

**Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.**

**Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Landesamt für Landwirtschaft**



**VÚRV**

Výzkumný ústav  
rostlinné výroby

*Poznatky pro udržitelné zemědělství*



**Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění  
životního prostředí kontaminanty  
v česko-bavorském pohraničí**

**Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die  
Bodenqualität und Schadstoffbelastung  
in der tschechisch-bayerischen Grenzregion**

*Impact of agricultural activities on soil quality and environment pollution by  
contaminants in the Czech-Bavaria cross-border territory*

**Sborník abstraktů z mezinárodní konference  
Česko-Bavorské přeshraniční spolupráce**

**Sammelbuch von Abstrakten einer internationalen Konferenz  
Tschechisch-Bayerische grenzüberschreitende Zusammenarbeit**

*Proceedings of abstracts of international conference concerning  
Czech-Bavaria cross-border cooperation*

**Editoři / Editoren / Editors**

**Pavel ČERMÁK, Milan SÁŇKA, Eva KUNZOVÁ  
Edzard HANGEN, Bernd SCHILLING**



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Mezinárodní konference / Internationale Konferencion:  
*Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí*  
*Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Schadstoffbelastung in der tschechisch-bayerischen Grenzregion*  
**20. – 21. 4. 2022, Center Bavaria Bohemia in Schönsee**



**Europäische Union  
Evropská unie**

Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**

Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)



*Foto odebraných půdních horizontů – lokalita č. 212 - Dynín*  
*Photo of sampled soil horizons – locality No 212 - Dynín*



*Foto terénního průzkumu a odebraných půdních horizontů – lokalita č. 170 - Svatonice*  
*Photo of terrain survey and sampled soil horizons – locality No 170 - Svatonice*



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

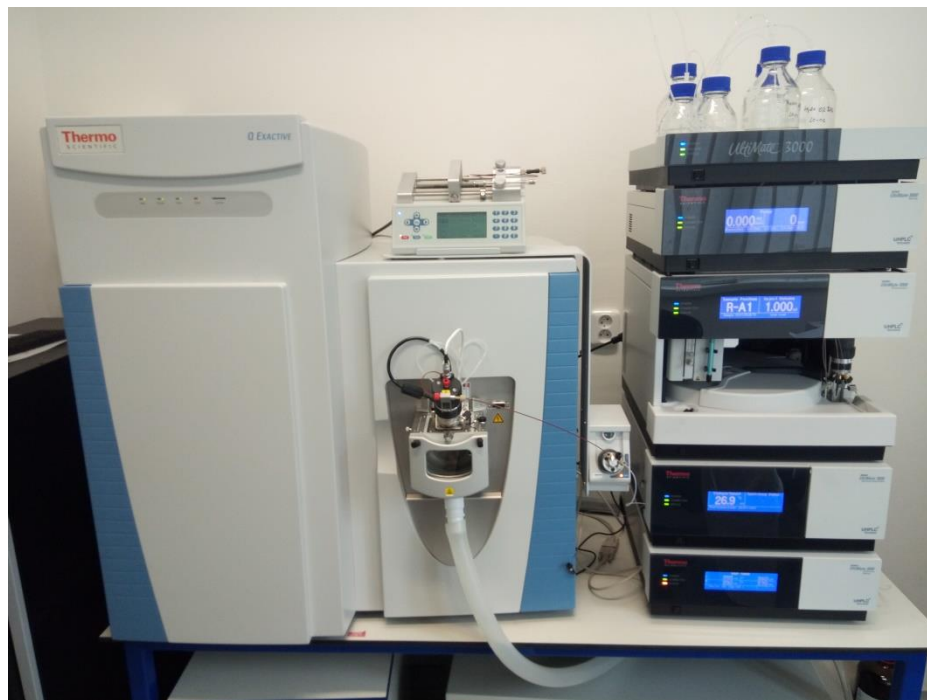
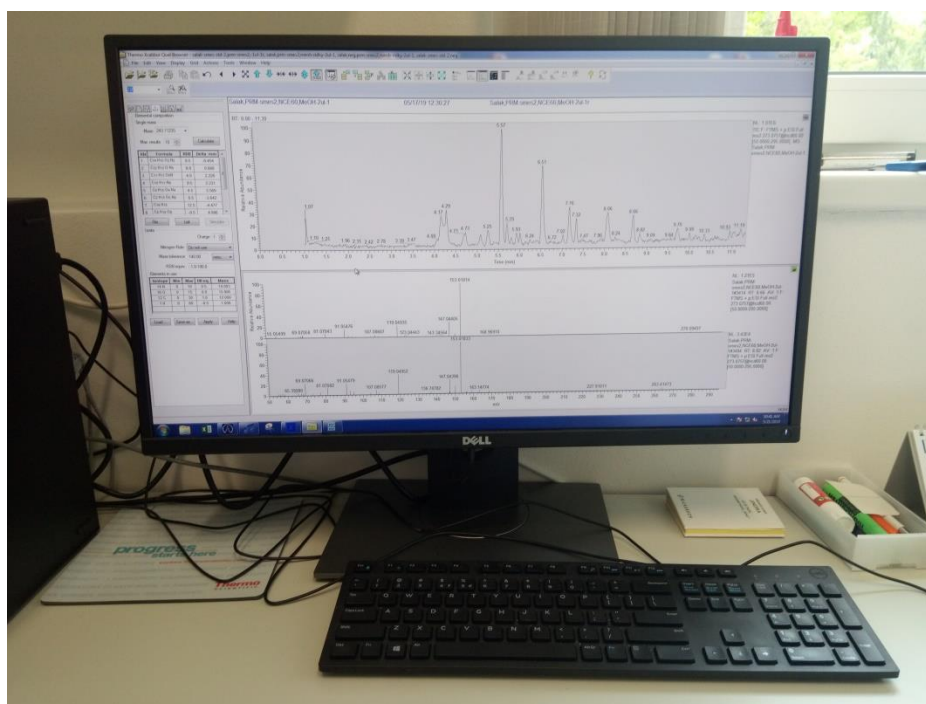


Foto - Analytická sestava - chromatografický systém DionexUltiMate 3000 UHPLC system (Dionex Softron GmbH, Německo) + tandemový hmotnostní spektrometr (QExactive, Thermo Fisher Scientific, USA)  
Photo - Analytical set - DionexUltiMate 3000 UHPLC chromatographic system (Dionex Softron GmbH, Germany) + tandem mass spectrometer (QExactive, Thermo Fisher Scientific, USA)



Ukázka záznamu hmotnostně spektrometrických dat z přístroje UHPLC-MS/MS. Data jsou zpracována a zaznamenávána za pomoci softwaru Xcalibur verze 4.0 (výrobce Thermo Fisher Scientific, USA).  
Example of recording mass spectrometric data from UHPLC-MS / MS. The data are processed and recorded using software Xcalibur, version 4.0. (Thermo Fisher Scientific, USA).



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## Obsah / Gehalt / Content

<b>Program semináře / Programm – Konferenzverlauf / Conference program</b>	7
<b>Přehled bilaterální česko-bavorské spolupráce &amp; Porovnání systémů hospodaření</b> <b>Rückblick auf die bilaterale tschechisch-bayerische Zusammenarbeit</b> <b>&amp; Vergleich von Landwirtschaftssysteme</b> <i>RNDr. Jaroslav Staňa (Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture; Brno) &amp;</i> <i>Dr. Bernd Schilling (Bavarian Environment Agency; Marktredwitz)</i>	11
<b>Hintergrundwerte bayrischer Böden – Das GRABEN-Projekt als Grundlage für die</b> <b>tschechisch-bayrische, grenzüberschreitende Zusammenarbeit</b> <b>Základní požadovné hodnoty bavorských půd - projekt GRABEN jako základ česko-</b> <b>bavorské přeshraniční spolupráce</b> <i>Dr. Bernd Schilling (Bavarian Environment Agency; Marktredwitz)</i>	14
<b>Zahájení česko-bavorské spolupráce na základě projektu „Rizikové látky v půdě ve</b> <b>vztahu k životnímu prostředí“</b> <b>Start der tschechisch-bayerischen Zusammenarbeit auf Grundlage des Projekts “Risk</b> <b>elements in the soil in relation to the environment“</b> <i>Dr. Pavel Čermák (Crop Research Institute; Praha)</i>	17
<b>Nová strategie EU pro půdu 2030 a návrh zákona pro zdravé půdy</b> <b>Neue EU-Bodenstrategie 2030 und Gesetzentwurf für gesunde Böden</b> <i>Dr. Milan Sánka (Recetox; Brno)</i>	19
<b>Zemědělská výroba při měnících se podmínkách klimatu</b> <b>Die Bedeutung der Pflanzenernährung bei sich ändernden Klimabedingungen</b> <i>Prof. Ing. Tomáš Lošák, Ph.D. et al. (Mendelova univerzita, Brně – Mendel University,</i> <i>Brno)</i>	23
<b>Mobilität von SO<sub>4</sub>, Pb und Zn in sauren Waldböden in der tschechisch-bayerischen</b> <b>Grenzregion</b> <b>Mobilita SO<sub>4</sub>, Pb a Zn v kyselých lesních půdách v česko-bavorském příhraničí</b> <b>Mobility of SO<sub>4</sub>, Pb, and Zn in acidic forest soils of the Czech-Bavarian border region</b> <i>Dr. Edzard Hangen (Bavarian Environment Agency; Hof)</i>	25
<b>Monitoring a hodnocení půd v česko-bavorském příhraničí v posledních patnácti letech</b> <b>– projekty č. 75, 324, 146 a 322</b> <b>Bodenüberwachung und -bewertung im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet in den</b> <b>letzten fünfzehn Jahren - Projekte Nr. 75, 324, 146 und 322</b> <i>Ing. Eva Kunzová, CSc. et al. (Crop Research Institute; Praha)</i>	27
<b>Wasserversorgung, Grundwasserschutz und Klimawandel</b> <b>Zásobování vodou, ochrana podzemních vod a změna klimatu</b> <i>Dr. Tobias Zuber (Bavarian Environment Agency; Hof)</i>	30
<b>35 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in der Landwirtschaft in Bayern - Entwicklungen</b> <b>der Schadstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten BDF</b> <b>35 let dlouhodobého monitoringu na zemědělských půdách v Bavorsku – vývoj úrovní</b> <b>znečišťujících látek na zemědělsky využívaných půdách</b> <b>35 years of soil monitoring on agricultural land in Bavaria - developments of soil</b> <b>pollutants</b> <i>Ing. Titus Ebert (Bavarian State Research Center for Agriculture; Freising)</i>	31



<b>Moderní postupy měření parametrů kvality půdy (uhlík, dusík, rizikové prvky a živiny) pomocí XRF a NIRS technologií v česko-bavorském příhraničí / Moderne Verfahren zur Messung von Bodenqualitätsparametern (Kohlenstoff, Stickstoff, Schwermetalle und Nährstoffe) mit XRF- und NIRS-Technologien im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet</b> <i>Ing. Ladislav Menšík, Ph.D. et al. (Crop Research Institute; Praha)</i>	33
<b>Definition von Gebieten mit natürlich erhöhten Stoffgehalten im Boden als Beitrag für den vorsorgenden Bodenschutz? – Ein Pilotprojekt im Landkreis Lichtenfels / Bayern</b> <b>Definice oblastí s přirozeně vysokým obsahem látek v půdě jako příspěvek k preventivní ochraně půdy? – Pilotní projekt v okrese Lichtenfels / Bavorsko</b> <b>Definition of areas with naturally elevated inorganic pollutants in soil as a contribution of preventive soil protection? - A pilot project in county Lichtenfels / Bavaria</b> <i>Ing. Uwe Geuß (Bavarian Environment Agency; Hof)</i>	37
<b>Dlouhodobý monitoring půd v České republice</b> <b>Langfristiges Bodenmonitoring in der Tschechischen Republik</b> <i>Mgr. Šárka Poláková, Ph.D. (Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture; Brno)</i>	39
<b>Nejdůležitější persistentní organické polutanty v půdě</b> <b>Die wichtigsten persistenten organischen Schadstoffe im Boden</b> <i>Prof. Radim Vácha, Ph.D. et al. (Research Institute for Soil and Water Conservation; Praha)</i>	41
<b>Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí - projekt č. 220 / Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Umweltbelastung durch Schadstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet - Projekt Nr. 220</b> <i>Dr. Pavel Čermák et al. (Crop Research Institute; Praha)</i>	43
<b>Bayerisch-tschechische Zusammenarbeit für den Boden – Ziele und Erfolge</b> <b>Bavorsko-česká spolupráce pro půdu – cíle a úspěchy</b> <i>Dr. Bernd Schilling (Bavarian Environment Agency; Marktredwitz)</i>	46
<b>Analýza těžkých kovů v půdách za použití ICP-MS</b> <b>Analyse von Schwermetallen in Böden mittels ICP-MS</b> <i>Ing. Markéta Dvořáčková et al. (Bioanalytika; Chrudim)</i>	49
<b>Stav kvality a zdraví půd z pohledu pH, rizikových prvků a živin v Česko – bavorském příhraničí – výsledky projektu č. 220</b> <b>Zustand der Bodenqualität und -gesundheit in Bezug auf pH-Wert, Risikoelemente und Nährstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet - Ergebnisse des Projekts Nr. 220</b> <i>Ing. Ladislav Menšík, Ph.D. et al. (Crop Research Institute; Praha)</i>	51
<b>Vorkommen und Verbleib von Schadstoffen in landwirtschaftlich genutzten Böden in der bayerischen Interreg V-Region</b> <b>Výskyt a setrvávání škodlivin v zemědělských půdách v bavorském regionu Interreg V</b> <i>Dr. Edzard Hangen (Bavarian Environment Agency; Hof)</i>	55
<b>Detekce a výskyt perzistentních triazinů a jejich metabolitů v půdách česko-bavorského pohraničí / Nachweis und Vorkommen von persistenten Triazinen und deren Metaboliten in den Böden im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet</b> <i>RNDr. Michal Jágr, Ph.D. &amp; Ing. Václav Dvořáček, Ph.D. (Crop Research Institute; Praha)</i>	58
<b>Poděkování / Bedanken / Acknowledgment</b>	60
<b>Poznámky / Anmerkungen / Notes</b>	61

## **Program konference / Programm–Konferenzverlauf / Workshop program**

### **20. dubna 2022 / 20. April 2022**

#### **10:00 – 10:15 Začátek jednání / Beginn der Konferenz (10:00-10:30)**

- 1) Přivítání účastníků / Empfang (Zusammenkunft – Einführung)  
Úvodní prohlídka budovy “Centrum Bavaria Bohemia” s průvodcem – Führung durch das “Centrum Bavaria Bohemia” (Mrs. Ivana Danisch)

#### **10:15 - 11:30 (10:30-11:30: jeweils 15 min)**

- 2) Blok prezentací I / Vortragsblock I: Krátký úvod do historie česko-bavorské přeshraniční spolupráce – historie projektů / Kurze Einführung in die CZ-BY grenzüberschreitende Zusammenarbeit - Projekthistorie
  - a) RNDr. Jaroslav Staňa (Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture; Brno) + Dr. Bernd Schilling (Bavarian Environment Agency; Marktredwitz) – Přehled bilaterální česko-bavorské spolupráce / Rückblick auf die bilaterale tschechisch-bayerische Zusammenarbeit & Porovnání systémů hospodaření / Vergleich von Landwirtschaftssysteme
  - b) Dr. Bernd Schilling (Bavarian Environment Agency; Marktredwitz) – Hintergrundwerte bayrischer Böden – Das GRABEN-Projekt als Grundlage für die tschechisch-bayerische, grenzüberschreitende Zusammenarbeit / Základní požadové hodnoty bavorských půd - projekt GRABEN jako základ česko-bavorské přeshraniční spolupráce
  - c) Dr. Pavel Čermák (Crop Research Institute; Praha) – Zahájení česko-bavorské spolupráce na základě projektu „*Rizikové látky v půdě ve vztahu k životnímu prostředí*“ / Start der tschechisch-bayerischen Zusammenarbeit auf Grundlage des Projekts “*Risk elements in the soil in relation to the environment*“
  - d) Dr. Milan Sáníka (Recetox; Brno) – Nová strategie EU pro půdu 2030 a návrh zákona pro zdravé půdy / Neue EU-Bodenstrategie 2030 und Gesetzentwurf für gesunde Böden

#### **11:30 - 13:00 Oběd (Catering) - Mittagspause (Verpflegung an Stehtischen)**

#### **13:00 - 14:40 (15 min + 5 min discussion)**

- 3) Blok prezentací IIa / Vortragsblock IIa: Mezinárodní a národní projekty (ochrana půdy, klimatická změna, ochrana vodních zdrojů / podzemní vody...) / Internationale und nationale Projekte (Bodenschutz, Klimawandel, Grundwasserschutz,...)
  - a) Prof. Ing. Tomáš Lošák, Ph.D. (Mendelova univerzita, Brně) – Zemědělská výroba při měnících se podmínkách klimatu / Die Bedeutung der Pflanzenernährung bei sich ändernden Klimabedingungen
  - b) Dr. Edzard Hangen (Bavarian Environment Agency; Hof) – Mobilität von SO<sub>4</sub>, Pb und Zn in sauren Waldböden in der tschechisch-bayerischen Grenzregion / Mobilität SO<sub>4</sub>,

Pb a Zn v kyselých lesních půdách v česko-bavorském příhraničí / Mobility of SO<sub>4</sub>, Pb, and Zn in acidic forest soils of the Czech-Bavarian border region

- c) Ing. Eva Kunzová, CSc. et al. (Crop Research Institute; Praha) – Monitoring a hodnocení půd v česko-bavorském příhraničí v posledních patnácti letech – projekty č. 75, 324, 146 a 322 / Monitoring a hodnocení půd v česko-bavorském příhraničí v posledních patnácti letech – projekty č. 75, 324, 146 a 322 / Bodenüberwachung und -bewertung im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet in den letzten fünfzehn Jahren - Projekte Nr. 75, 324, 146 und 322
- d) Dr. Tobias Zuber (Bavarian Environment Agency; Hof) – Wasserversorgung, Grundwasserschutz und Klimawandel / Zásobování vodou, ochrana podzemních vod a změna klimatu / Water supply, groundwater protection and climate change
- e) Ing. Titus Ebert (Bavarian State Research Center for Agriculture; Freising) – 35 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in der Landwirtschaft in Bayern - Entwicklungen der Schadstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten BDF / 35 let dlouhodobého monitoringu na zemědělských půdách v Bavorsku – vývoj úrovně znečišťujících látek na zemědělsky využívaných půdách / 35 years of soil monitoring on agricultural land in Bavaria - developments of soil pollutants

#### 14.40 - 15.10 Přestávka na kávu / Kaffeepause

#### 15:10 - 16:30 (15 min + 5 min discussion)

- 4) Blok prezentací IIb / Vortragsblock IIb: Mezinárodní a národní projekty (ochrana půdy, klimatická změna, ochrana vodních zdrojů / podzemní vody...) / Internationale und nationale Projekte (Bodenschutz, Klimawandel, Grundwasserschutz,...)
  - a) Ing. Ladislav Menšík, Ph.D. (Crop Research Institute; Praha) – Moderní postupy měření parametrů kvality půdy (uhlík, dusík, rizikové prvky a živiny) pomocí XRF a NIRS technologií v česko-bavorském příhraničí / Moderne Verfahren zur Messung von Bodenqualitätsparametern (Kohlenstoff, Stickstoff, Risikoelemente und Nährstoffe) mit XRF- und NIRS-Technologien im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet
  - b) Ing. Uwe Geuß (Bavarian Environment Agency; Hof) – Definition von Gebieten mit natürlich erhöhten Stoffgehalten im Boden als Beitrag für den vorsorgenden Bodenschutz? – Ein Pilotprojekt im Landkreis Lichtenfels / Bayern - Definice oblastí s přirozeně vysokým obsahem látek v půdě jako příspěvek k preventivní ochraně půdy? – Pilotní projekt v okrese Lichtenfels / Bavorsko - Definition of areas with naturally elevated inorganic pollutants in soil as a contribution of preventive soil protection? - A pilot project in county Lichtenfels / Bavaria
  - c) Mgr. Šárka Poláková, Ph.D. (Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture; Brno) – Dlouhodobý monitoring půd v České republice / Langfristiges Bodenmonitoring in der Tschechischen Republik
  - d) Prof. Radim Vácha, Ph.D. (Research Institute for Soil and Water Conservation; Praha) – Nejdůležitější persistentní organické polutanty v půdě / Die wichtigsten persistenten organischen Schadstoffe im Boden

#### 16.30-17.00 Přestávka na kávu / Kaffeepause



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)



