

# Evaluierung von Populationsmodellen im Hinblick auf ihre mögliche Anwendung in der ökologischen Risikoabschätzung von Chemikalien (EPOCH)

## Ausgangssituation

Die Risikoabschätzung für Umwelteffekte von Chemikalien in der EU beruht meist auf der Abschätzung von Effekten auf der Ebene des Organismus. Geschützt werden sollen aber in der Regel Populationen sowie die Diversität und Funktionsfähigkeit von Ökosystemen. Die bestehenden Ansätze der Risikoabschätzung ignorieren meist sowohl Unterschiede in der Ökologie verschiedener Arten als auch den Effekt räumlicher und zeitlicher Muster von Exposition und anderen abiotischen oder biotischen Faktoren. Ökologische Modelle wie Populationsmodelle ermöglichen eine direkte Integration der Information über Verhalten einer Chemikalie in der Umwelt, Sensitivität einer Art gegenüber der Chemikalie, Ökologie der Art und Landschaftsstruktur. Auch wenn ökologische Modelle oft in der Forschung verwendet werden um Risiken für Population, Lebensgemeinschaften oder Ökosysteme abzuschätzen, wird ihre Anwendung (noch) nicht in offiziellen Leitfäden für die Risikoabschätzung von Chemikalien empfohlen.

## Ziele

Das EPOCH-Projekt hatte die folgenden Ziele:

- Vergleich von EU-Direktiven zu Umwelteffekten von Chemikalien (Schutzziele, Datenanforderungen, Risikocharakterisierung) und Identifizierung von Anwendungsbereichen ökologischer Modelle
- Erstellung einer Datenbank zu relevanten Modellierungsarbeiten
- Bereitstellung von Fallstudien als Beispiele für mögliche Modellanwendungen in der Risikoabschätzung von Chemikalien in der EU

## Vergleich von EU-Verordnungen und mögliche Modellanwendungen

Der Vergleich von Pflanzenschutzmittelverordnung 91/414/EEC, Biozidverordnung 98/8/EC, REACH 2006/121, Arzneimittelverordnungen 2001/83 und 2001/82 sowie Teilen der Wasser-Rahmenrichtlinie ergab, dass die Schutzziele immer sehr allgemein formuliert und Datenanforderungen und Risikocharakterisierung meist sehr ähnlich waren.

Insgesamt konnten fünf mögliche Anwendungsbereiche für ökologische Modelle identifiziert werden:

1. Extrapolation von Effekten vom einzelnen Organismus auf die Ebene der Population
2. Extrapolation zwischen verschiedenen zeitlichen Expositionsmustern
3. Extrapolation von Wiedererholungsprozessen (intrinsisch oder durch Wiederbesiedlung)
4. Vorhersage von Bioakkumulation in der Nahrungskette
5. Analyse and Vorhersage indirekter Effekte in Lebensgemeinschaften.

## Datenbank über Modelle

Veröffentlichungen über ökologische Modelle wurden nach verschiedenen Kriterien wie z. B. Art und technische Einzelheiten des Modells, modellierte Art(en) (Fig. 1), Berücksichtigung toxischer Effekte sowie Anwendungsgebiete (Fig. 2) kategorisiert und erfasst.

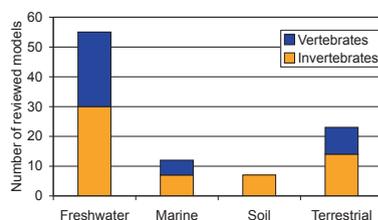


Figure 1:  
Groups of species modelled

## Fallstudien

Als Beispiele für die fünf identifizierten Anwendungsbereiche wurden acht Modelle detaillierter analysiert und dargestellt. Die Fallbeispiele decken unterschiedliche Modelltypen (Differentialgleichungssystem, Matrixmodell, Individuen-basiertes Modell) und Arten bzw. Habitate ab.

