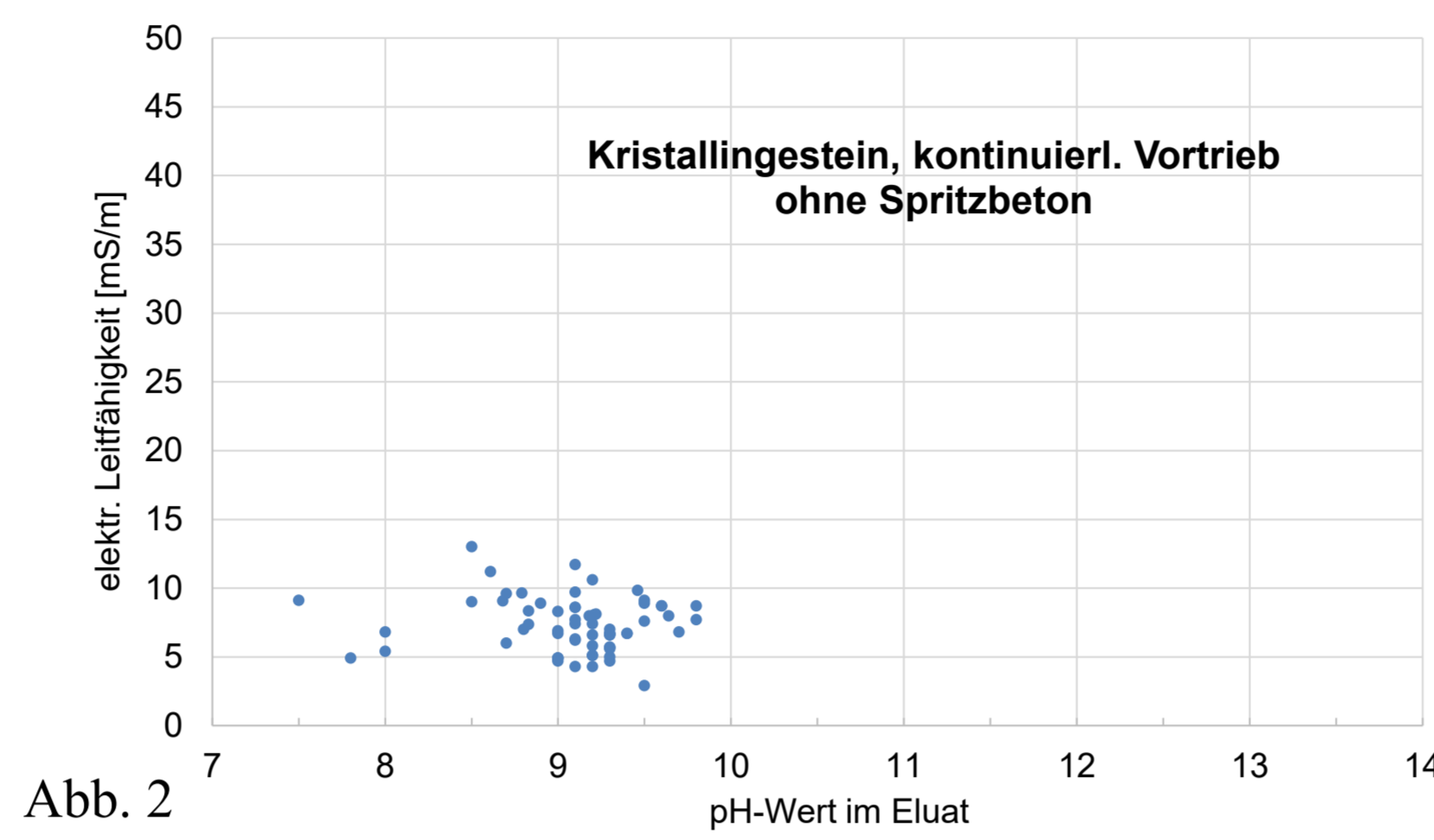
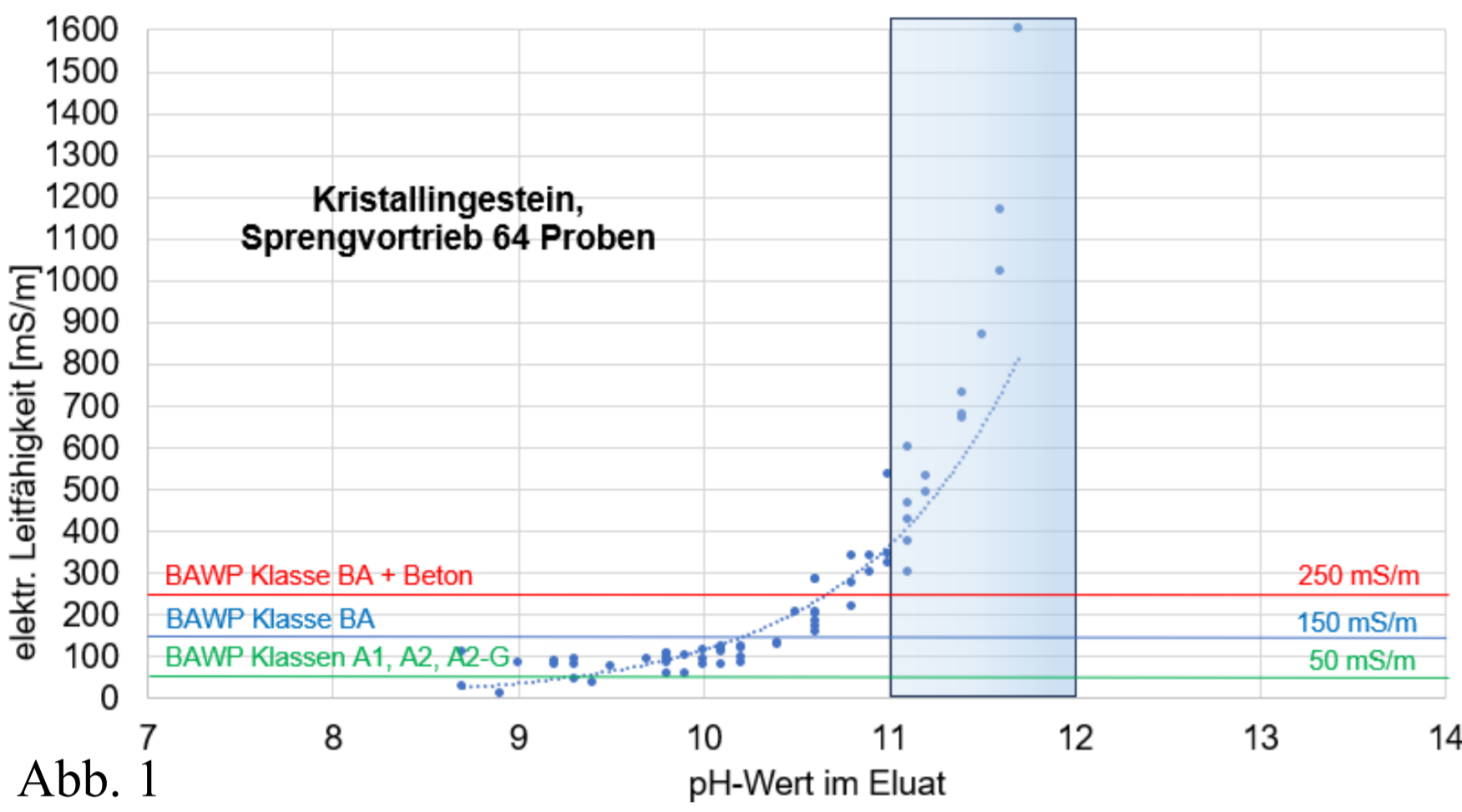


