

Wildpilze – der lange Schatten von Tschernobyl

Wild mushrooms – the long shadow of Chernobyl

Martin Steiner, Lydia Hiersche, Angela Poppitz-Spuhler, Eva Kabai

Abstract

The reactor accident at Chernobyl casts long shadows, as the results of radioactive caesium-137 (^{137}Cs) in wild mushrooms measured by the Federal Office for Radiation Protection demonstrate. The radioactive contamination of mushrooms may vary substantially, depending on location and species. Even three decades after the reactor accident, radiocaesium levels exceeding 1,000 Becquerel (Bq) per kilogramme fresh mass (fm) are measured in some mushroom species in the highly contaminated areas of Bavaria, whereas domestic agricultural products are contaminated with only few Bq/kg fm. Consumers who buy wild mushrooms on the market may trust that the radiocaesium level complies with the limit of 600 Bq/kg. Even those who consume self-collected mushrooms in usual quantities do not have to expect negative health consequences because of the comparatively low radiation exposure.

Zusammenfassung

Der Reaktorunfall von Tschernobyl wirft lange Schatten, das belegen die Messergebnisse des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) für radioaktives Cäsium-137 (^{137}Cs) in Wildpilzen. Die radioaktive Kontamination der Pilze kann je nach Standort und Spezies erheblich variieren. Auch drei Jahrzehnte nach dem Reaktorunfall werden in den hoch kontaminierten Gebieten Bayerns in einigen Pilzarten Radiocäsiumgehalte von mehr als 1.000 Becquerel (Bq) pro Kilogramm Frischmasse (FM) gemessen, während landwirtschaftliche Produkte aus inländischer Erzeugung nur mit wenigen Bq/kg FM kontaminiert sind. Verbraucherinnen und Verbraucher, die Wildpilze aus dem Handel beziehen, dürfen darauf vertrauen, dass der Grenzwert für Radiocäsium von 600 Bq/kg eingehalten wird. Doch auch wer selbst gesammelte Speisepilze in üblichen Mengen verzehrt, muss wegen der vergleichsweise geringen Strahlenexposition nicht mit negativen gesundheitlichen Folgen rechnen.

Einleitung

Auch drei Jahrzehnte nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl misst das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) in einigen Pilzarten erhöhte Aktivitäten des Radionuklids Cäsium-137 (^{137}Cs). Während landwirtschaftliche Produkte aus inländischer Erzeugung nur mit wenigen Becquerel (Bq) pro Kilogramm Frischmasse (FM) kontaminiert sind, können beispielsweise Braunscheibige und Orangefarbene Schnecklinge, Gemeine Erdtrichterlinge und Semmelstoppelpilze aus dem Berchtesgadener Land noch bis zu einige 1.000 Bq/kg ^{137}Cs in der Frischmasse aufweisen.

sowie lokalen Spitzenwerten von 100.000 Bq/m² durch den Reaktorunfall von Tschernobyl besonders betroffen. Die Messkampagnen umfassen sowohl Dauerprobeflächen als auch weitere typische Waldstandorte, die von Pilzsammlern aufgesucht werden. An jedem Standort werden die Fruchtkörper einer Spezies jeweils zu einer Mischprobe vereinigt. Die Probennahme entspricht damit weitgehend dem Verhalten eines Pilzsammlers, der durch das Untersuchungsgebiet wandert. Die Pilzproben werden im Labor bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, gemahlen und in Reinstgermanium-Detektoren gammaspektrometrisch gemessen.

Monitoringprogramm des BfS

Das BfS verfolgt durch eigene Untersuchungen die radioaktive Kontamination wild wachsender Pilze in Bayern. Dieses Gebiet wurde mit Aktivitätsablagerungen zwischen 2.000 und 50.000 Bq/m² ^{137}Cs

Die Messergebnisse werden in Berichten des BfS veröffentlicht und jedes Jahr aktualisiert (Zugriff über die Internetseite <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/lebensmittel/pilze-wildbret/pilze-wildbret.html>). Sie bieten eine umfassende Information über die aktuelle Kontaminationssituation bei wild wach-

senden Speisepilzen in den höher belasteten Gebieten Deutschlands und erlauben es interessierten Pilzsammlern, die Strahlenexposition durch den Verzehr von Speisepilzen selbst abzuschätzen.

