Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudien, können zur Klassifizierung nicht herangezogen werden, da derartige Studien für Kiessandvorkommen nicht durchgeführt werden. Die Erkundungsphase eines Vorkommens im Vorfeld eines Abbauprojektes beschränkt sich meist auf die Durchführung weniger Schürfe oder gar nur die Abfrage der Kiesmächtigkeit in vorhandenen, benachbarten Bohrungen. Der Abbau von Kiessand stellt nie eine technische Herausforderung dar, und die Wirtschaftlichkeit ist normalerweise gegeben, da die Abbaue in der Regel dort entstehen, wo Nachfrage durch die Bauindustrie besteht.

Im Rahmen des EU-Projektes Mintell4EU wurden daher neue Kriterien entwickelt, wobei sichergestellt wurde, dass das Ergebnis den ursprünglichen Definitionen der Kategorien der E-, F- und G-Achsen (UNECE, 2019) nachkommt (Pfleiderer, 2020). Die ursprünglichen Definitionen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tab. 1: Definition und Beschreibung der Kategorien des Klassifizierungsschemas UNFC für Mineralrohstoffe (UNECE, 2019).

Kategorie	Definition
E1	Entwicklung und Betrieb des Rohstoffabbaus sind ökologisch, sozial und ökonomisch durchführbar.
E2	Entwicklung und Betrieb des Rohstoffabbaus werden in absehbarer Zukunft ökologisch, sozial und ökonomisch durchführbar.
E3	Es ist nicht zu erwarten, dass Entwicklung und Betrieb des Rohstoffabbaus in absehbarer Zukunft ökologisch, sozial und ökonomisch durchführbar werden, oder die Durchführbarkeit kann noch nicht bestimmt werden.
E3.1	Das im Abbau voraussichtlich vorhandene Material wird nicht gewonnen.
E3.2	Die ökologische, soziale und ökonomische Durchführbarkeit kann aufgrund unzureichender Information noch nicht bestimmt werden.
F1	Die technische Durchführbarkeit des Abbauprojektes ist nachgewiesen.
F2	Die technische Durchführbarkeit des Abbauprojektes muss noch nachgewiesen werden.
F3	Die Durchführbarkeit des Abbauprojektes kann aufgrund unzureichender Daten nicht nachgewiesen werden.
F4	Es liegt noch kein Abbauprojekt vor.
G1	Die Menge des beim Rohstoffabbau gewinnbaren Materials kann mit einem hohen Konfidenzniveau abgeschätzt werden.
G2	Die Menge des beim Rohstoffabbau gewinnbaren Materials kann mit einem mittleren Konfidenzniveau abgeschätzt werden.
G3	Die Menge des beim Rohstoffabbau gewinnbaren Materials kann mit einem geringen Konfidenzniveau abgeschätzt werden.
G4	Die Menge des im Hoffungsgebiet vorliegenden Materials wurde hauptsächlich mithilfe von indirekten Nachweisen abgeschätzt.

#### *Ableitung der Klassen der E-Achse*

Die ursprünglichen Kriterien zur Ableitung der E-Kategorien sind die Wirtschaftlichkeit, soziale Akzeptanz und die Wahrscheinlichkeit der behördlichen Genehmigung eines Abbauprojektes. Nach den neuen Kriterien für die Klassifizierung von Kiessandvorkommen im regionalen Maßstab stützt sich die Ableitung auf die Unterscheidung von Flächen, auf welchen (a) ein Abbau laut Mineralrohstoffgesetz gesetzlich untersagt ist bzw. eine Gewinnungsbewilligung de facto nie erteilt wird, (b) negative Umweltauswirkungen zu erwarten und zu kompensieren sind bzw. die soziale Akzeptanz durch das Aushandeln von Kompromisslösungen erst erreicht werden muss, (c) ein Abbau wahrscheinlich ohne soziale Konflikte oder negative Umweltauswirkungen durchgeführt werden kann oder (d) bereits abgebaut wird, eine Gewinnungsbewilligung vorliegt, oder diese so gut wie sicher erteilt wird, da der Abbau innerhalb einer Eignungszone, Sicherungsfläche oder eines Vorranggebietes liegt. Die Ableitung der Klassen der E-Achse ist in Tabelle 2 dargestellt.