**17.00 - 18.00 (15 min + 30 min discussion and informal talking)**

- 5) Blok prezentací IIc / Vortragsblock IIc: Základní informace k projektu č. 220 (a prekurzorové projekty) / Grundinformationen zum Projekt Nr. 220 und zu Vorläuferprojekten für die Öffentlichkeit
- a) Dr. Pavel Čermák (Crop Research Institute; Praha) – Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí - projekt č. 220 / Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Umweltbelastung durch Schadstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet - Projekt Nr. 220
  - b) Dr. Bernd Schilling (Bavarian Environment Agency; Marktredwitz) – Bayerisch-tschechische Zusammenarbeit für den Boden – Ziele und Erfolge (Bavorsko-česká spolupráce pro půdu – cíle a úspěchy)
  - c) Ing. Markéta Dvořáčková (Bioanalytika; Chrudim) – Analýza těžkých kovů v půdách za použití ICP-MS / Analyse von Schwermetallen in Böden mittels ICP-MS
- 6) Posterová sekce / Poster Sektion
- 7) Ubytování účastníků / Einchecken in Gasthöfen (Check-in in guesthouses)

**Od 19:00 / Ab 19:00 Uhr:**

Večeře a společenský večer v Gasthof Frauenstein, Weiding / Abendessen und gemütliches Beisammensein im Gasthof Frauenstein, Weiding

**21. dubna 2022 / 21. April 2022**

**09:30 – 11:00 (15 min + 5 min discussion)**

- 1) Blok prezentací III / Vortragsblock III: Projekt č. 220 / Project Nr. 220:
- a) Ing. Ladislav Menšík, Ph.D. & Ing. Lukáš Hlisenkovský, Ph.D. (Crop Research Institute; Praha) – Stav kvality a zdraví půd z pohledu pH, rizikových prvků a živin v česko-bavorském příhraničí – výsledky projektu č. 220 / Zustand der Bodenqualität und -gesundheit in Bezug auf pH-Wert, Risikoelemente und Nährstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet - Ergebnisse des Projekts Nr. 220
  - b) Dr. Edzard Hangen (Bavarian Environment Agency; Hof) – Vorkommen und Verbleib von Schadstoffen in landwirtschaftlich genutzten Böden in der bayerischen Interreg V-Region / Výskyt a setrvávání škodlivin v zemědělských půdách v bavorském regionu Interreg V / Occurrence and fate of pollutants in agricultural soils of the Bavarian Interreg V region
  - c) RNDr. Michal Jágr, Ph.D., Ing. Václav Dvořáček, Ph.D., (Crop Research Institute; Praha) – Detekce a výskyt perzistentních triazinů a jejich metabolitů v půdách česko-bavorského pohraničí / Nachweis und Vorkommen von persistenten Triazininen und deren Metaboliten in den Böden im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet

**11:00-11:30 Přestávka na kávu / Kaffeepause**



**11:30-13:00**

- 2) Diskuze k projektu č. 220 / Diskussion des EU-Projekts 220: Časté otázky/body budoucí spolupráce / offene Fragen/Punkte – Ausblick – zukünftige Kooperation:
- a) Budoucí možnosti vyhodnocování výsledků a dat a jejich interpretace pro uživatelskou sféru / Zukünftige Möglichkeiten der Datenauswertung und Interpretation für die Praxis
  - b) Budoucí možnosti analýz archivních vzorků půd / Zukünftige Möglichkeiten Bodenanalysen Archivprobenahmen

**13:00-14:00**

- 3) Oběd a závěr konference / Mittag an Stehtischen und Ende der Veranstaltung



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **Přehled bilaterální česko-bavorské spolupráce & Porovnání systémů hospodaření**

### **Rückblick auf die bilaterale tschechisch-bayerische Zusammenarbeit & Vergleich von Landwirtschaftssysteme**

**Jaroslav STAŇA<sup>1)</sup>, Bernd SCHILLING<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, Česká republika

<sup>2)</sup>Bayerisches Landesamt für Umwelt, Hof, Germany

**Klíčová slova:** BLfL, LfL (Bavorský zemský zemědělský ústav), ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský), VDLUFA (Svaz německých zkušebních ústavů), regionální pracovní skupiny ARGE Alpen-Adria, Donau, statistické údaje ČR a Bavorsko.

**Schlüsselwörter:** BLAfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft), ÚKZÚZ (Zentrale Landwirtschaftliche Kontroll- und Versuchsanstalt), VDLUFA (Verband Deutscher landwirtschaftlichen Prüfanstalten), Regionalesarbeitsgemeinschaften ARGE Alpen-Adria, Donau, Statistische Daten Tschechien und Bayern.

#### **ABSTRAKT**

Zeměpisné sousedství území České republiky a Svobodného státu Bavorsko bylo důvodem už v historii tradičních kontaktů a podobného zaměření zemědělství a zakládání příslušných institucí. Kontinuita byla přerušena společenským vývojem v minulém století, kdy na českém území vznikl centralistický socialistický systém s kolektivní formou znárodněného zemědělství.

Ihned po politických změnách v roce 1989 vznikla snaha vzájemně komunikovat a navazovat odborné kontakty. Bavorský zemský ústav zemědělský (BLAfL, nyní LfL) umožnil pracovníkům Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského absolvovat odbornou stáž ke studiu struktury a vazeb na zemědělce a zprostředkoval kontakty na Svaz německých výzkumných a zkušebních ústavů (VDLUFA). Od té doby se odborní pracovníci ÚKZÚZ pravidelně zúčastňovali práci v pracovních skupinách Svazu i na jeho výročních kongresech. Iniciativou vedení VDLUFA vznikla samostatná pracovní skupina střeoevropských postsocialistických států (MOEL), zabývající se především harmonizací pracovních metod zkoušení půdy, polních pokusů aj. Členství ve skupině MOEL bylo zdrojem užitečných informací v době před vstupem jednotlivých států regionu do EU, poté jeho význam zanikl přímou vazbou na činnosti EU.

Dále byl prostřednictvím BLAfL navázán kontakt na evropský projekt řešící rozvoj sousedících regionů v pracovních skupinách (ARGe Alpen-Adria a ARGe Donau), především pro oblast ochrany půdy regionů. Jako pozorovatelé jsme se seznamovali s trendy ochrany půdy a významným výsledkem bylo přijetí metodologie monitoringu půd zavedené BLfL s jeho odbornou pomocí v letech 1992-3. V dalších letech ÚKZÚZ organizoval pravidelné semináře nad metodami a výsledky půdního monitoringu s účastí bavorských institucí i ostatních střeoevropských partnerů.

Oba navazující projekty z programu INTERREG jsou tak rozvíjením a praktickým využitím odborných partnerských kontaktů českých a bavorských institucí.



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Rozsáhlá databáze výsledků získaných v rámci řešeného projektu INTERREG splňuje cíle, které byly v projektu nastaveny, může však také sloužit v delších časových horizontech ke studiu, jak se mění vlastnosti půd při různém způsobu hospodaření. Statistická data obou států ukazují na významné rozdíly v počtu hospodařících subjektů, struktury pěstovaných plodin, velikosti hospodařících podniků i velikosti půdních bloků.

Výsledky analýz pořízené při řešení projektu tak mohou posloužit navíc jako východisko pro sledování rovnovážných změn struktury půd a složení půdní bioty v budoucích oblastech spolupráce v česko-bavorském příhraničním regionu.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die geografische Nachbarschaft von Tschechische Republik und dem Freistaat Bayern ist ein Grund für in der Geschichte traditionelle Kontakte und eine ähnliche Ausrichtung auf die Landwirtschaft und die Gründung entsprechender Institutionen. Die Kontinuität wurde durch die gesellschaftlichen Entwicklungen im letzten Jahrhundert unterbrochen, als auf tschechischem Gebiet ein zentralistisch-sozialistisches System mit einer kollektiven Form der verstaatlichten Landwirtschaft entstand.

Unmittelbar nach der politischen Wende 1989 gab es Bemühungen, sich untereinander zu verständigen und berufliche Kontakte zu knüpfen. Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (BLAfL, jetzt LfL) stellte den Mitarbeitern der Zentralen Untersuchungs- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft ein Praktikum zur Erforschung des Aufbaus und der Anbindung an Landwirte zur Verfügung und vermittelte Kontakte zum Verband Deutscher landwirtschaftlichen Forschungs- und Prüfungsanstalten (VDLUFA). Seitdem nehmen Experten des ÚKZÚZ regelmäßig an der Arbeit der Arbeitsgruppen des Verbandes und seiner Jahreskongresse teil. Auf Initiative der VDLUFA-Führung wurde eine unabhängige Arbeitsgruppe der mitteleuropäischen postsozialistischen Staaten (MOEL) gegründet, die sich hauptsächlich mit der Harmonisierung der Arbeitsmethoden von Bodenuntersuchungen, Feldversuchen usw. befasste. Die Mitgliedschaft in der MOEL-Gruppe war eine Quelle von nützlichen Informationen im Zusammenhang mit EU-Aktivitäten.

Darüber hinaus wurde über das BLAfL der Kontakt zu einem europäischen Projekt zur Entwicklung benachbarter Regionen Mitteleuropas in Arbeitskreisen (ARGe Alpen-Adria und ARGe Donau), insbesondere im Bereich des Bodenschutzes der Regionen, hergestellt. Als Beobachter lernten wir Bodenschutzrends kennen, und ein wesentliches Ergebnis war die Übernahme der vom BLfL mit fachlicher Unterstützung 1992-3 eingeführten Methodik des Bodenmonitorings. In den folgenden Jahren organisierte das ÚKZÚZ unter Beteiligung bayerischer Institutionen und anderer mitteleuropäischer Partner regelmäßige Seminare zu Methoden und Ergebnissen des Bodenmonitorings.

Beide Folgeprojekte aus dem INTERREG-Programm sind somit eine Weiterentwicklung und praktische Nutzung professioneller Partnerschaften zwischen tschechischen und bayerischen Institutionen.

Die umfangreiche Ergebnisdatenbank des INTERREG-Projekts erfüllt die im Projekt gesetzten Ziele, kann aber auch längerfristig genutzt werden, um zu untersuchen, wie sich Bodeneigenschaften unter verschiedenen Bewirtschaftungsmethoden verändern. Statistische Daten beider Länder zeigen signifikante Unterschiede in der Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe, der Struktur der angebauten Kulturpflanzen, der Größe der landwirtschaftlichen Betriebe und der Größe der Landblöcke.



**Evropská unie**  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Mezinárodní konference / Internationale Konferencion:  
*Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí*  
*Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Schadstoffbelastung in der tschechisch-bayerischen Grenzregion*  
**20. – 21. 4. 2022, Center Bavaria Bohemia in Schönsee**

Darüber hinaus können die während der Projektlösung gewonnenen Analyseergebnisse als Ausgangspunkt für die Überwachung der Gleichgewichtsänderungen in der Bodenstruktur und der Zusammensetzung der Bodenbiota in zukünftigen Kooperationsbereichen im tschechisch-bayerischen Grenzraum dienen.



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **Hintergrundwerte bayrischer Böden – Das GRABEN-Projekt als Grundlage für die tschechisch-bayrische, grenzüberschreitende Zusammenarbeit**

### **Základní pozad'ové hodnoty bavorských půd - projekt GRABEN jako základ česko-bavorské přeshraniční spolupráce**

*Background values of Bavarian soils - The GRABEN-project as a basis for a crossborder CZ-BY cooperation*

**Bernd SCHILLING**

*Bayerisches Landesamt für Umwelt; Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Schlüsselwörter:** Hintergrundwerte, Schwermetalle, organische Schadstoffe, Bodensubstrat, Geostatistik, erhöhte geogene Gehalte

**Key words:** Background values, heavy metals, organic pollutants, substrates, geostatistics, elevated geogenic contents

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Im Jahre 1998 wurde in Deutschland das Bundesbodenschutzgesetz rechtskräftig. Um dieses Bodenschutzgesetz und die 1999 eingeführte Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) umsetzen zu können, mussten wissenschaftliche Grundlagen geschaffen werden. Hierzu wurde am Bayerischen Landesamt für Umwelt (ehemals Bayerisches Geologisches Landesamt) das Projekt GRABEN gestartet. In diesem Rahmen wurden an 1.134 Standorten, entlang eines 8 x 8 km Rasters Bodenprofile gegraben. Diese Bodenprofile wurden aufwändig beprobt.

Die Proben wurden auf zahlreiche bodenkundliche Grundparameter (pH-Wert, Kohlenstoff, Stickstoff, Körnung, etc.) untersucht. Zudem wurden die Gehalte einer Vielzahl von (Schwer-)metallen bestimmt, sowohl im Königswasser-Extrakt als auch im Ammonium-Nitrat- und S4-Wasser-Extrakt.

Darüber hinaus wurden auch Teilproben entnommen, die tiefgefroren wurden. Diese Proben wurden zur Bestimmung einer Reihe von organischen Schadstoffen (PAH, CKW, PCB etc.) verwendet.

Um die Situation der Stoffverteilungen beschreiben zu können, hat die Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz in Deutschland sogenannte Hintergrundwerte definiert (s. [LABO Fassung HGW Bericht 02 2017.pdf \(labo-deutschland.de\)](#)). Die Hintergrundwerte sind definiert als 90er Perzentil eines mindestens aus 20 Einzeldaten bestehenden Datenpools.

In Bayern wurden zur Bestimmung der Hintergrundwerte von anorganischen Stoffen verschiedene Bodensubstrateinheiten bestimmt und kartographisch im Maßstab 1:500.000 dargestellt.

Für die organischen Schadstoffe wurden mit Hilfe von geostatistischen Methoden (Kriging) Teilräume ausgeschieden und von diesen Teilräumen die Hintergrundwerte auf Karten im Maßstab 1:500.000 abgebildet.

Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen wurden getrennt für Organische Auflagen, Oberböden, Unterböden und zum Teil den Untergrund berechnet.



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Zum Zeitpunkt dieser Arbeiten konnte der fachliche Kontakt zwischen dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (Bavarian Environment Agency, LfU) und den tschechischen landwirtschaftlichen Ämtern (Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture, UKZUZ, Brno, und Crop Research Institute, VURV, Praha) intensiviert werden. Man einigte sich auf Basis des Projekts GRABEN im Rahmen eines EU-Projektes eine gemeinsame Datengrundlage zu schaffen. Dieses Projekt war Grundlage für weitere grenzüberschreitende EU-Projekte, um wissenschaftliche Grundlagen für vollzugsrelevante Fragen im Fördergebiet zur Verfügung zu haben.

In Bayern haben die Hintergrundwerte schon vielfach Anwendung gefunden. So können bei Überschreitung der Hintergrundwerte gegenüber den Vorsorgewerten der BBodSchV solche Bodensubstrateinheiten als Flächen mit erhöhten geogenen Schadstoffgehalten bezeichnet werden. Nach Vorgaben von §12 BBodSchV dürfen höher belastete Bodensubstrate nicht auf niedriger belastete Böden aufgebracht werden. Somit kann auf Basis der bayerischen Hintergrundwerte eine Verteilung von höher belastetem Bodenmaterial auf niedriger belasteten Flächen in ganz Bayern verhindert werden.

## ABSTRACT

In 1998, the Federal Soil Protection Act became legally binding in Germany. In order to be able to implement this Soil Protection Act and the Soil Protection Ordinance introduced in 1999, a scientific basis had to be implemented. Thus the GRABEN project was launched at the Bavarian Environment Agency (formerly the Bavarian Geological Survey). Within this project, soil profiles were dug at 1.134 sites along an 8 x 8 km grid. These soil profiles were intensively sampled.

The samples were analysed for a variety of basic soil parameters (pH, carbon, nitrogen, grain size, etc.). In addition, the contents of a large number of (heavy) metals were determined, both in the aqua regia extract and in the ammonium nitrate- as well as the S4 water extract.

In addition, sub-samples were frozen. These samples were used to determine a number of organic pollutants (PAHs, CHCs, PCBs, etc.).

In order to be able to describe the situation of substance distributions, the Federal/State Working Group on Soil Protection in Germany has defined so-called background values (see [LABO Fassung HGW Bericht 02 2017.pdf \(labo-deutschland.de\)](http://labo-deutschland.de)). Background values are defined as the 90th percentile of a data pool consisting of at least 20 individual data.

To determine the background levels of inorganic substances in Bavaria, various soil substrate units were determined and mapped at a scale of 1:500,000.

For the organic pollutants, sub-areas were separated using geostatistical methods (Kriging) and the background values of these sub-areas were mapped at a scale of 1:500,000.

Background values of inorganic and organic pollutants were derived for organic layers, topsoil, subsoil and partly for the parent material.

At the time of this work, the professional contact between the Bavarian Environment Agency (LfU) and the Czech agricultural offices (Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture, ÚKZÚZ, Brno, and Crop Research Institute, VÚRV, Praha) was intensified. It was agreed to create a common data basis based on the project GRABEN within the framework of an own EU project. Starting from this, the intention was to work on subsequent cross-border EU projects in order to establish a scientific basis for questions with practical relevance of the funded area.

In Bavaria, the background values have already been applied in many cases. Whenever background values exceed the precautionary values of the Federal Soil Protection Ordinance, such soil substrate units can be designated as areas with elevated geogenic pollutant contents. According to the provisions of §12 of the Federal Soil Protection Ordinance, higher polluted soil substrates may not be applied upon lower polluted soils. Thus, based on the knowledge of the distribution of background values in Bavaria, a distribution of higher polluted soil material can be prevented across the whole of Bavaria.



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)



**Zahájení česko-bavorské spolupráce na základě projektu  
„Rizikové látky v půdě ve vztahu k životnímu prostředí“  
Start der tschechisch-bayerischen Zusammenarbeit auf Grundlage des  
Projekts *“Risk elements in the soil in relation to the environment“***

**Pavel ČERMÁK**

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.; Praha - Crop Research Institute; Prague*

**Klíčová slova:** rizikové látky, monitorovací síť

**Schlüsselwörter:** Gefahrstoffe, Überwachungsnetz

**Key words:** risk matters, monitoring net

**ABSTRAKT**

V rámci iniciativ společenství INTERREG IIIA byl v období od 1. 1. 2006 do 30. 11. 2008 realizován projekt „**Rizikové látky v půdě ve vztahu k životnímu prostředí – přeshraniční základy ochrany půdy (Bavorsko – Česká republika)**“, podporovaný ze strukturálních fondů EU. Cílem projektu bylo charakterizovat přirozené přírodní zatížení půdy škodlivými látkami v česko-bavorském hraničním prostoru. Společné česko-bavorské výzkumné aktivity byly založeny tak, aby bylo možné vzájemné porovnávání dosažených výsledků přesahujících česko – bavorské hranice.

Na české straně byla podél česko-bavorské hranice do hloubky českého území cca 50 km vytýčena monitorovací síť 8 x 8 km, která navazuje na již dříve vytvořenou monitorovací síť v Bavorsku v rámci řešení dílčího evropského programu „Vědecké základy aplikace zákonů na ochranu půdy“ (bavorský projekt GRABEN). V praxi to znamenalo vytýčení a existenci 278 monitorovacích stanovišť na území ČR. Tím byl vytvořen první důležitý základ pro geostatické vyhodnocení získaných výsledků, přesahujících hranice zemí.

Druhým velmi podstatným faktorem u přeshraniční (mezistátní) realizace projektu je zharmonizování všech plánovaných prací. To se týká především aplikovaných metod od výběru stanoviště přes odběry vzorků a jejich analytické zpracování, až k vyhodnocení získaných výsledků, mnohdy podle naprosto rozdílných kritérií hodnocení.

Realizace projektu probíhala ve třech etapách: i) 6 měsíců metodické a přípravné práce; ii) 24 měsíců terénní a laboratorní práce; iii) 5 měsíců vyhodnocovací a prezentační aktivity. Výsledkem projektu jsou rozsáhlé soubory dat a informace o tehdejší přirozeném zatížení česko-bavorského pohraničí širokou škálou rizikových prvků a rizikových látek, které je možné vyhodnocovat a porovnávat jak jednotlivě, tak i mezi oběma sousedními státy. Současně byla tímto projektem Česká republika zapojena do mezinárodní evropské monitorovací sítě.

**ZUSAMMENFASSUNG**

Im Rahmen der Gemeinschaftsinitiativen INTERREG IIIA wurde das Projekt „**Gefahrstoffe im Boden in Bezug auf die Umwelt – Grenzüberschreitende Grundlagen des Bodenschutzes (Bayern – Tschechien)**“ im Zeitraum vom 1. Januar 2006 bis 30. November 2008 unterstützt durch die Strukturfonds der EU durchgeführt. Ziel des Projektes war die Charakterisierung der natürlichen Belastung von Böden mit Schadstoffen im tschechisch-



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

bayerischen Grenzgebiet. Gemeinsame tschechisch-bayerische Forschungsaktivitäten wurden so aufgebaut, dass die erzielten Ergebnisse über die tschechisch-bayerische Grenze hinaus vergleichbar sind.