Messergebnisse

Die Ergebnisse der Jahre 2012 bis 2015 sind für ausgewählte Probennahmeorte und Pilzarten mit einem Radiocäsiumgehalt von mindestens 100 Bq/kg FM in **Tabelle 1** aufgelistet. Die Messungen der Pilzproben aus dem Jahr 2016 sind derzeit noch nicht abgeschlossen. Neben den Messwerten für ^{137}Cs sind zusätzlich die Gehalte des natürlich vorkommenden Radionuklids Kalium-40 (^{40}K) aufgeführt. Alle Aktivitätsangaben beziehen sich auf die Frischmasse und den Zeitpunkt der Probennahme. Die vollständige Auflistung der Messwerte für alle Probennahmeorte und Pilzarten ist in den oben erwähnten Berichten des BfS zu finden.

Die Höhe der ^{137}Cs -Kontamination schwankt je nach Pilzart und Probennahmeort erheblich. Spezifische Aktivitäten von mehr als 1.000 Bq/kg ^{137}Cs wurden in Braunscheibigen Schnecklingen (*Hygrophorus discoideus*), Gemeinen Erdtrichterlingen (*Tricholoma terreum*), Orangefalbenen Schnecklingen (*Hygrophorus unicolor*) und Semmelstoppelpilzen (*Hydnum repandum*) aus dem Berchtesgadener Land gemessen, einer Region, die von dem Reaktorunfall in Tschernobyl besonders stark betroffen wurde. Der Gehalt des natürlichen Radionuklids ^{40}K schwankt entsprechend dem Kaliumgehalt des Fruchtkörpers. Die Werte variieren im Zeitraum 2005 bis 2015 bei allen gemessenen Pilzarten von 29 Bq/kg ^{40}K bei Kuhröhrlingen (*Suillus bovinus*) bis 610 Bq/kg ^{40}K bei Ockertäublingen (*Russula ochroleuca*).

Als Anhaltspunkt kann man davon ausgehen, dass die Höhe der ^{137}Cs -Kontamination einer Pilzart mit der Bodenkontamination skaliert, sofern sich die ökologischen Gegebenheiten der Standorte ähneln. Einen Überblick über die Bodenkontamination mit ^{137}Cs im Jahr 1986 gibt **Abbildung 1**. Das langlebige Radionuklid ^{137}Cs ist aufgrund seiner Halbwertszeit von etwa 30 Jahren seitdem zur Hälfte zerfallen.

Ursachenforschung

Wie stark ein Fruchtkörper mit ^{137}Cs belastet ist, hängt von der Pilzart und der Kontamination des Substrats ab, in dem das Pilzgeflecht (Myzel) wächst. Hohe Radiocäsiumgehalte werden daher nur in Wildpilzen, nicht aber in Zuchtpilzen gemessen.

Wildpilze

Besonders hohe Messwerte zeigen Wildpilze, die Radiocäsium stark anreichern können und in Wäldern wachsen, die von den Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl stark betroffen wurden. Wälder zeichnen sich durch sogenannte organische Auflageschichten auf den Mineralböden aus. In diesen Schichten, die aus sich zersetzender Streu gebildet werden und reich an Bodenorganismen sind, ist Radiocäsium leicht verfügbar und wird schnell durch Bodenorganismen, Pilze und Pflanzen aufgenommen. Radiocäsium bleibt in die für nährstoffarme Ökosysteme typischen, sehr wirkungsvollen Nährstoffkreisläufe eingebunden und wandert deshalb nur langsam in die mineralischen Bodenschichten ab, wo es ähnlich wie auf landwirtschaftlichen Böden durch bestimmte Tonminerale fixiert werden kann.

Deutschlandweit sind die höchsten Radiocäsiumgehalte in Wildpilzen in den außergewöhnlich hoch kontaminierten kleineren Gebieten im Bayerischen Wald, im Donaumoos südwestlich von Ingolstadt und in der Region Mittenwald zu erwarten. Beispielsweise wurde im Rahmen eines vom BfS initiierten Forschungsvorhabens im Bayerischen Wald in den Jahren 2002 bis 2004 bei Maronenröhrlingen (*Xerocomus badius*) ein Maximalwert von etwa 12.000 Bq/kg ^{137}Cs gemessen. In anderen Regionen, wie etwa dem Norden Deutschlands, sind die Aktivitätswerte wegen der geringeren Ablagerung von Radiocäsium entsprechend niedriger.

