

# VEREINFACHTE PROGNOSE FÜR MNA UND ENA

## Problem:

Belastbare Prognosen der Kontaminationsausbreitung werden im Rahmen der Detailerkundung und der Erstellung von MNA-Konzepten sowie der daraus resultierenden abzuleitenden Notwendigkeit und Umfang von Sanierungsmaßnahmen benötigt. Der dafür vorhandene Untersuchungsstand ist oft nicht ausreichend, um belastbare Prognosen der Ausbreitung von Kontaminanten im Boden- und Grundwasserbereich erzielen zu können. Daraus resultieren erhebliche Unsicherheiten in deren Bewertung.

## Lösung:

Im Ergebnis der beiden praxisorientierten Forschungsvorhaben des BMWi:

- Entwicklung eines simulationsmodellbasierten Prognosesystems zur kenntnisstands-adäquaten Anwendung reaktiver Stoff- und Wärmetransportsimulationsmodelle im Grundwasserbereich unter Verwendung des Doppelporositätsansatzes (FKZ: KF2158814JA3) und
- Entwicklung eines verfahrenstechnischen Laborsystems für die automatisierte Ermittlung von Migrationsparametern für den Boden- und Grundwasserbereich (FKZ: KF3294101SA4)

haben wir eine Lösung entwickelt, die eine Feststellung von Erfordernis (Gefährdungsabschätzung) und Kosten für Sanierungsmaßnahmen mit einer im Vergleich zum jeweiligen Erkundungsstand bisher nicht erreichten Prognosequalität, Kostensicherheit und behördlichen Akzeptanz ermöglicht. Für die Prognose der Ausbreitung von Kontaminanten im Boden- und Grundwasserbereich verwenden wir in einem Modellmodul dem Untersuchungsstand entsprechende Modelle (von einfachen oder komplexen analytischen bis numerischen Lösungen). Für den Grundwasserbereich verwenden wir bei einfachen hydrogeologischen Bedingungen vereinfachende analytische Lösungen. Kompliziertere hydrogeologische Bedingungen (starke Heterogenität, zwingend dreidimensionaler Ansatz bei der Beschreibung der Grundwasserströmung und des Stofftransports, Kluftwasserleiter) erfordern dagegen eine numerische Modellierung, für die dann auch die umfassende Parameterbasis bereitgestellt wird. In der nachfolgenden Abbildung werden die gegenwärtig in der Modellierungspraxis angewendeten Parameterisierungsansätze gegenübergestellt, von denen wir den rot umrandeten verwenden. ■

Die dabei erzielte Übertragbarkeit der von uns im Laborbereich ermittelten Quell- und Transportparameter in den Feldbereich wird am Beispiel der mikrobiellen Abbauraten 1. Ordnung am Beispiel der BTEX und PAK nachfolgend dargestellt.

Kontaminant	Feld ENA (1 Monat)	Labor ENA (1 Monat)	Labor ENA (5 Monate)
BTEX, Summe	$k = 0,023 \text{ d}^{-1}$	$k = 0,019 \text{ d}^{-1}$	$k = 0,014 \text{ d}^{-1}$
PAK, Summe	$k = 0,020 \text{ d}^{-1}$	$k = 0,023 \text{ d}^{-1}$	$k = 0,017 \text{ d}^{-1}$

## Ansätze für die Parameterisierung in der Modellierungspraxis

### Alle Parameter und deren komplexen Wirkungen sind über theoretische Zusammenhänge ermittelbar

- + geringer Zeitbedarf
- + keine objektspezifischen Untersuchungen erforderlich
- sehr komplexe Parametermodelle
- sehr hohe Anzahl an Kennwerten und Parametern, die verfügbar sein müssen, jedoch teilweise nicht ermittelbar sind
- teilweise erhebliche Abweichungen von der Realität  $\Rightarrow$  ständige Kalibrierung unter Verwendung der Monitoringergebnisse

### Alle Parameter und deren komplexen Wirkungen sind aus Ergebnissen von objektspezifisch und naturnah durchgeführten Laborversuchen ermittelbar