Die Angabe, auf welchen Flächen Kiesabbau zwar nicht gesetzlich untersagt, aber dennoch keine Chancen auf Genehmigung haben (Tabuzonen, wie z.B. die Negativzonen des oberösterreichischen Kiesleitplans), kann nur von Seiten der Raumordnung erfolgen. Außerdem ersetzt die hier vorgestellte Einteilung von Konfliktflächen (b) vs. Konflikt-freien Flächen (c) in keinem Fall die Standort-bezogene Beurteilung, die bei jedem Ansuchen um eine Gewinnungsbewilligung durchgeführt werden muss.



Tab. 2: Ableitung der Klassen der E-Achse

Flächen innerhalb von gesetzlich ausgeschlossenen Flächen oder Tabuzonen	<b>E3.2</b>
Flächen innerhalb von Konfliktzonen	<b>E3.1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• negative Umweltauswirkungen sind auszugleichen</li> <li>• soziale Akzeptanz ist zu verhandeln</li> </ul>	/ <b>E2*</b>
Nicht ausgewiesene Flächen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbau wahrscheinlich ohne Konflikt</li> <li>• keine negativen Umweltauswirkungen</li> <li>• soziale Akzeptanz wahrscheinlich</li> </ul>	<b>E2</b>
Flächen innerhalb von Eignungszonen, Sicherungsflächen, Vorranggebiete	<b>E1</b>
Flächen innerhalb von aktiven Abbauen oder mit Gewinnungsbewilligung	<b>E1</b>

\* E2 wird bei positivem Ergebnis einer Wirkungsanalyse bzw. Folgeabschätzung vergeben

#### Ableitung der Klassen der F-Achse

Die ursprünglichen Kriterien zur Ableitung der F-Kategorien bilden die Ergebnisse von technischen Machbarkeitsstudien zur Gewinnung des Rohstoffs. Im Falle der Klassifizierung von Kiessandvorkommen im regionalen Maßstab stützt sich die Ableitung jedoch auf die Wahrscheinlichkeit, mit welcher ein möglicher Abbau zur Projektreife gelangt. Diese Wahrscheinlichkeit ist am geringsten innerhalb gesetzlich ausgeschlossener Flächen oder Tabuzonen, und am höchsten in Gebieten mit Gewinnungsbewilligung oder vorliegendem Antrag auf eine Gewinnungsbewilligung. In sämtlichen anderen Fällen wird die Entfernung zum Abnehmer als Kriterium herangezogen. In Gebieten nahe von Ballungsräumen oder Stadterweiterungen kann eine mittlere Wahrscheinlichkeit dafür angenommen werden, dass irgendwann ein Antrag auf Gewinnungsbewilligung gestellt wird. Bei Entfernungen größer 30 km werden Kiesabbau wegen hoher Transportkosten und Verkehrs-bedingter Belastungen unrentabel (Weber, 2012). Die Ableitung der Klassen der F-Achse ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3: Ableitung der Klassen der F-Achse

Flächen innerhalb von gesetzlich ausgeschlossenen Flächen oder Tabuzonen	<b>F4</b>
> 30 km Entfernung zu potentiellen Abnehmern	<b>F4</b>
sämtliche andere Flächen	nahe potentieller Abnehmer <b>F2</b>
	Antrag auf Gewinnungsbewilligung liegt vor <b>F1</b>
Flächen innerhalb von aktiven Abbauen oder mit Gewinnungsbewilligung	<b>F1</b>

*Ableitung der Klassen der G-Achse*

Die ursprünglichen Kriterien zur Ableitung der G-Kategorien bilden die Ergebnisse detaillierter Explorationsstudien inklusive systematischer Bohrkampagnen mit hoher Datendichte. Die Konfidenz der dabei gesammelten Daten wird in vier Klassen eingeteilt. Derartige Studien werden für die Erkundung von Kiessandvorkommen jedoch in der Regel nicht durchgeführt. Vielmehr wird die regionale Erstreckung der Kieskörper geologischen Karten entnommen, die Mächtigkeit durch wenige Schürfe ermittelt und Abbautätigkeiten oft mit nur grober Kenntnis der gewinnbaren Mengen begonnen.

