

Problemstellung

Während der bergbaulichen Tätigkeit gelangen Oxidationsmittel in anoxische Gebirgsbereiche und es entstehen darauf hin bei der Oxidation von Sulfidmineralien saure Grubenwässer (AMD = acid mine drainage). Neben dem niedrigen pH-Wert enthalten diese meist hohe Konzentrationen an Eisen und Sulfat, sowie je nach geologischen Verhältnissen, Schwermetalle und u. U. auch radioaktive Stoffe. Für die Genese und die Behandlung von AMD ist eine einheitliche Betrachtungsweise zu entwickeln.

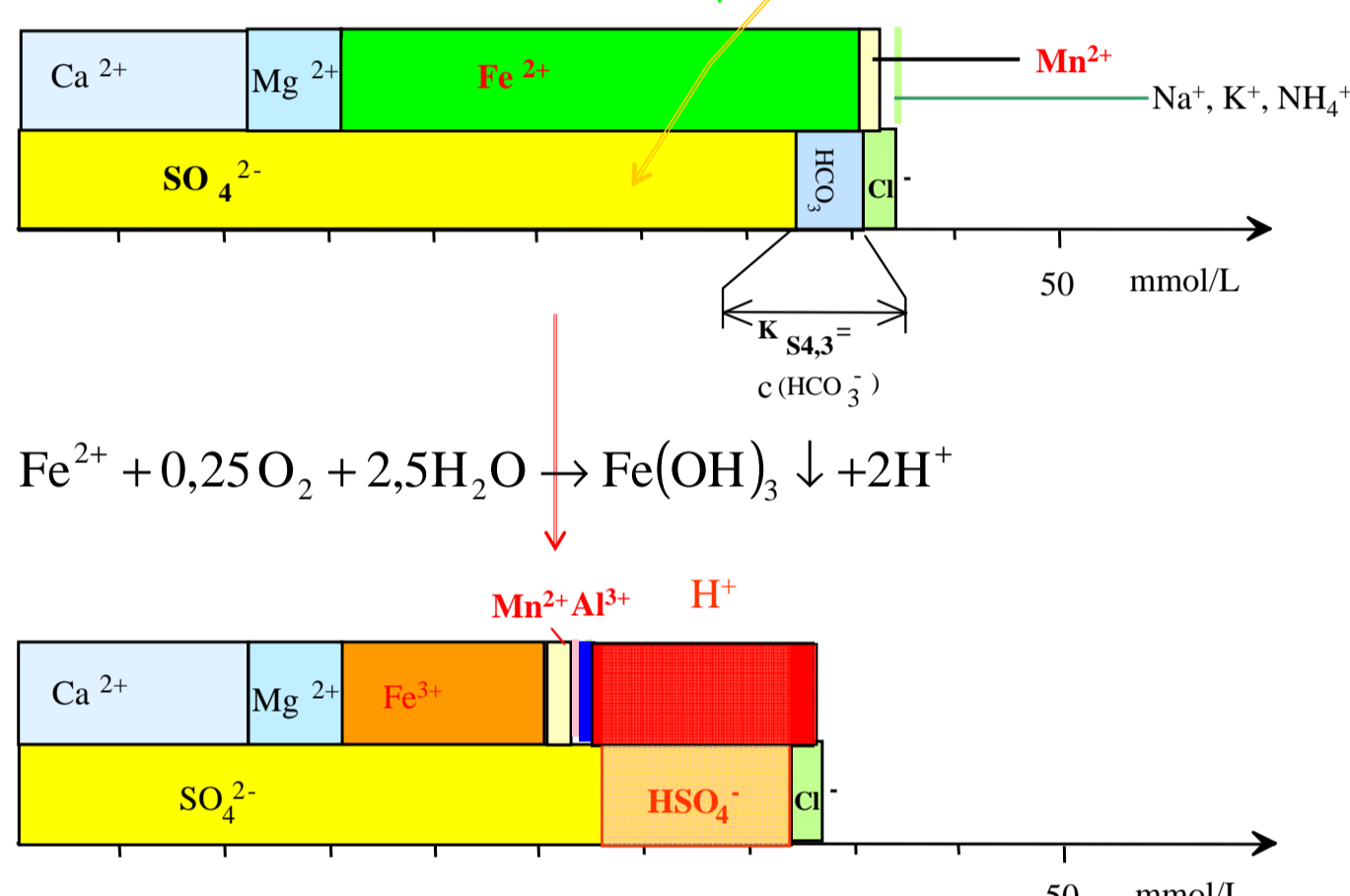
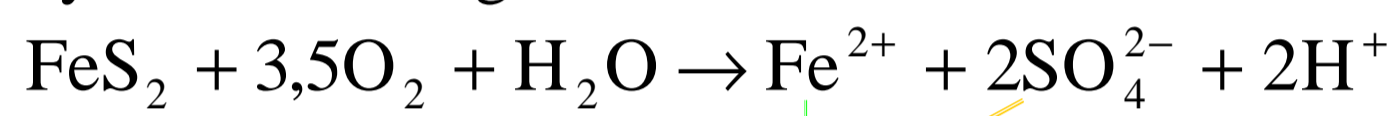
oxische und anoxische AMD

