

Erkunder-Simulation

Realitätsnahe Übungen
mit dem ABC-Erkunder

Beispiele für die
Einstellung von Ausbreitungen

Inhalt

Einfache Ausbreitungsfahne.....	5
Ablenkung einer Ausbreitungsfahne.....	5
Durchzug einer radioaktiven Wolke.....	6
Fukushima – mehrere Ausbreitungsfahnen und räumlich abgesetzte Bereiche.....	7
Punktquelle	10

Einige der in dieser Dokumentation enthaltenen Abbildungen nutzen Karten aus OpenStreetMap. Diese Abbildungen stehen unter der Lizenz Open Data Commons Open Database. Das Urheberrecht liegt bei den OpenStreetMap-Mitwirkenden.

Einfache Ausbreitungsfahne

Einfache Ausbreitungsfahnen und Punktquellen zu simulieren, sind grundlegende Funktionen der Erkunder-Simulation. Welche Parameter in der Einstellungsdatei eingegeben werden müssen, ist in der Dokumentation im Abschnitt Simulation von Bereichen erhöhter Dosisleistung beschrieben.

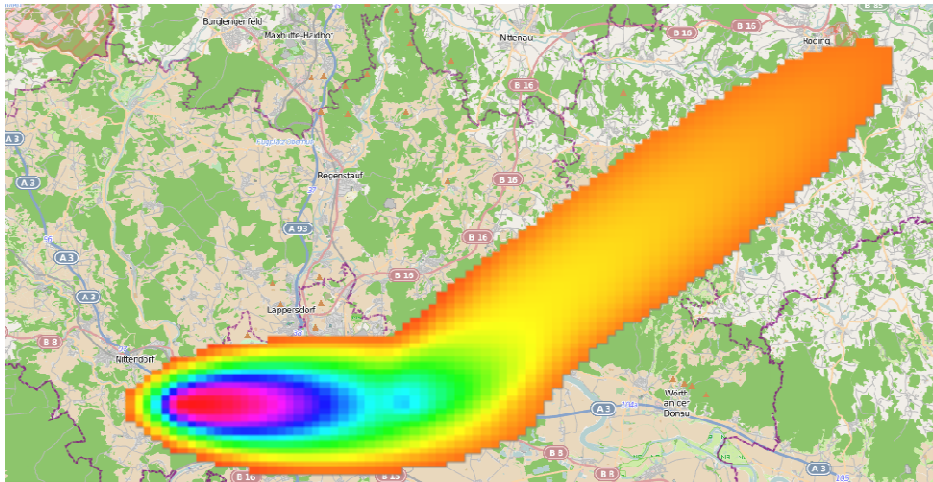
Ablenkung einer Ausbreitungsfahne

Nicht immer folgt eine Ausbreitungsfahne einer Richtung, sie kann auch nach einer gewissen Strecke ihre Richtung ändern. Das ist dann der Fall, wenn sich einige Zeit nach der Freisetzung die Windrichtung ändert, aber zum Beispiel auch, wenn die Fahne auf einen Berg trifft und dem Windzug entlang des Bergrückens folgt. Die Dosisleistung auf dem Boden, die in der Erkunder-Simulation dargestellt wird, sieht auf einer Karte entsprechend abgeknickt aus.

In der Erkunder-Simulation kann eine solcher abgeknickter Bereich erhöhter Dosisleistung dargestellt werden, indem zwei Bereiche mit geeigneten Parametersätzen eingegeben werden: ein Bereich für den Teil zwischen dem Freisetzungsort und der Stelle, an der die Ausbreitungsfahne abknickt, und ein Bereich für den Teil danach. Die Stärke dieses zweiten Teils (die maximale Dosisleistung) muss so gewählt werden, dass sie etwa der Dosisleistung des ersten Teils an der Stelle des Abknickens entspricht. Die folgenden Einstellungen simulieren die Dosisleistung durch eine Ausbreitungsfahne, die zunächst nach Osten und nach etwa 15 km (0,2° geografische Länge) nach Nordosten zieht:

geog_Breite[1]:	49
geog_Laenge[1]:	12
Laenge_Ausbreitung_vor[1]:	2
Laenge_Ausbreitung_nach[1]:	12
Breite_Ausbreitung[1]:	3
Richtung[1]:	90
ODL_max[1]:	12000

geog_Breite[2]:	49
geog_Laenge[2]:	12.2
Laenge_Ausbreitung_vor[2]:	1
Laenge_Ausbreitung_nach[2]:	40
Breite_Ausbreitung[2]:	5
Richtung[2]:	45
ODL_max[2]:	2000