Auf tschechischer Seite wurde entlang der tschechisch-bayerischen Grenze ein 8 x 8 km großes Überwachungsnetz bis in eine Tiefe von ca. 50 km angelegt. Dies ist eine Fortführung des zuvor aufgebauten Überwachungsnetzes in Bayern auf tschechischer Gebiet, das im Rahmen des europäischen Teilprogramms „Wissenschaftliche Grundlagen zur Anwendung des Bodenschutzrechts“ (Bayerisches Projekt GRABEN) durchgeführt wurde. In der Praxis bedeutete dies die Abgrenzung und Existenz von 278 Überwachungsstationen in der Tschechischen Republik. Damit wurde die erste wichtige Grundlage für eine geostatische Auswertung der gewonnenen Ergebnisse über Ländergrenzen hinweg geschaffen.

Der zweite sehr wichtige Faktor bei der grenzüberschreitenden (zwischenstaatlichen) Durchführung des Projekts ist die Harmonisierung aller geplanten Arbeiten. Dies gilt insbesondere für die angewandten Methoden von der Standortwahl über die Probenahme und analytische Aufbereitung bis hin zur Auswertung der gewonnenen Ergebnisse, die in beiden Ländern oft nach ganz anderen Bewertungskriterien stattfindet.

Die Durchführung des Projekts erfolgte in drei Phasen: i) 6 Monate methodische und vorbereitende Arbeit; (ii) 24 Monate Feld- und Laborarbeit; iii) 5 Monate Bewertungs- und Präsentationsaktivitäten. Aus dem Projekt resultieren umfangreiche Datensätze und Informationen zur damaligen natürlichen Belastung des tschechisch-bayerischen Grenzlandes mit einer Vielzahl von Gefahrelementen und Gefahrstoffen, die sowohl einzeln als auch zwischen den beiden Nachbarstaaten ausgewertet und verglichen werden können. Gleichzeitig war Tschechien mit diesem Projekt in das internationale europäische Überwachungsnetz eingebunden.



**Evropská unie**  
**Europäische Union**  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## Nová strategie EU pro půdu 2030 a návrh zákona pro zdravé půdy Neue EU-Bodenstrategie 2030 und Gesetzentwurf für gesunde Böden

*New EU Soil Strategy 2030 and Soil Health Law Proposal*

**Milan SÁŇKA**

*Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí RECETOX - Masaryk-Universität, Fakultät für Naturwissenschaften, RECETOX - Zentrum für die Erforschung toxischer Substanzen in der Umwelt*

**Klíčová slova:** půda, legislativa, politika ochrany půdy, EU

**Schlüsselwörter:** Boden, Legislative, Bodenschutzpolitik, EU

**Key words:** soil, legislation, soil protection policy, EU

### ABSTRAKT

V roce 2021 v orgánech Evropské unie významně zesílily aktivity na ochranu půdy, jako reakce na stále se zhoršující stav půdního fondu. Tyto aktivity byly též vyvolány a podporovány mnoha oficiálními evropskými institucemi, ale i výzkumnými ústavy a NGO. Impulzem bylo i přijetí EU Strategie biodiverzity 2030, která ve svých závěrech prohlašuje nutnost aktualizace Strategie ochrany půdy EU. Výsledkem bylo vyhlášení iniciativy „Nová strategie ochrany půdy – zdravé půdy pro zdravý život“ a následně přijetí několika základních dokumentů, které v konečné fázi mají směřovat k přijetí zákona na ochranu půdy v EU.

Jedná se zejména o tyto dokumenty:

- Roadmap pro ochranu půdy – zdůvodnění práce na přípravě nového dokumentu a výzva k podávání připomínek
- Strategie ochrany půdy EU 2030 – aktualizace strategie ochrany půdy EU 2006
- Poziční dokument – zdůvodnění prací na přípravě zákona o ochraně půdy, zdůraznění hlavních důvodů ze strategie 2030
- Call for Evidence – veřejná výzva k podávání podnětů pro přípravu Směrnice na ochranu půdy (Soil law)

Poziční dokument uvádí, že přijetí evropského zákona o zdraví půdy je naléhavou potřebou pro to, aby se zabránilo postupující degradaci půdy, a to vytvořením souboru regulačních nástrojů a pák, které by řídily chování hospodářských, sociálních a institucionálních subjektů a podporovaly jejich rozhodnutí v souladu s cílem zachovat biologickou rozmanitost, zabezpečení potravin, přirozené způsoby sekvence uhlíku, zdraví občanů a kvalita a bezpečnost produkce potravin, které závisí na půdě. Je rovněž nezbytné vytvořit rovné podmínky pro podniky v transakcích týkajících se využívání půdy, které může ovlivnit schopnost půdy poskytovat ekosystémové služby.

Jedním z klíčových bodů je vývoj a přijetí nástroje s pracovním názvem „index zdravotního stavu půdy“ který by byl použit při každé transakci s pozemky. Při respektování komerčního oceňování půdy, by byl současně oceňován její „zdravotní stav“ a plnění ekologických funkcí. Tento nástroj by byl současně podnětem pro posílení úsilí vlastníků v oblasti péče o půdu.

Zvláštní kapitola zákona by se měla věnovat ochraně neporušených půd, jako jsou lesy, bažiny, mokřady nebo pastviny. Tyto půdy obsahují největší kontinentální zásobu organického uhlíku a obsahují nejvýznamnější úložiště suchozemské biodiverzity.



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Ve vazbě na cíle strategie Zelené dohody bude zákon směřovat k omezení používání hnojiv a chemikálií v zemědělství, zvětšení plochy pro ekologické zemědělství, k obnově přírodních stanovišť ve venkovských oblastech, rekultivaci a regeneraci půdy degradovaných, nebo kontaminovaných míst.

Velkou výzvou je uchopení problému plošné ochrany půdy. Předpokládá se přijetí „nulového čistého záboru půdy do roku 2050“ zavedením závazné časové osy, včetně krátkodobých a střednědobých milníků a cílů pro opětovné využití městských oblastí.

Na základě výzvy „Call for evidence“ zpracovala Česká pedologická společnost návrh základních problémových okruhů, které by měly být obsaženy v připravovaném zákonu:

#### 1. Hospodaření s vodou a systém udržitelného hospodaření na půdě:

- Principy ochrany půdy před působením degradačních faktorů eroze, zhutnění, ztráty organické hmoty.
- Principy ochrany půdy s cílem zabezpečení plnění jejich ekologických funkcí, zejména funkce vodohospodářské, funkce zásobárny uhlíku (sekvestrace) a funkce zdroje biodiverzity.
- Zohlednění uvedených principů v ekonomických nástrojích - provázání se systémem CAP – posílení podpor pro způsoby hospodaření, které zabraňují působení degradačních faktorů (současně snížení podpor na plochu).

#### 2. Zábory půdy, zejména zábory ZPF:

Na úrovni každého členského státu zavést legislativní předpis pro omezení záborů s cílem dosáhnout nulový čistý zábor do roku 2050. Zavedení restrikcí pro snížení záborů kvalitních půd (vypracování kritérií pro hodnocení kvality půd z hlediska produkčního i ekologického).

#### 3. Kontaminace půdy

Na úrovni EU vypracovat společné postupy pro:

- Inventarizaci kontaminovaných míst
- Základní hodnocení úrovně kontaminace (systém základních limitů podle způsobu využití půd)
- Hodnocení zdravotních a ekosystémových rizik
- Hodnocení, provádění a financování remediačních opatření

#### 4. Degradace půdy

Na úrovni EU vypracovat společné postupy pro:

- Inventarizaci degradovaných půd
- Základní indikátory hodnocení kvality půdy a stupně degradace
- Hodnocení ekonomických a ekologických rizik při vysoké degradaci půd
- Doporučení k provádění agrotechnických a remediačních opatření

Principiálně – na úrovni EU pro půdu zavést stejnou legislativní úroveň, jakou má ovzduší, voda a biota

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Jahr 2021 wurden die Bodenschutzaktivitäten in den Institutionen der Europäischen Union als Reaktion auf den sich verschlechternden Zustand des Bodens deutlich intensiviert. Diese Aktivitäten wurden ausgelöst und unterstützt von vielen offiziellen europäischen Institutionen, aber auch von Forschungsinstituten und NGOs. Ein Anstoß war auch die

Verabschiedung der EU-Biodiversitätsstrategie 2030, die in ihren Schlussfolgerungen die Notwendigkeit einer Fortschreibung der EU-Bodenschutzstrategie erklärt. Das Ergebnis war die Ankündigung der Initiative „Eine neue Strategie für den Bodenschutz – Gesunde Böden für ein gesundes Leben“ und die anschließende Verabschiedung mehrerer Grundlagendokumente, die letztendlich zur Verabschiedung eines Gesetzes zum Bodenschutz in der EU führen sollten.

Dies sind vor allem folgende Dokumente:

- Fahrplan für den Bodenschutz – Begründung der Arbeiten zur Erstellung eines neuen Dokuments und Aufforderung zur Stellungnahme
- EU-Bodenschutzstrategie 2030 – Aktualisierung der EU-Bodenschutzstrategie 2006
- Positionspapier – Begründung der Arbeiten zur Vorbereitung des Bodenschutzgesetzes, Hervorhebung der wesentlichen Gründe aus der Strategie 2030
- Call for Evidence – öffentlicher Aufruf zur Einreichung von Vorschlägen für die Ausarbeitung des Bodenschutzgesetzes (Soil protection law)

Das Positionspapier stellt fest, dass die Verabschiedung eines europäischen Gesetzes zur Bodengesundheit eine dringende Notwendigkeit ist, um eine fortschreitende Bodendegradation zu verhindern, indem eine Reihe von Regulierungsinstrumenten und Hebeln geschaffen werden, um das Verhalten wirtschaftlicher, sozialer und institutioneller Akteure zu steuern und ihre Entscheidungen zur Erhaltung der Biodiversität, der Ernährungssicherheit, der natürlichen Kohlenstoffbindung, öffentlichen Gesundheit und bodenabhängigen Qualität und Sicherheit der Lebensmittelproduktion zu unterstützen. Es ist auch notwendig, gleiche Wettbewerbsbedingungen für Unternehmen bei Landnutzungsstransaktionen zu schaffen, da diese die Ökosystemleistungen von Landflächen beeinträchtigen können.

Einer der Kernpunkte ist die Entwicklung und Einführung eines Instruments mit dem Arbeitstitel „Bodengesundheitsindex“, das bei jeder Landtransaktion zum Einsatz kommen würde. Unter Wahrung der kaufmännischen Bewertung von Grundstücken würden gleichzeitig der „Gesundheitszustand“ und die Erfüllung ökologischer Funktionen bewertet. Gleichzeitig würde dieses Instrument einen Anreiz bieten, die Bemühungen der Grundeigentümer im Bereich der Landbewirtschaftung zu verstärken.

Ein besonderes Kapitel des Gesetzes soll sich mit dem Schutz intakter Böden z.B. in Wäldern, Sumpf- und Feuchtgebieten oder Weiden befassen. Diese Böden enthalten die größten kontinentalen Vorräte an organischem Kohlenstoff und außerdem die wichtigsten Speicher terrestrischer Biodiversität.

Im Zusammenhang mit den Zielen der Green Agreement-Strategie wird das Gesetz darauf abzielen, den Einsatz von Düngemitteln und Chemikalien in der Landwirtschaft zu begrenzen, die Fläche für den ökologischen Landbau zu vergrößern, natürliche Lebensräume in ländlichen Gebieten wiederherzustellen und Rekultivierung und Regenerierung degradierte oder kontaminierte Flächen zu regenerieren und rekultivieren.

Die große Herausforderung besteht darin, das Problem des Bodenschutzes zu erfassen. Die Einführung einer „Null-Netto-Landinanspruchnahme bis 2050“ wird durch die Einführung eines verbindlichen Zeitplans, einschließlich kurz- und mittelfristiger Meilensteine und Ziele für die Wiederverwendung städtischer Gebiete untersetzt.

Die Tschechische Gesellschaft für Bodenkunde hat Grundlage des Aufrufs „Call for Evidence“ einen Vorschlag zu grundlegenden Problembereichen ausgearbeitet, die in den Gesetzentwurf aufgenommen werden sollten:

1. Wassermanagement und nachhaltiges Landmanagementsystem:

- Grundsätze des Bodenschutzes gegen die Auswirkungen von Bodenerosion, Verdichtung, Verlust organischer Substanz.
- Grundsätze des Bodenschutzes, um die Erfüllung der ökologischen Funktionen von Böden sicherzustellen, insbesondere die Funktionen der Wasserwirtschaft, die Funktion der Kohlenstoffspeicherung (Sequestrierung) und die Funktion der Biodiversitätsressourcen.
- Berücksichtigung der oben genannten Grundsätze in wirtschaftlichen Instrumenten – Verknüpfung mit dem GAP-System – Stärkung der Förderung von Bewirtschaftungsmethoden, die die Wirkung von Bodendegradation verhindern (bei gleichzeitiger Reduzierung der Flächenförderung).

2. Landinanspruchnahme, insbesondere ZPF-Inanspruchnahme:

Einführung von Rechtsvorschriften auf Ebene der einzelnen Mitgliedstaaten zur Begrenzung der Landinanspruchnahme, um bis 2050 eine Nettoinanspruchnahme von null zu erreichen. Einführung von Beschränkungen zur Verringerung der Inanspruchnahme von Qualitätsböden (Entwicklung von Kriterien zur Bewertung der Bodenqualität aus Produktions- und Umweltstandpunkten).

3. Bodenkontamination

Entwicklung gemeinsamer Verfahren auf EU-Ebene für:

- Bestandsaufnahme der kontaminierten Standorte
- Grundlegende Einschätzung des Belastungsgrades (Grenzwerte je nach Art der Landnutzung)
- Gesundheits- und Ökosystemrisikobewertung
- Bewertung, Durchführung und Finanzierung von Sanierungsmaßnahmen

4. Bodendegradation

Entwicklung gemeinsamer Verfahren auf EU-Ebene für:

- Bestandsaufnahme von degradierten Böden
- Grundindikatoren für die Bewertung der Bodenqualität und den Verschlechterungsgrad
- Bewertung ökonomischer und ökologischer Risiken bei hoher Bodendegradation
- Empfehlungen zur Umsetzung agrartechnischer und Sanierungsmaßnahmen

Grundsätzlich - Einführung der gleichen rechtlichen Ebene für Boden wie für die Luft, Wasser und Biota auf EU-Ebene.



## Zemědělská výroba při měnících se podmínkách klimatu Die Bedeutung der Pflanzenernährung bei sich ändernden Klimabedingungen

*The Agriculture production under changing climate conditions*

Tomáš LOŠÁK<sup>1)</sup>, Jakub ELBL<sup>2)</sup>, Antonín KINTL<sup>3)</sup>, Ladislav VARGA<sup>4)</sup>,  
Ladislav DUCSAY<sup>4)</sup>, Pavel ČERMÁK<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů, FRRMS, Mendelova univerzita v Brně

<sup>2)</sup>Ústav agrosystémů a bioklimatologie, AF, Mendelova univerzita v Brně

<sup>3)</sup>Zemědělský výzkum, s. r. o., Troubsko

<sup>4)</sup>Ústav agronomických věd, FAPZ, SPU v Nitre

<sup>5)</sup>Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha-Ruzyně

**Klíčová slova:** klimatická změna, stres rostlin, sucho, výživa rostlin, hnojení

**Schlüsselwörter:** Klimawandel, Pflanzenstress, Trockenheit, Pflanzenernährung, Düngung

**Key words:** climate change, plant stress, drought, plant nutrition, fertilization

### ABSTRAKT

Změny klimatu jsou nepopiratelnou součástí našich životů, přičemž zásadně ovlivňují oblast zemědělství a to jak rostlinnou výrobu, tak i živočišnou výrobu. Prakticky se projevují různými způsoby, přičemž některé z nich působí rizikově na půdu a stresově na růst a vývoj rostlin. Snižuje se účinnost výživářsko-hnojařských opatření a tím úroveň výnosu i jeho kvality. Harmonická výživa a hnojení přitom může významně přispět k vyšší odolnosti rostlin vůči řadě stresů, jako je intenzivní sluneční radiace, vysoká teplota nebo dominující fenomén již současnosti – zemědělské sucho. Racionální organo-minerální hnojení snižuje potřebu vody na tvorbu sušiny (transpirační koeficient). Vápník a fosfor přispívají k rozvoji kořenového systému a tím většímu příjmu vody a v ní rozpuštěných živin. Draslík a hořčík snižují u rostlin stres ze sucha. Deficit srážek ovšem významně snižuje účinnost využití živin z hnojiv, zejména z tuhých. Proto se kromě půdní aplikace bude v obdobích sucha významněji uplatňovat i mimokořenová (foliární) aplikace hnojiv formou postřiku nízkoprocentními roztoky na nadzemní části polních i zahradních plodin. Okamžité zapravení minerálních i organických hnojiv do půdy významně přispívá k omezení ztrát dusíku, stejně jako acidifikace tekutých organických hnojiv jako je kejda či digestát (Green Deal). Dostatek primární organické hmoty v půdě je důležitý pro procesy mineralizace i humifikace a tím pro udržení půdní úrodnosti i retence vody v půdě. S aplikací statkových a organických hnojiv je však spojeno také riziko vstupu nežádoucích látek do půdy (např. zvýšené obsahy zinku v tekutých statkových hnojivech – kejdě, či zvýšené obsahy některých rizikových prvků v kompostech).

V současné době je velmi složitá situace z pohledu (ne)dostatku některých minerálních hnojiv a jejich vysoké ceny (zejména dusíkatých – cena plynu). Proto je velmi důležitá také korekce dávek podle diagnostických metod výživného stavu rostlin a zásoby dusíku v půdě ( $N_{\min.}$ ), jako opatření proti přehnojení či nedohnojení. To má svoje pozitivní ekonomické i environmentální dopady.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Klimawandel ist ein unbestreitbarer Teil unseres Lebens und hat erhebliche Auswirkungen auf die Landwirtschaft, sowohl auf die Pflanzenproduktion als auch auf die Viehzucht. Sie manifestieren sich praktisch auf verschiedene Weise, von denen einige ein Risiko für den Boden und eine Belastung für Pflanzenwachstum und -entwicklung darstellen. Die Wirksamkeit von Ernährungs- und Düngemaßnahmen und damit das Ertragsniveau und dessen Qualität werden reduziert. Gleichzeitig kann eine harmonische Ernährung und Düngung wesentlich zu einer höheren Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegenüber einer Reihe von Belastungen beitragen, wie etwa intensiver Sonneneinstrahlung, hohen Temperaturen oder dem bereits vorherrschenden Phänomen – der Trockenheit landwirtschaftlich genutzter Böden. Eine rationelle organisch-mineralische Düngung reduziert den Wasserbedarf zur Bildung der Trockenmasse (Transpirationskoeffizient). Calcium und Phosphor tragen zum Aufbau des Wurzelsystems und damit zu einer höheren Aufnahme von Wasser und darin gelöster Nährstoffe bei. Kalium und Magnesium reduzieren Trockenstress bei Pflanzen. Niederschlagsmangel verringert jedoch die Effizienz der Nährstoffverwertung aus Düngemitteln, insbesondere festen Düngemitteln, erheblich. Daher wird in Dürreperioden zusätzlich zur Bodenanwendung die wurzelnahe (Blatt-)Anwendung von Düngemitteln durch Sprühen von niedrigprozentigen Lösungen auf die oberirdischen Teile von Feld- und Gartenkulturen in größerem Umfang angewendet. Die sofortige Einarbeitung von mineralischen und organischen Düngemitteln in den Boden trägt wesentlich zur Reduzierung von Stickstoffverlusten bei, ebenso wie die Versäuerung von flüssigen organischen Düngemitteln wie Gülle oder Gärresten (Green Deal). Ausreichende primäre organische Substanz im Boden ist wichtig für die Prozesse der Mineralisierung und Humifizierung und damit für die Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Wasserspeicherung im Boden. Die Ausbringung von Vieh- und organischen Düngemitteln ist jedoch auch mit dem Risiko verbunden, dass unerwünschte Stoffe in den Boden gelangen (z. B. erhöhte Zinkgehalte in flüssigen Viehdüngern – Gülle oder erhöhte Gehalte einiger Risikoelemente in Komposten).

Derzeit ist die Situation in Bezug auf Mangel an einigen Mineraldüngern und ihre hohen Preise (insbesondere Stickstoff - der Gaspreis) sehr kompliziert. Daher ist es auch sehr wichtig, die Dosierungen nach diagnostischen Methoden des Pflanzenernährungszustands und der Stickstoffreserven im Boden (Nmin.) zu korrigieren, als Maßnahme gegen Überdüngung oder Unterdüngung. Dies hat seine positiven wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen.

