

## 10 Zusammenfassung nach § 1 Abs. 2 Ziffer 2 des Vertrages

Die „Bewertungsmethodik für die Untersuchung der Auswirkungen der Freisetzung von Wurzelschuttmitteln aus Dachbahnen (Bsp. Mecoprop (MCP)) auf Boden und Grundwasser“ zur Prüfung der Umweltverträglichkeit von Bitumendachbahnen soll auf 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure (MCPA) [94-74-6] – bzw. deren Ester – als Wurzelschuttmittel erweitert werden.

In dem Forschungsvorhaben erfolgte eine Literaturrecherche über die Sorptionseigenschaften, die Abbaurate und die Art des Abbaus im Boden bzw. in der Umwelt. Des Weiteren wurde in der Literatur nach Daten zum zeitlichen Verlauf der Freisetzung aus Dachabdichtungsbahnen in Labor- und Freilanduntersuchungen gesucht.

Unter Verwendung der Parameter aus der Literaturrecherche wurden Modellierungen am Computer sowie Berechnungen mit einer modifizierten Näherungsformel durchgeführt, um die Eignung einer Näherungsformel für die Berechnung der maximalen Konzentration in 30 cm Tiefe zu überprüfen.

Als Variationsparameter werden sechs Einflussgrößen betrachtet: die Halbwertszeit, ggf. eine Verzögerungsphase, die Sorption, die Dispersion (Asymmetrie und Breite der Verteilung) sowie der Verlauf der Konzentration im Zufluss bei gleichbleibender Gesamtmassenzugabe von 304 mg/m<sup>2</sup> innerhalb von 5,43 Jahren (entspricht 200 µg/L kontinuierlicher Massenzufluss).

Bei einem kontinuierlichen Massenzufluss stellt sich ein Fließgleichgewicht ein, weshalb in 30 cm Tiefe ein Konzentrationsplateau erhalten wird. Wenn der Zufluss dagegen mit einem Konzentrationsmaximum beginnt, wird zeitverzögert auch in 30 cm Tiefe ein Maximum durchlaufen. Diese Konzentrationsmaxima können – bei insgesamt gleicher Massenzugabe innerhalb von 5,43 Jahren – wesentlich höher ausfallen als das entsprechende Konzentrationsplateau. Halbwertszeit, Sorption, Asymmetrie und Breite der Verteilung beeinflussen das Ergebnis der Simulation.

Die Sorption an Bodenbestandteile ist bei MCPA gering ausgeprägt; der Sorptionskoeffizient liegt bei ca. 1 L/kg, meist zwischen 0,3 und 2,4 L/kg. Bei Zuflussfunktionen mit einem Maximum zu Beginn führt die Sorption zu einer Verbreiterung und zugleich zu einer Absenkung dieses Maximums. Der Einfluss der Dispersion führt auf ähnliche Weise zu einer zusätzlichen Verringerung der Konzentration in 30 cm Tiefe. Da sich die Effekte durch eine unter Realbedingungen meist höheren Konzentration zu Beginn des Zuflusses einerseits und durch die verminderte Konzentration aufgrund der Sorptions- und Dispersionseffekte andererseits gegenseitig weitgehend aufheben, wird bei ihrer Kombination eine Maximalkonzentration in 30 cm Tiefe erhalten, die in der Nähe des Wertes liegt, der mit der Näherungsformel erhalten wird.

In der Literatur wird zwischen einer bis zu 25 cm dicken Oberbodenschicht und tieferliegenden Schichten unterschieden. Im Oberboden läuft der Abbau von MCPA i.d.R. schnell und – zumindest im landwirtschaftlich genutzten Boden – meist ohne Verzögerungsphase ab. In tieferliegenden Schichten (tiefer als 30 cm) ist die Lage uneinheitlich. Es gibt Unterböden, in denen überhaupt kein

Abbau von MCPA stattfindet. Die Literaturrecherche bestätigt im Wesentlichen die in der MCPP-Bewertungsmethodik verwendete „Höhe der bioaktiven Bodenschicht“ mit einer Dicke von 300 mm.