Die Acidität der AMD lässt sich als Neutralisationspotenzial NP angeben.

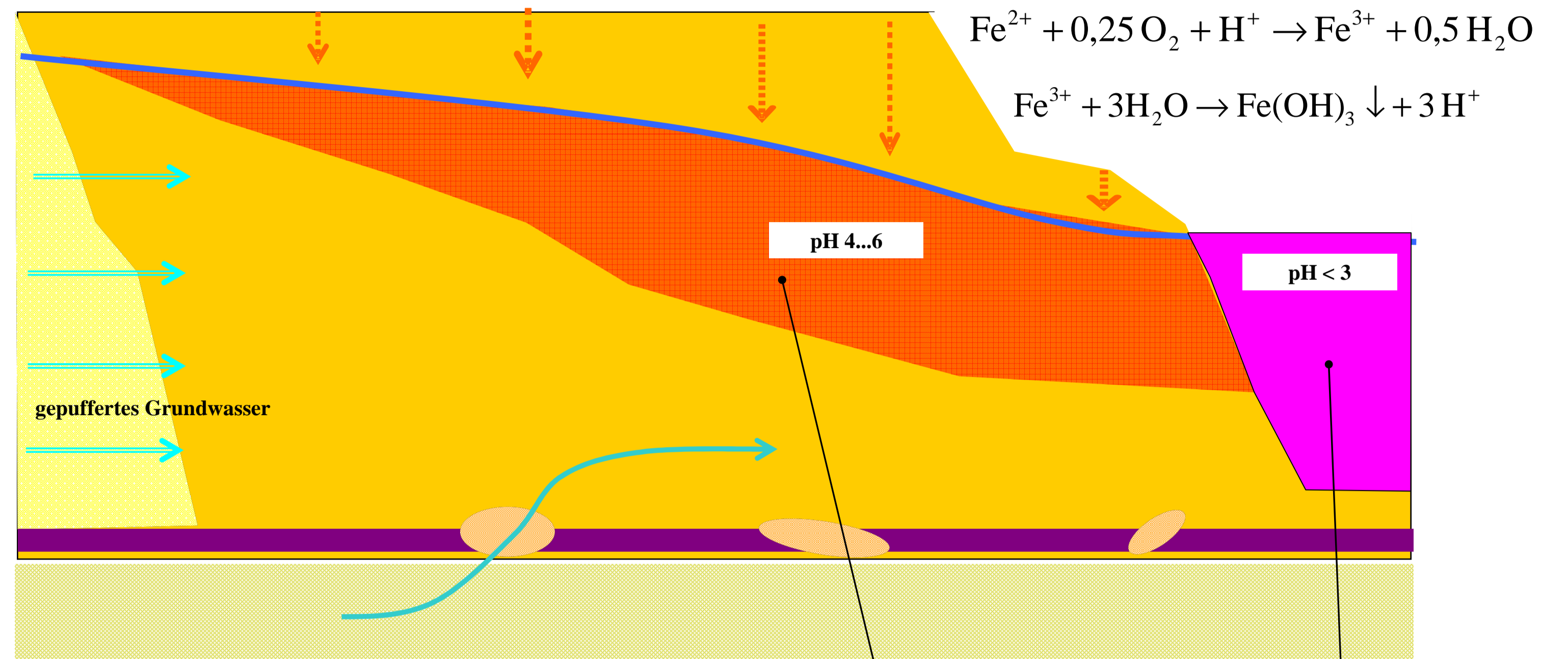
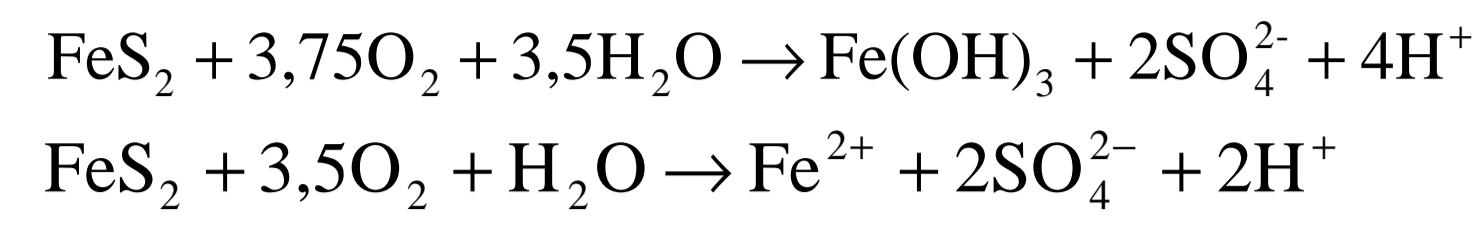
$$NP \approx K_{S4,3} - 3c_{Al^{3+}} - 2c_{Fe^{2+}} - 2c_{Mn^{2+}}$$