### *Acknowledgments*

*Některé výsledky v této publikaci byly podpořeny v rámci Operačního programu Integrovaná infrastruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.*

### *Danksagungen*

*Einige Ergebnisse in dieser Veröffentlichung wurden im Rahmen des Operationellen Programms Integrierte Infrastruktur für das Projekt: Bedarfsorientierte Forschung für nachhaltige und innovative Lebensmittel, Drive4SIFood 313011V336, kofinanziert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung, unterstützt.*





## **Mobilität von SO<sub>4</sub>, Pb und Zn in sauren Waldböden in der tschechisch-bayerischen Grenzregion**

### **Mobilita SO<sub>4</sub>, Pb a Zn v kyselých lesních půdách v česko-bavorském příhraničí**

*Mobility of SO<sub>4</sub>, Pb, and Zn in acidic forest soils of the Czech-Bavarian border region*

**Edzard HANGEN and Thorsten SCHEEL**

*Bayerisches Landesamt für Umwelt; Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Schlüsselwörter:** Saure Waldböden, seequentielle Extraktion, Sulfat, Schwermetalle

**Key words:** Acidic forest soils, sequential extraction, sulfate, heavy metals

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Böden im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet sind nach wie vor von sauren Ablagerungen betroffen. Der Franken- und Oberpfälzer Wald sowie das Fichtelgebirge wirken als topographische Barrieren gegen ost-westlich gerichtete Immissionen. Waldbestände in höheren Lagen kammern erhebliche Mengen an SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> aus der Umgebungsluft aus. Dies führt dazu, dass über saurem Ausgangsmaterial Böden mit extrem niedrigen pH-Werten bis hinunter zu 3 anzutreffen sind. Um diese Problematik näher zu beleuchten, hat das Bayerische Landesamt für Umwelt detaillierte Untersuchungen in dieser Region durchgeführt. Bei 921 Bodenproben von 156 Standorten wurden Schwermetallgehalte (Wasserextrakt), Pufferkapazität (pH-stat), Nährstoffstatus (CEC-Kapazität) und Eisen (Fe<sub>ox</sub>/Fe<sub>dit</sub>) sowie Sulfatpools bestimmt.

Verschiedene Unterböden des östlichen Teils der Untersuchungsregion speicherten mehr als 500 mg/kg SO<sub>4</sub> und wiesen Schwermetallgehalte von bis zu 5 - 50 mg/kg As, 20 - 100 mg/kg Pb, 10 - 100 mg/kg Ni und 50 - 250 mg/kg Zn auf.

Um die säurebedingte Freisetzung von Sulfat und Schwermetallen aus dem Boden zu bewerten, wurde ihre Mobilität analysiert. Sulfat und Schwermetalle von 180 ausgewählten Bodenproben wurden mittels sequentieller Extraktion in 5 Mobilitätsklassen eingeteilt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es unter dem derzeitigen Depositionsregime nicht zu einer abrupten Freisetzung größerer Mengen an Sulfat und Schwermetallen kommt. Somit ist keine Beeinträchtigung der Qualität des Grund- und Oberflächenwassers zu erwarten.

#### **ABSTRACT**

Soils in the Czech-Bavarian border region are still affected by acidic deposition. Franconian and Upper Palatinate Forest as well as Fichtel Mountains act as topographical barriers towards east-west directed immissions. Forest stands at higher elevation comb out considerable amounts of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> out of the ambient air. Due to this, soils with extremely low pH-values down to 3 are encountered above acidic parent materials. To further elucidate this problem, the Bavarian Environment Agency carried out detailed investigations in this region. For 921 soil samples of 156 sites, heavy metal contents (water extract), buffer capacity (pH-stat), status of nutrients (CEC-capacity) and iron (Fe<sub>ox</sub>/Fe<sub>dit</sub>) as well as sulfate pools were determined.



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Various subsoils of the eastern part of the investigated region stored more than 500 mg/kg SO<sub>4</sub> and showed heavy metal contents of up to 5 – 50 mg/kg As, 20 – 100 mg/kg Pb, 10 – 100 mg/kg Ni, and 50 – 250 mg/kg Zn, respectively.

To evaluate the acid-induced release of sulfate and heavy metals from soil, their mobility was analysed. Sulfate and heavy metals of 180 selected soil samples were assigned to 5 classes of mobility using sequential extraction. Results suggest, that there is no abrupt release of higher amounts of sulfate and heavy metals under the current deposition regime. Thus, no impairment of the quality of ground- and surface water is to be expected.

#### *Danksagungen*

*Diese Untersuchung entstand im Rahmen des EU-Projekts „Auswirkung der Versauerung auf Böden und Gewässer“, das mit finanzieller Unterstützung des Programms, Ziel 3, Bayern-Tschechische Republik (2007-2013), INTERREG IV, durchgeführt wurde.*

#### *Acknowledgments*

*Tato studie byla provedena v rámci projektu EU "Vliv acidifikace na půdy a vodní útvary", který byl realizován s finanční podporou programu Cíl 3, Bavorsko - Česká republika (2007-2013), INTERREG IV.*



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **Monitoring a hodnocení půd v česko-bavorském příhraničí v posledních patnácti letech – projekty č. 75, 324, 146 a 322**

### **Bodenüberwachung und -bewertung im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet in den letzten fünfzehn Jahren - Projekte Nr. 75, 324, 146 und 322**

*Monitoring and evaluation of soils in the Czech-Bavarian borderland in the last fifteen years - projects No. 75, 324, 146 and 322*

**Eva KUNZOVÁ<sup>1)</sup>, Ladislav MENŠÍK<sup>1)</sup>, Pavel ČERMÁK<sup>1)</sup>, Lukáš HLISNIKOVSÝ<sup>1)</sup>,  
Edzard HANGEN<sup>2)</sup>, Bernd SCHILLING<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.; Praha - Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, v. v. i., Praha-Ruzyně - Crop Research Institute; Prague*

<sup>2)</sup>*Bayerisches Landesamt für Umwelt, Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Schlüsselwörter:** natürliche Umwelt, Boden, Probenahme, Messmethoden, Schwermetalle, kritische Belastungen, tschechisch-bayerische Forschungszusammenarbeit

**Klíčová slova:** přírodní prostředí, půda, odběr vzorků, metody měření, rizikové prvky a látky, kritické zátěže, česko-bavorská výzkumná spolupráce

**Key words:** natural environment, soil, sampling, measurement methods, risk elements and substances, critical loads, Czech-Bavarian research cooperation

#### **ABSTRAKT**

Řetězec pohoří, tvořený Českým lesem, Šumavou, Smrčínami a Krušnými horami, představuje velký, relativně jednotně stavěný a podobně využívaný přírodní prostor. Hranice SRN (resp. Svobodného státu Bavorsko) s Českou republikou rozděluje tento jednotný prostor do dvou jednotek (politických, národnostních apod.), takže se až donedávna prováděné výzkumné programy omezovaly vždy jen na území příslušného státu. Ve sjednocené Evropě je důležité, aby se problémy týkající se přírodního (životního) prostředí řešily bez ohledu na hranice a ve vzájemné spolupráci.

Cílem příspěvku bude přestavit minulou, současnou a budoucí přeshraniční spolupráci zaměřenou na monitoring a hodnocení půd, vývoj nových metod sledování kvalitativních parametrů půdy apod. v česko-bavorském příhraničí v posledních patnácti letech.

Od roku 1999 byla navázána odborná spolupráce mezi Bavorským zemským geologickým úřadem (GLA) - později Landesamt für Umwelt (LfU) a Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) v České republice, na kterou dále navázal v roce 2009 Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně (VÚRV). Od 1. ledna 2006 se začal v rámci iniciativ společenství INTERREG IIIA realizovat projekt „Rizikové látky v půdě ve vztahu k životnímu prostředí – přeshraniční základy ochrany půdy (Bavorsko – Česká republika)“. Cílem projektu bylo charakterizovat přirozené přírodní zatížení půdy škodlivými látkami v česko-bavorském hraničním prostoru. Na výsledky prvního projektu navázal druhý projekt příhraniční spolupráce „Důsledky okyselení na půdu a vodní zdroje“, řešený v rámci programu „Cíl 3“ v období 2009–2012. Cílem bylo stanovení kritických zátěží vybraných rizikových prvků a látek v zájmovém území. Na výsledky druhého projektu navázal v období 2013–2015 projekt s názvem „Kontaminanty v životním prostředí řeky Eger-Ohře“ který zmapoval, do jaké míry je zájmové území ekologicky čisté, co se týče zátěže vybranými

rizikovými prvky a látkami, které se dostávají do životního prostředí různou antropogenní činností. V období 2018 až 2020 pokračovala přeshraniční spolupráce v projektu s názvem „*Výskyt rizikových prvků a látek v nivních půdách na historických územích těžby rud ve východním Bavorsku a v České republice*“. Cílem řešeného projektu byl (1) systematický monitoring výskytu rizikových prvků a látek v nivních půdách na historických územích těžby rud v zájmovém území v povodí řek Mže, Otavy a Wondreb-Odrava; (2) vývoj, ověření a validaci nové metody pro stanovení rizikových prvků a látek mobilním XRF přístrojem (rentgen-fluorescenčním analyzátozem). Na projekt, který skončil v roce 2020 plynule navázal nový aktuálně řešený projekt s názvem „*Rychlé a přesné stanovení obsahu uhlíku, dusíku a rizikových prvků v půdě pomocí techniky NIRS*“. Cílem současného projektu je vyvinout a ověřit (validovat) kalibrační rovnice pro měření obsahu uhlíku, dusíku a rizikových prvků v půdě pomocí blízké infračervené spektroskopie (NIRS) v České republice a ve východním Bavorsku. Měření prostřednictvím NIRS bude alternativou k současným standardním laboratorním metodám používaných v monitoringu přírodního prostředí, resp. zemědělské praxi. Jedná se o metodu, která je na výrazném vzestupu a má reálné předpoklady se prosadit v precizním zemědělství (Zemědělství 4.0) zejména s ohledem na rychlost stanovení, přesnost, ekologickou nezávadnost a nízkou cenou rozboru.

Výsledky řešení všech uvedených projektů mohly vzniknout jenom díky dlouhodobé spolupráci česko-bavorských partnerů v oblasti ochrany životního prostředí. Realizovaný přeshraniční výzkum v zájmových územích (např. povodí řek Mže, Wondreb-Odrava, Otava, Eger-Ohře aj.) umožnil další významný rozvoj česko-bavorské výzkumné spolupráce.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die aus Böhmerwald, Fichtelgebirge und Erzgebirge gebildete Region stellt einen großen, relativ einheitlich bebauten und gleichartig genutzten Naturraum dar. Die Grenze zwischen Deutschland (bzw. dem Freistaat Bayern) und der Tschechischen Republik teilt diesen einheitlichen Raum in zwei Einheiten, so dass die durchgeführten Forschungsprogramme bis vor kurzem immer auf das jeweilige Staatsgebiet beschränkt waren. In einem vereinten Europa ist es jedoch wichtig, dass die Umweltprobleme grenzüberschreitend und in Zusammenarbeit miteinander behandelt werden.

Ziel des Beitrags ist es, die vergangene und aktuelle grenzüberschreitende Zusammenarbeit mit Schwerpunkt auf Bodenmonitoring und -bewertung, Entwicklung neuer Methoden zur Bestimmung von Bodenqualitätsparametern an der tschechisch-bayerischen Grenze in den letzten fünfzehn Jahren vorzustellen.

Seit 1999 besteht eine fachliche Zusammenarbeit zwischen dem Bayerischen Geologischen Landesamt (GLA), später Landesamt für Umwelt (LfU), und der Zentralen Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Prüfungsanstalt (ÚKZÚZ) in Tschechien, die seit 2009 vom Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, v.v.i. Prag-Ruzyně (VÚRV) fortgesetzt wurde. Zum 1. Januar 2006 startete die Gemeinschaftsinitiative INTERREG IIIA das Projekt „*Umweltgefährdung im Land – Grenzüberschreitende Grundlagen des Bodenschutzes (Bayern – Tschechien)*“. Ziel des Projektes war die Charakterisierung der natürlichen Belastung von Böden mit Schadstoffen im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet.

Auf die Ergebnisse des ersten Projekts folgte das zweite grenzüberschreitende Kooperationsprojekt „*Folgen der Versauerung auf Boden- und Wasserressourcen*“, das im Rahmen des „Ziel 3“- Programms im Zeitraum 2009-2012 behandelt wurde. Ziel war die

Ermittlung kritischer Bodenbelastungen durch ausgewählte Schwermetalle und Stoffe im Interessengebiet. Diesem zweiten Projekt folgte 2013-2015 ein Projekt mit dem Titel „Schadstoffe in der Eger-Ohře“. Hier wurde der ökologische Zustand im Auenbereich hinsichtlich der Exposition gegenüber ausgewählten Schwermetallen und Stoffen, die durch verschiedene anthropogene Aktivitäten in die Umwelt gelangen, kartografisch dargestellt. Im Zeitraum 2018 bis 2020 wurde die grenzüberschreitende Zusammenarbeit im Projekt „Vorkommen gefährlicher Elemente und Stoffe in Auenböden in den historischen Erzabbaugebieten Ostbayerns und Tschechiens“ fortgesetzt. Das Ziel dieses Projekts war (1) die systematische Überwachung des Vorkommens von Schwermetallen und Stoffen in Auenböden historischer Erzbergbaugebiete in den Einzugsgebieten der Flüsse Mže, Otava und Wondreb-Odrava; (2) Entwicklung und Verifizierung einer neuen Methode zur Bestimmung von Schwermetallen durch ein mobiles XRF-Instrument (Röntgenfluoreszenz-Analysator). An das im Jahr 2020 abgeschlossene Projekt schloss sich nahtlos ein neues Projekt mit dem Titel „Schnelle und genaue Bestimmung des Gehalts an Kohlenstoff, Stickstoff und Risikoelementen im Boden mit dem NIRS-Verfahren“ an, das derzeit bearbeitet wird. Ziel des aktuellen Projekts ist die Entwicklung und Verifizierung von Kalibriergleichungen zur Messung des Gehalts an Kohlenstoff, Stickstoff und Schwermetallen im Boden mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) in Tschechien und Ostbayern. Die Messung mittels NIRS wird eine Alternative zu aktuellen Standard-Labormethoden sein, die zur Überwachung der natürlichen Umwelt, bzw. in der landwirtschaftlichen Praxis, verwendet werden. Dies ist eine Methode, die auf dem Vormarsch ist und realistische Perspektiven für die Präzisionslandwirtschaft (Landwirtschaft 4.0) hat, insbesondere im Hinblick auf Bestimmungsgeschwindigkeit, Genauigkeit, Umweltfreundlichkeit und geringen Analyseaufwand.

Die Ergebnisse all dieser Projekte konnten nur dank der langjährigen Zusammenarbeit der tschechischen und bayerischen Partner im Bereich Bodenschutz erzielt werden. Die durchgeführte grenzüberschreitende Forschung in Interessengebieten (z.B. in den Einzugsgebieten der Flüsse Mže, Wondreb-Odrava, Otava, Eger-Ohře) ermöglichte eine weitere bedeutende Entwicklung der tschechisch-bayerischen Forschungszusammenarbeit.

#### *Poděkování*

*Príspevek vznikl za podpory řešení projektů MMR ČR: č. 75 „Důsledky okyselení na půdu a vodní zdroje“; č. 324 „Kontaminanty v životním prostředí řeky Eger-Ohře“; č. 146 „Výskyt rizikových prvků a látek v nivních půdách na historických územích těžby rud ve východním Bavorsku a v České republice“ a č. 322: „Rychlé a přesné stanovení obsahu uhlíku, dusíku a rizikových prvků v půdách pomocí techniky NIRS“ a dále projektu MZe RO-0418.*

#### *Danksagungen*

*Der Beitrag entstand mit Unterstützung von Projekten des Ministeriums für regionale Entwicklung der Tschechischen Republik: Nr. 75 „Folgen der Versauerung auf Boden und Wasserressourcen“; Nr. 324 „Schadstoffe in der Umgebung des Flusses Eger-Ohře“; Nr. 146 „Vorkommen gefährlicher Elemente und Stoffe in Auenböden in den historischen Erzabbaugebieten Ostbayerns und Tschechiens“ und Nr. 322: „Schnelle und genaue Bestimmung von Kohlenstoff, Stickstoff und gefährlichen Elementen im Boden mittels NIRS-Verfahren“ und das Projekt MZe RO-0418.*



## **Wasserversorgung, Grundwasserschutz und Klimawandel** **Zásobování vodou, ochrana podzemních vod a změna klimatu**

*Water supply, groundwater protection and climate change*

**Tobias ZUBER**

*Bayerisches Landesamt für Umwelt; Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Schlüsselwörter:** Versorgungssicherheit, Trinkwasser

**Key words:** Security of supply, drinking water

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Der fortschreitende Klimawandel hat auch in Bayern zur Folge, dass sich längere Trockenphasen einstellen, die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt haben. Rückläufige Raten der Grundwasserneubildung können in manchen Gebieten dazu führen, dass die Wasserversorgung beeinträchtigt wird. Die Bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung unternimmt in verschiedenster Weise Anstrengungen, um den Schutz des Grundwassers als wichtigste Grundlage für die Trinkwassergewinnung zu gewährleisten, die Versorgungssicherheit mit Trinkwasser zu erhöhen und die Bevölkerung über die Wichtigkeit dieser Themen zu informieren. Durch die Erstellung sog. „Wasserversorgungsbilanzen“ wird für jeden Regierungsbezirk auf Ebene der Wasserversorgungsanlage die aktuelle Versorgungssicherheit betrachtet. Bereiche mit eingeschränkter Versorgungssicherheit werden identifiziert und Maßnahmenempfehlungen zur Verbesserung der Situation werden ausgesprochen. Mit der „AKTION GRUNDWASSERSCHUTZ – Trinkwasser für Bayern“ sollen neben der interessierten Öffentlichkeit vor allem auch Schulkinder für das Thema Grundwasserschutz sensibilisiert werden. Kostenfreie Materialien werden hierfür allen bayerischen Schulen auf Nachfrage zur Verfügung gestellt.

### **ABSTRACT**

In Bavaria, as in other regions, progressive climate change is resulting in longer periods of drought, which have an impact on the water balance. Declining rates of groundwater recharge can lead to water supply being compromised in some areas. The Bavarian Water Management Administration is making efforts in a variety of ways to ensure the protection of groundwater as the most important basis for drinking water, to increase the security of supply with drinking water and to inform the population about the importance of these issues. By drawing up so-called "water supply balances", the current security of supply is considered for each government district at the supply plant level. Areas with limited supply security are identified and recommendations for measures to improve the situation are made. The "AKTION GRUNDWASSERSCHUTZ – Trinkwasser für Bayern" (Action for Groundwater Protection – Drinking Water for Bavaria) aims to raise awareness of the issue of groundwater protection not only among interested members of the public, but also among schoolchildren in particular. Free materials for this purpose are made available to all Bavarian schools on request.



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **35 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in der Landwirtschaft in Bayern - Entwicklungen der Schadstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten BDF 35 let dlouhodobého monitoringu na zemědělských půdách v Bavorsku – vývoj úrovně znečišťujících látek na zemědělsky využívaných půdách**

*35 years of soil monitoring on agricultural land in Bavaria - developments of soil pollutants*

**Titus EBERT**

*Bayerisches Landesamt für Landwirtschaft; Freising - Bavarian State Research Center for Agriculture; Freising*

**Schlüsselwörter:** Bodendauerbeobachtung, Bodenschadstoffe

**Key words:** soil monitoring, soil pollutants

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Aufgrund des Mitte der 1980er Jahre aufkommenden Bewusstseins für die Gefährdung von Böden, wurde von der Bundesregierung 1985 die Bodenschutzkonzeption verabschiedet. Daraufhin wurden auch in Bayern auf über 130 landwirtschaftlich genutzten Standorten Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) eingerichtet, mit dem Ziel, den Zustand der Böden als Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion zu erfassen und Veränderungen sowie deren Ursachen frühzeitig erkennen zu können.

Ein wichtiges Thema ist hierbei, die Schadstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Bayern für verschiedene Landschaftseinheiten und unterschiedliche Nutzungen sowie langfristige Veränderungen der Stoffgehalte in Ober- und Unterböden zu messen. Außerdem wurden Stoffeinträge und ihrer Veränderungen über die Zeit durch Dünger, Pflanzenbehandlungsmittel und aus der Luft bestimmt.

Seit 1985 werden auf praxisüblich bewirtschafteten Flächen in 10-jährigen Abständen Bodenproben gezogen. Die Bodenproben werden auf Gesamt- und pflanzenverfügbare Gehalte anorganischer und organischer Schadstoffe (Umweltchemikalien, Rückstände von Pflanzenbehandlungsmitteln) untersucht. Alle 6 Jahre werden auch Wirtschaftsdünger auf anorganische Stoffe untersucht und kontinuierlich die Immissionen anorganischer Schadstoffe sowie Kupfer- und Zinkspritzungen bei Sonderkulturen dokumentiert.