Für die Genauigkeit der Volumenbestimmung von Kieskörpern im regionalen Maßstab ist die Fehlerbehaftung von Angaben zur lateralen und zur vertikalen Ausdehnung zu berücksichtigen. Erstere ist dank der geomorphologischen Kartierung mithilfe von Laserscans mit hoher Genauigkeit (Zehner Zentimeter) bekannt, und bei einer Erstreckung des Kieskörpers über Zehner Kilometer zu vernachlässigen. Für ausgedehnte Kieskörper kann also der Fehler bei der Abschätzung der Mächtigkeit direkt zur Ableitung der G-Kategorie herangezogen werden (Abb. 1).

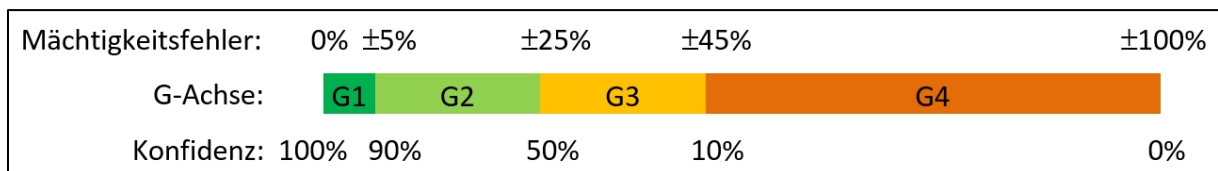


Abb. 1: Ableitung der Klassen der G-Achse

3.3. Workflow und GIS-Arbeitsschritte

Abbildung 2 veranschaulicht die Vorgehensweise bei der GIS-Bearbeitung der Basisdaten bis hin zu den finalen Flächen mit Volumenangaben. Nach Absprache mit der Raumplanung im jeweiligen Bundesland werden die Basisdaten in gesetzlich ausgeschlossene Flächen, Tabuzonen, Konfliktzonen und Eignungszonen / Sicherungsflächen eingeteilt. Sämtliche Restflächen stellen nicht ausgewiesene Flächen dar. Zusammen mit aktiven Abbauen und Sicherungs- bzw. Eignungszonen werden die Flächen mithilfe der GIS Operation 'merge' in einem Datensatz zusammengefasst, wobei die Rückverfolgung jedes einzelnen Polygons auf die Ausgangsdatsätze möglich bleibt.