Durch Anpassen der Koordinaten kann die abgelenkte Ausbreitungsfahne in das gewünschte Übungsgebiet gelegt werden. Die beiden Parameter `geog_Breite` müssen in dem Fall übereinstimmen und der zweite Parameter `geog_Laenge` um 0,2 größer sein als der erste.

Durchzug einer radioaktiven Wolke

Beim Durchzug einer radioaktiven Wolke steigt die Ortsdosisleistung zunächst an und fällt danach wieder ab – jedoch nicht bis auf null, sondern es bleibt eine konstante Ortsdosisleistung wegen der Kontamination des Bodens und des Bewuchses. Einen solchen Durchzug stellen Sie folgendermaßen dar:

- Einen Bereich mit Anstieg zu der Zeit nach Übungsbeginn, wenn die Wolke den Ort erreichen soll, und Abfall, wenn die Wolke weiterziehen soll. Die Stärke der Ausbreitung entspricht der Ortsdosisleistung, die sich aus dem Strahlung aus der Wolke heraus ergibt.
- Einen zweiten Bereich am selben Ort ebenfalls mit Anstieg, wenn die Wolke den Ort erreicht, und ohne Abfall. Die Stärke von Ausbreitung 2 entspricht der Ortsdosisleistung, die nach dem Weiterziehen der Wolke an dem Ort verbleibt und durch die Kontamination des Bodens und des Bewuchses verursacht wird. Während des Durchzugs der Wolke entspricht die Stärke der gesamten Ausbreitung der Summe der Stärken der beiden einzelnen Ausbreitungen.

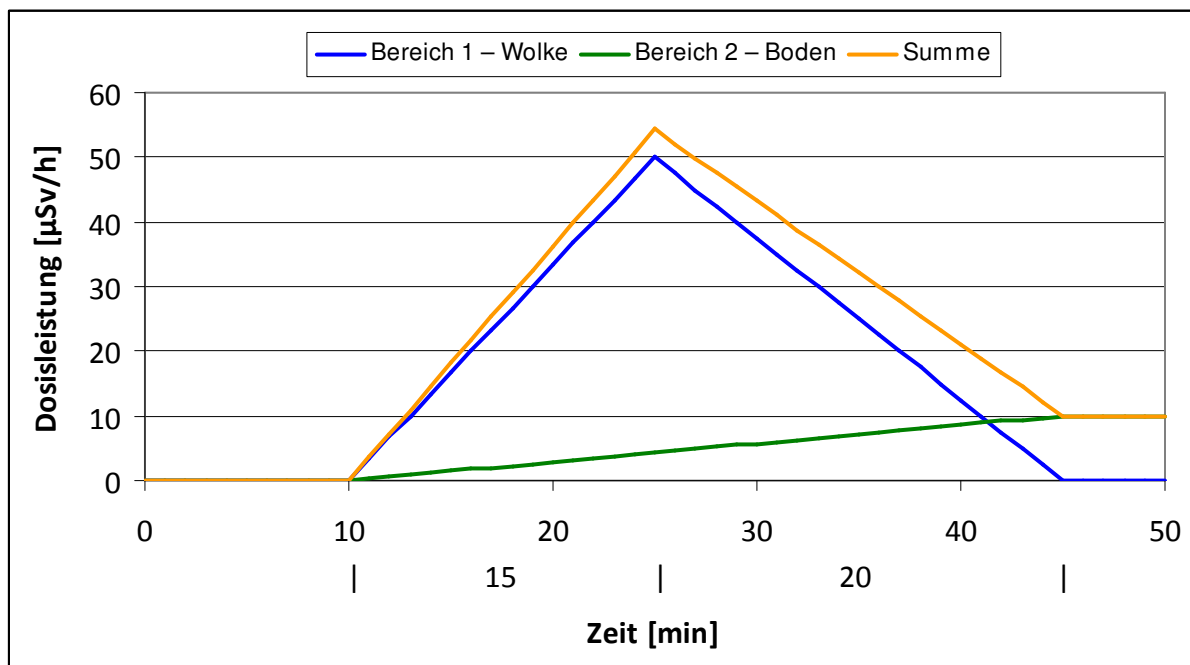
Die Einstellungsdatei enthält dann beispielsweise folgende Parameter:

```

geog_Breite[1]:      49
geog_Laenge[1]:     12
Laenge_Ausbreitung_vor[1]:  2
Laenge_Ausbreitung_nach[1]: 12
Breite_Ausbreitung[1]:  3
Richtung[1]:       90
ODL_max[1]:        50000
Beginn_Anstieg[1]:  10
Dauer_Anstieg[1]:   15