Die Gesamtgehalte anorganischer Schadstoffe in Ober- und Unterböden (4 Beprobungen bisher) lagen für die näher betrachteten Elemente überwiegend im Bereich der Hintergrundwerte für Bayern. Für die meisten Elemente und Nutzungen (Acker, Grünland, Sonderkulturen) haben sich die Gehalte im Beobachtungszeitraum nicht deutlich verändert. Auffällig waren jedoch Zunahmen des Kupfergehaltes auf Sonderkulturflächen (Hopfen, Obst, Wein).

Die Gehalte an Umweltchemikalien (PAK und PCB) in BDF-Oberböden sind gering und haben für PAK seit 1996 abgenommen. Die Rückstände an Pflanzenbehandlungsmitteln aus der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe ( $\gamma$ -Hexachlorhexan, Hexachlorbenzol und DDT) wiesen geringe Oberboden-Konzentrationen auf und haben seit Ersterhebung ebenfalls abgenommen.

Bei den untersuchten Wirtschaftsdüngern wies vor allem Schweinegülle hohe Kupfer- und Zink-Gehalte auf. Bei einer Düngung sind daher hohe Eintrags-Frachten möglich. Deren



**Europská unie**  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

zeitlicher Verlauf spiegelt gesetzliche Änderungen wie Verschärfungen der Futtermittel-Verordnung bzw. das Verbot von Fütterungsantibiotika wider.

Die Schadstoff-Depositionen aus der Luft (Immissionen) haben für die untersuchten Elemente abgenommen.

Durch Pflanzenbehandlungsmittel wurden besonders auf Hopfen-Flächen hohe Kupfer-einträge festgestellt. Trotz rückläufiger Aufwandmengen bleiben dort die Bodengehalte hoch.

## ABSTRACT

Due to the growing awareness of the endangerment of soils in the mid-1980s, the Federal Government of Germany passed the Soil Protection Conception in 1985. As a result, permanent soil monitoring areas (BDF) were set up at over 130 agricultural locations in Bavaria with the aim of recording the condition of soils as a basis for agricultural production and being able to identify changes and their causes at an early stage.

An important topic is to measure the contents of soil pollutants on agricultural land in Bavaria for different landscape units and different uses as well as long-term changes in the contents in top- and subsoils. In addition, substance inputs and their changes over time by fertilizers, pesticides and from the air were determined.

Since 1985, soil samples have been taken at 10-year intervals on commonly cultivated agricultural used land. The soil samples are examined for total and plant-available contents of inorganic and organic soil pollutants (typical environmental chemicals, residues of pesticides). Farm manure is also examined for inorganic substances every 6 years and immissions of inorganic pollutants as well as applications of copper and zinc on special crops (hops, orchard, vineyards) are continuously documented.

The total concentrations of inorganic pollutants in top- and subsoils (4 samples so far) for the considered elements were mainly in the range of the background values for Bavaria. For most elements and uses (arable land, grassland, special crops), the levels have not changed significantly during the observation period. However, significant increases in the copper contents of topsoils from special crop areas were observed.

The levels of environmental chemicals (PAHs and PCBs) in BDF topsoils are low and have been decreasing for PAHs since 1996. The residues of pesticides from the group of chlorinated hydrocarbons ( $\gamma$ -hexachlorohexane, hexachlorobenzene and DDT) showed low topsoil concentrations and have also decreased since the first examination.

Especially pig manure has high copper and zinc contents. Through fertilization, high inputs are likely. Their time course reflects legal amendments for example the tightening of the threshold values for forage or the ban on antibiotics in animal feed.

The deposits of the examined pollutants/chemical elements through the air (immissions) have decreased.

High levels of copper were found in fungicides, particularly on hop-growing BDF. Despite declining application rates, the soil concentrations remain high there.



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)



## **Moderní postupy měření parametrů kvality půdy (uhlík, dusík, rizikové prvky a živiny) pomocí XRF a NIRS technologií v česko-bavorském příhraničí**

### **Moderne Verfahren zur Messung von Bodenqualitätsparametern (Kohlenstoff, Stickstoff, Schwermetalle und Nährstoffe) mit XRF- und NIRS-Technologien im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet**

*Modern methods of measuring soil quality parameters (carbon, nitrogen, risk elements and nutrients) using XRF and NIRS technologies in the Czech-Bavarian borderland*

**Ladislav MENŠÍK<sup>1)</sup>, Lukáš HLISNIKOVSÝ<sup>1)</sup>, Eva KUNZOVÁ<sup>1)</sup>, Jana PLISKOVÁ<sup>1)</sup>, Pavel NERUŠIL<sup>1)</sup>, Edzard HANGEN<sup>2)</sup>, Bernd SCHILLING<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.; Praha - Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, v. v. i., Praha-Ruzyně - Crop Research Institute; Prague*

<sup>2)</sup>*Bayerisches Landesamt für Umwelt, Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Schlüsselwörter:** Röntgenfluoreszenz; Nahinfrarotspektroskopie, Bodeneigenschaften, Laborkontrolle

**Klíčová slova:** rentgenová fluorescence; blízká infračervená spektroskopie, půdní vlastnosti, laboratorní kontrola

**Key words:** X-ray fluorescence; near infrared spectroscopy, soil properties; laboratory analysis

#### **ABSTRAKT**

Moderní zemědělská praxe požaduje, aby parametry kvality půdy (např. pH, obsah uhlíku, dusíku, rizikových prvků, živin apod.) byly měřeny ve vysokém rozlišení a s vysokou přesností (potřeba charakterizovat prostorovou variabilitu). Proto je nezbytné analyzovat velké série vzorků půdy, což je časově náročné a velmi nákladné při použití klasických laboratorních metod analýzy půdy. Cílem současného výzkumu je nutné hledat nákladově efektivní, vhodné a spolehlivé přístupy (nové metody a postupy) s nižšími dopady na přírodní (životní) prostředí k analýze parametrů kvality půdy.

Cílem studie je představit nové poznatky o progresivních postupech stanovení (hodnocení) vybraných parametrů kvality půdy (např. uhlík, dusík, rizikové prvky a živiny) pomocí XRF (rentgenová fluorescence) a NIRS (blízká infračervená spektroskopie) technologií.

Výzkum moderních postupů měření parametrů kvality půdy probíhal v období 2013–2021 v česko-bavorském příhraničí v modelových povodích řek Eger-Ohře, Wondreb-Odrava, Mže, Otavy apod. Půdní vzorky byly odebírány z půdních zákopků, půdních sond z hloubek 0–30, 30–60 a 60–90 cm a to převážně v záplavových územích na půdním typu fluvizem. Půdní vzorky byly měřeny pomocí XRF přístroje NITONTM XL3t GOLDD+ (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA USA) a dále i disperzním spektrometrem FOSS NIRSystems 6500 instrument (Company NIRSystems, Inc., Silver Spring, USA). Laboratorní analýzy parametrů kvality půdy (pH, celkový obsah C, N, celkový obsah rizikových prvků /As, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn/ a přístupných živin /P, Mg, Ca, K/ byly provedeny standardními laboratorními metodami. Získaná data byla statisticky zpracována (výstavba lineárních regresních modelů regresním

tripletem, metoda částečných nejmenších čtverců /PLS/, modifikovaná metoda PLS apod.) pomocí softwaru (QC Expert 3.3 Pro /TriloByte Statistical Software Ltd., Pardubice, Česká republika/; NCSS 2019 Statistical Software /NCSS, LLC., Kaysville, UT, USA/; Statistica 14.0 /TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA/; OriginPro 2021 /OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA/; WinISI II /Infrasoft International, Inc., USA/).

Výsledky: 1) XRF technologie (povodí řek Mže, Otavy) – při měření v polních podmínkách (*in situ*) pomocí pXRF byla stanovena přesnost měření vyjádřená koeficienty determinace ( $R^2$ ) pro Pb (0,96), Zn (0,92), As (0,72), Mn (0,63), Cu (0,31) a Ni (0,01). Při měření v laboratorních podmínkách stanoveny ( $R^2$ ) pro Pb (0,99), Zn (0,98), Cu a Mn (shodně 0,89), As (0,88) a Ni (0,81). Vyšší závislost (těsnost vztahu) byla prokázána vždy při měření pXRF v laboratorních podmínkách oproti měření pXRF v polních podmínkách ve vztahu ke standardní laboratorní metodě. Měď (Cu), Mangan (Mn) a Arsen (As) mají horší závislost (těsnost vztahu), ale regresní modely mohou být běžně využitelné v zemědělské praxi, resp. sledování kvality přírodního /životního/ prostředí (monitoring znečištění); 2) NIRS technologie (povodí řek Eger-Ohře, Mže, Otava, Wondreb-Odrava): přesnost stanovení, vyjádřená hodnotou koeficientu determinace ( $R^2$ ) kalibračního souboru pro rizikové prvky (As, Cd, Pb, Zn), ale i obsah uhlíku a dusíku se pohybuje v rozmezí hodnot 0,75–0,96 (0,80–0,90 použitelné pro běžnou zemědělskou praxi; 0,90 a více excelentní). Kalibrační rovnice byly dále ověřeny na nezávislých validačních souborech. Dále byly provedeny první vývoje kalibračních rovnic pro pH a přístupné živiny pomocí techniky NIRS. První předběžné výsledky vypracovaných kalibračních rovnic pro pH a vybrané přístupné živiny /P, Mg, Ca a K/ ( $R^2 = 0,50$ – $0,80$  kalibračního souboru) v půdě pomocí NIRS technologie dávají naději, že v budoucnu po provedení rozsáhlého výzkumu a nezávislých validací bude možné zjišťovat (měřit) půdní reakci a obsah přístupných živin i pomocí NIRS technologií.

Moderní způsoby měření pomocí XRF a NIRS technologií mohou poskytovat vysoce kvalitní (dostatečně přesné) údaje o parametrech kvality půdy v zemědělských půdách v reálném čase (princip precizního zemědělství – efektivní, přesný a rychlý způsob měření), protože na základě zjištěných výsledků (viz výsledky) jsou představené technologie dostatečně přesné, pracovně bezpečné a nemají negativní vliv na přírodní (životní) prostředí (není spotřebováván žádný materiál a nevznikají žádné chemické odpady). Pro analýzu pomocí XRF, resp. NIRS je zapotřebí velmi malé množství vzorku půdy (cca 5–10 g). Přínosem obou moderních technologií (XRF, NIRS) je podstatné zvýšení efektivnosti a rychlosti prováděných exaktních rozborů ve smyslu naplnění praktických potřeb široké obce potenciálních uživatelů. Nadále se jedná o sekundární instrumentální metody, kde je o něco nižší přesnost ve srovnání s klasickou referenční (laboratorní) analýzou. Precizním regresním modelováním (použitím odpovídajících statistických jednorozměrných i vícerozměrných kalibrací) lze dosáhnout velmi kvalitních výsledků predikce parametrů kvality půdy.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die moderne landwirtschaftliche Praxis erfordert, dass Bodenqualitätsparameter (z.B. pH-Wert, Kohlenstoffgehalt, Stickstoff, Schwermetalle, Nährstoffe usw.) mit hoher Auflösung und hoher Genauigkeit gemessen werden um deren räumliche Variabilität zu kennzeichnen. Daher ist es notwendig, zahlreiche Bodenproben zu analysieren. Dies ist zeitaufwändig und sehr teuer, wenn herkömmliche Labormethoden der Bodenanalyse verwendet werden. Ziel der aktuellen Forschung ist die Suche nach kostengünstigen, geeigneten und zuverlässigen

Ansätzen, Methoden und Verfahren mit geringeren Auswirkungen auf die Umwelt zur Analyse von Bodenqualitätsparametern.

Ziel der Studie ist es, fortschrittliche Verfahren zur Bestimmung und Bewertung ausgewählter Bodenqualitätsparameter (z.B. Kohlenstoff, Stickstoff, Schwermetalle und Nährstoffe) unter Verwendung von XRF- (Röntgenfluoreszenz) und NIRS- (Nahinfrarot-Spektroskopie) Technologien vorzustellen.

Die Erforschung moderner Methoden zur Messung von Bodenqualitätsparametern fand im Zeitraum 2013-2021 im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet in den Flussgebieten der Eger-Ohře, Wondreb-Odrava, Mže und Otava statt, wo Bodenproben, aus 0–30, 30–60 und 60–90 cm Tiefe entnommen wurden. Die Bodenproben wurden unter Verwendung eines NITONTM XL3t GOLDD + XRF-Instruments (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) und eines FOSS NIRSystems 6500-Instrument-Dispersionsspektrometers (Firma NIRSystems, Inc., Silver Spring, USA) vermessen. Laboranalysen von Bodenqualitätsparametern (pH; Gesamtgehalte C und N; Königswassergehalte von As, Cu, Mn, Ni, Pb und Zn; und pflanzenverfügbare Nährstoffe P, Mg, Ca und K) wurden mit Standardlabormethoden durchgeführt. Die Daten wurden statistisch (lineare Regressionen mittels Regressionstriplett, Methode der partiellen kleinsten Quadrate, modifizierte PLS-Methode) unter Verwendung von Statistiksoftware (QC Expert 3.3 Pro (TriloByte Statistical Software Ltd., Pardubice, Tschechische Republik); NCSS 2019 Statistical Software (NCSS, LLC., Kaysville, UT, USA); Statistica 14.0 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA); OriginPro 2021 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA); WinISI II (Infrasoft International, Inc., USA) ausgewertet.

Ergebnisse: 1) XRF-Technologie (Mže, Otava-Einzugsgebiet): Bei Messung unter Feldbedingungen (in situ) mit pXRF wurde eine Messgenauigkeit im Vergleich zu Laborstandards, ausgedrückt durch das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ), für Pb (0,96), Zn (0,92), As (0,72), Mn (0,63), Cu (0,31) und Ni (0,01) erreicht. Unter Laborbedingungen, betrug der  $R^2$ -Wert für Pb (0,99), Zn (0,98), Cu und Mn (beide 0,89), As (0,88) und Ni (0,81). Bei der Messung von pXRF im Vergleich zur Messung von pXRF unter Feldbedingungen wurde unter Laborbedingungen immer eine engere Beziehung zur Standard-Labormethode erzielt. Kupfer (Cu), Mangan (Mn) und Arsen (As) zeigten eine schwächere Beziehung. Trotzdem können Regressionsmodelle in der landwirtschaftlichen Praxis, z.B. für die Überwachung der Bodenbelastung verwendet werden.

2) NIRS-Technologie (Einzugsgebiete Eger-Ohře, Mže, Otava, Wondreb-Odrava): Die Bestimmungsgenauigkeit, ausgedrückt durch das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) des Kalibrierdatensatzes für Schwermetalle (As, Cd, Pb, Zn), aber auch Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt liegen im Bereich von 0,75–0,96.  $R^2$ -Werte von 0,80–0,90 sind für die normale landwirtschaftliche Praxis anwendbar,  $R^2$ -Werte  $>0,90$  gelten als ausgezeichnet. Die Kalibrierungsgleichungen wurden anhand unabhängiger Daten validiert. Darüber hinaus wurden die ersten Entwicklungen von Kalibrierungsgleichungen für pH und pflanzenverfügbare Nährstoffe unter Verwendung der NIRS-Technik durchgeführt. Die vorläufigen Kalibriergleichungen für pH und ausgewählte pflanzenverfügbare Nährstoffe (P, Mg, Ca und K) geben mit  $R^2$ -Werten von 0,50–0,80 die Hoffnung, dass nach weiterer Forschung und unabhängigen Validierungen die Bodenreaktion und der Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen mit NIRS-Technologien bestimmt werden kann.

Moderne Messverfahren unter Verwendung von XRF- und NIRS-Technologien können qualitativ hochwertige und ausreichend genaue Daten zu Bodenqualitätsparametern in

landwirtschaftlichen Böden in Echtzeit liefern. Sie stellen damit ein effizientes, genaues und schnelles Messverfahren für die Präzisionslandwirtschaft dar. Die vorgestellten Technologien sind hinreichend genau, arbeitssicher und haben keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt, d.h. es wird kein Material verbraucht und kein chemischer Abfall erzeugt. Für die Analyse mittels XRF bzw. NIRS ist es eine sehr kleine Menge an Bodenmaterial (ca. 5-10 g) erforderlich. Mit der XRF- und der NIRS-Methode wird für die Anforderungen der Anwender in der Praxis eine deutliche Effizienz- und Geschwindigkeitssteigerung erreicht. Dies sind immer im Vergleich zur klassischen Referenzanalyse nachgeordnete Methoden mit etwas geringerer Genauigkeit. Eine präzise Regressionsmodellierung unter Verwendung geeigneter statistischer eindimensionaler und mehrdimensionaler Kalibrierungen kann jedoch qualitativ hochwertige Ergebnisse für die Vorhersage von Bodenqualitätsparametern erzielen.

#### *Poděkování*

*Příspěvek vznikl za podpory řešení projektů MMR ČR: č. 324 „Kontaminanty v životním prostředí řeky Eger-Ohře“; č. 146 „Výskyt rizikových prvků a látek v nivních půdách na historických územích těžby rud ve východním Bavorsku a v České republice“ a č. 322: „Rychlé a přesné stanovení obsahu uhlíku, dusíku a rizikových prvků v půdě pomocí techniky NIRS“ a dále projektu MZe RO-0418.*

#### *Danksagungen*

*Der Beitrag entstand mit Unterstützung der Projekte des MMR ČR: Nr. 324 „Schadstoffe in der Umwelt des Flusses Eger-Ohře“; Nr. 146 „Vorkommen von Risikoelementen und Stoffen in Schwemmböden in den historischen Erzabbaugebieten Ostbayerns und Tschechiens“ und Nr. 322: „Schnelle und genaue Bestimmung von Kohlenstoff, Stickstoff und Risikoelementen im Boden mittels NIRS-Technik“ und des Projekts MZe RO-0418.*



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **Definition von Gebieten mit natürlich erhöhten Stoffgehalten im Boden als Beitrag für den vorsorgenden Bodenschutz? – Ein Pilotprojekt im Landkreis Lichtenfels / Bayern**

## **Definice oblastí s přirozeně vysokým obsahem látek v půdě jako příspěvek k preventivní ochraně půdy? – Pilotní projekt v okrese Lichtenfels / Bavorsko**

*Definition of areas with naturally elevated inorganic pollutants in soil as a contribution to preventive soil protection? – A pilot project in county Lichtenfels / Bavaria, Germany*

**Uwe GEUSS**

*Bayerisches Landesamt für Umwelt; Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Schlüsselwörter:** Anorganische Stoffe im Boden, Verwertung von Bodenaushub, §12 Abs. 10 Bundes-Altlasten- und Bodenschutzverordnung, natürlich (geogen) erhöhte Stoffgehalte

**Key words:** inorganic pollutants in soil, Federal soil protection Act, recycling of excavated soil, naturally elevated soil substrate

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung von Bodenaushub stellt in Bayern bzw. Deutschland wegen der gestiegenen Entsorgungskosten ein zunehmendes Problem für private und öffentliche Bauvorhabende dar. Traditionell erfolgt je nach Feststoff- und Eluatgehalten im Boden zumeist die Verwertung von Bodenaushub in Gruben und Brüchen, als Einbau in technischen Bauwerken bzw. zur Geländemodellierung oder als Ablagerung auf Deponien.

Mit § 12 Abs. 10 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) wird eine bodenschutzfachliche Option eröffnet, in näher zu definierenden Gebieten mit erhöhten Stoffgehalten Bodenmaterial/Bodenaushub zu verlagern, vorrangig im Sinne einer flächigen Verwertung zumeist auf landwirtschaftlichen Flächen. Ein Gebiet mit natürlich erhöhten Stoffgehalten definiert sich, wenn die Stoffgehalte größer als die Vorsorgewerte nach BBodSchV bzw. größer als die Z0-Werte der LAGA M20 (1997) sind. Solche Gebiete und die Verlagerungsmöglichkeit von Bodenmaterial beruhen letztlich auf dem bodenschutzfachlichen Grundsatz Gleiches zu gleichem und stellen zumindest für Oberboden (Mutterboden) und Unterboden eine weitere Möglichkeit zur Verwertung dar; für Untergrundmaterial sind solche Gebietsdefinition eher unbedeutend.

Im Landkreis Lichtenfels (Nordbayern) wird in der Zeit vom Juni 2020 bis Ende Dezember 2022 ein Pilotprojekt durchgeführt. Das Pilotprojekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) finanziert und vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) in Zusammenarbeit mit dem Landratsamt Lichtenfels durchgeführt.

Beprobungen an über 200 Standorten mittels Rammkernsondierungen sind mit Ende 2021 abgeschlossen, Analysendaten auf wichtige Bodenbasisparameter (pH, C, N, S) und bodenschutzrelevante Schwermetalle (As, Cd, Cr-ges, Cu, Hg, Ni, Pb, Tl, Zn) im Feststoff und Eluat der über 800 Bodenproben sind mittlerweile nahezu vollständig vorliegend. Auf Grundlage einer Substratkarte werden nun anhand der Analysendaten die einzelnen

Substrateinheiten geochemisch charakterisiert und hinsichtlich Hinweise auf Gebiete mit natürlich erhöhten Stoffgehalten interpretiert.