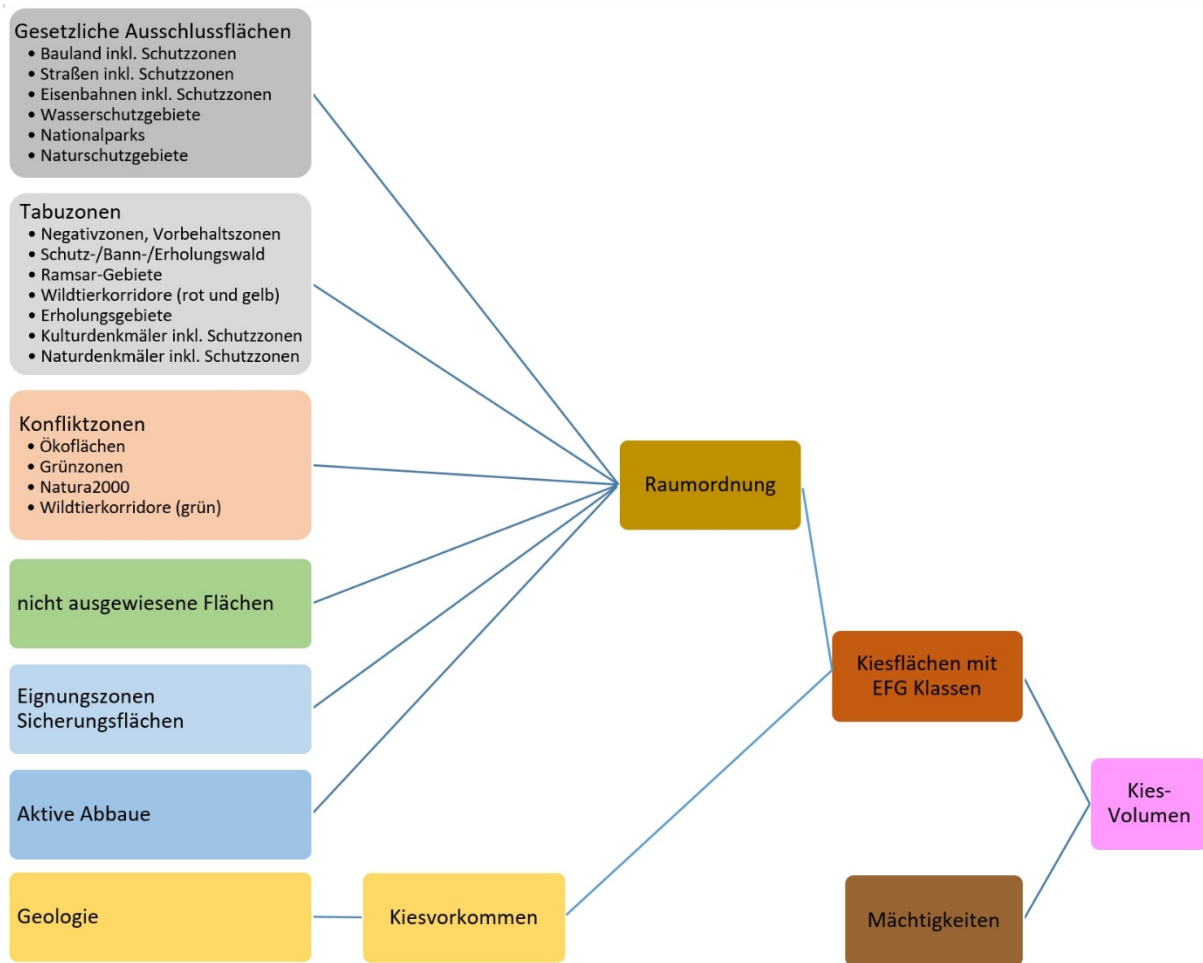


Abb. 2: Workflow zur Flächen- und Volumenbestimmung

Aus den geologischen Karten der Geologischen Bundesanstalt werden die zu klassifizierenden Kiessandvorkommen selektiert und mit dem o.a. Datensatz verschnitten (GIS Operation 'union'). Flächen außerhalb von Kiessandvorkommen werden eliminiert und für die verbleibenden Flächen werden gemäß den Tabellen 2 und 3 die E- und F-Kategorien vergeben.

Die Mächtigkeiten werden in Gebieten mit Modellen zur Kiesunterkante anhand der Differenz zwischen Kiesunterkante und Geländehöhe bestimmt (Abb. 3). Die Volumenberechnung erfolgt dann für jede Polygonfläche durch Aufsummieren der Mächtigkeiten eines jeden Pixels und Multiplikation der Summe mit der Pixelgröße. Dies ergibt auf freien Flächen (Abb. 3a) und innerhalb aktiver oder ehemaliger, unverfüllter Kiesabbaue (Abb. 3c) korrekte Werte, bei in den Untergrund reichender Infrastruktur (Abb. 3b), bei wieder verfüllten Kiesabbaue (Abb. 3d) und bei Nassabbaue (Abb. 3e) allerdings fehlerhafte Angaben, die nur mithilfe Standort-spezifischer Informationen korrigiert werden können. Bei der geplanten, Bundesland-weiten Klassifizierung und Berechnung werden diese Korrekturen nicht durchgeführt. Die Ergebnisse entsprechen dem Stand des verwendeten Höhenmodells.