```

Beginn_Abfall[1]:	25
Dauer_Abfall[1]:	20
geog_Breite[2]:	49
geog_Laenge[2]:	12
Laenge_Ausbreitung_vor[2]:	2
Laenge_Ausbreitung_nach[2]:	12
Breite_Ausbreitung[2]:	3
Richtung[2]:	90
ODL_max[2]:	10000
Beginn_Anstieg[2]:	10
Dauer_Anstieg[2]:	35



Nicht möglich ist derzeit die Simulation einer Wolke, die sich tatsächlich durch die Umgebung bewegt, die also an verschiedenen Orten zu unterschiedlichen Zeiten ansteigt und wieder abfällt. In zeitlich variablen Bereichen erhöhter Dosisleistung steigt und fällt die Dosisleistung im gesamten Bereich zur gleichen Zeit an und wieder ab.

Fukushima – mehrere Ausbreitungsfahnen und räumlich abgesetzte Bereiche

Mit der Erkunder-Simulation können die Nutzer nicht nur Ausbreitungen mit selbst gewählten Ausmaßen simulieren, sondern es können auch Ausbreitungen nach externen Vorgaben eingestellt werden: Ausbreitungen, die von Entscheidungshilfesystemen wie dem RODOS-System des Bundesamts für Strahlenschutz berechnet werden oder die durch tatsächliche Unfälle verursacht worden sind. Um solche Ausbreitungen in die Erkunder-Simulation einzugeben, müssen sie zunächst in einzelne Ausbreitungsfahnen oder lokale Bereiche erhöhter Dosisleistung zerlegt werden. Zum

Beispiel zeigt die Dosisleistung in der Umgebung des zerstörten Kernkraftwerks Fukushima I fünf Bereiche:

- zwei nahe beieinander liegende Ausbreitungsfahnen in den Nordwesten (1 und 2),
- eine schwache, langgezogene Ausbreitungsfahne in den Südwesten (3),
- einen kleineren Bereich erhöhter Dosisleistung am Ende dieser Ausbreitungsfahne (4) und
- eine kürzere, aber relativ starke Ausbreitungsfahne in den Süden (5).

Aus einer Karte der Dosisleistung, die man im Internet leicht finden kann, können die Richtungen und Ausmaße leicht bestimmt werden.

Die Dosisleistung in der Umgebung von Fukushima kann mit diesen Einstellungen simuliert werden:

geog_Breite[1]:	37.421
geog_Laenge[1]:	141.033
Laenge_Ausbreitung_vor[1]:	2
Laenge_Ausbreitung_nach[1]:	34
Breite_Ausbreitung[1]:	2.5
Richtung[1]:	311
ODL_max[1]:	60000

geog_Breite[2]:	37.421
geog_Laenge[2]:	141.033
Laenge_Ausbreitung_vor[2]:	2
Laenge_Ausbreitung_nach[2]:	26
Breite_Ausbreitung[2]:	1
Richtung[2]:	319
ODL_max[2]:	35000