## **ABSTRACT**

The proper and harmless recycling of excavated soil is an increasing problem for private and public construction projects in Bavaria and Germany due to the increased disposal costs. Traditionally, depending on the solids and eluate content in the soil, excavated soil is mostly recycled in pits and quarries, as an installation in technical structures, for terrain modeling, or as a deposit in landfills.

Section 12 (10) of the Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung - BBodSchV) opens up an option/opportunity from a soil protection perspective to relocate soil material/excavated soil in areas with elevated substance contents to be defined in more detail, primarily in the sense of area recycling, mostly on agricultural land. An area with naturally elevated substance contents is defined if the substance contents are greater than the precautionary values according to BBodSchV or greater than the Z0 values of LAGA M20 (1997). Such areas with the possibility of relocation of naturally elevated soil substrate are ultimately based on the soil protection principle of „like to like“ and represent a further possibility for recycling, at least referring to topsoil and subsoil; for bedrock material, such area definitions are rather negligible.

In the county of Lichtenfels (northern Bavaria), a pilot project will be carried out from June 2020 to the end of December 2022. The pilot project is funded by the Bavarian State Ministry for the Environment and Consumer Protection (StMUV) and carried out by the Bavarian State Office for the Environment (LfU) in cooperation with the Lichtenfels District Office.

Sampling at over 200 sites by means of drilling core probing were completed by the end of 2021. Analysis data of important soil base parameters (pH, C, N, S) and heavy metals relevant to soil protection (As, Cd, Cr-ges, Cu, Hg, Ni, Pb, Tl, Zn) in the solids and eluate of the over 800 soil samples are now almost completely available. Based on a substrate map, the individual substrate units are now geochemically characterized using the analysis data and interpreted with regard to indications of areas with naturally elevated substance contents.



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **Dlouhodobý monitoring půd v České republice** **Langfristiges Bodenmonitoring in der Tschechischen Republik**

*Long-term soil monitoring in the Czech Republic*

**Šárka POLÁKOVÁ**

*Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský; Brno, - Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture; Brno*

**Klíčová slova:** půda, monitoring

**Schlüsselwörter:** Boden, Überwachung

**Key words:** soil, monitoring

### **ABSTRAKT**

Lhostejnost k životnímu prostředí v éře socialistického hospodaření byla po změně režimu vystřídána zvýšeným zájmem o skutečný stav všech složek životního prostředí. Mimo jiné byla pozornost upřena také na půdu. Byla vytvořena schémata vzorkování, obsahující jak požadavky na monitorované plochy, tak na způsob odběru vzorků, včetně sledovaných parametrů a period vzorkování. V roce 1992 byl systém monitorovacích ploch, tzv. Bazální monitoring půd, uveden do praxe.

V současné době je systém tvořen 214 lokalitami, na kterých běžným způsobem hospodaří soukromé subjekty – lokality nejsou ve vlastnictví ÚKZÚZ. Nejedná se tedy o žádné přesné polní pokusy, nýbrž o obraz současného zemědělství.

Kromě nejběžnějších parametrů – obsahů přístupných živin, rizikových prvků – jsou sledovány také fyzikální (zrnatost) a fyzikálně-chemické vlastnosti (CEC, obsah výměnných kationtů), a to pravidelně v šestiletých cyklech na všech lokalitách. Kromě toho jsou na vybraných souborech ploch odebrány vzorky rostlin a půd určených k detekci obsoletních i současně používaných pesticidů, minerálního dusíku, mikrobiálních parametrů apod. Zároveň shromažďujeme informace o pěstovaných plodinách a aplikacích hnojiv a pesticidů. Např. současně používané pesticidy sledujeme na 45 lokalitách od roku 2014. Zjištění nám umožňují upřesnit, které pesticidy v půdě přetrvávají a v jakých koncentračních hladinách, či zda mohou určité plodiny představovat riziko z hlediska kontaminace půdy nejpoužívanějšími pesticidy.

Díky systému dlouhodobého monitoringu půd je možné sledovat stav a vývoj půdních parametrů v České republice.

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Nach dem Regimewechsel wurde die Indolenz gegenüber der Umwelt in der Ära des sozialistischen Managements durch ein gesteigertes Interesse am tatsächlichen Zustand aller Umweltkomponenten ersetzt. Dabei wurde unter anderem auch auf den Boden geachtet. Es wurden Probenahmepläne entwickelt, die sowohl Anforderungen an überwachte Bereiche als auch die Probenahmemethode, einschließlich überwachter Parameter und Probenahmezeiträume, enthalten. Im Jahre 1992 wurde das System der Überwachungsflächen, das so genannte Grundbodenmonitoring, in die Praxis umgesetzt.



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Derzeit besteht das System aus 214 Lokalitäten, die in der üblichen Weise von privaten Einrichtungen verwaltet werden – die Lokalitäten sind also nicht Eigentum von ÚKZÚZ. Das sind also keine akkuraten Feldversuche, sondern ein Abbild der modernen Landwirtschaft.

Neben den gebräuchlichsten Parametern – Gehalte an zugänglichen Nährstoffen und Risikoelementen – werden auch physikalische (Korngröße) und physikalisch-chemische Eigenschaften (CEC, Gehalt an austauschbaren Kationen) regelmäßig im Sechsjahresrhythmus an allen Standorten überwacht. Darüber hinaus werden auf ausgewählten Flächen Pflanzen- und Bodenproben zum Nachweis von veralteten und aktuell eingesetzten Pestiziden, mineralischem Stickstoff, mikrobiellen Parametern etc. entnommen. Seit 2014 überwachen wir die derzeit verwendeten Pestizide an 45 Standorten. Die Ergebnisse ermöglichen uns zu spezifizieren, welche Pestizide in welchen Konzentrationen im Boden verbleiben oder ob bei bestimmte Kulturen ein Risiko der Bodenkontamination mit den am häufigsten verwendeten Pestiziden besteht.

Dank des langfristigen Bodenüberwachungssystems ist es möglich, den Zustand und die Entwicklung der Bodenparameter in der Tschechischen Republik zu überwachen.

## ABSTRACT

There was real insensibility to the environment in the era of socialist management in the Czech Republic. Insensibility was replaced by increased interest in the real state of contamination of all parts of the environment after changing a regime in the beginning of 90'. Among other things, attention was also focused on the soil. Programme of sampling have been created, including principles for monitoring plots selection, sampling scheme, list of monitored parameters and sampling periods. In 1992, Basal soil monitoring system was set up.

At present, the monitoring system consists of 214 localities. Most of them are belonging to private subjects (farmers) – localities are not a property of ÚKZÚZ. That is mean, that monitoring areas are not managed like in field trials, monitoring system is mirror of our agricultural practices.

A lot of parameters are observed – the most common (risk element, available nutrients) and also physical (texture) and physical-chemical parameters (CEC, exchangeable cations) regularly each six years on all monitoring plots. Except this, obsolete and current used pesticides are monitored, mineral nitrogen, microbial parameters on selected sets of plots. Together with it we gather information concerning crops and fertilizer and pesticides applications from all plots. For example, currently used pesticides has been monitored since 2014. Our data can say which pesticides persists in soil, in what concentration levels, and which pesticides can be risk with respect to their application to special crops.

Thanks to long-term monitoring system it is possible to observe state and progression of soil parameters in the Czech Republic.



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)



## Nejdůležitější persistentní organické polutanty v půdě Die wichtigsten persistenten organischen Schadstoffe im Boden

*Most important persistent organic pollutants in soils*

**Radim VÁCHA, Jan SKÁLA, Jarmila ČECHMÁNKOVÁ, Viera HORVÁTHOVÁ**

*Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy; Praha - Research Institute for Soil and Water Conservation, Prague*

**Klíčová slova:** zemědělská půda, persistentní organické polutanty, zátěž potravních řetězců, přímá rizika ohrožení lidského zdraví

**Schlüsselwörter:** Ackerland, persistente organische Schadstoffe, Belastung der Nahrungsketten, direkte Risiken für die menschliche Gesundheit

**Key Words:** agricultural soil, persistent organic pollutants, food chain contamination, direct health risks

### ABSTRAKT

Persistentní organické polutanty (POP) se řadí k významným kontaminantům životního prostředí. Dopady jejich působení na životní prostředí a lidské zdraví jsou stále studovány. Je řešen také jejich výskyt v zemědělských půdách a zátěž potravních řetězců. V České republice jsou jejich limitní hodnoty v zemědělských půdách uvedeny v legislativě (Vyhláška MŽP ČR č. 153/2016 Sb.). Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (VÚMOP, v.v.i.) na legislativním návrhu spolupracoval. Již v roce 1996 byly na základě prací VÚMOP, v.v.i. poprvé publikovány požadované hodnoty významných POP v zemědělských půdách ČR. Výčet sloučenin POP vycházel z tzv. Holandského seznamu. VÚMOP, v.v.i. se sledování POP v zemědělských půdách věnuje dlouhodobě. Kromě výše uvedených POP se zabývá i výskytem polychlorovaných dibeno-p-dioxinů a dibenzofuranů (PCDD/F) v zemědělských půdách. Příspěvek shrnuje výsledky dlouhodobého sledování POP v zemědělských půdách ČR. Významnější zátěže POP byly detekovány ve fluvizemích některých vodních toků (Labe, Vltava, Jizera, Morava, Olše). Zajímavé výsledky přineslo srovnání obsahů ve fluvizemích po povodních v roce 1997 a 2002. Zvýšená plošná zátěž polycyklickými aromatickými uhlovodíky byla zjištěna v oblasti severomoravského imisního regionu, zatíženého především hutnictvím. Obsahy zpravidla překračují preventivní hodnoty a pouze ojediněle byly detekovány případy překročení indikačních limitů.

### ZUSAMMENFASSUNG

Persistente organische Schadstoffe (POPs) sind wichtige Umweltschadstoffe. Ihre Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit werden noch untersucht. Auch ihr Vorkommen in landwirtschaftlich genutzten Böden und die Belastung von Nahrungsketten werden thematisiert. In der Tschechischen Republik sind ihre Grenzwerte in landwirtschaftlichen Böden gesetzlich festgelegt (Verordnung des Umweltministeriums der Tschechischen Republik Nr. 153/2016 Slg.). Das Forschungsinstitut für Landgewinnung und Bodenschutz, v.v.i. (VÚMOP, v.v.i.) hat an diesen rechtlichen Vorgaben mitgearbeitet. Bereits im Jahr 1996, basierend auf der Arbeit von VÚMOP, v.v.i. wurden erste



Hintergrundwerte signifikanter POPs in landwirtschaftlichen Böden in der Tschechischen Republik veröffentlicht. Die Liste der POP-Verbindungen basierte auf der sogenannten niederländischen Liste. VUMOP, v.v.i. überwacht seit langem POPs in landwirtschaftlichen Böden. Neben den POPs geht es auch um das Vorkommen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/F) in landwirtschaftlichen Böden. Der Beitrag fasst die Ergebnisse der Langzeitüberwachung von POPs in landwirtschaftlichen Böden in der Tschechischen Republik zusammen. In Böden einiger Fließgewässer (Elbe, Moldau, Iser, Mähren, Olše) wurden erhebliche POP-Belastungen festgestellt. Interessante Ergebnisse brachte der Vergleich der Gehalte von Aueböden nach den Hochwasserereignissen im Jahre 1997 und 2002. Eine erhöhte Flächenbelastung durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe verursacht durch Luftschadstoffe wurde in Nordmähren festgestellt. Die Belastung rührt hauptsächlich von der Metallurgie her. Die Gehalte überschreiten in der Regel die Vorsorgewerte, aber nur selten wurden Indikationsgrenzen überschritten.

## ABSTRACT

Persistent organic pollutants (POPs) belong to important environmental contaminants. POPs impact on the environment and human health is studied still. POPs concentrations in agricultural soils and food chain contamination are observed. POPs limits in Czech agricultural soils are defined in the legislation tools (Direction of Ministry of Environment No. 153/2016 Sb.). Research Institute for Soil and Water Conservation (RISWC) collaborated on the legislation proposal. The background values of POPs in Czech agricultural soils were published in 1996 by RISWC already. The list of POPs groups accepted so called Dutch list. RISWC monitors POPs concentrations in agricultural soils in long-range period. The load of agricultural soils by polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PSDDs/Fs) is provided as well. The presentation describes the results of long-period research of POPs in Czech agricultural soils. Increased POPs load was detected in fluvisols of some river streams (Labe, Vltava, Jizera, Morava, Olše). The comparison of results after floods in 1997 and 2002 showed interesting principles. The increased spatial load by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in agricultural soils was observed in North Moravian Imission Region loaded by metallurgy. POPs concentrations exceeded prevention limits (derived from background values) and the exceeding of indication limits was detected only sporadically.

## Poděkování

*Příspěvek vznikl díky financování z Institucionální podpory MZE-RO0218 poskytnuté Ministerstvem zemědělství České republiky*

## Danksagungen

*Der Beitrag wurde dank der Finanzierung durch die Institutionelle Unterstützung MZE-RO0218 des Landwirtschaftsministeriums der Tschechischen Republik erstellt.*

## Acknowledgments

*The work was funded by Institutional Support MZE-RO0218 (Ministry of Agriculture of the Czech Republic)*



**Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí  
kontaminanty v česko-bavorském pohraničí - projekt č. 220**  
**Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität  
und Umweltbelastung durch Schadstoffe im tschechisch-bayerischen  
Grenzgebiet - Projekt Nr. 220**

*Impact of agricultural activity on soil quality and environmental pollution by contaminants in  
the Czech-Bavarian borderland - project No. 220*

**Pavel ČERMÁK<sup>1)</sup>, Eva KUNZOVÁ<sup>1)</sup>, Ladislav MENŠÍK<sup>1)</sup>, Lukáš HLISNIKOVSKÝ<sup>1)</sup>,  
Sylva ČÍHALOVÁ<sup>1)</sup>, Václav DVOŘÁČEK<sup>1)</sup>, Michal JÁGR<sup>1)</sup>,  
Anna KOTRBOVÁ-KOZAK<sup>1)</sup>, Edzard HANGEN<sup>2)</sup>, Bernd SCHILLING<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> *Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.; Praha - Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion,  
v. v. i., Praha-Ruzyně - Crop Research Institute; Prague*

<sup>2)</sup> *Bayerisches Landesamt für Umwelt, Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Klíčová slova:** česko-bavorská spolupráce, rizikové prvky, rizikové látky, pesticidy, půdní úrodnost

**Schlüsselwörter:** Tschechisch-Bayerische Zusammenarbeit, Risikoelemente, Risikostoffe, Pestizide, Bodenfruchtbarkeit

**Key words:** Czech-Bavarian cooperation, risk elements, hazardous substances, pesticides, soil fertility

## **ABSTRAKT**

Kontaminace půdy rizikovými prvky a rizikovými látkami představuje vážná rizika pro zemědělskou produkci (potravinářskou i nepotravinářskou). Případný přechod těchto rizikových prvků a látek prostřednictvím vyráběných krmiva potravin do potravních řetězců ohrožuje zdraví zvířat a samozřejmě i lidské populace. Díky jejich vysoké toxicitě, mobilitě a schopnosti dlouhodobě působit v životním prostředí je nezbytné systematicky monitorovat jejich výskyt a chování a následně přijímat potřebná opatření.

Od 1. 2. 2019 je řešen projekt č. 220: „Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí“, který si klade za cíl posoudit dynamiku změn vybraných půdních parametrů, zejména různých druhů rizikových prvků a látek (škodlivin) v životním prostředí. Tento projekt využívá archivních půdních vzorků (respektive jejich vybrané části) z dříve řešeného projektu „Rizikové látky v půdě ve vztahu k životnímu prostředí – přeshraniční základy ochrany půdy (Bavorsko–Česká republika)“ a společně s nově odebranými a analyticky zpracovanými vzorky (z předem vybraných a definovaných monitorovacích bodů) stanovuje dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a okolní životní prostředí. Jedná se nejenom o vybranou škálu zájmových parametrů, které byly v minulosti zkoumány (např. obsah rizikových prvků, dříve tzv. těžkých kovů a rizikových látek), ale současně se počítá se stanovováním nových látek a sloučenin, které se v průběhu času ukázaly hrozbou nejenom pro kvalitu půdy, ale celé životní prostředí (voda, ovzduší, rostliny, živočichové, lidská populace). Jde např. o reziduální látky z přípravků na ochranu rostlin (pesticidy) a celou škálu dalších kontaminantů, které v průběhu uplynulého

období (od doby řešení předchozího projektu) řeší jak evropská, tak i národní legislativy jako látky škodlivé pro životní prostředí a stanovují limitní hranice pro jejich používání a výskyt. Samozřejmě, a to je hlavní cíl a úkol projektu, bude znám stupeň a plošný rozsah zatížení životního prostředí vybranou škálou kontaminantů (rizikové prvky – těžké kovy, persistentní polutanty, pesticidy a jejich rezidua, eventuálně škodlivé látky těžké povahy, aj.) ve sledované oblasti česko-bavorského příhraničního území v dané časové řadě (cca před 15-ti a více lety a v současnosti) s možností predikce dalšího vývoje. Výsledky projektu přináší informace o stavu a vývoji základních půdních vlastností, tvořících v souboru hlavní půdní vlastnost, tj. její úrodnost.

Vybrané půdní parametry jsou a dále i do budoucna budou vyhodnocovány ve spojitosti s dalšími faktory - např. obsah organické hmoty v půdě, fyzikální vlastnosti půd, způsob hospodaření a využívání půdního fondu, apod. v dané lokalitě sledování, která vždy charakterizuje a reprezentuje daný územní celek, na kterém je prováděna zemědělská, či jiná činnost. Současně je možné provádět porovnání výsledků mezi českým a bavorským územím a charakterizovat uplatnitelnost jednotlivých (národních) extrakčních postupů při posuzování zátěže životního prostředí podle jednotlivých (českých a německých) legislativních norem.

Výsledky projektu umožňují posuzovat posoudit např. dopad zákazu vybraných insekticidů (neonikotinoidů) vydaný EK v roce 2013 včetně mnohaleté dynamiky změn u dlouhodobě zakázaných polutantů např. DDT. Zjištění závislosti persistence resp. dynamiky šíření polutantů a půdní úrodnosti je cenným podkladem pro sledování pohybu a rozpadu těchto látek v životním prostředí.

## ZUSAMMENFASSUNG

Bodenverunreinigungen mit gefährlichen Elementen und Stoffen stellen ernsthafte Risiken für die landwirtschaftliche Produktion (Food und Non-Food) dar. Die mögliche Übertragung dieser Risikoelemente und -stoffe durch die Produktion von Futtermitteln in Nahrungsketten gefährdet die Gesundheit von Tieren und natürlich der menschlichen Bevölkerung. Aufgrund ihrer hohen Toxizität, Mobilität und langfristigen Wirksamkeit in der Umwelt ist es notwendig, ihr Vorkommen und Verhalten systematisch zu überwachen und dann die notwendigen Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Seit dem 1. Februar 2019 wird das Projekt Nr. 220: „Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und die Umweltbelastung durch Schadstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet“ bearbeitet, das darauf abzielt, die Dynamik von Änderungen ausgewählter Bodenparameter, insbesondere verschiedener Arten von Schwermetallen und Schadstoffen in der Umwelt zu bewerten. Dieses Projekt verwendet eine Auswahl archivierter Bodenproben aus dem zuvor bearbeiteten Projekt „Gefahrstoffe im Boden in Bezug auf die Umwelt – grenzüberschreitende Grundlagen des Bodenschutzes (Bayern-Tschechische Republik)“ kombiniert mit neu gesammelten und analysierten Proben ausgewählter Beprobungsstandorte. Anhand dieses Probenkontingents werden die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und die Umwelt ermittelt. Dabei handelt es sich nicht nur um ausgewählte Parameter, die in der Vergangenheit untersucht wurden (z.B. der Gehalt an Schwermetallen und gefährlichen Substanzen), sondern darüberhinaus wird die Identifizierung neuer Substanzen und Verbindungen angestrebt, die sich im Laufe der Zeit als eine Gefährdung nicht nur der Bodenqualität, sondern der gesamten Umwelt (Wasser, Luft, Pflanzen, Tiere, menschliche Bevölkerung) erwiesen haben. Dies sind zum

Beispiel Reststoffe aus Pflanzenschutzmitteln (Pestizide) und eine ganze Reihe weiterer Schadstoffe, die seit Ende des Vorläuferprojekts sowohl die europäische als auch die nationale Gesetzgebung als umweltgefährdende Stoffe einstuft und im Hinblick auf Verwendung und Vorkommen begrenzt.