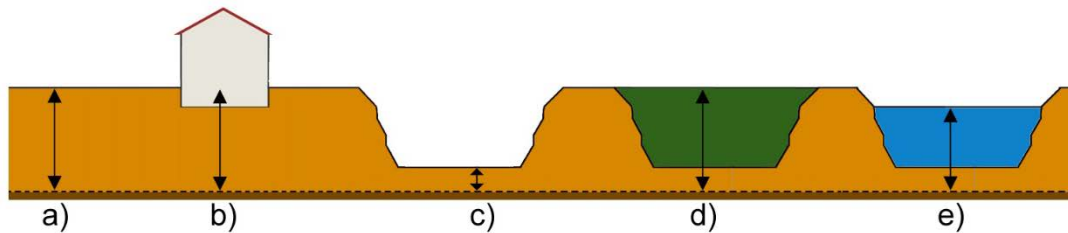


Abb. 3: Bestimmung der Kiesmächtigkeit aus dem Geländehöhenmodell und Modellen der Kiesunterkante; a) freie Fläche, b) bebaute Fläche, c) aktiver oder ehemaliger, unverfüllter Trockenabbau, d) ehemaliger, verfüllter Kiesabbau, e) aktiver oder ehemaliger Nassabbau

In Gebieten ohne Modelle zur Kiesunterkante wird anhand von Bohrdaten für jede Polygonfläche eine Mächtigkeit vergeben, die Volumenberechnung erfolgt durch Multiplikation mit den Flächenausmaßen. Dies führt nur auf freien Flächen (Abb. 3a) zu fehlerfreien Werten - vorausgesetzt die Mächtigkeit spiegelt einen für die Morphologie der Kiesunterkante repräsentativen Mittelwert wider. Für Flächen ohne Mächtigkeitsangaben in der näheren Umgebung erfolgt keine Volumenberechnung bzw. Klassifikation.

In beiden Fällen - mit oder ohne Modellen zur Kiesunterkante - wird das Ergebnis mit einem allgemeinen Reduktionsfaktor für 10 % Volumenverlust aufgrund von Unwägbarkeiten (Hochspannungsmasten, Gasleitungen etc.) korrigiert.

Die Ableitung der G-Klasse gemäß Abbildung 1 erfolgt in Gebieten mit Mächtigkeitsmodellen durch Vergleich der Bohrdaten mit diesen Modellen. Bohrdaten werden hierbei als Messdaten (observed data), Informationen aus den Modellen als Datenvorhersagen (predicted data) gewertet und die Abweichungen zur Ableitung der Konfidenz verwendet. In Gebieten ohne Modellierungen wird die G-Klasse anhand von Bohrpunktdichte und geologischer Variabilität abgeleitet (Lelliot et al., 2009).

Die Aggregation der Ergebnisse kann nach Gemeinde, Bezirk, Bundesland, oder auch nach geologischer Einheit erfolgen. Gemäß UNFC werden die Ergebnisse je nach Verwendung des Produktes aufsummiert, um z.B. die als Betonkies, als Asphaltzuschlag oder als Forststraßenschüttung geeigneten Volumen anzugeben, was die Kenntnis der Eignung der verschiedenen Kiessand-Einheiten erfordert. Hierfür kann auf die qualitativen Ergebnisse des österreichischen Rohstoffplans zurückgegriffen werden.

### 3.4. Datenaufbereitung Oberösterreich

Dank der INSPIRE Richtlinie und der Open Data Initiative sind die meisten Raumordnungsdaten öffentlich verfügbar und können gratis von der Internetseite der oberösterreichischen Landesregierung heruntergeladen werden (Tab. 4). Gemäß der Datennutzervereinbarung (Creative Commons Licence CC BY 4.0) ist jeder Nutzer verpflichtet, die oberösterreichische Landesregierung als Datenbesitzer anzuführen. Lediglich die Datensätze „Verkehrsflächen laut Flächenwidmungsplan“ und „Objekte des Bundesdenkmalamtes“ waren nicht öffentlich zugänglich, sondern wurden seitens der oberösterreichischen Landesregierung dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.

In Oberösterreich werden von der Raumordnung im Rahmen des Kiesleitplans keine Eignungszonen, Vorranggebiete oder Sicherungsflächen für Kiesabbau definiert, sondern Negativzonen ausgewiesen, in denen keine Genehmigungen für Kiesabbau erteilt werden.