Manfred Nahold

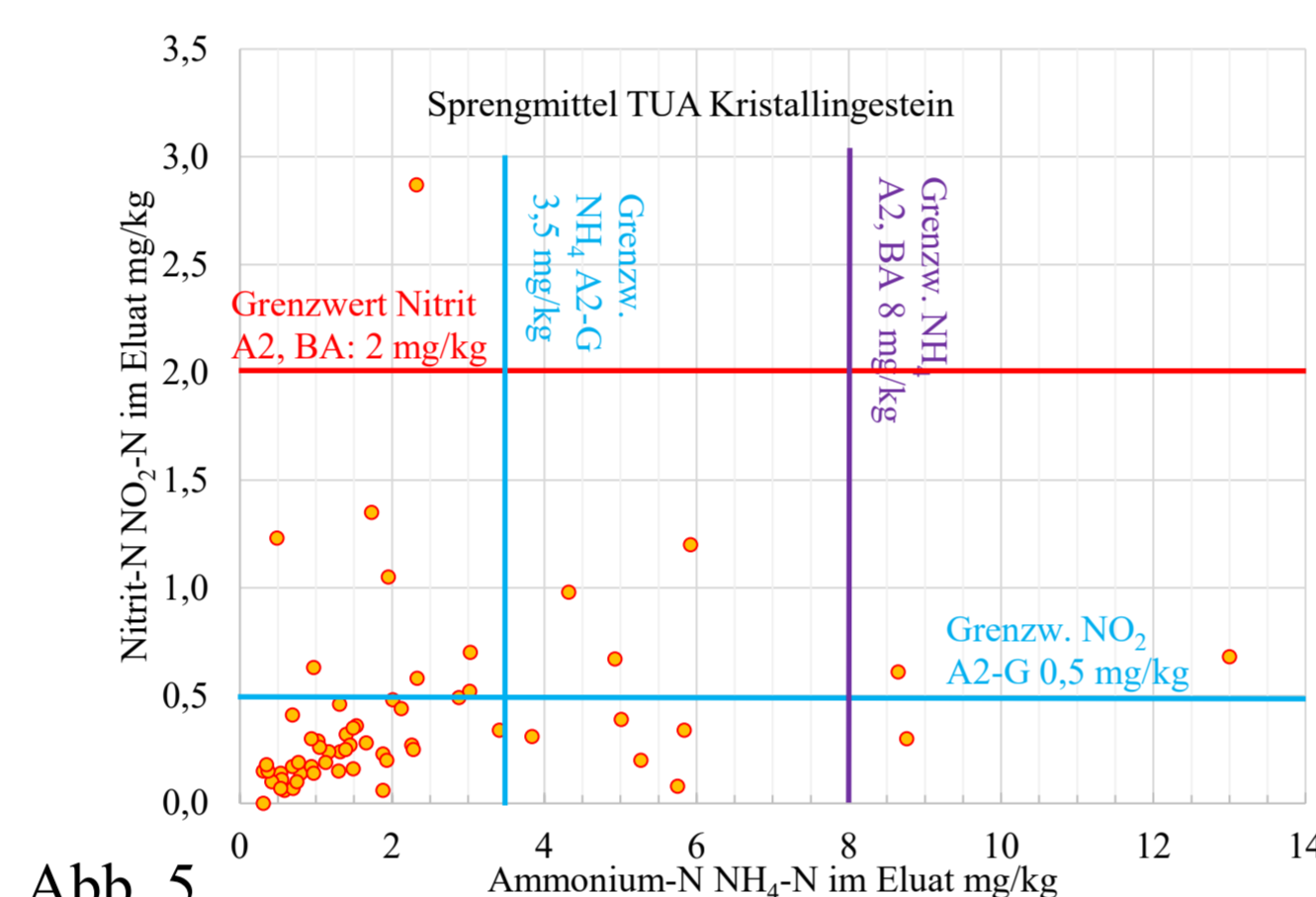
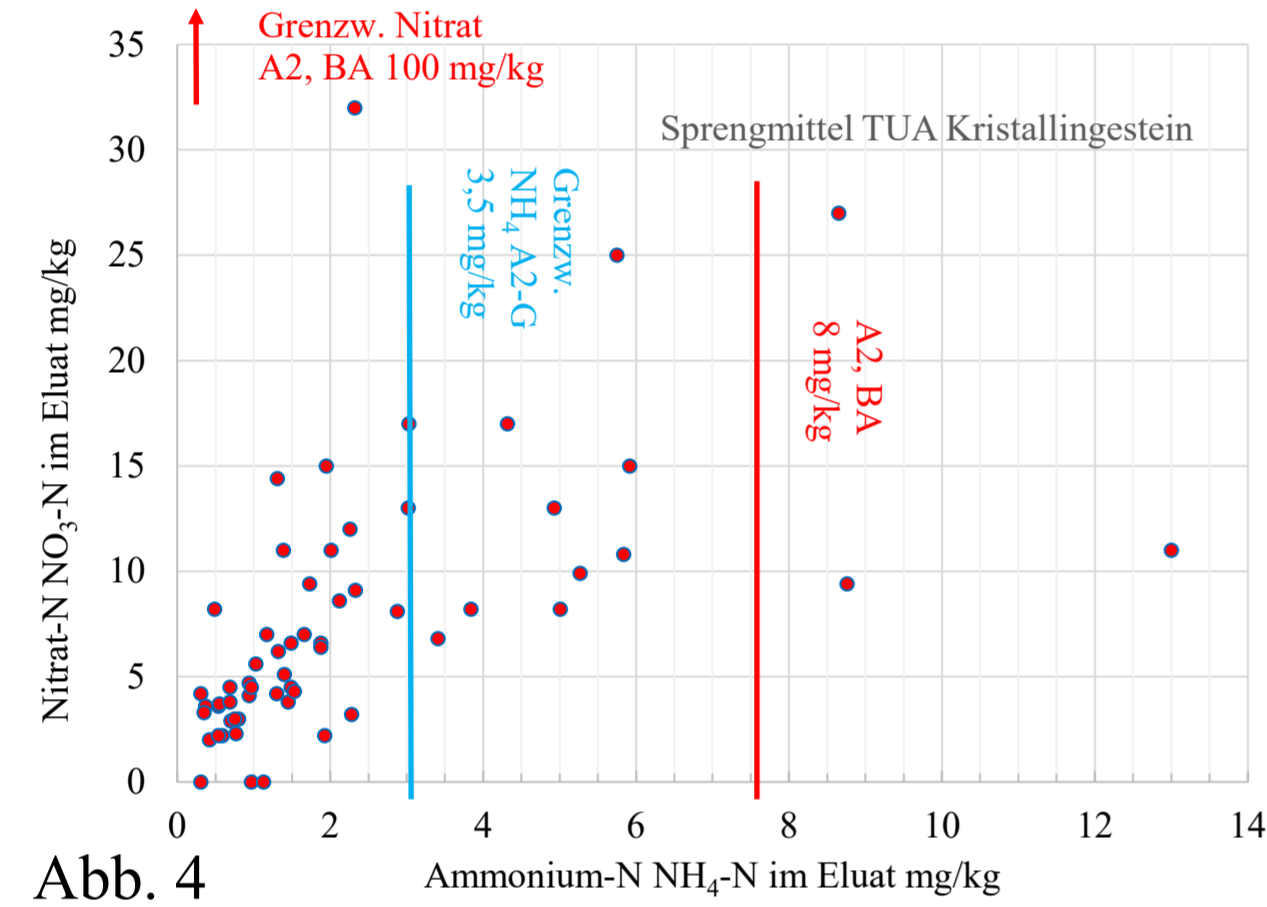
Tunnelausbruchmaterial (TUA) und Aushubmaterial machen derzeit mit rund 60 % den größten Anteil aller Abfälle Österreichs aus. Die Verwertung von Bodenaushub und damit auch von TUA muss zur Schonung von Ressourcen und Energie gesteigert werden. In Fällen ungebundener Verwertungen von TUA für Geländegestaltungen muss sichergestellt werden, dass von dem TUA keine nachteiligen Wirkungen auf Schutzgüter - vorrangig Grundwasser – ausgehen. Neben geogenen Stoffen können mögliche Verunreinigungen anthropogener Art die Menge an Spritzbeton (soll < 5 %) sein oder Chromat aus Betonanwendungen sowie Sprengmittelrückstände und Mineralöle (KW soll nach DVO und BAWP < 50 mg/kg in Boden- und Gesteinsproben betragen). Nachfolgend werden ausgewählte Stoffe in grenzwertrelevanten Konzentrationen in TUA mit Daten aus unterschiedlichen Tunnelvortrieben vorgestellt.