Natürlich, und das ist das Hauptziel und die Hauptaufgabe des Projekts, werden der Grad und der Bereich der Bodenbelastung durch ausgewählte Schadstoffe (Schwermetalle, persistente Schadstoffe, Pestizide und deren Rückstände, flüchtige Schadstoffe) im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet zu zwei Zeitpunkten (vor etwa 15 Jahren und jetzt) ermittelt. Dies ermöglicht es weitere Entwicklungen abzuschätzen. Die Ergebnisse des Projektes liefern Informationen über den Zustand und die Entwicklung der grundlegenden Bodeneigenschaften und lassen Rückschlüsse auf seine Fruchtbarkeit zu.

Ausgewählte Bodenparameter wurden und werden weiterhin im Zusammenhang mit anderen Faktoren – wie Gehalt an organischer Substanz im Boden, physikalischen Eigenschaften von Böden, Bewirtschaftung und Nutzung des Bodens – im Untersuchungsgebiet bewertet. Gleichzeitig ist es möglich, die Ergebnisse zwischen den tschechischen und bayerischen Territorien zu vergleichen und die Anwendbarkeit einzelner (nationaler) Verfahren bei der Bewertung der Umweltauswirkungen nach tschechischen und deutschen gesetzlichen Standards zu charakterisieren.

Die Ergebnisse dieses Projekts ermöglichen es beispielsweise, die Auswirkungen des 2013 von der EG erlassenen Verbots ausgewählter Insektizide (Neonicotinoide) einschließlich der Änderungen langfristig verbotener Schadstoffe wie DDT zu bewerten. Die Ermittlung von Persistenzabhängigkeiten, bzw. der Dynamik der Schadstoffausbreitung ist eine wertvolle Grundlage für die Überwachung der Verlagerung und des Abbaus dieser Stoffe in der Umwelt.

#### *Poděkování*

*Tato studie byla podpořena z projektu č. 220: „Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí“, který je realizován na základě finanční podpory Programu přeshraniční spolupráce Česká republika – Svobodný stát Bavorsko: Cíl - Evropská územní spolupráce 2014-2020“.*

#### *Danksagungen*

*Diese Studie wurde unterstützt durch das Projekt Nr. 220: "Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und die Umweltbelastung durch Schadstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet", das mit finanzieller Unterstützung des Programms für grenzüberschreitende Zusammenarbeit Tschechische Republik - Freistaat Bayern durchgeführt wird: "Zielsetzung – Europäische Territoriale Zusammenarbeit 2014-2020".*



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **Bayerisch-tschechische Zusammenarbeit für den Boden – Ziele und Erfolge** **Bavorsko-česká spolupráce pro půdu – cíle a úspěchy**

*Bavarian-Czech cooperation for soil - goals and successes*

**Bernd SCHILLING**

*Bayerisches Landesamt für Umwelt; Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Schlüsselwörter:** Bodenschutzgesetzgebung, Hintergrundwerte, Säurebelastbarkeit, Bindungsintensität, Bodenbelastungen, NIRS-Technik, neuartige Schadstoffe

**Key words:** Soil protection legislation, background values, acid loading capacity, binding intensity, soil pollution, NIRS technology, emerging pollutants

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Seit dem Jahre 1992 begann die Zusammenarbeit zwischen dem LfU (Bavarian Environment Agency – ehemals Bavarian Geological Survey, München) und dem tschechischen landwirtschaftlichen Institut ÚKZÚZ aus Brno (Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture). Es fand vor allem auf dem Gebiet des Bodenmonitorings ein stetiger Austausch statt. Auch zu der landwirtschaftlichen Behörde, LfL (Bavarian State Institute for Agriculture) bestanden zwischen den obengenannten Instituten Kontakte und ein fortwährender Informationsaustausch. Im Rahmen der ersten Marktreidwitzer Bodenschutztage, zu deren Zielen auch die grenzüberschreitende Zusammenarbeit gehörte, entwickelte sich darüberhinaus ein enger Kontakt zwischen dem LfU und dem Institut VÚRV aus Prag (Crop Research Institute).

Ab dem Jahre 2006 startete das LfU und das ÚKZÚZ ein gemeinsames EU-Projekt im INTERREG III-Fördergebiet auf fachlicher Basis des bayerischen GRABEN-Projektes. Ziel war es eine abgestimmte grenzüberschreitende Datengrundlage zu schaffen. Aufbauend auf diesem Datenpool wurden weitere gleiche oder sehr ähnliche Untersuchungen in weiteren EU-Projekten beidseitig der Grenze durchgeführt.

So wurde die Säurebelastbarkeit der Böden über die Bestimmung von Critical Loads ermittelt und kartographisch dargestellt. Mit Hilfe dieser Ergebnisse stehen der Waldwirtschaft Hilfestellungen zur Verfügung, betroffene Böden durch Düngung resilienter zu machen oder beim Waldumbau die Bepflanzungen der Bodeneignung anzupassen.

In einem weiteren Projekt wurde auch die Bestimmung der Critical Loads im südlichen Teil des Fördergebiets durchgeführt. Zusätzlich wurden mit verschiedenen Extraktionsmethoden die Bindungsstärken verschiedener Nährstoffe und anorganischer Schadstoffe bestimmt. Dies zeigt, wie leicht Stoffe aus dem Bodenverband herausgelöst werden können. Damit kann beurteilt werden, welche Stoffanteile dem Pflanzenwachstum zur Verfügung stehen, beziehungsweise über das Sickerwasser in das Grundwasser ausgetragen werden können.

Wichtige Schadstoffsenken sind Flusstäler. Sowohl die Stoffversorgung der Böden als auch die Beeinflussung der Stoffgehalte des Wassers sind hier von großer Bedeutung. Daher wurde in einem Projekt die Stoffsituation am Fluss Eger/Ohře untersucht und die Belastungen in Karten dargestellt. Vor allem grenzüberschreitende Belastungen werden so veranschaulicht. In Konsequenz können mögliche Gegenmaßnahmen getroffen werden, um den Schadstoffeinfluss zu unterbinden beziehungsweise zu mindern.



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

In der Region um die bayrisch-tschechische Grenze herrschte eine rege Bergbauindustrie. So entstanden auch viele Bergbauhalden, die mit Schwermetallen belastet waren oder noch sind. Um festzustellen inwiefern über Sickerwässer und Abschwemmungen Schadstoffe in Flusstäler gelangt sind, wurden in einem weiteren Projekt die grenzüberschreitenden Flüsse Wondreb/Odrava und Retterbach/Mže betrachtet und ausgewertet. Kartenmaterial mit den Ergebnissen stehen ebenfalls zur Verfügung.

Die jüngsten gemeinsamen Projekte sind das „NIRS-Projekt“, in dem die Daten aus den Standarduntersuchungen aus der Nasschemie mit den Daten aus der NIRS-Technik (Nah-Infra-Rot-Spektroskopie) verglichen werden. Sollten die Daten gut übereinstimmen, könnte man die NIRS-Technik häufiger zum Einsatz bringen. Damit hätte man schnell größere Datenmengen zur Verfügung, die eine Bewertung einer Belastungssituation verbessern könnte.

Zum Abschluss kommt im Rahmen der Konferenz im Centrum Bavaria-Bohemia in Schönsee das EU-Projekt Nr. 220, in dem Daten im Fördergebiet gesammelt wurden, die die Belastung landwirtschaftlicher Böden mit neuartigen Schadstoffen prüft wie sie in der Konvention von Stockholm 2004 benannt wurden. Darüber hinaus wurde ein spezielles Auge auf Neonicotinoide geworfen. Das Wissen über die Belastung mit diesen neuartigen Problemstoffen soll in erster Linie dazu dienen, Vollzugsbehörden rechtzeitig auf eventuelle Gefahren für Schutzgüter (wie z.B. Grundwasser) aufmerksam zu machen.

## ABSTRACT

Cooperation between the LfU (Bavarian Environment Agency - formerly Bavarian Geological Survey, Munich) and the Czech agricultural institute ÚKZÚZ in Brno (Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture) began in 1992. There was a constant exchange, especially in the field of soil monitoring. There were also contacts between the above-mentioned institutes and the Bavarian agricultural authority LfL (Bavarian State Institute for Agriculture), and there was a constant exchange of information. In the context of the first Marktredwitz Soil Protection Conference, which comprised also included cross-border cooperation, close contact also developed between the LfU and the VÚRV Institute from Prague (Crop Research Institute).

In 2006, the LfU and the ÚKZÚZ started a joint EU project in the INTERREG III funded area on the basis of the Bavarian GRABEN project. The aim was to create a coordinated data basis on both sides of the border. Building on this data pool, further identical or very similar investigations were carried out in other EU projects on both sides of the border.

For example, the acid load capacity of forest soils was determined by determining critical loads and was presented cartographically. With the help of these results, forestry is assisted in making soils more resilient through fertilisation or in adapting plantings to soil suitability during forest conversion.

In another project, the critical loads in the southern part of the funded area were also determined. In addition, the binding strengths of various nutrients and inorganic pollutants were determined using different extraction methods. This provides information on how easily substances can be leached out of the soil. This makes it possible to decide which substance components are available for plant growth and which migrate into the groundwater via the seepage water.

Important pollutant sinks are floodplains. Both the substance supply of the soils and the influence of the substances dissolved in river water are of great significance here. For this reason, the substance situation on the Eger/Ohře river was investigated in a project and the pollution levels were depicted on maps. Above all, this allows to identify which cross-border pollution is taking place. If this is known, possible countermeasures can be taken to prevent or reduce the impact of pollutants.

In the region around the Bavarian-Czech border there was a lively mining industry. As a result, many mine heaps sites were built that were or still are contaminated with heavy metals. In a project to determine the extent to which pollutants entered floodplains via seepage water and runoff, the cross-border rivers Wondreb/Odrava and Retterbach/Mže were examined and evaluated. Maps with the results are available here.

The most recent joint project is the "NIRS project", in which data from standard wet chemistry studies are compared with data from NIRS (Near Infra-Red Spectroscopy) techniques. If the data match firmly, the NIRS technique could be applied more frequently. This would quickly provide larger amounts of data that could improve an assessment of a probable contamination.

Finally, the conference at the Centrum Bavaria-Bohemia in Schönsee will see the completion of EU project no. 220, in which data were collected in the funded area to assess the load of emerging pollutants in the soils as identified in the 2004 Stockholm Convention. In addition, a close look was taken on neonicotinoids. The knowledge about the contamination with these emerging pollutants should primarily serve to make enforcement authorities aware of possible hazards for protected environmental compartments (such as groundwater).



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)



## **Analyza těžkých kovů v půdách za použití ICP-MS** **Analyse von Schwermetallen in Böden mittels ICP-MS**

*Heavy metal analysis in soils using ICP-MS*

**Markéta DVOŘÁČKOVÁ, Zdeněk KVOCH, Michaela VÁVROVÁ**

*Bioanalytika; Chrudim*

**Klíčová slova:** analýza půd, hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem, těžké kovy

**Schlüsselwörter:** Bodenanalyse, Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma, Schwermetalle

**Key words:** soil analysis, inductively coupled plasma - mass spectrometry, heavy metals

### **ABSTRAKT**

Tento příspěvek k mezinárodní konferenci ve formě posteru představuje akreditovanou analytickou laboratoř Bioanalytika CZ Chrudim, která spolupracovala v rámci projektu MMR č. 220: „Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí“. Stručně představuje oblasti činnosti laboratoře a její instrumentální vybavení. Dále popisuje instrumentaci ICP-MS, která sloužila k měření zadaných vzorků půd v rámci této spolupráce, a rozsah měření společně s vybranými izotopy jednotlivých prvků. Vysvětluje princip, na kterém je založena metoda ICP-MS. Ukazuje jednotlivé části a specifika přístroje Shimadzu ICPMS-2030, který byl použit k tomuto měření. Popisuje podmínky při měření jako např. čistotu provozních plynů, použitých chemikálií nebo nastavení přístroje.

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Dieser Beitrag zur internationalen Konferenz in Form eines Posters wird vom akkreditierten Analyselabor Bioanalytika CZ Chrudim präsentiert, das im Rahmen des Projekts des Ministeriums für regionale Entwicklung Nr. 220: „Auswirkungen landwirtschaftlicher Aktivitäten auf die Bodenqualität und Umweltverschmutzung durch Schadstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet“ mitgearbeitet hat. Die Tätigkeitsbereiche des Labors und seine apparative Ausstattung werden kurz vorgestellt. Darüber hinaus werden sowohl die ICP-MS-Instrumentierung beschrieben, mit der die spezifizierten Bodenproben im Rahmen dieser Kooperation gemessen wurden, als auch der Umfang der Messung zusammen mit ausgewählten Isotopen einzelner Elemente aufgezeigt. Es wird das Prinzip erklärt, auf dem das ICP-MS-Verfahren basiert. Die Einzelteile und Besonderheiten des Shimadzu ICPMS-2030 Instruments, das für diese Messung verwendet wurde, werden gezeigt. Auch die Messbedingungen wie die Reinheit der Betriebsgase, die verwendeten Chemikalien oder die Geräteeinstellungen werden vorgestellt.



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## ABSTRACT

This contribution to an international conference in form of a poster presents accredited analytical laboratory Bioanalytika CZ Chrudim, which collaborated on project No 220 „Effects of agricultural activity on soil quality and pollution in the Czech-Bavarian border region “. Briefly shows areas of activity of our laboratory and its equipment. Next it describes ICP-MS instrument, which was used for measurement of given soil samples within this cooperation, and range of analysis with selected isotopes. It explains principle of ICP-MS method. It shows parts and specifications of Shimadzu ICPMS-2030 instrument used for this measurement. It describes measurement conditions e.g. purity of operating gases and chemicals or settings of the instrument.

### *Poděkování*

*Príspevek vznikl za podpory řešení projektu MMR č. 220: „Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí“, který je realizován na základě finanční podpory Programu přeshraniční spolupráce Česká republika – Svobodný stát Bavorsko: Cíl - Evropská územní spolupráce 2014-2020“.*

### *Danksagungen*

*Diese Studie wurde unterstützt durch das Projekt Nr. 220: "Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und die Umweltbelastung durch Schadstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet", das mit finanzieller Unterstützung des Programms für grenzüberschreitende Zusammenarbeit Tschechische Republik - Freistaat Bayern durchgeführt wird: "Zielsetzung – Europäische Territoriale Zusammenarbeit 2014-2020".*

### *Acknowledgments*

*This paper is supported from project No 220 „Effects of agricultural activity on soil quality and pollution in the Czech-Bavarian border region“, with the financial support of the Program for cross-border cooperation Czech Republic – Free State of Bavaria: Objective – European Territorial cooperation 2014 – 2020.*



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

**Stav kvality a zdraví půd z pohledu pH, rizikových prvků a živin v Česko – bavorském příhraničí – výsledky projektu č. 220**  
**Zustand der Bodenqualität und -gesundheit in Bezug auf pH-Wert, Risikoelemente und Nährstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet - Ergebnisse des Projekts Nr. 220**

*The state of the soil quality and health from point of soil reaction, risk elements and nutrients in the Czech – Bavarian borderland – results of project no. 220*

**Lukáš HLISNIKOVSÝ, Ladislav MENŠÍK, Eva KUNZOVÁ**

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.; Praha - Crop Research Institute; Prague*

**Klíčová slova:** orná půda, trvalý travní porost, půdní reakce, živiny, rizikové prvky, index znečištění, Mehlich III, lučavka královská, orniční horizont, kontaminace

**Schlüsselwörter:** Ackerland, Dauergrünland, Bodenreaktionen, Nährstoffe, Risikoelemente, Immissionsindex, Mehlich III, Königsgrashüpfer, Oberbodenhorizont, Verunreinigung

**Key words:** arable land, permanent grassland, soil reaction, nutrients, risk elements, pollution index, Mehlich III, *aqua regia*, top soil, contamination

### **ABSTRAKT**

Lidská aktivita je úzce spojena s ovlivňováním životního prostředí. Ať už historické aktivity, jako je např. těžba surovin, nebo současné aktivity, jako je např. zemědělství, významně ovlivňují kvalitu a chemické složení půd a vody a životní podmínky fauny a flory. Chemické složení půd a vody je dále formováno i přírodními podmínkami konkrétní lokality – typ mateční horniny a geologické procesy stojící za formováním půdy. Současná konvenční zemědělská produkce je závislá na dodávání živin a přípravcích pro ochranu pěstovaných plodin. Tyto dvě skupiny v sobě zahrnují minerální, statková a organická hnojiva a pesticidy – herbicidy, fungicidy, insekticidy a jiné. Kromě pozitivních vlastností je jejich aplikace významně spojena i s negativními aspekty – vnos cizorodých látek do životního prostředí a ovlivnění jeho kvality. Prvky jako Cu a Zn jsou nejčastěji dávány do souvislosti s aplikací digestátu, zatímco As, Cd a Pb jsou spjaty s aplikací fosforečných hnojiv. Negativní vliv minerálních hnojiv na hodnotu půdní pH je pak úzce spojen s amonnou formou minerálního dusíku.

V rámci projektu 220 jsme v letech 2020 až 2021 analyzovali celkem 55 lokalit v České republice, které zahrnovaly trvalé travní porosty (TTP) i ornou půdu (OP) a to jak orniční, tak i podorniční půdní profily. Cílem analýzy bylo zjistit hodnotu pH a chemickou koncentraci živin a rizikových prvků v půdě a porovnat současný stav s výsledky předchozího projektu, který analyzoval shodné parametry na shodných lokalitách v letech 2006 až 2008. V rámci tohoto příspěvku publikujeme výsledky pocházející ze sedmnácti lokalit (6 TTP a 11 OP). Zatímco koncentrace rostlinám přístupných živin (P, Mg, K, Ca, Cu, Zn, Fe, Mn a B) byly stanoveny pomocí extrakčního činidla Mehlich III, celková koncentrace živin a potenciálně rizikových prvků (Al, Fe, Mg, K, Ca, Mn, P, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn a S) byla stanovena pomocí výluhu lučavkou královskou. Statistická analýza dat byla zaměřena především na využití vícekritériálních metod – PCA a FA.

Vícerozměrné statistické metody významně umožnily, na základě rozsáhlé analýzy dat, diferencovat dané zájmové území v hodnocených parametrech (pH, rizikové prvky, přístupné živiny, pesticidy apod.), dále i jednotlivých ekosystémech (orná půda, trvalé travní porosty) a hloubkách (orniční horizont, podorniční horizont) a obdobích sledování (2006–2009; 2020–2021) do různých shluků s obdobnými půdními charakteristikami (kvalitativními parametry půdy), ale i k diferencování (odlišení) jednotlivých lokalit, kde došlo k významnému poklesu nebo nárůstu koncentrací rizikových prvků resp. pesticidů po opakovaných odběrech půdy v průběhu času (dlouhodobý monitoring půdy).

Z hlediska hodnoty pH půdy jsme na TTP lokalitách zaznamenali pokles u 3 lokalit (-0.4 až -1.2), v případě OP u 7 lokalit (-0.2 až -1.4). Zvýšení hodnoty pH pak bylo zaznamenáno u 2 lokalit TTP (0.5 – 0.6) a 4 lokalit OP (0.2 – 0.9). Obsah P se v průběhu času na všech TTP mírně snížil, u OP se mírně snížil (6 lokalit) i zvýšil (5 lokalit), nicméně rozdíly nebyly oproti minulosti významné. Obsah přístupného K se na TTP mírně zvýšil (5 lokalit, na jedné lokalitě zůstal stejný), zatímco na OP se obsah K zvýšil na 8 lokalitách (2 – 715 mg/kg).

Zajímavé jsou výsledky rozborů půd pomocí lučavky královské, které poskytly pohled na obsah potenciálně rizikových prvků v půdě. Celkem 15 lokalit v minulosti (2006 – 2008) či současnosti překročilo preventivní limity rizikového prvku, stanovené vyhláškou 153/2006 Sb. Konkrétně se jednalo o prvky As, Be, Cd, Co, Cr, Ni, Pb, V a Zn. V případě As byla na dvou lokalitách překročena indikační hodnota, při jejichž překročení může být ohroženo zdraví lidí i zvířat (40 mg/kg). U tří prvků a tří lokalit jsme v průběhu času zaznamenali pokles koncentrace rizikových prvků pod indikační limit (v letech 2006 – 2008 byl překročen, nyní se koncentrace pohybovala pod indikačním limitem). Konkrétně se jednalo o prvky As, Cr a Zn. U šesti prvků a osmi lokalit se koncentrace některého rizikového prvku dostala, oproti minulosti, nad indikační limit (Be, Cd, Co, Cu, Pb, As). Z pohledu „pollution“ indexu (PI, index znečištění), který porovnává aktuální koncentraci prvků s jeho preventivním limitem, a dělí se na pět kategorií (<1: žádná kont., 1 – 2: nízká kont., 2 – 3: střední kont., 3 – 5: silná kontaminace, >5: velice silná kont.), jsme v minulosti a v současné době zaznamenali celkem 48 případů spadajících do kategorie „nízká“ kontaminace, 4 případy spadající do kategorie „střední“ kontaminace a 4 případy z kategorie „těžká“ kontaminace.