Die geologischen und Bohr-Daten Oberösterreichs werden der Geologischen Bundesanstalt ebenfalls seitens der oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, für Projektzwecke zur Verfügung gestellt. Punktdaten von Kiesabbauen stammen aus Datenbanken der Geologischen Bundesanstalt, Flächendaten aktiver Kiesabbau wurden vom Ministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus aus dem Bergbauinformationssystem BergIS und von Amt der Oö. Landesregierung zur Verfügung gestellt.

Publizierte Modelle der Kiesunterkante wurden in den Gebieten Aiterbachtal (Bieber et al., 2008), Almtal (Flögl & Flögl, 1984), Eferdinger Becken (Breiner & Thurner, 1979), Ennstal (Flögl & Flögl, 1984), Feilbachtal (Bieber et al., 2008), Fernbachtal (Flögl & Flögl, 1984), Inntal (Lohberger, 1983; Lohberger & Thürriedl), Katzenbachtal (Flögl & Flögl, 1984), Kobernaußerwald (Lohberger, 1983), Kremstal (Bieber et al., 2008; Flögl & Flögl, 1984), Linzer Feld (Kresser & Breiner, 1974; Flögl & Flögl, 1984), Machland (Breiner, 1976), Mattigtal (Lohberger, 1983), Redlbachtal (Flögl, 1970), Sipbachtal (Bieber et al., 2008), St. Marienbachtal (Bieber et al., 2008), Steyrtal (Flögl & Flögl, 1984), Vöckla-Ager-Traun-Gebiet (Flögl, 1970), Weilharter Forst (Flögl & Flögl, 1987) und Welser Heide (Ingerle) zusammengetragen.

Tab. 4: Verwendete Daten aus Oberösterreich - Datentyp, Quelle und Maßstab

	Datentyp	Quelle	Maßstab
Geologie	Polygone	Kompilierte geologische Karte Oberösterreich	1:20.000
Bohrdaten	Punkte mit Bohrprofil	Bohrdatenbank GeoloGIS der oberösterreichischen Landesregierung	
Modelle - Kiesunterkante	Raster	Literatur	
Geländemodell	Raster	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/124923.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/124923.htm</a>	(10x10m)
Abbaudaten	Punkte	Abbaudatenbank der Geologischen Bundesanstalt	
	Polygone	BergIS des Ministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus Amt der Oö. Landesregierung	
Bauland	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171835.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171835.htm</a>	1:1.000
Schutzzonen im Bauland	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171808.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171808.htm</a>	1:1.000
Straßen	Linien	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/122362.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/122362.htm</a> <a href="https://www.data.gv.at/katalog/dataset/3fefc838-791d-4dde-975b-a4131a54e7c5">https://www.data.gv.at/katalog/dataset/3fefc838-791d-4dde-975b-a4131a54e7c5</a>	1:1.000
Verkehrsflächen laut Flächenwidmungsplan	Polygone	Amt der Oö. Landesregierung	
Eisenbahnen	Linien	<a href="https://www.data.gv.at/katalog/dataset/3fefc838-791d-4dde-975b-a4131a54e7c5">https://www.data.gv.at/katalog/dataset/3fefc838-791d-4dde-975b-a4131a54e7c5</a>	
Wasserschutzgebiete	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/122144.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/122144.htm</a>	1:2.000
Nationalparks	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/201968.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/201968.htm</a>	1:1.000
Naturschutzgebiete	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/123556.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/123556.htm</a>	1:1.000
Negativzonen - Kiesleitplan	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171873.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171873.htm</a>	1:20.000
	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171877.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171877.htm</a>	1:20.000
Vorbehaltszonen - Kiesleitplan	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171868.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171868.htm</a>	1:20.000
Schutz-/Bann-/Erholungswald	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/126597.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/126597.htm</a>	1:1.000
Ramsar Gebiete	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/124104.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/124104.htm</a>	1:1.000
Wildtierkorridore	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/172477.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/172477.htm</a>	1:1.000
	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/172483.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/172483.htm</a>	1:1.000
	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/172248.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/172248.htm</a>	1:1.000
Erholungsgebiete	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171835.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171835.htm</a>	1:1.000
Burgen und Schlösser	Punkte	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/122470.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/122470.htm</a>	1:2.000
Objekte des Bundesdenkmalamtes	Punkte	Amt der Oö. Landesregierung	
Naturdenkmäler	Punkte	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/123566.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/123566.htm</a>	1:1.000
Ökoflächen	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/123571.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/123571.htm</a>	1:1.000
Grünzonen	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171880.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/171880.htm</a>	1:10.000
Natura2000 Gebiete	Polygone	<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/123539.htm">https://www.land-oberoesterreich.gv.at/123539.htm</a>	1:1.000