## (SPRITZ-)BETON im TUNNELAUSBRUCH



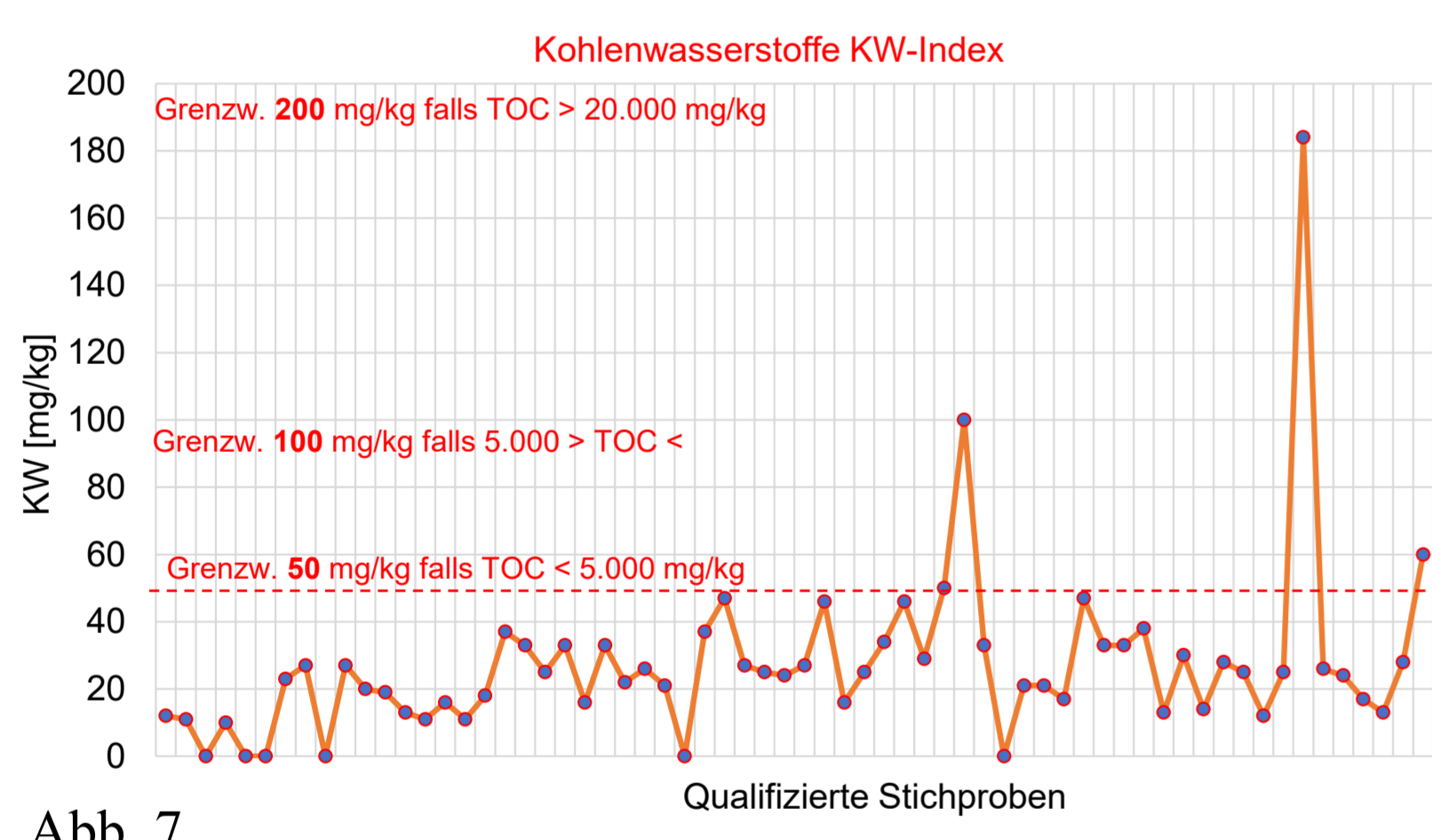
Leitfähigkeiten (ELF) der Eluate gegen pH-Werte. Diagramm links TUA-Proben mit <5 % Spritzbeton und Diagramm rechts TUA von Vortriebsmaschinen ohne Beeinflussung durch Spritzbeton. Im linken Diagramm sind die Grenzwerte der ELF nach BAWP ausgewiesen und der Bereich einer zulässigen Erhöhung des pH von 11 auf 12 (nur im Fall geringer Metallgehalte) ist blau hinterlegt. Im Unterschied zu den hohen pH- und ELF-Eluatwerten bei Anwesenheit von Spritzbetonresten (Diagramm links) sind die realen pH-Werte und ELF in der Natur deutlich geringer, als im Labor nach 24 Stunden Schütteln mit destilliertem Wasser festgestellt. Sickerwasser nimmt CO<sub>2</sub> aus der Luft auf und mineralisiert, sodass nach wenigen Stunden die realen pH-Werte von 9-9,5 auf rund 8 zurückgehen. Dies konnte mit Großeluates mit TUA und natürlichen Wässern nachgewiesen werden.