Bei Reduktionsprozessen (Übergang zum Grundwasser) werden Protonen in potenziell saure Kationensäuren, wie Fe^{2+} , Mn^{2+} umgesetzt. Dabei verändert sich die Acidität (NP) nicht.

Pyritverwitterung

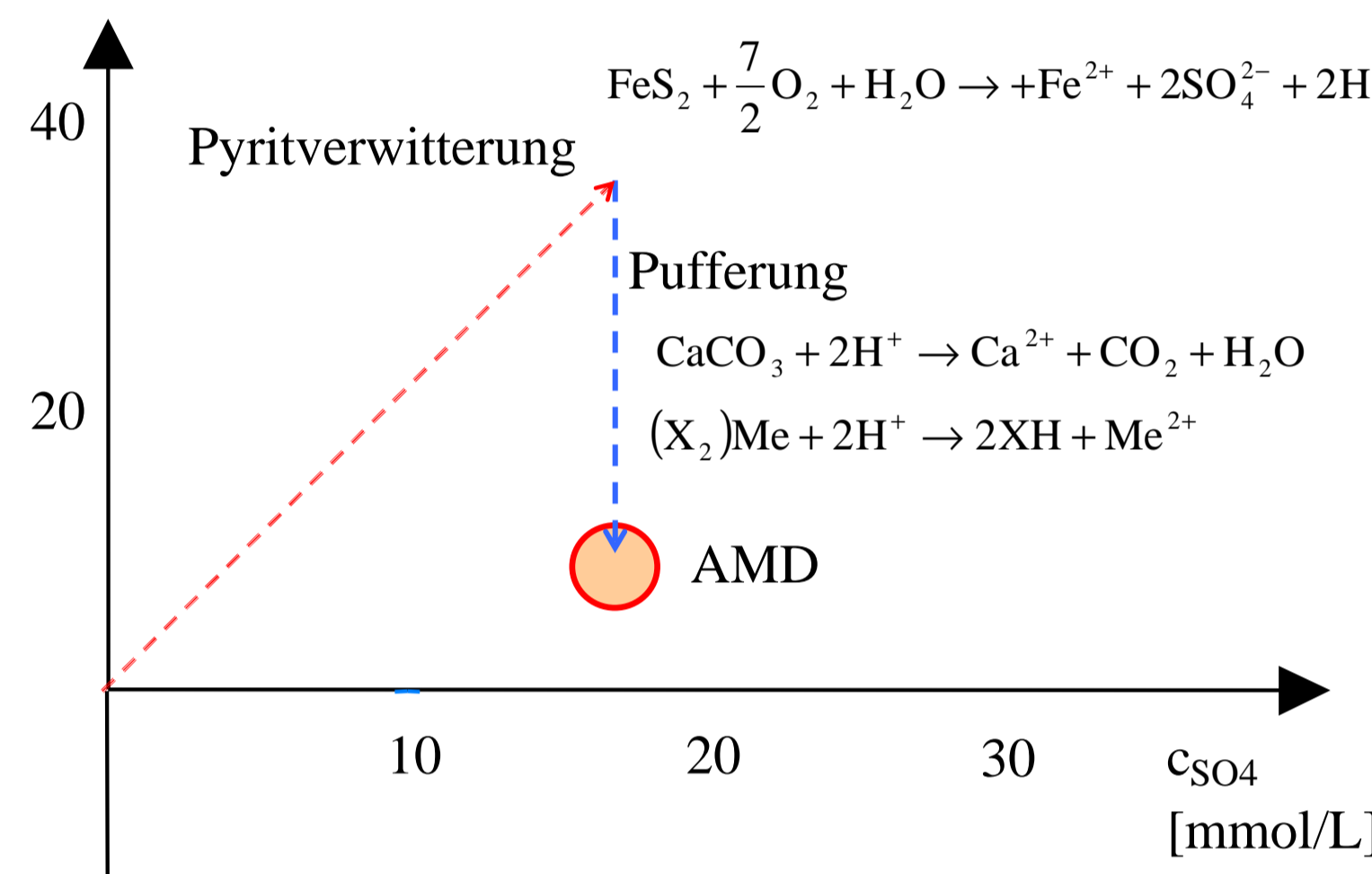


Veränderung der Ionenbilanzen bei der AMD-Genese



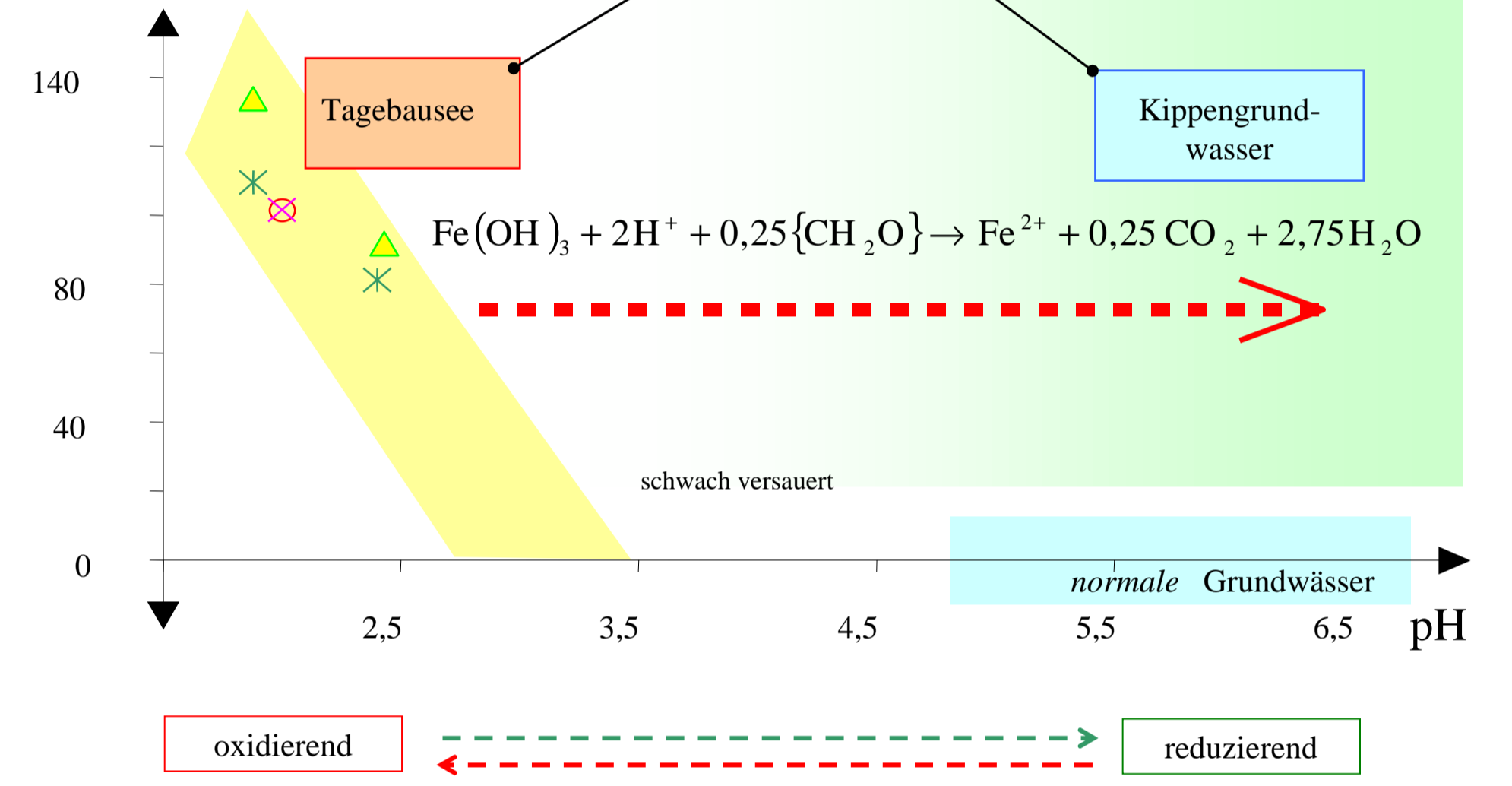
Genese von oxischen und anoxischen AMD in einer Braunkohlebergbaukippe und einem Tagebausee