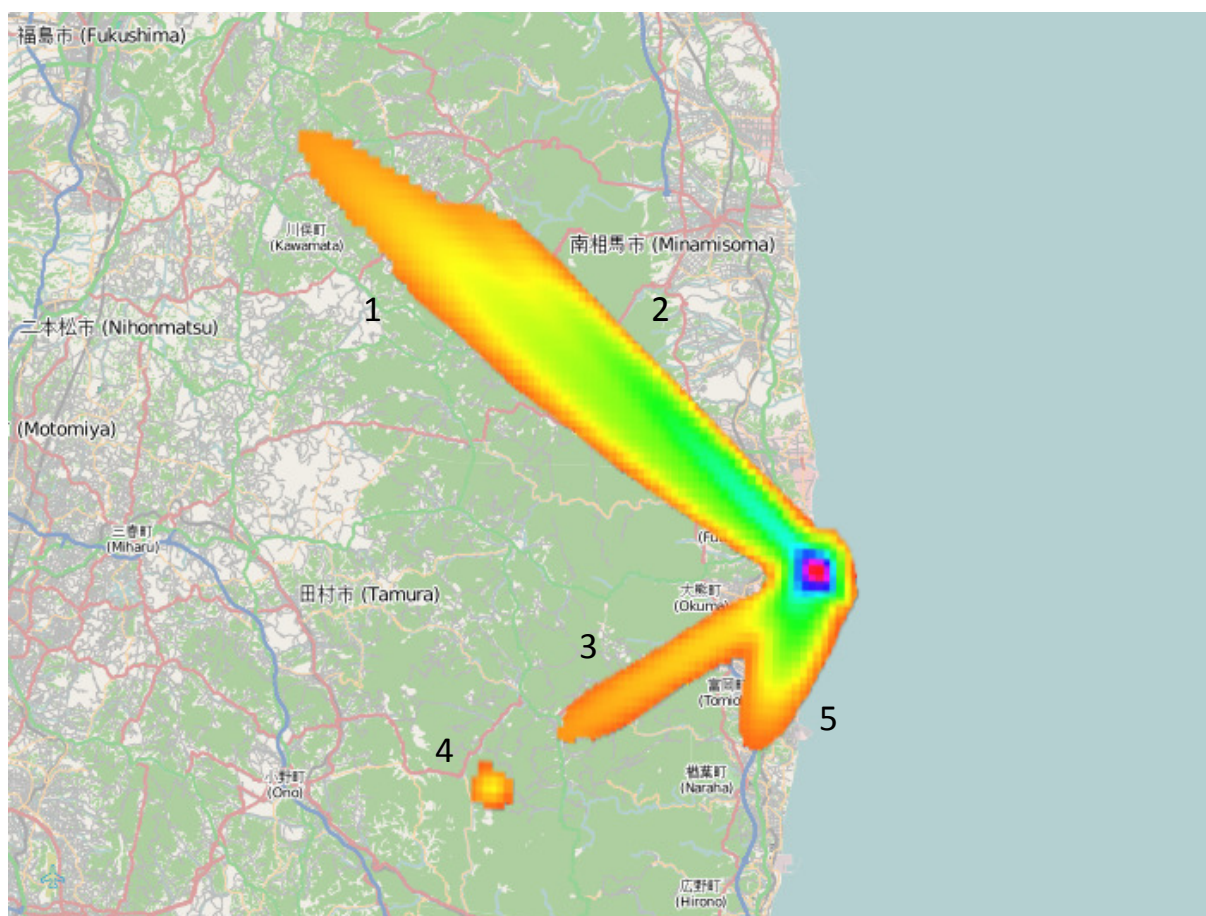
geog_Breite[3]:	37.421
geog_Laenge[3]:	141.033
Laenge_Ausbreitung_vor[3]:	2
Laenge_Ausbreitung_nach[3]:	25
Breite_Ausbreitung[3]:	1.4
Richtung[3]:	232
ODL_max[3]:	12000

geog_Breite[4]:	37.271
geog_Laenge[4]:	140.801
Laenge_Ausbreitung_vor[4]:	0.8
Laenge_Ausbreitung_nach[4]:	0.8
Breite_Ausbreitung[4]:	0.8
Richtung[4]:	0
ODL_max[4]:	5000

geog_Breite[5]:	37.421
geog_Laenge[5]:	141.033
Laenge_Ausbreitung_vor[5]:	1
Laenge_Ausbreitung_nach[5]:	8
Breite_Ausbreitung[5]:	1.5
Richtung[5]:	197
ODL_max[5]:	20000