Zuchtpilze

Ganz anders stellt sich die Situation bei Zuchtpilzen, wie etwa dem Austernseitling (*Pleurotus ostreatus*) oder dem Zuchtchampignon (*Agaricus bisporus*), dar. Zuchtpilze werden in der Regel in geschlossenen Räumen auf speziellen Substraten angebaut, deren Belastung mit Radiocäsium, Schwermetallen und anderen Schadstoffen gering ist. Solche Pilze sind ähnlich niedrig kontaminiert wie Lebensmittel aus landwirtschaftlicher Produktion.

Tabelle 1: Gehalte von Cäsium-137 (¹³⁷Cs) und Kalium-40 (⁴⁰K) in Speisepilzen an ausgewählten Probennahmeorten in Südbayern (Oberschleißheim und Freising bei München, Schneizlreuth/Oberjettenberg im Berchtesgadener Land) im Zeitraum 2012 bis 2015. Alle Aktivitätsangaben beziehen sich auf Bq/kg Frischmasse. Es sind nur Pilzarten mit einem Radiocäsiumgehalt von mindestens 100 Bq/kg Frischmasse aufgelistet. Quelle: BfS.

Pilzart	Oberschleißheim		Freising		Schneizlreuth/ Oberjettenberg	
	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Anisklumpfuß (<i>Cortinarius odorifer</i>)	140–150	52–71			200–420	55–65
Blassblauer Rötellerling (<i>Lepista glaucocana</i>)					160–220	68–88
Braunscheibiger Schneckling (<i>Hygrophorus discoideus</i>)					2.000	120
Duftender Leistling (<i>Cantharellus aurora</i>)					200	110
Fichtensteinpilz (<i>Boletus edulis</i>)	120	80				
Frauentäubling (<i>Russula cyanoxantha</i>)			220	81	300–360	67–99
Frostschneckling (<i>Hygrophorus hypothejus</i>)					760	150
Gelbstieliger Trompetenpfifferling (<i>Cantharellus tubaeformis</i>)					540	82
Gemeiner Erdritterling (<i>Tricholoma terreum</i>)					2.100	130
Goldgelbe Koralle (<i>Ramaria larentii</i>)					330	89
Goldröhrling (<i>Suillus grevillei</i>)			120–220	58–100		
Grauer Lärchenröhrling (<i>Suillus viscidus</i>)					260–680	70–81
Habichtspilz (<i>Sarcodon imbricatus</i>)					140–360	88–430
Knopfstieliger Rübling (<i>Gymnopus confluens</i>)	250	460				
Körnchenröhrling (<i>Suillus granulatus</i>)					190–330	41–61
Kuhmaul (<i>Gomphidius glutinosus</i>)					200	260
Kuhröhrling (<i>Suillus bovinus</i>)					120	41
Kupferroter Gelbfuß (<i>Chroogomphus rutilus</i>)					100–110	62–120
Lachsreizker (<i>Lactarius salmonicolor</i>)					120	74
Maronenröhrling (<i>Xerocomus badius</i>)	100–170	55–71	100–230	83–140		
Orangefalber Schneckling (<i>Hygrophorus unicolor</i>)					2.400	130
Perlpiß (<i>Amanita rubescens</i>)	200–250	75–130				
Pfefferröhrling (<i>Chalciporus piperatus</i>)	230	120				
Rauchblättriger Schwefelkopf (<i>Hypholoma capnoides</i>)					270	130
Rosenroter Schmierling (<i>Gomphidius roseus</i>)					150–350	62–120
Semmelbrauner Schleimkopf (<i>Cortinarius varius</i>)					120	160
Semmelstoppelpilz (<i>Hydnum repandum</i>)	580	130			1.100	140–150
Violetter Lacktrichterling (<i>Laccaria amethystina</i>)	110	110				
Violetter Schleierling (<i>Cortinarius violaceus</i>)					170–420	52–110
Zystiden-Mehlräusling (<i>Clitopilus cystidiatus</i>)	120–170	100–190				

Grenzwerte und Lebensmittelüberwachung

Wer in Deutschland Lebensmittel in den Verkehr bringen möchte, muss sicherstellen, dass der Grenzwert für Radiocäsium in Höhe von 600 Bq/kg nicht überschritten wird. Die Einhaltung dieses Grenzwertes wird von der amtlichen Lebensmittelüberwachung stichprobenartig kontrolliert. Verbraucherinnen und Verbraucher, die Pilze über den Handel beziehen, dürfen also darauf vertrauen, dass sie keine höher kontaminierte Ware erhalten.