-NP [mmol/L]



Acidität (-NP) und Sulfat bei der AMD-Genese

-NP [mmol/L]

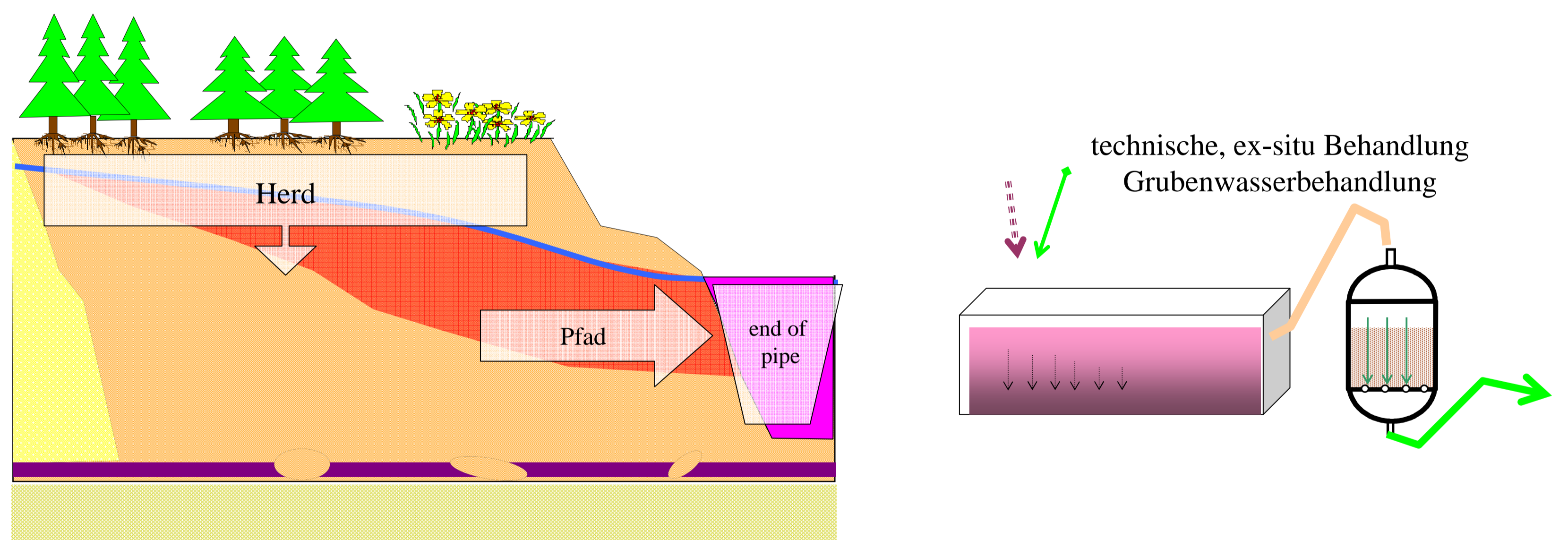


Übergang von oxischem zu anoxischem AMD

Behandlungskategorien

Sanierungsverfahren für Schadensfälle im Untergrund lassen sich allgemein nach folgenden Fragen klassifizieren:

- Was** wird behandelt?
Herdbehandlung - Pfadbehandlung - end of pipe-Behandlung
- Wo** wird behandelt?
ex-situ-Verfahren - in-situ-Verfahren
- Wie** wird behandelt?
technische Behandlung - naturnahe Behandlung