Diese Daten wurden in ein ArcGIS-Projekt importiert und liegen nun zur weiteren Verschneidung bzw. Verarbeitung vor.

#### 4. Weiteres Arbeitsprogramm

Folgende Arbeitsschritte sind für die nächsten Arbeitsjahre vorgesehen:

- Abschluss der Klassifizierung von Kiessandvorkommen in Oberösterreich  
Nach erfolgter Datenaufbereitung wird die Verschneidung, Klassifizierung und Volumetrierung der Flächen erfolgen.
- Entwicklung von GIS-Routinen  
Diese werden parallel zur Bearbeitung der Kiessandvorkommen in Oberösterreich entwickelt.
- Klassifizierung von Kiessandvorkommen in den übrigen Bundesländern  
Folgende Reihenfolge der Bearbeitung wurde festgelegt: Niederösterreich, Wien, Burgenland, Steiermark, Kärnten, Salzburg, Tirol, Vorarlberg.
- Zusammenstellung der Ergebnisse pro Bundesland  
Die Dokumentation der Ergebnisse erfolgt jeweils zum Abschluss der Bearbeitung eines Bundeslandes und wird in den Jahresberichten veröffentlicht.
- Berichtlegung und Dissemination  
Diese Arbeiten sind zum Abschluss des Projektes 2022 geplant. Die Ergebnisse einzelner Bundesländer können allerdings bereits nach deren Abschluss an die jeweiligen Landesregierungen geliefert werden.

#### 5. Literatur

- Bieber, G., Reitner, H., Römer, A. & Winkler, E. (2008): Grundwassersanierung Traun-Enns-Platte. Interpretation Aerogeophysik.- unveröff. Bericht O-C-30 i. A. des Amtes d. OÖ Landesreg., Abt. Grund- und Trinkwasserwirtschaft, Geol. Bundesanst., Wien.
- Breiner, H. (1976): Untersuchung Mauthausen-Ardagger. Siedlungswasserwirtschaftliche Regionalstudie für den Bereich der österreichischen Donaustrecke.- BMLF.
- Breiner, H. & Thurner, G. (1979): Untersuchung Aschach-Ottensheim. Bericht über die hydrologischen und geologischen Verhältnisse. Siedlungswasserwirtschaftliche Regionalstudie für den Bereich der Österreichischen Donaustrecke, Bericht 8, Wien.
- EGRM (2020): Guidance for Social and Environmental Considerations for the United Nations Framework Classification for Resources. EGRM-11/2020/INF.4, 14 S.
- Flögl, H. (1970): Wasserwirtschaftliches Grundsatzgutachten Vöckla-Ager-Traun-Alm.- unveröff. Bericht Amt d. OÖ Landesreg., Abt. Wasserbau - Hydrogr. Dienst, Linz.
- Flögl, H. & Flögl, W. (1984): Mittlere und östliche Traun-Enns Platte: Geologie und Hydrogeologie.- unveröff. Bericht (Amt der OÖ Landesreg., UAbt Wasserwirtschaft u. Hydrograph. Dienst), Linz.
- Flögl, H. & Flögl, W. (1987): Schongebietsoperat Lachforst.- unveröff. Bericht Amt d. OÖ Landesreg., Abt. Wasserwirtschaftliche Planung, Linz.