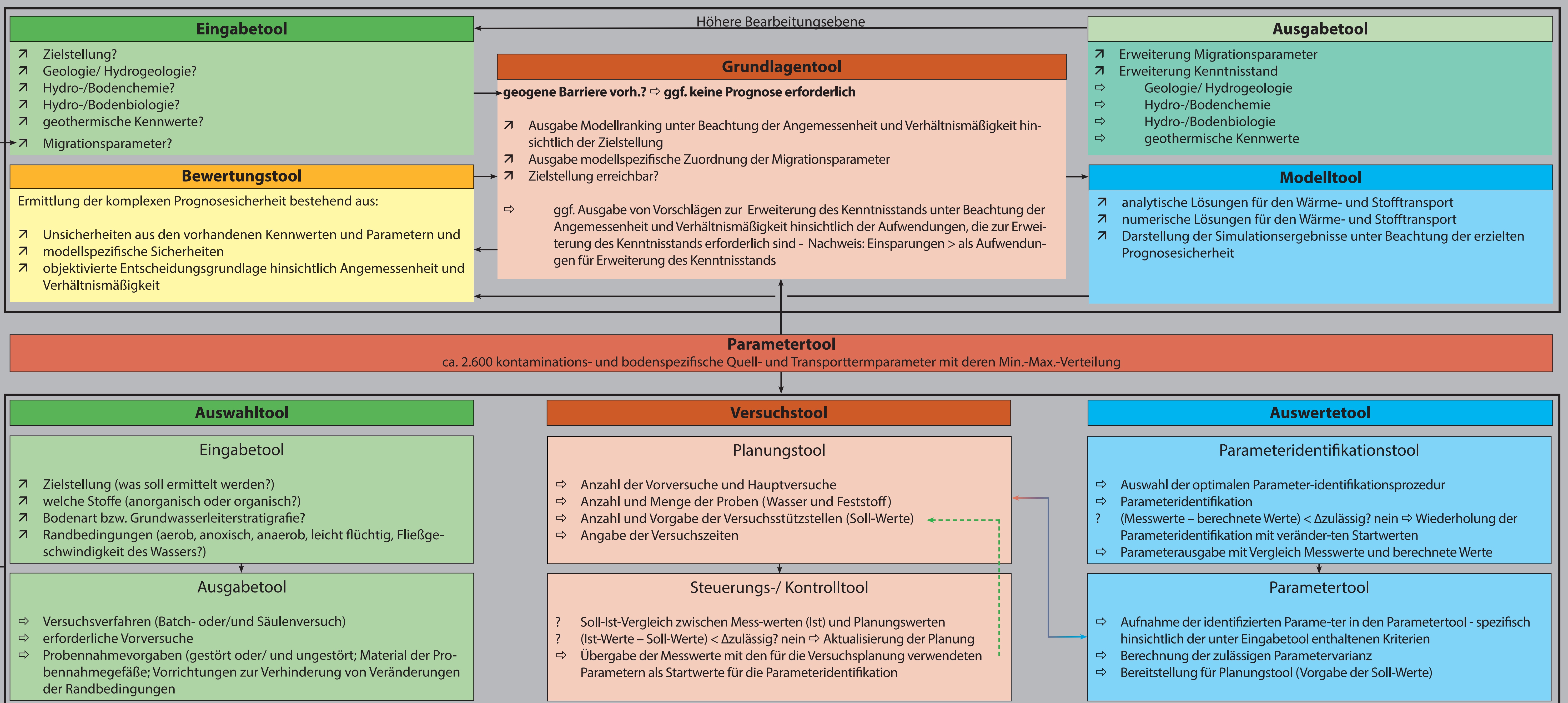
- + die objektspezifisch zu beachtenden komplexen Wirkungen sind in den ermittelnden Parametern bereits enthalten
- + sehr einfache Parametermodelle
- + mehrfach nachgewiesene sehr gute Übertragbarkeit in den Feldbereich
- teilweise hoher Zeitbedarf (für mikrobielle Abbauraten bis zu 6 Monate)

Für die im Modellmodul enthaltenen Modelle werden die Quell- und Transportparameter aus dem Parametermodul bereitgestellt. Dadurch ist es bereits bei einem frühen Untersuchungsstand möglich, eine projektbezogene, belastbare Min.-Max.-Prognose für die Ausbreitung von Kontaminanten erzielen zu können. Im Vergleich zu Zielwerten ist damit nicht nur eine Gefährdung einschätzbar, sondern auch ermittelbar, ob die erreichte Aussagegenauigkeit der Prognose ausreichend ist oder ob zusätzliche projektbezogene Untersuchungen/ Parameterermittlungen angemessen und verhältnismäßig sind. In unserem Parametertool sind ca. 2.600 kontaminations- und bodenspezifische Quell- und Transportparameter mit deren Min.-Max.-Verteilung enthalten, die wir über mehr als 20 Jahre objektspezifisch ermitteln konnten.

Bei der Entscheidung, ob objektspezifisch ermittelte (geringe Unsicherheit) oder aus der Literatur entnommene Prozessparameter (hohe Unsicherheit) für den Nachweis der Entwicklung der Schadstofffahne verwendet werden, sollte stets berücksichtigt werden, dass aus einer zunehmenden objektspezifischen Aussageunsicherheit der Prognose folgende Nachteile resultieren:

- die Belastbarkeit der Gefährdungsbewertung, der vorläufig festgelegten Sanierungszielwerte und der Verhältnismäßigkeitsprüfung von Sanierungsmaßnahmen nimmt ab und
- die Unsicherheit, ob und in welchem Umfang eine Sanierung überhaupt erforderlich ist nimmt genauso zu wie die daraus resultierenden finanziellen Risiken.

Die zeitliche und örtliche Auswertung der Prognoseergebnisse für die Schadstofffahnenentwicklung enthält die Darstellung der Prognoseunsicherheit (untere und obere Grenzlinien des über eine Fehlerbetrachtung oder Sensitivitätsanalyse ermittelten Werteintervalls der prognostizierten Konzentrationen). ■



## Beispiel

Kesselwagenunfall in Kablo (1979; Benzinschaden)

➤ Bisherige Monitoringergebnisse: Fahnenlänge < 27 m; im Vergleich zum Erwartungswert von mehreren 100 m nicht erklärbar

- ! Prüfung der Grundwassermessstellen (Lage der Filterbereiche)
- ! Installation von drei Grundwassermessstellen mit Linerkernprobennahme
- ! Ermittlung der mikrobiellen Abbauraten 1. Ordnung im Labor der BGD ECOSAX GmbH gemäß Materialienband des LFULG zur Altlastenbehandlung: Musterleistungsbeschreibung/ Musterleistungsverzeichnis: "Laborative Untersuchungen zur Sickerwasserprognose im Rahmen der Detailerkundung" (2004; von BGD ECOSAX bearbeitet)
- ! Ermittlung der effektiven Porosität

- Nachweis der Fahnenlänge für ermittelte  $v_a = 25 \text{ m/a}$  und Zielwert < BG  $\Rightarrow$  max. 26 m  $\Rightarrow$  Bestätigung der seit Jahren analysierten Fahnenlänge
- behördliche Bestätigung eines MNA ohne Vorhaltung einer Sanierungsmaßnahme (Rückfalloption)