## SPRENGMITTELRÜCKSTÄNDE im TUNNELAUSBRUCH



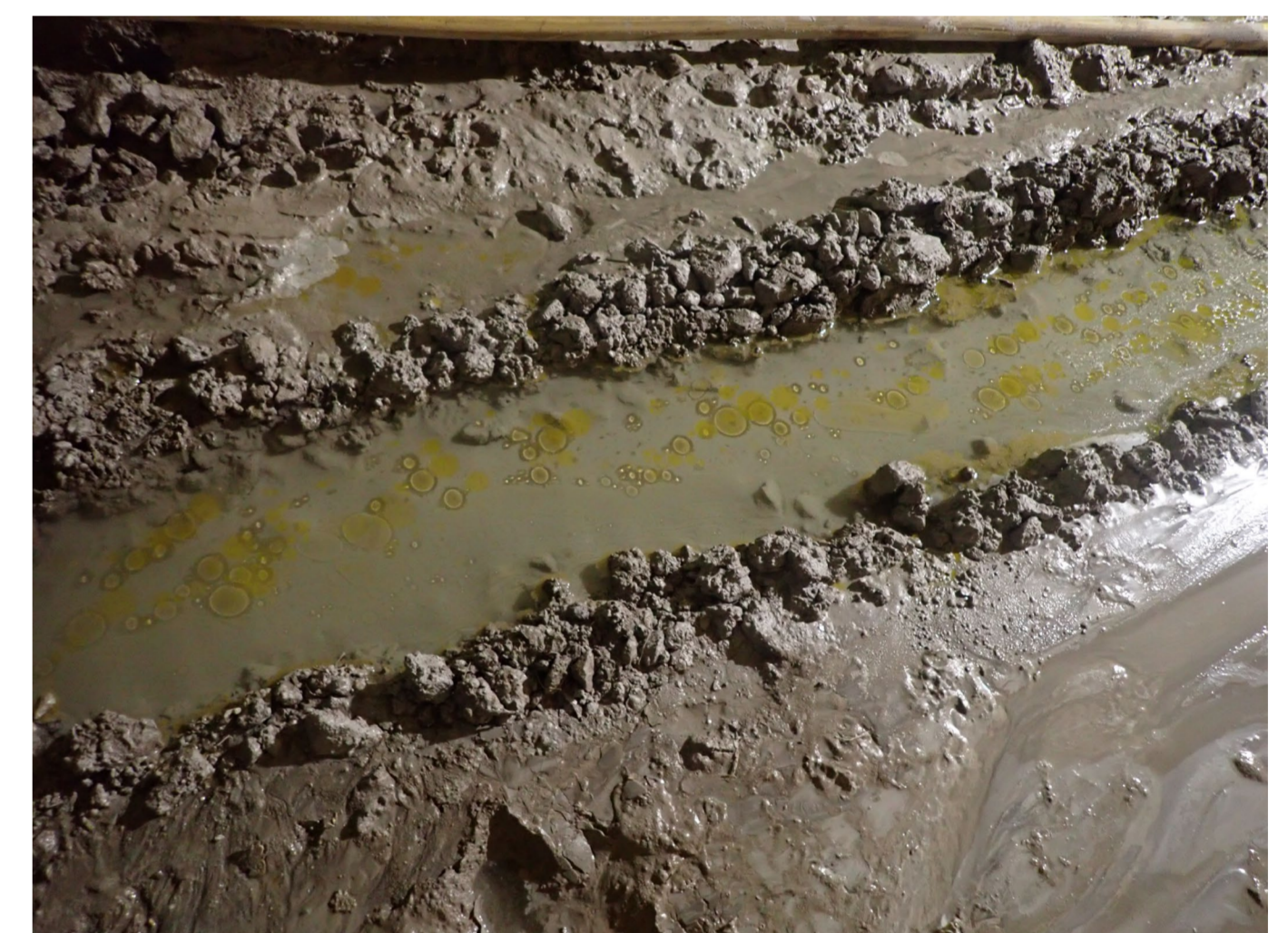
Nitrat und Ammonium stammen aus Sprengmittel und Nitrit entsteht bei der Abarbeitung von Sprengmittel in den Schwaden. Bei Einsatz patronierter Sprengmittel (Abb. 6) können die Grenzwerte der Bodenaushubdeponie nach DVO und die Grenzwerte der Klassen A2 und BA nach BAWP meist eingehalten werden (siehe farbliche Begrenzungen in den Abb. 4 und 5).