Geringfügige Überschreitungen lassen sich oft mit dem hohen Wassergehalt von Frischpilzen und einer längeren Lagerzeit erklären. Während der Lagerung verlieren Pilze einen Teil ihres Wassers, wodurch Radiocäsium „aufkonzentriert“ wird und die spezifische Aktivität ansteigt. Aus Sicht des Strahlenschutzes besteht bei gelegentlichen geringfügigen Überschreitungen des Grenzwertes kein Anlass zur Sorge. Für mögliche gesundheitliche

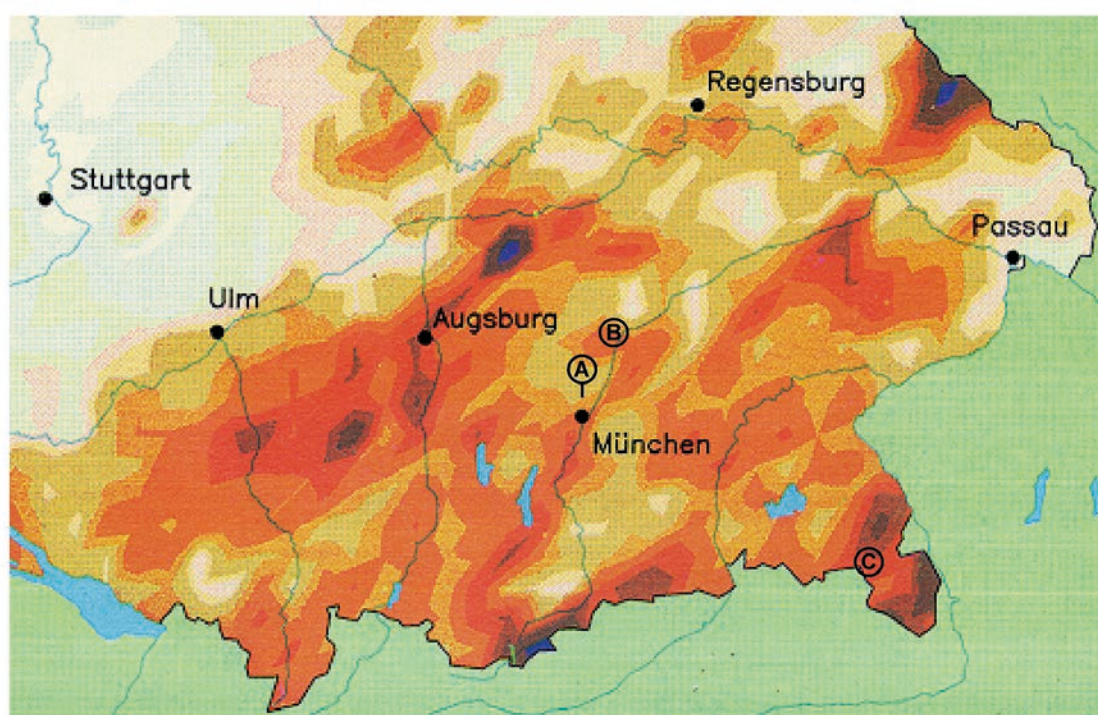
Folgen ist nicht die spezifische Aktivität eines Lebensmittels, sondern die insgesamt aufgenommene Aktivität von ^{137}Cs maßgebend.

Der Grenzwert für Radiocäsium gilt nicht, wenn gesammelte Pilze selbst verzehrt werden. Die jährlich aktualisierten Berichte des BfS erlauben es jedoch interessierten Pilzsammlern, sich einen Überblick über die zu erwartende Radiocäsiumkontamination zu verschaffen.