Veranschaulichung der Sanierungsreaktionen Sulfatreduktion und Neutralisation

Behandlungsreaktionen

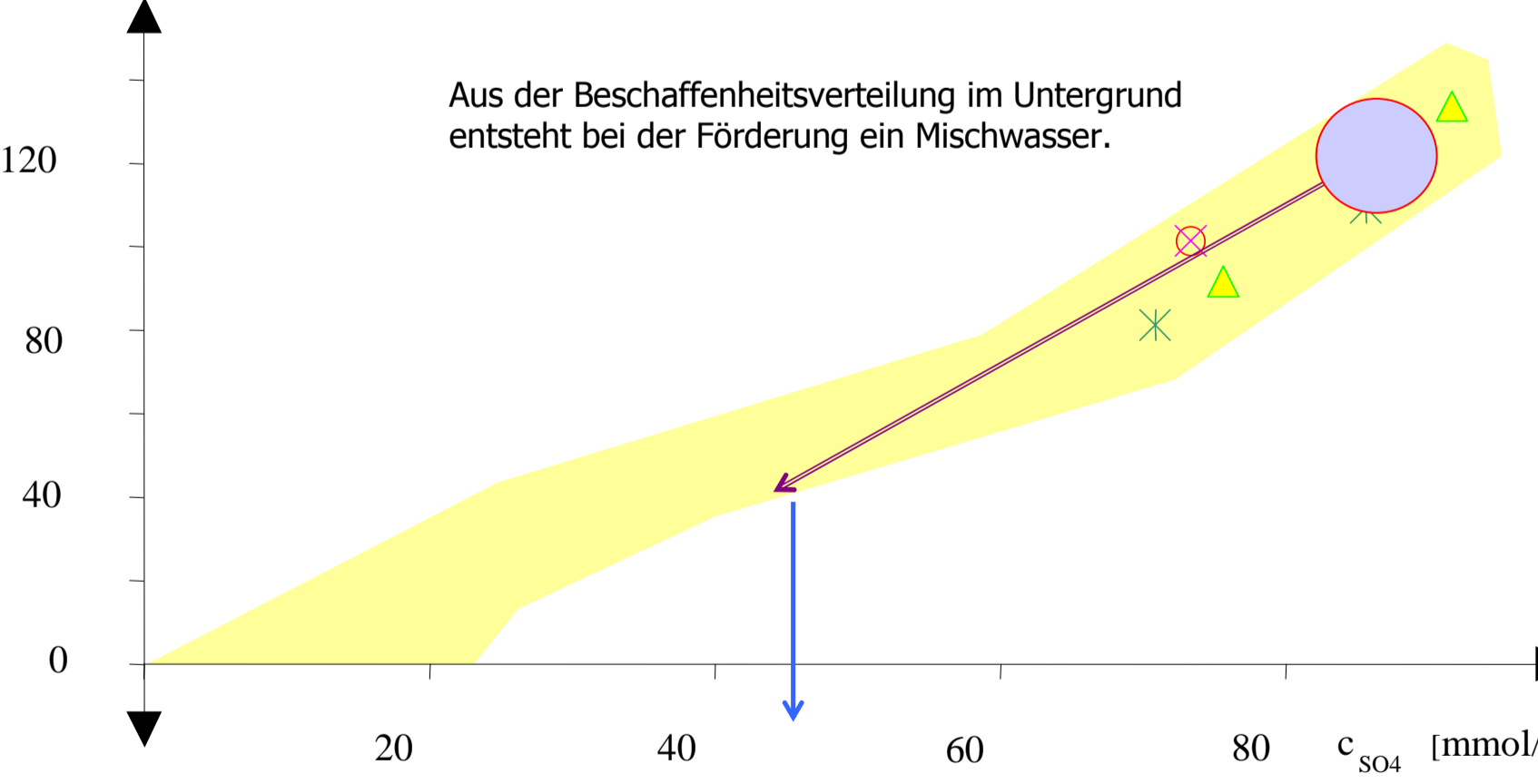
In allen Kategorien können prinzipiell die gleichen Behandlungs-(Sanierungs)reaktionen ablaufen. Für die Behandlung von AMD kommen hauptsächlich folgende Reaktionen zur Anwendung:

- die Reduktion, speziell die mikrobielle Sulfatreduktion,
- die Neutralisation,
- die Sorption und Fällung.

Deren sich teilweise überlagernde Wirkungen lassen sich wie die Genese von AMD grafisch veranschaulichen.