## MINERALÖL im TUNNELAUSBRUCH



Die KW-Grenzwerte nach DVO und BAWP sind abhängig vom Gehalt natürlicher organischer Substanz (TOC) im Gestein. Falls der unterste Grenzwert von 50 mg/kg der Bodenaushubdeponie nach DVO (und nach BAWP für die ungebundene Verwertung) überschritten wird, muss TUA auf eine Inertabfall- oder BRM-Deponie verbracht werden. Bis zu 200 mg/kg KW darf TUA nur zur Herstellung von Beton oder Asphalt enthalten. Abb. 7 zeigt KW-Gehalte aus einem Sprengvortrieb.

KW-Belastungen entstehen durch Hydrauliköl (Abb. 8) und untergeordnet Dieseldieselkraftstoff. Die derzeit nach DVO erlaubte Überschreitung für Einzelfälle in TUA von bis zu 110 mg/kg wird voraussichtlich auf 50 + 30 Toleranz = 80 mg/kg verringert (im Mittel ist der Grenzwert einzuhalten).



## ALUMINIUM im Eluat aus TUNNELAUSBRUCH

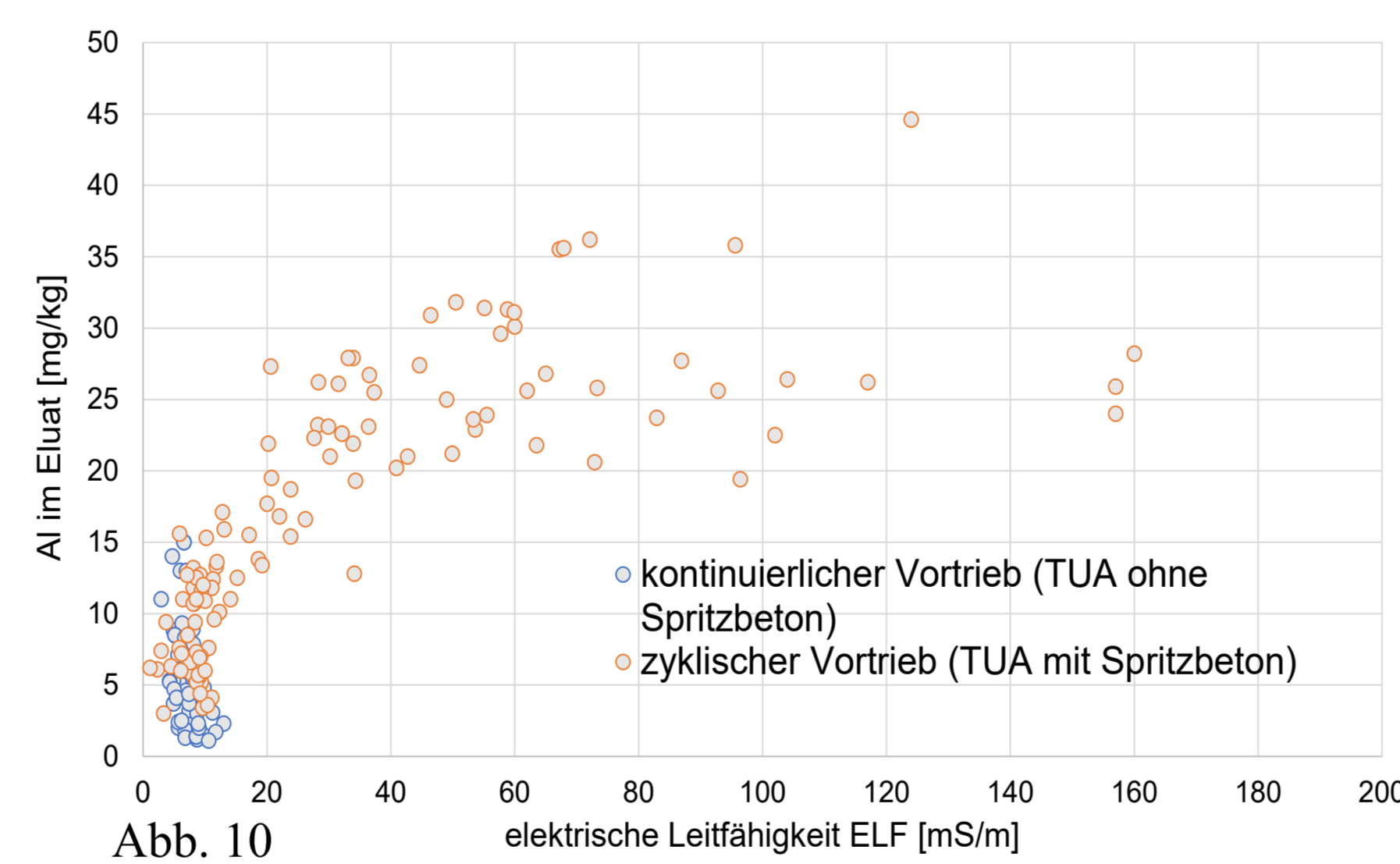
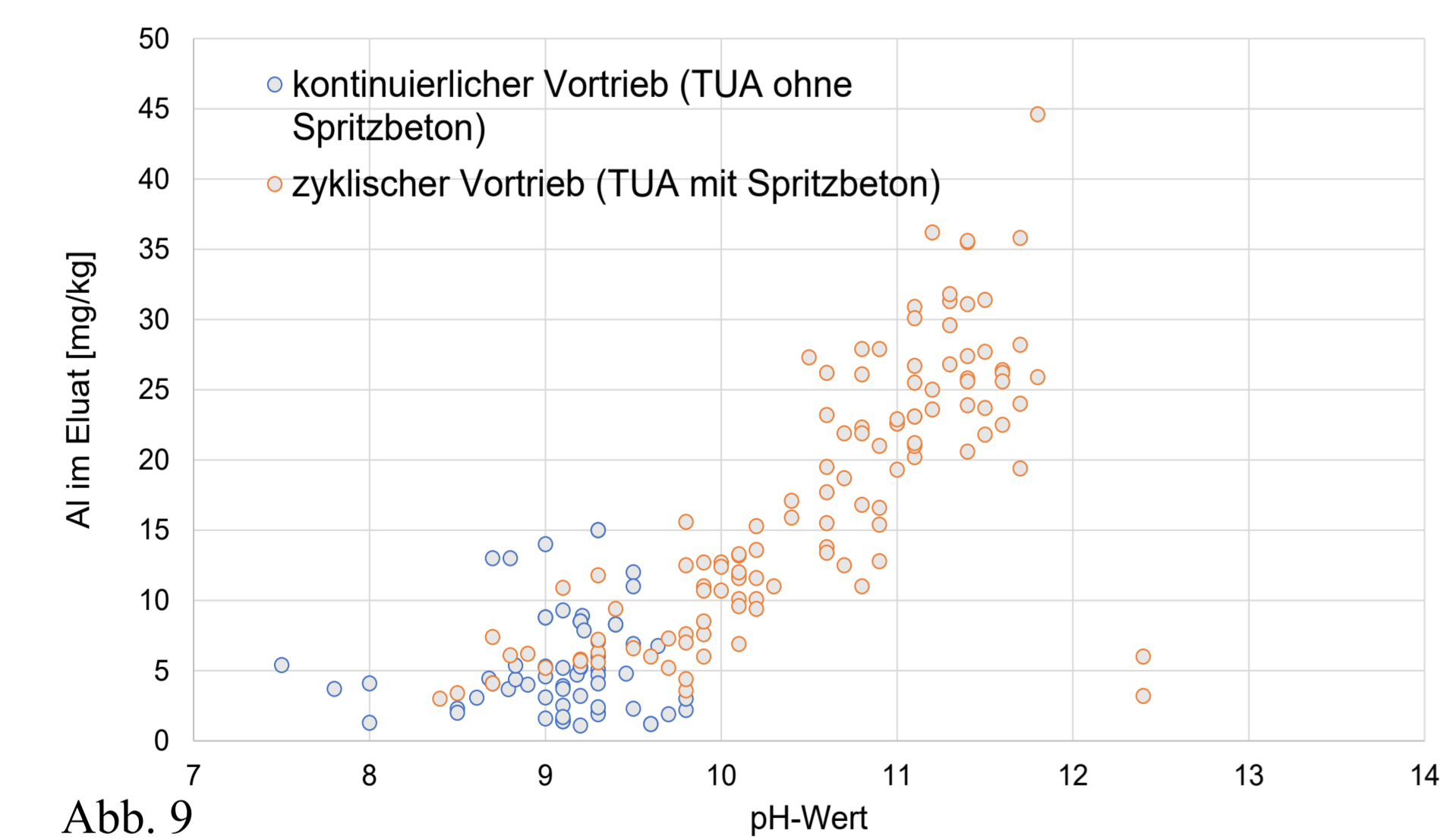