Radiocäsiumaufnahme und Strahlenexposition

In Deutschland werden mit Nahrungsmitteln aus landwirtschaftlicher Erzeugung im Mittel weniger als 80 Bq ^{137}Cs pro Person und Jahr aufgenommen. Mit einer Mahlzeit höher kontaminierter Wildpilze kann somit mehr ^{137}Cs zugeführt werden als mit Lebensmitteln aus landwirtschaftlicher Produktion während eines ganzen Jahres. Trotzdem muss niemand wegen des Radioaktivitätsgehalts selbst

Abbildung 1: Bodenkontamination mit Cäsium-137 (^{137}Cs) in Südbayern mit den Probennahmeorten Oberschleißheim (A), Freising (B) und Schneizlreuth/Oberjettenberg (C). Quelle: BfS.



Bodenkontamination mit ^{137}Cs im Jahr 1986 (Bq/m²):

0 – 2.000	8.000 – 10.000	30.000 – 40.000
2.000 – 4.000	10.000 – 15.000	40.000 – 50.000
4.000 – 6.000	15.000 – 20.000	50.000 – 80.000
6.000 – 8.000	20.000 – 30.000	80.000 – 120.000

gesammelter Speisepilze mit negativen gesundheitlichen Folgen rechnen, wenn diese in üblichen Mengen verzehrt werden.

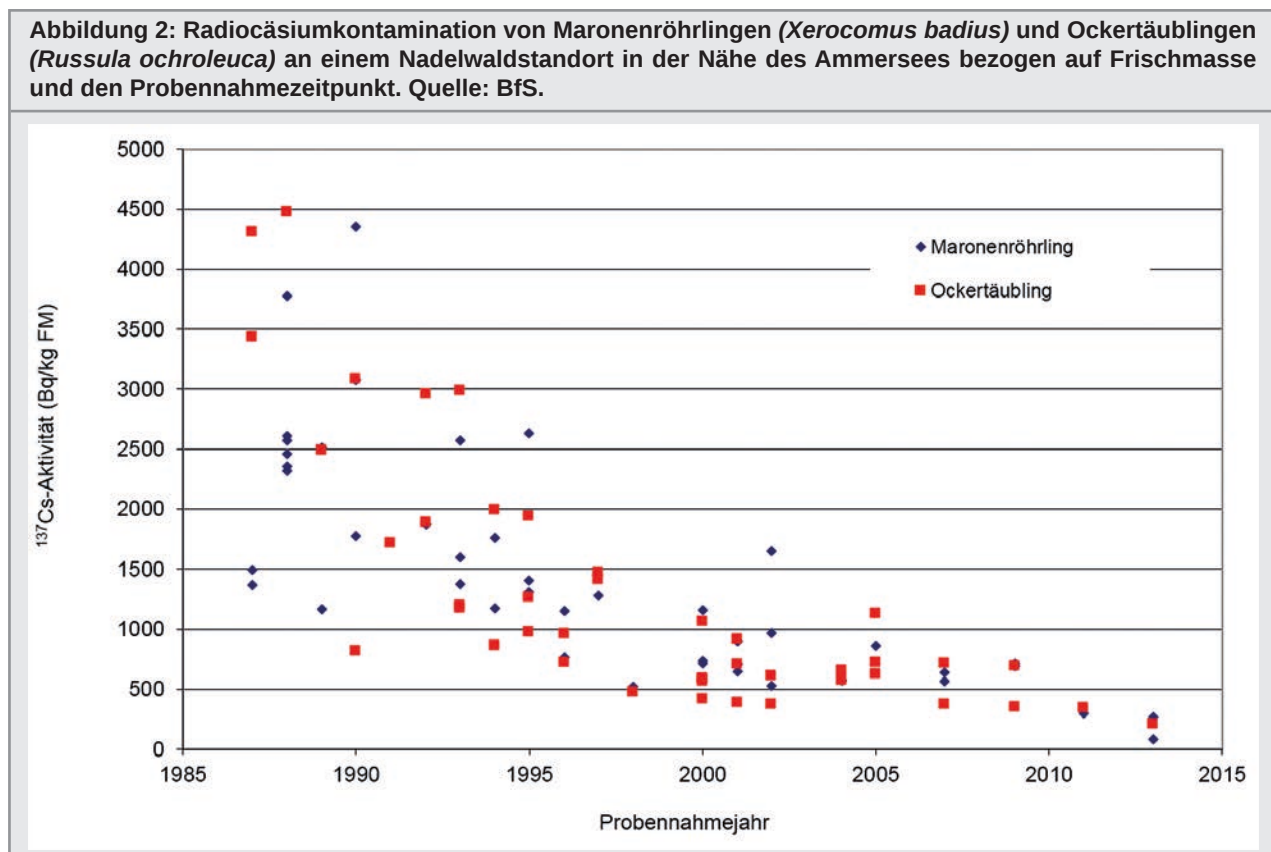
Als Faustregel gilt, dass die Aufnahme von 80.000 Bq ^{137}Cs mit Lebensmitteln bei Erwachsenen einer zusätzlichen Strahlenexposition von etwa 1 Millisievert (mSv) entspricht. Anders ausgedrückt: Eine Pilzmahlzeit mit 200 g höher kontaminierten Semmelstoppelpilzen aus Südbayern (2.000 Bq/kg) hätte beispielsweise eine Exposition von 0,005 mSv zur Folge. Eine Exposition in dieser Höhe entspricht etwa einem Sechstel der Strahlenexposition bei einem Flug von Frankfurt nach Las Palmas de Gran Canaria und zurück (etwa 0,03 mSv) beziehungsweise weniger als einem Vierhundertstel der jährlichen natürlichen Strahlenexposition, der jeder Mensch ausgesetzt ist (in Deutschland im Mittel 2,1 mSv pro Jahr). Aus Sicht des Strahlenschutzes bestehen keine Bedenken gegen den Genuss von Wildpilzen, sofern diese nicht im Übermaß verzehrt werden.