- Hokka, J., Eilu, P., Ahtola, T., Kivinen, M., Konnunaho, J., Kuusela, J., Lintinen, P. & Törmänen, T. (2020): Application of the UNFC resource code in Finland - Practical guidelines. Geological Survey of Finland, Open File Work Report **46/2020**, 44 S.
- Ingerle, K.: Einsatz von Wärmepumpen in der Welser Heide.
- Kresser, H.C.W. & Breiner, H. (1974): Untersuchung Ottensheim-Mauthausen: Zusammenfassender Bericht. Siedlungswasserwirtschaftliche Regionalstudie für den Bereich der österreichischen Donaustrecke, Bericht 4, Wien.
- Lax, K., Ingvald, E., Persson, B., Brinnen, K., Makkonen, H., Hokka, J., Aasly, K., Heldal, T., Blystad, P. & Heiberg, S. (2017): Guidance for the application of the United Nations Framework Classification for Resources (UNFC) for mineral resources in Finland, Norway and Sweden, EGRC-8/2017/INF.**8/14**: Case studies and testing of UNFC-2009, 37 S.
- Lelliot, M.R., Cave, M.R. & Wealthall, G.P. (2009): A structured approach to the measurement of uncertainty in 3D geological models. Quarterly Journal of Engineering and Hydrogeology, **43**, 95-105.
- Letouzé-Zezula, G., Jeschke, H.P., Kociu, A., Kreutzer, L.H., Lipiarski, P., Rakaseder, S. & Reitner, H. (1993): Massenrohstoffsicherung OÖ (Jahresendbericht 1992 zum Projekt OC-10 der Bund-/Bundesländerkooperation). Unveröff. Projektbericht, 47 S., 3 Abb., 5 Anlagen, Geologische Bundesanstalt Wien / Oberösterreichische Landesregierung Linz.
- Letouzé-Zezula, G., Kociu, A., Lipiarski, P., Pfeleiderer, S. & Reitner, H. (1999): Massenrohstoffsicherung OÖ (Jahresendbericht 1995 zum Projekt OC-10 der Bund-/Bundesländerkooperation). Unveröff. Projektbericht, 87 S., 5 Abb., 59 Beilagen, Geologische Bundesanstalt Wien.
- Lohberger, W. (1983): Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Mattig. - unveröff. Bericht Amt d. OÖ Landesreg., Abt. Wasserbau, Linz.
- Lohberger W. & Thürriedl, K.: Schlierrelief Reichersberg - Antiesenhofen.
- Pirkel, H., Letouzé-Zezula, G. & Heinrich, M. (1991): Rohstoffnutzung und Umweltschutz: Wege zur Konfliktminderung. Mitteilungen der österreichischen geologischen Gesellschaft, **83**, 297-313.
- Pfeleiderer, S., Reitner, H., Heinrich, M. & Untersweg, T. (2012): Kiessande. – In: Weber, L. (Hrsg.) (2012): Der Österreichische Rohstoffplan. Archiv für Lagerstättenforschung, **26**, 99-145.
- Pfeleiderer, S. (2020): UNFC application to sand and gravel resources in an Austrian pilot area. Bericht über eine Pilotstudie für Mintell4EU Deliverable D4.1 „Case study review with practical guidelines/work flows and examples for applying UNFC to European mineral resources“, 14 S.
- UNECE (2013): United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 incorporating specifications for its application. UNECE Energy Series **42**, 57 S.
- UNECE (2014): Case studies and testing of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009. ECE/ENERGY/GE.3/**2014/4**, 32 S.
- UNECE (2019): United Nations Framework Classification for Resources, Update 2019. UNECE Energy Series **61**, 20 S.

UNECE (2020): United Nations Framework Classification for Resources Case Studies from Finland, Estland, Sweden and Norway – Nordkalk limestone and Forsand sand and gravel mines. Expert Group on Resource Management. ECE/ENERGY/GE.3/**2020/10**, 20 S.

Weber, L. (Hrsg.) (2012): Der Österreichische Rohstoffplan. Archiv für Lagerstättenforschung, **26**, 264 S.