Abb. 9 zeigt Al-Gehalte in TUA-Eluaten in Abhängigkeit vom pH mit Spritzbeton (zykl. Vortrieb) im Vergleich zu TUA-Eluaten ohne Spritzbeton (kontinuierl. Vortrieb). In Abb. 10 sind die Al-Gehalte gegen die ELF aufgetragen. Proben aus Eluaten mit Spritzbeton weisen höhere Leitfähigkeiten auf. Die diese auch stärker basisch sind, ist auch mehr Al gelöst.

Der für die Klasse A2-G künftig vorgesehene Grenzwert von 5 mg/kg Al wird auch in Eluaten aus Gesteinen ohne Spritzbeton nicht zuverlässig unterschritten (MW 5,4 mg/kg). Der pH von natürlichem Sickerwasser ist deutlich geringer als in Eluaten mit destilliertem Wasser. Dies kann durch Großeluate mit TUA bestätigt werden. Aluminium fällt in beiden Fällen in der Natur als Gibbsite Al(OH)<sub>3</sub> aus - siehe Phasendiagramm in Abb. 11.

Erste Erfahrungen mit Sickerwasser unter verwertetem TUA aus einem zykl. Vortrieb zeigen, dass der pH anfangs um 9,5 liegt. Dies bestätigt unsere Großeluate. Die Bewertung von Laboreluaten ist überschießend. Al liegt im Sickerwasser unter 0,1 mg/l. Die N-Parameter sind (erwartbar) erhöht, die Grenzwerte der AbwasseremissionsVO für Fließgewässer sind eingehalten.