Für die Bereiche 1, 2, 3 und 5 liegt der Ort der Freisetzung bei den Koordinaten des Kraftwerks. Die Werte für die Parameter Richtung, Laenge_Ausbreitung_nach und Breite_Ausbreitung wurden aus einer Karte der Dosisleistung bestimmt. Die Werte für den Parameter Laenge_Ausbreitung_vor wurden auf sinnvolle kleine Werte eingestellt.

Der Ort für Bereich 4 ist der Mittelpunkt des etwa kreisrunden Gebiets erhöhter Dosisleistung, der in einiger Entfernung zum Kraftwerk liegt. Die drei Parameter für die Ausmaße besitzen den gleichen Wert, sodass der Bereich kreisrund dargestellt wird. Die eingestellte Richtung besitzt in diesem Fall keine Bedeutung.



Wenn Sie die Dosisleistung in der Umgebung von Fukushima für eine Übung in Ihrer Umgebung verwenden wollen, passen Sie einfach die Orte der Freisetzung entsprechend an. Geben Sie für die

Bereiche 1, 2, 3 und 5 die Koordinaten eines fiktiven Kernkraftwerks in Ihrer Umgebung ein und legen Sie den Bereich 4 etwa 25 Kilometer südwestlich des Kraftwerks.

Punktquelle

Für Punktquellen muss neben dem Ort der Punktquelle lediglich die Dosisleistung in einem Abstand von einem Meter eingegeben werden. Diese Dosisleistung hängt vom Nuklid und seiner Aktivität ab. Wenn beides bekannt ist, kann die Dosisleistung im Abstand von einem Meter berechnet werden, indem die Aktivität mit der Dosisleistungskonstante (DLK) des Nuklids multipliziert wird; die Dosisleistungskonstanten vieler Nuklide können leicht im Internet gefunden werden. Beispiele für Dosisleistungskonstanten, übliche Aktivitäten und die Dosisleistung in einem Abstand von einem Meter, der als Parameter ODL_max in die Einstellungsdatei eingegeben werden muss, sind hier dargestellt:

Quellen für zerstörungsfreie Materialprüfung (zum Beispiel zur Prüfung von Schweißnähten):			
Nuklid	DLK [nSv/h / Bq in 1 m Abstand]	typische Aktivität	ODL_max [nSv/h]
Co-60	$3,47 \cdot 10^{-4}$	100 GBq	34740000
Se-75	6,66 –5s	100 GBq	6660000
Ir-192	$1,39 \cdot 10^{-4}$	100 GBq	13860000
Strahlenquellen für die Radiotherapie (ca. 1 mm x 7 mm große Nadeln):			
Ir-192	$1,39 \cdot 10^{-4}$	400 GBq	55440000
Prüfstrahler zur Funktionsprüfung von Strahlenschutz-Messgeräten:			
Ba-133	$8,74 \cdot 10^{-5}$	300 kBq	26
Cs-137	$9,63 \cdot 10^{-5}$	300 kBq	29
natürlicher Pechblende-Stein (100 g, 10 cm ³):			
U-238 → Bi-214	$2,07 \cdot 10^{-4}$	1,2 MBq	248
Quelle der DLK: D. Delacroix u.a., Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook 2002.			

Wenn in der Realität die Quellen zum Beispiel durch Steine abgeschirmt sind, können die Dosisleistungen kleiner sein als in der Tabelle angegeben.

Für eine Co-60-Quelle zur Materialprüfung mit einer Aktivität von 100 GBq beträgt die Dosisleistung im Abstand von einem Meter also 34740000, das sind etwa 35 mSv/h. Die Einstellungsdatei muss damit beispielsweise folgende Parameter enthalten:

```
Typ[1]:                Punktquelle
geog_Breite[1]:        49
geog_Laenge[1]:        12
ODL_max[1]:            34740000
```