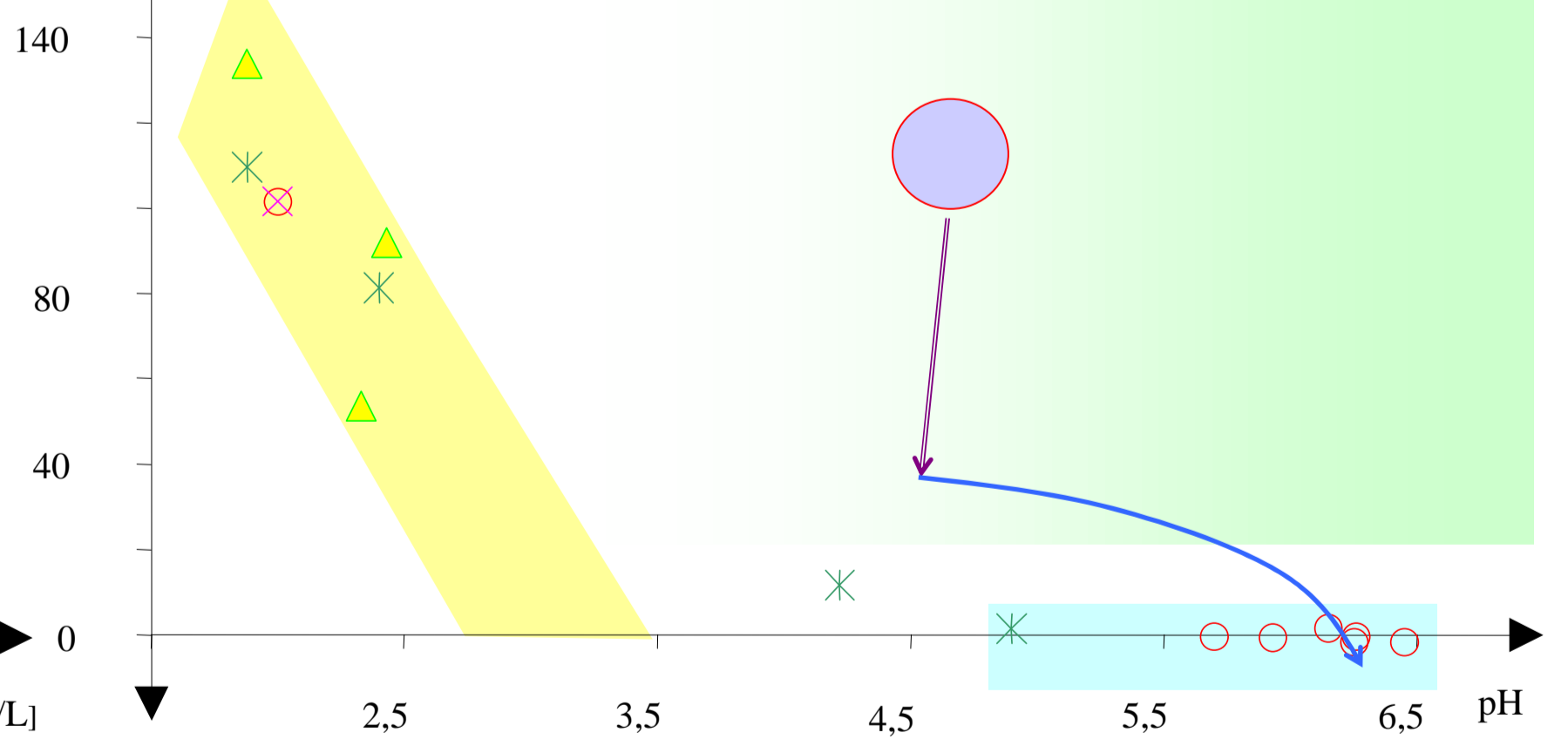
Durch den Milieuwechsel bei der Behandlung können auch Spurenelemente in unlösliche Formen umgewandelt werden. Die Konzentration auf die wesentlichen beschaffenheitsbestimmenden Reaktionen ermöglicht auch die Modellierung der Sanierungsprozesse im Untergrund mit dem Ziel der Vorbereitung von Maßnahmen oder deren Steuerung.

-NP [mmol/L]