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung rät aber auch aus anderen Gründen, den Verzehr von Wildpilzen auf 250 g pro Woche zu beschränken: Sie können mit Schwermetallen, wie Blei, Quecksilber

und Cadmium, angereichert sein. Auch Spezies, die nur geringe ^{137}Cs -Gehalte aufweisen, wie Vertreter der Gattung *Agaricus*, können Schwermetalle akkumulieren.

Zukünftige Entwicklung der Kontamination von Wildpilzen

Die radioaktive Kontamination der Pilze hängt sowohl vom Radiocäsiumgehalt der vom Pilzgeflecht (Myzel) durchzogenen Bodenschicht als auch vom speziellen Anreicherungsvermögen der jeweiligen Pilzart ab. Die langsame Verlagerung von Radiocäsium in tiefere Bodenschichten führte bei Pilzarten mit einem oberflächennahen Myzel, wie zum Beispiel der Nebelkappe (*Clitocybe nebularis*), zu einem raschen Abfall der Kontamination. Bei Spezies mit einem tief liegenden Myzel, wie zum Beispiel dem Habichtspilz (*Sarcodon imbricatus*) oder dem Frauentäubling (*Russula cyanoxantha*), wurden nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl ansteigende Messwerte beobachtet, da sich Radiocäsium in diesen Schichten zunächst anreicherte. **Abbildung 2** zeigt beispielhaft den zeitlichen Verlauf der Radiocäsiumkontamination von Maronenröhrlingen (*Xerocomus badius*) und Ockertäublingen (*Russula ochroleuca*) an einem Nadelwaldstandort in der Nähe des Ammersees bezogen auf Frischmasse und den Probennahmezeitpunkt. Quelle: BfS.



Ockertäublingen (*Russula ochroleuca*) an einem Nadelwaldstandort in der Nähe des Ammersees.

In Zukunft ist zu erwarten, dass die spezifischen Aktivitäten in allen Speisepilzarten langsam weiter zurückgehen. Allerdings schwankt der Radio-cäsiumgehalt einer Pilzart selbst innerhalb kleiner Waldgebiete in der Regel wesentlich stärker als der mittlere Rückgang von Jahr zu Jahr.

Kontakt

Dr. Martin Steiner
Bundesamt für Strahlenschutz
Fachgebiet Radioökologie
Ingolstädter Landstr. 1
85764 Oberschleißheim
E-Mail: MSteiner[at]bfs.de

[BFS]