In landwirtschaftlich genutzten Oberböden liegen die Halbwertszeiten für MCPA meist im Bereich zwischen 2 d und 12 d, am häufigsten zwischen 4 d und 8 d. Der Median liegt zwischen 5 d und 6 d. Der erste Schritt des Abbaus ist i.d.R. die Spaltung des MCPA in Glykolsäure und 2-Methyl-4-chlorphenol. Im gleichen Boden erfolgt der Abbau von MCPA im Vergleich zu MCPP schneller. Für MCPP wird in der Bewertungsmethodik eine Halbwertszeit von 10,1 d eingesetzt. Für MCPA wird als Parameter eine Halbwertszeit  $\tau$  im Bereich zwischen 5 und 10 Tagen empfohlen; als konkreter Wert wird eine Halbwertszeit von 6,5 Tagen vorgeschlagen. Bei einer Halbwertszeit zwischen 5 und 10 Tagen und insbesondere bei  $\tau = 6,5$  d ist diese der wesentliche Parameter für die Berechnung der akzeptablen mittleren Bodenzufusskonzentration. Einflüsse durch Sorption, Dispersion und durch den Konzentrationsverlauf im Zufluss sind zum einen geringer und zum anderen heben sie sich teilweise gegenseitig auf, weshalb diese Parameter vernachlässigt werden können, solange sie sich in dem untersuchten Parameterrahmen befinden.

Bei Böden, die zuvor nicht mit MCPA in Kontakt gekommen sind, kann es vorkommen, dass der Abbau von MCPA zunächst sehr langsam erfolgt und die Abbaurrate sich erst zeitverzögert erhöht. Eine solche Verzögerungsphase hat ihre Ursache darin, dass ein schneller Abbau durch Mikroorganismen erfolgt, die MCPA als Energie- und Kohlenstoffquelle nutzen. Durch die Verfügbarkeit von MCPA wird die Vermehrung von MCPA-nutzenden Mikroorganismen gefördert. Wenn in der Anfangsphase nur wenige dieser spezialisierten Mikroorganismen im Boden enthalten sind, tritt eine Verzögerungsphase auf. In landwirtschaftlich genutzten Böden ist nur selten eine Verzögerungsphase zu beobachten, da diese Böden meist bereits zuvor in Kontakt mit MCPA kamen. Für Böden in Wohngebieten ist dies i.d.R. nicht zutreffend, weshalb in der Bewertungsmethodik die Berücksichtigung einer Verzögerungsphase angeraten ist.

Eine Verzögerungsphase  $\Delta t$  kann neben der Halbwertszeit  $\tau$  durch folgende Modifizierung in die Näherungsformel integriert werden (1):

$$c_{max}(\Delta h, v, \tau, \Delta t) = c_{GFS} \cdot 2^{\left(\frac{\Delta h - \Delta t \cdot v}{v \cdot \tau}\right)} = c_{GFS} \cdot 2^{\left(\frac{300 \text{ mm} - \Delta t \cdot 3,194 \frac{\text{mm}}{\text{d}}}{3,194 \frac{\text{mm}}{\text{d}} \cdot \tau}\right)} \quad (1)$$

Bei der Literaturrecherche wurden weder Labor- noch Freilanddaten über die Freisetzung von MCPA aus Dachabdichtungsbahnen gefunden. Über den zeitlichen Verlauf der Freisetzung (DIN CEN/TS 16637-2 vs. Freiland) sowie den Grad der Freisetzung (extrahierbarer vs. auswaschbarer Anteil) von MCPA aus Dachabdichtungsbahnen in Labor- und Freilanduntersuchungen kann daher in diesem Bericht keine Aussage getroffen werden. Daten aus entsprechenden Untersuchungen sind zur Validierung der Übertragungsfunktion sowie der Modellierung (Zufluss-Funktion) notwendig und erforderlich.