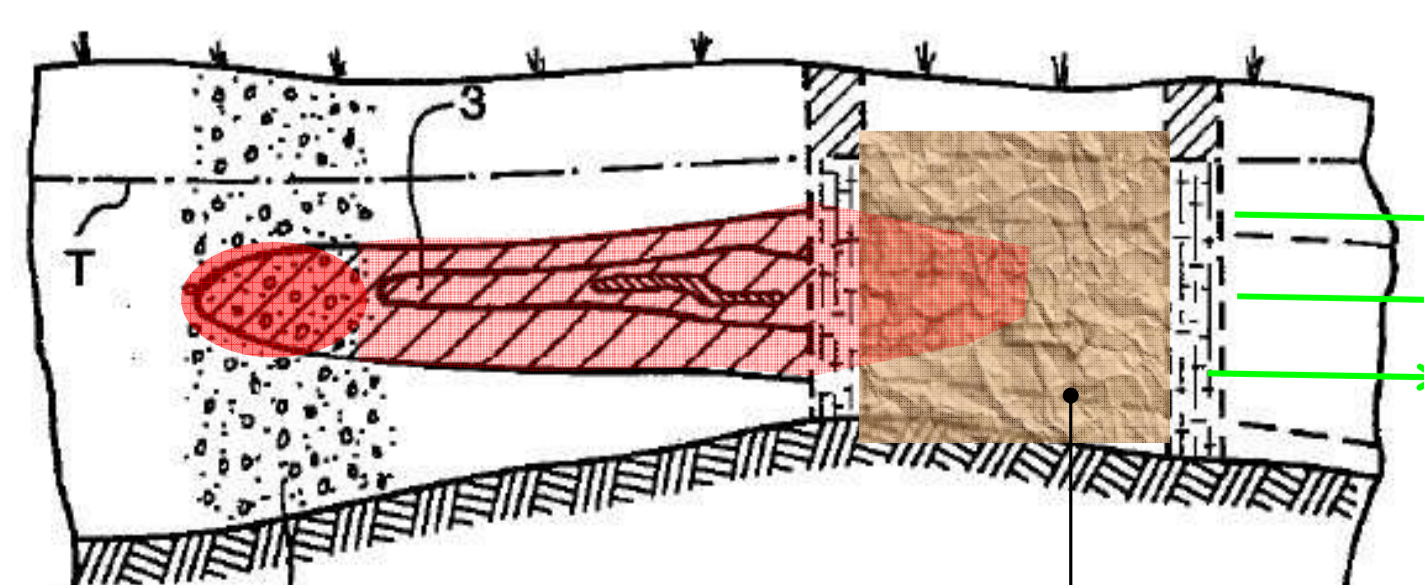


Acidität (-NP) und Sulfat bei AMD-Behandlung

-NP [mmol/L]

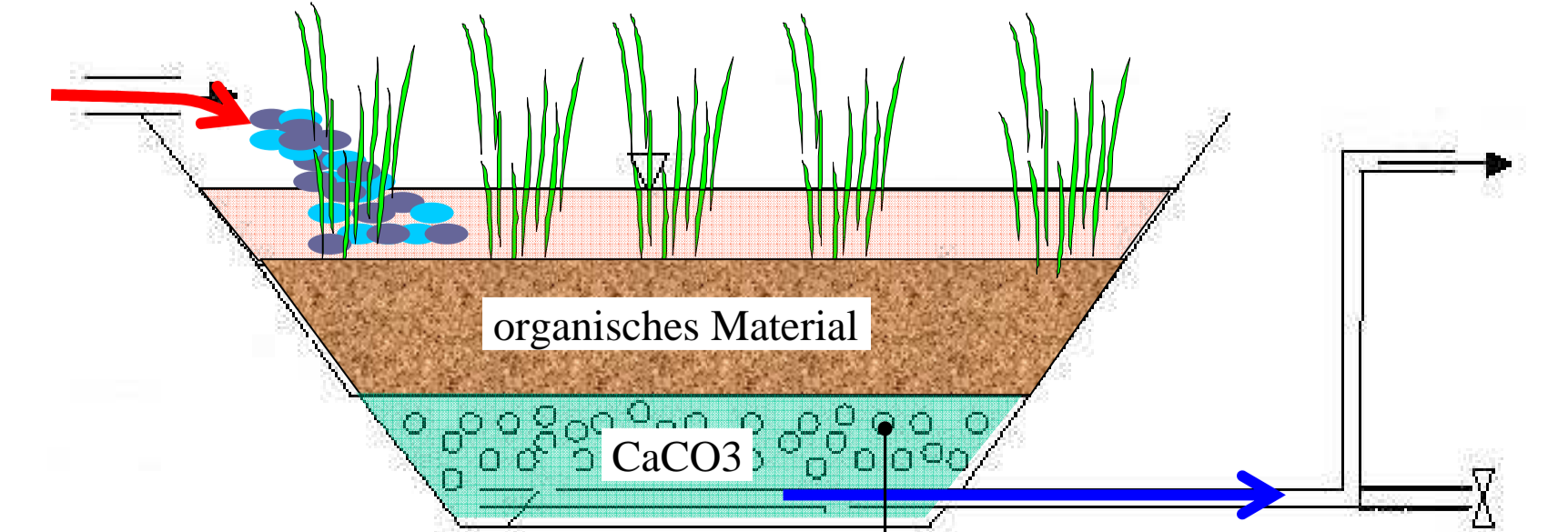


Acidität (-NP) und pH bei AMD-Behandlung



Anwendung:

in-situ: Passive Reaktive Wände oder auch Permeable Reaktive Wände



technisch, naturnah: Passive Grubenwasserbehandlungsanlagen