Kristalline Gesteine werden aus Quarz und aus alumo-silikatischen Mineralen gebildet. Werden Silikatgesteine frisch gebrochen und mit destilliertem Wasser 24 Std. eluiert, ist (genauso wie bei Karbonatgesteinen) der pH-Wert mit 9-9,5 leicht basisch. Von Silikatgesteinen ohne Betonanteile geht wenig Al in Lösung (2-15 mg/kg; MW 5,4 mg/kg). Wird der pH-Wert durch Spritzbeton erhöht (pH 10-12,5), steigt damit auch die Konzentration an gelöstem Al<sup>3+</sup> auf bis zu 37 mg/kg; MW 17,4 mg/kg (Abb. 9 und 10). Auch Sprengmittel können Aluminiumpulver enthalten (handhabungssicher).

Aluminium ist ein Metall mit amphoteren Eigenschaften, d.h. die Löslichkeit steigt sowohl in saurer als auch in basischer Lösung durch Bildung des Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>-Komplexes. Um pH 6,5 ist die Löslichkeit von Aluminium am geringsten, Al fällt als feste Phase Gibbsite wieder aus (Abb. 11).

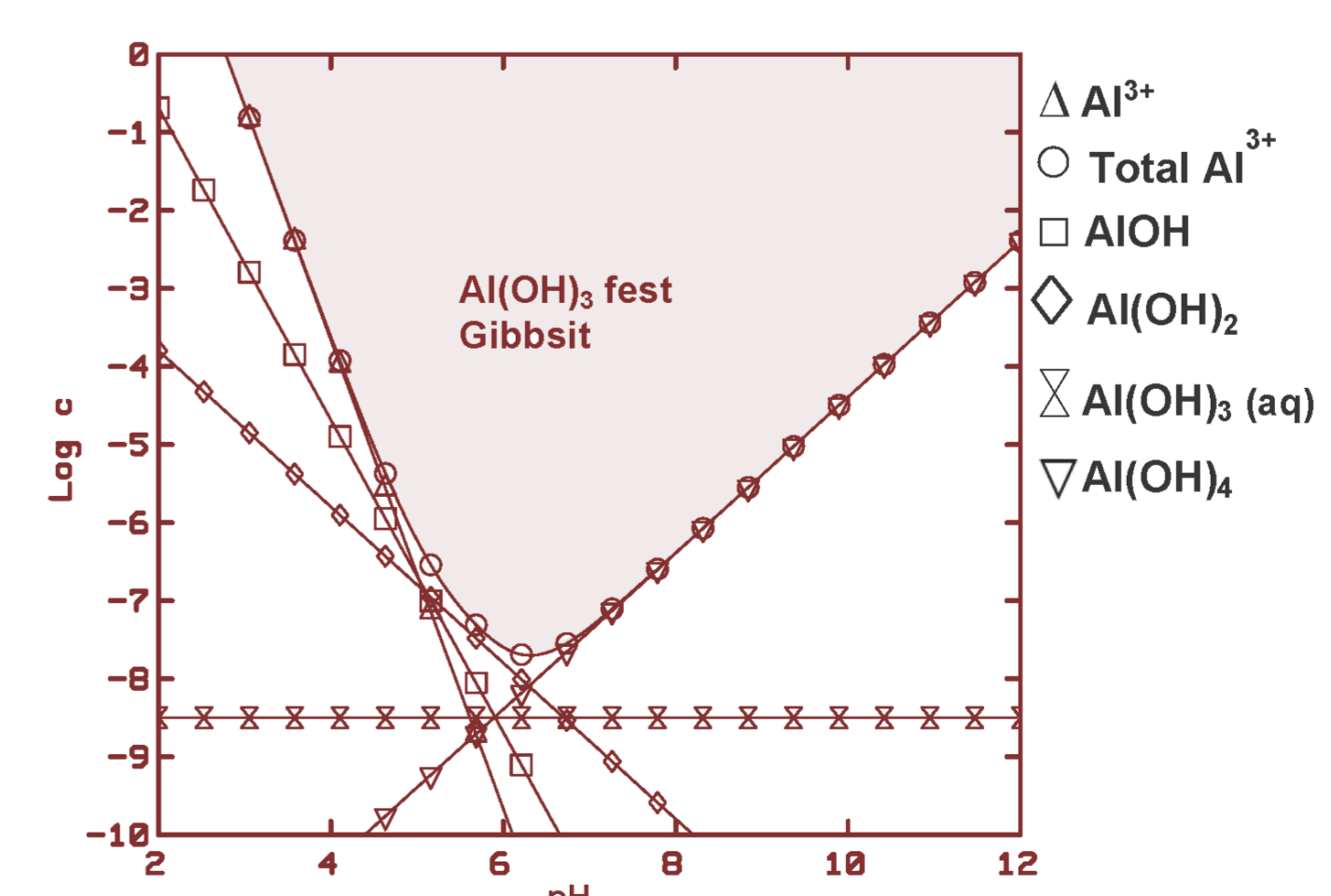


Abb. 11 Löslichkeit von Gibbsite, des freien Aluminiums Al<sup>3+</sup> und der Aluminiumhydroxidkomplexe in Abhängigkeit vom pH-Wert (MINEQL+ 5.0)

Kontaktperson zum Poster:

Dr. Manfred Nahold  
GUT GRUPPE UMWELT + TECHNIK GMBH  
4040 Linz, Plesching 15, Österreich

Telefonnummer: +43 732 713982 bzw. +43 664 1244414  
E-Mail: m.nahold@gutlinz.at  
Website: www.gutlinz.at