## Fazit

Der größte Nutzen von Populationsmodellen wird in der Extrapolation von der Organismen- auf die Populationsebene gesehen. Durch Modellierung kann hier die Risikoabschätzung enger an dem eigentlichen Schutzziel, dem langfristigen Schutz von Populationen, ausgerichtet werden. Die meisten der analysierten Modelle waren relativ einfach wie z. B. Matrixmodelle, die zwar leicht zu erstellen und zu benutzen sind, aber meist nur für die Projektion von Populationswachstum unter konstanten Bedingungen zu verwenden sind. Solche Modelle mit vergleichsweise geringem Datenbedarf können für erste, generelle Vorhersagen nützlich sein. Nur wenige der analysierten Modelle berücksichtigten zeitliche oder räumliche Variabilität und Stochastizität. Solche Modelle benötigen mehr Daten und eignen sich daher eher für art- und situationspezifischere Fragestellungen.

Das EPOCH Projekt wurde durch die Long Range Initiative von CEFIC gefördert und in Zusammenarbeit mit Alterra und der Universität Wageningen durchgeführt.

Der Bericht wird auf den Internetseiten von CEFIC-LRI verfügbar sein (<http://www.cefic-lri.org/>).

# Evaluation of Existing Population Models for Their Potential Application in Ecological Risk Assessment of Chemicals (EPOCH)

## Background

Current risk assessment schemes in the European Union focus mainly on toxicity and bioaccumulation of chemicals in individual organisms. However, most protection goals aim to preserve populations of non-target organisms rather than individuals, and current approaches may not be sufficient to predict population, community and ecosystem level responses in the field, as species life history characteristics and landscape features are largely ignored within these schemes.

Although ecological models are not recommended as tools for chemical risk assessments in official technical documents, they are widely used by researchers for assessing risks for populations, communities and ecosystems. Their great advantage is the relatively straightforward integration of species sensitivity to chemicals, toxicant mode of action and fate in the environment, life-history traits and landscape features.

## Aims

The EPOCH project incorporated the following tasks:

- to compare EU directives concerning the impact of chemicals on the environment (especially their protection goals, data requirements, and risk characterization) and to identify potential areas of application for ecological models
- to review ecological modeling studies, evaluate them according to defined criteria and summarize them in a database
- to provide case studies demonstrating possible applications of models in the risk assessment of chemicals

## Comparison of EU directives and potential model application areas

The comparison of the plant protection products Directive 91/414/EEC, biocide Directive 98/8/EC, REACH 2006/121, human and veterinary medicinal products Directive 2001/83 and 2001/82, and parts of the Water Framework Directive revealed that protection goals were very general, data requirements and risk characterization being very similar in all documents.

We defined five potential application areas for ecological models within chemical risk assessments:

1. extrapolation of organism-level effects to the population level
2. extrapolation between exposure patterns
3. extrapolation of intrinsic recovery and recolonization processes
4. prediction of bioaccumulation within food chains or food webs
5. analysis and prediction of possible indirect effects in food webs.

## Model review

Published ecological models were evaluated according to criteria such as the type and technical details of the model, focal organism(s) (Fig. 1), incorporation of toxicological effects, and published or possible application areas (Fig. 2).

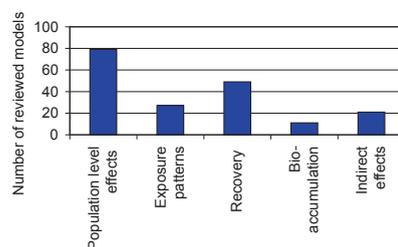


Figure 2: Representation of reviewed models in five potential application areas within the context of risk assessment

## Case studies

Eight models were analyzed in more detail as model application examples in the five defined areas. They covered different types of models (e.g. differential equations, matrix, individual-based) as well as focal species and habitats (soil, water).

## Conclusions

The most prominent benefit of population models is that effects can be extrapolated from the individual to the population level facilitating a greater understanding of longer term effects of chemicals. However, the majority of reviewed models tend towards simpler projection types, such as matrix models, which are easy to use and understand but are often restricted to the projection of population growth under constant conditions. Such general and simple models might be useful for gaining a broad insight in effects of a new chemical. Fewer models deal explicitly with temporal or spatial variability and stochasticity. However, these more complex models are more data hungry, and hence are recommended for species and/or site specific problems.

The project was supported by the Long Range Initiative of CEFIC and conducted in co-operation with Alterra and the University of Wageningen. The report will be available on the CEFIC-LRI web side (<http://www.cefic-lri.org/>).

## Contact / Ansprechpartner

Dr. Udo Hommen  
Tel: +49 2972 302-255  
[udo.hommen@ime.fraunhofer.de](mailto:udo.hommen@ime.fraunhofer.de)