Konkrétní příčina kontaminace dané lokality daným rizikovým prvkem může souviset s přirozenými i antropogenními vlivy a pro hlubší analýzu je nutné znát historii pozemku (osevní sled, typ a dávka statkových, organických a minerálních hnojiv a jiné). Bez těchto informací není možné jednoznačně říci, co vedlo k překročení preventivních a vyšších limitů, popř. není li vyšší koncentrace některého rizikového prvků přírodního charakteru.

## ZUSAMMENFASSUNG

Menschliche Aktivitäten sind eng mit Umweltauswirkungen verbunden. Ob historische Aktivitäten wie die Gewinnung von Rohstoffen oder aktuelle Aktivitäten wie die Landwirtschaft die Qualität und chemische Zusammensetzung von Böden und Gewässern sowie die Lebensbedingungen von Fauna und Flora maßgeblich beeinflussen. Die chemische Zusammensetzung von Böden und Gewässern wird auch durch die natürlichen Bedingungen eines bestimmten Standorts geprägt - die Art des Ausgangsgesteins und geologische Prozesse bestimmen die Bodenbildung. Die heutige konventionelle landwirtschaftliche Produktion ist auf die Versorgung mit Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln angewiesen. Diese beiden Gruppen umfassen mineralische, tierische und organische Düngemittel und Pestizide -



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Herbizide, Fungizide, Insektizide und andere. Ihre Anwendung ist neben ihren positiven Eigenschaften auch maßgeblich mit negativen Aspekten verbunden – dem Eintrag von Fremdstoffen in die Umwelt und deren Beeinträchtigung. Elemente wie Cu und Zn werden am häufigsten mit der Ausbringung von Gärresten, während As, Cd und Pb meistens mit der Ausbringung von Phosphordünger in Verbindung gebracht werden. Die negative Wirkung mineralischer Düngemittel auf den pH-Wert des Bodens ist dann eng mit der Ammoniumform des mineralischen Stickstoffs verbunden.

Im Rahmen des Projekts 220 haben wir zwischen 2020 und 2021 insgesamt 55 Standorte in der Tschechischen Republik analysiert, darunter Dauergrünland (TTP) und Ackerland (OP). Dabei haben wir sowohl Proben von Ackerböden als auch vom Untergrund entnommen. Ziel der Analysen war es, den pH-Wert und die chemische Konzentration von Nährstoffen und Risikoelementen im Boden zu bestimmen und den Ist-Zustand mit den Ergebnissen des Vorgängerprojekts zu vergleichen, bei dem in den Jahren 2006 bis 2008 dieselben Parameter an denselben Standorten analysiert wurden. In diesem Beitrag veröffentlichen wir Ergebnisse von siebzehn Standorten (6 TTP und 11 OP). Während die Konzentrationen der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (P, Mg, K, Ca, Cu, Zn, Fe, Mn und B) mit dem Extraktionsmittel Mehlich III bestimmt wurden, wurde die Gesamtkonzentration an Nährstoffen und potenziell gefährlichen Elementen (Al, Fe, Mg, K, Ca, Mn, P, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn und S) im Extrakt mit Königswasser bestimmt. Die statistische Analyse der Daten konzentrierte sich hauptsächlich auf die Verwendung multidimensionaler Methoden – PCA und FA.

Die multidimensionale statistische Methoden ermöglichten es maßgeblich, basierend auf umfangreicher Datenanalyse, die ausgewerteten Parameter (pH-Wert, Risikoelemente, zugängliche Nährstoffe, Pestizide etc.) sowie einzelne Ökosysteme (Ackerland, Dauergrünland) und Tiefen (Ackerhorizont, Unterbodenhorizont) und Beobachtungszeiträume (2006–2009; 2020–2021) in verschiedene Cluster mit ähnlichen Bodeneigenschaften (bodenqualitative Parameter) zu differenzieren. Sie ermöglichen auch Differenzierung einzelner Lokalitäten, bei denen es zu einer signifikanten Abnahme oder Zunahme der Konzentrationen von Risikoelementen bzw. Pestizide nach wiederholter Bodenprobenahme im Laufe der Zeit kam (Langzeit-Bodenüberwachung).

In Bezug auf den pH-Wert des Bodens verzeichneten wir eine Abnahme der TTP-Lokalitäten in 3 Lokalitäten (-0,4 bis -1,2), im Fall von OP in 7 Lokalitäten (-0,2 bis -1,4). Ein pH-Anstieg wurde dann an 2 TTP-Stellen (0,5–0,6) und 4 OP-Stellen (0,2–0,9) aufgezeichnet. Der P-Gehalt nahm im Laufe der Zeit bei allen TTPs leicht ab, bei OP nahm er leicht ab (6 Lokalitäten) und zu (5 Lokalitäten). Die Unterschiede waren jedoch im Vergleich zu früher nicht signifikant. Der Gehalt an zugänglichem K stieg bei TTP leicht an (5 Lokalitäten, blieb an einer Lokalität gleich), während bei OP der Gehalt an K an 8 Lokalitäten zunahm (2 - 715 mg/kg).

Die Ergebnisse von Bodenanalysen mit Königswasser sind interessant, weil sie einen Einblick in den Gehalt an potenziell gefährlichen Elementen im Boden gaben. Insgesamt 15 Orte haben in der Vergangenheit (2006 - 2008) oder in der Gegenwart die durch das Dekret 153/2006 Coll. festgelegten präventiven Grenzen des Risikoelements überschritten. Konkret waren dies die Elemente As, Be, Cd, Co, Cr, Ni, Pb, V und Zn. Bei As wurde an zwei Stellen der Indikationswert überschritten, dessen Überschreitung die Gesundheit von Mensch und Tier gefährden kann (40 mg/kg). Für drei Elemente und drei Lokalitäten haben wir im Zeitverlauf eine Abnahme der Konzentration von Risikoelementen unter die

Indikationsgrenze festgestellt (in den Jahren 2006 - 2008 wurde sie überschritten, jetzt lag die Konzentration unter der Indikationsgrenze). Es waren die Elemente As, Cr und Zn. Bei sechs Elementen und acht Standorte überstieg die Konzentration einiger Risikoelemente im Vergleich zur Vergangenheit die Indikationsgrenze (Be, Cd, Co, Cu, Pb, As). Aus Sicht des "Pollution"-Index (PI, Verschmutzungsindex), der die aktuelle Konzentration von Elementen mit ihrem präventiven Grenzwert vergleicht, wird er in fünf Kategorien eingeteilt (<1: keine Kontamination, 1 - 2: geringe Kontamination, 2 – 3: mittlere Kontamination, 3 – 5: starke Kontamination, > 5: sehr starke Kontamination). Wir haben in der Vergangenheit und aktuell insgesamt 48 Fälle erfasst, die in die Kategorie „niedrige“ Kontamination fallen, 4 Fälle der Kategorie „mittlere“ Kontamination und 4 Fälle der Kategorie „schwere“ Kontamination. Die spezifische Ursache der Kontamination eines bestimmten Standorts durch ein bestimmtes Risikoelement kann mit natürlichen und anthropogenen Einflüssen zusammenhängen, und für eine tiefere Analyse ist es notwendig, die Geschichte des Landes zu kennen (Fruchtfolge, Art und Dosis von Vieh, organische und mineralische Düngemittel und andere). Ohne diese Informationen ist es nicht möglich, eindeutig zu sagen, was zur Überschreitung von vorbeugenden und höheren Grenzwerten geführt hat, oder ob eine höhere Konzentration einiger Risikoelemente natürlicher Natur ist.

#### *Poděkování*

*Příspěvek vznikl za podpory řešení projektu MMR č. 220: „Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí“, který je realizován na základě finanční podpory Programu přeshraniční spolupráce Česká republika – Svobodný stát Bavorsko: Cíl - Evropská územní spolupráce 2014-2020“.*

#### *Danksagungen*

*Diese Studie wurde unterstützt durch das Projekt Nr. 220: "Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und die Umweltbelastung durch Schadstoffe im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet", das mit finanzieller Unterstützung des Programms für grenzüberschreitende Zusammenarbeit Tschechische Republik - Freistaat Bayern durchgeführt wird: "Zielsetzung – Europäische Territoriale Zusammenarbeit 2014-2020".*



**Evropská unie**  
Evropská unie  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **Vorkommen und Verbleib von Schadstoffen in landwirtschaftlich genutzten Böden in der bayerischen Interreg V-Region**

### **Výskyt a setrvávání škodlivin v zemědělských půdách v bavorském regionu Interreg V**

*Occurrence and fate of pollutants in agricultural soils of the Bavarian Interreg V region*

**Edzard HANGEN**

*Bayerisches Landesamt für Umwelt; Hof - Bavarian Environment Agency; Hof*

**Schlüsselwörter:** Schwermetalle, organische Schadstoffe, Pestizide, landwirtschaftliche Böden, Cadmium, DDT

**Key words:** Heavy metals, organic pollutants, pesticides, agricultural soils, cadmium, DDT

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Die landwirtschaftlich genutzten Böden in der tschechisch-bayerischen Grenzregion sind zahlreichen Einflüssen unterworfen. Dazu gehören neben bodenphysikalischen auch bodenchemische Einflüsse wie die Schadstoffanreicherung durch ubiquitären Eintrag sowie im Zuge landwirtschaftlicher Bewirtschaftung. Um Informationen zur flächenhaften Verteilung von anorganischen und organischen Schadstoffen, wie z.B. Pestiziden, in der Interreg V-Region zu erhalten, wurden archivierte Bodenproben von 26 landwirtschaftlich genutzten Standorten aus den Jahren 2000 - 2004 analysiert. Für 5 Standorte in der Interreg V-Region, die 2019/2020 erneut beprobt wurden, wurden zeitliche Veränderungen der Stoffgehalte bewertet. Der Gehalt des Bodens an Nährstoffen, Schwermetallen, organischen Schadstoffen sowie Pestiziden wurde nach einschlägigen Analysevorgaben bestimmt.

Bei den 5 gepaarten Bodenprofilen variierte die vertikale Verteilung von Cadmium (Cd), einem vermutlichen Begleiter von Phosphatdüngern ( $r = 0,6$ ), zwischen den archivierten und den frischen Bodenproben nur schwach. Dagegen zeigten die Gehalte des ehemaligen Insektizids DDT überwiegend eine Abnahme mit der Zeit. Gleiches trifft für Triazine und Neonicotinoide (T&N) zu, die jedoch in einem Unterboden unter Grünland eine erhöhte Konzentration aufwiesen. Aufgrund der räumlichen Korrelation der archivierten Bodengehalte deuten die 2D-interpolierten Oberböden auf einen ubiquitären Eintrag von DDT hin, während im Falle von Cd und T&N punktuelle Einträge wahrscheinlich sind. Die Schadstoffkonzentrationen im Boden wurden in einer Hauptkomponentenanalyse den möglichen Einflussfaktoren (Temperatur, Niederschlag, Bodentiefe, pH-Wert, Gehalte an Steinen, Ton und organischem Kohlenstoff) gegenübergestellt: Cd und DDT zeigen eine deutliche Nähe zu organischem Kohlenstoff, der als Sorband fungiert. Als Verbindungen mit schwach saurem Charakter deuten T&N auf den pH-Wert als sorptionssteuernden Parameter sowie auf die Temperatur im Zuge des mikrobiellen Abbaus hin. Allerdings kann eine solche Interpretation ohne detaillierte Applikationsdaten nur vage sein, wenn die Zielsubstanzen parzellenscharf aufgebracht werden. In dem einzigen Fall, in dem die Pestizidhistorie zur Verfügung stand, wurden keine der ausgebrachten Metolachlor-Varianten und lediglich 8% der ausgebrachten Terbutylazine im Pflughorizont zurückgehalten. Vermutlich haben Faktoren wie die Pflanzenaufnahme, der mikrobielle und photochemische Abbau sowie die



**Europská unie**  
Evropský fond pro regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Abdrift und der vertikale Transport aus der untersuchten Bodenzone die Oberbodenkonzentration an diesem Standort erheblich verringert.

Die erstellte Datenbasis dieses grenzüberschreitenden Projekts liefert wertvolle Hintergrundinformationen über spezifische anorganische und organische Bodenschadstoffe, die in zukünftigen Studien in der Interreg-Region genutzt werden können.

## ABSTRACT

Agricultural soils in the Czech-Bavarian border region underly numerous influences. Besides soil physical factors these comprise soil chemical impacts such as accumulation of contaminants due to ubiquitous deposition or input due to agricultural management. To obtain information about the areal distribution of inorganic and organic contaminants, such as pesticides, in the Interreg V region, archived soil samples from 26 agricultural sites taken between 2000 – 2004 were analysed. Temporal changes of substance contents were assessed for 5 sites across the Interreg V region, which were re-sampled in 2019/2020. The soil's content of nutrients, heavy metals, organic pollutants as well as pesticides were determined according to established laboratory protocols.

At the 5 paired soil profiles the vertical distribution of cadmium (Cd), probably accompanying phosphate fertilizers ( $r = 0,6$ ), did not vary much between the archived and the fresh soil samples. In contrast, the former insecticide DDT predominantly showed a temporal decrease. So did Triazines and Neonicotinoides (T&N), which displayed an elevated concentration in one grassland subsoil. Warranted by a spatial correlation of the archived soils' contents, the 2D-interpolated topsoils indicated an ubiquitous input of DDT, while point inputs seem likely in the cases of Cd as well as T&N. The contaminant soil concentrations were compared to probable influencing factors (temperature, precipitation, soil depth, pH-value, contents in stones, clay, and organic carbon) in a principal component analysis: Cd and DDT display a marked proximity to organic carbon, which acts as a sorbent. As compounds with a weak acid character T&N point to the pH-value as a sorption governing parameter as well as to temperature in the course of microbial degradation. However, such an interpretation without detailed application data can only be vague, when target substances are applied at an individual land parcel. In the only case the pesticide history was provided none of the applied metolachlorine variants and 8% of the applied terbuthylazines were retained in the plough horizon. Presumably, factors such as plant uptake, microbial and photochemical degradation as well as drift and vertical transport out of the assessed soil zone have considerably decreased the topsoil concentration at that site.

The established data base of this cross-border project provides valuable baseline information on specific inorganic and organic soil contaminants, which can be utilized in future studies in the Interreg region.

## Danksagungen

*Diese Untersuchung entstand im Rahmen des EU-Projekts Nr. 220 „Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Schadstoffbelastung in der tschechisch-bayerischen Grenzregion“, das mit finanzieller Unterstützung des Programms für grenzüberschreitende Zusammenarbeit „Tschechische Republik - Freistaat Bayern: Ziel - Europäische territoriale Zusammenarbeit 2014-2020“ durchgeführt wurde.*



Europäische Union  
Evropská unie  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



Ziel ETZ | Cíl EÚS  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)



### *Acknowledgments*

*This paper is supported from project No 220 „Effects of agricultural activity on soil quality and pollution in the Czech-Bavarian border region“, with the financial support of the Program for cross-border cooperation Czech Republic – Free State of Bavaria: Objective – European Territorial cooperation 2014 – 2020.*

### *Poděkování*

*Příspěvek vznikl za podpory řešení projektu MMR č. 220: „Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí“, který je realizován na základě finanční podpory Programu přeshraniční spolupráce „Česká republika – Svobodný stát Bavorsko: Cíl - Evropská územní spolupráce 2014-2020“.*



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## **Detekce a výskyt perzistentních triazinů a jejich metabolitů v půdách česko-bavorského pohraničí**

### **Nachweis und Vorkommen von persistenten Triazinen und deren Metaboliten in den Böden im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet**

*Detection and occurrence of perzistent triazines and their metabolites in the soils of the  
Czech-Bavarian borderland*

**Michal JÁGR, Václav DVORÁČEK, Pavel ČERMÁK**

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.; Praha - Crop Research Institute; Prague*

**Klíčová slova:** hmotnostní spektrometrie, pesticidy, triaziny

**Schlüsselwörter:** Massenspektrometrie, Pestizide, Triazine

**Key words:** mass spectrometry, pesticides, triazines

#### **ABSTRAKT**

V této studii jsme prozkoumali obsahy perzistentních triazinových herbicidů a jejich metabolitů ve vzorcích archivních i nových půd z více než 50 lokalit ležících na pomezí Česko-Bavorského pohraničí. K tomuto účelu jsme použili extrakci pesticidů z půd metodou QuEChERS, která byla následovaná analýzou za pomoci ultravysokoúčinné kapalinové chromatografie ve spojení s elektrosprejovou ionizací a tandemovou hmotnostní spektrometrií s vysokým rozlišením typu kvadrupól-Orbitrap (UHPLC-Q-Orbitrap). Touto metodou byla detekována celá škála reziduí triazinových pesticidů (atrazin, simazin, propazin), včetně některých jejich metabolitů (např. atrazin-2-OH, atrazin-desethyl, simazin-2-OH, terbuthylazin-2-OH, terbuthylazin-desethyl, terbuthylazin-2-OH). Ukázalo se tak, že většina vzorků pocházejících z orných půd obsahuje vícečetný koktejl pesticidů. Hladiny jednotlivých pesticidů v některých vzorcích půd překročily koncentraci 0,01 µg/g, která je v odborné literatuře považována za bezpečnou hladinu.

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

In dieser Studie untersuchten wir die Gehalte an persistenten Triazin-Herbiziden und ihren Metaboliten in archivierten und neuen Bodenproben von 55 tschechischen und 5 bayerischen Standorten im tschechisch-bayerischen Grenzgebiet. Zu diesem Zweck nutzten wir die Extraktion von Pestiziden aus Böden durch QuEChERS, gefolgt von einer Analyse mittels Ultrahochleistungs-Flüssigkeitschromatographie in Verbindung mit Elektrospray-Ionisation und hochauflösender Tandem-Quadrupol-Orbitrap-Massenspektrometrie (UHPLC-Q-Orbitrap). Mit dieser Methode wurde eine ganze Reihe von Triazin-Pestizidrückständen (Atrazin, Simazin, Propazin) nachgewiesen, einschließlich einiger ihrer Metaboliten (z. B. Atrazin-2-OH, Atrazin-desethyl, Simazin-2-OH, Terbuthylazin-2-OH, Terbuthylazin-desethyl). So stellte sich heraus, dass die meisten Proben aus dem Ackerland mehrere Pestizid-Cocktails enthielten. Die häufigste Überschreitung in der Fachliteratur der betrachteten Konzentration von 0,01 µg/g wurde bei den Proben aus Tschechien in 2 Triazin-Metaboliten festgestellt: Terbuthylazin-2-OH und Atrazin-2-OH, in beiden Probenahme-Zeitperioden (2006 - 2008 und 2020 - 2021). Während in den



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Archivbodenproben die Häufigkeit des Auftretens beider Metaboliten bei 40 % bzw. 18,2 %, lag, sank die Häufigkeit ihres Auftretens auf 25,5 % bzw. 10% in den aktuellen Proben. In den bayerischen Archivproben (2001 - 2003) wurde nur in einem Fall der Metabolit Atrazin-2-OH mit einer Konzentration über 0,01 µg/g nachgewiesen. Analysen aus aktuellen Proben bestätigten in einem Fall das über dem Grenzwert liegende Vorkommen des Triazin-Metaboliten Terbutylazin-2-OH und des Triazin-Herbizids Tebuconazol.

#### *Poděkování*

*Příspěvek vznikl za podpory řešení projektu MMR č. 220: „Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí“, který je realizován na základě finanční podpory Programu přeshraniční spolupráce Česká republika – Svobodný stát Bavorsko: Cíl - Evropská územní spolupráce 2014-2020“.*

#### *Bedanken*

*Der Beitrag ist mit Unterstützung der Projektlösung entstanden No 220 „Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Schadstoffbelastung in der tschechisch-bayerischen Grenzregion“, das mit finanzieller Unterstützung des Programms für grenzüberschreitende Zusammenarbeit Tschechische Republik - Freistaat Bayern: Ziel - Europäische territoriale Zusammenarbeit 2014-2020“ durchgeführt wird.*



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

## Poděkování / Bedanken / Acknowledgment

Publikace vznikla za podpory řešení projektu Ministerstva pro místní rozvoj ČR č. 220: „Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí“, který je realizován na základě finanční podpory Programu přeshraniční spolupráce Česká republika – Svobodný stát Bavorsko: Cíl - Evropská územní spolupráce 2014-2020“.

Die Publikation wurde mit Unterstützung des Projekts des Ministeriums für regionale Entwicklung der Tschechischen Republik erstellt No. 220 „Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Schadstoffbelastung in der tschechisch-bayerischen Grenzregion“, das mit finanzieller Unterstützung des Programms für grenzüberschreitende Zusammenarbeit Tschechische Republik - Freistaat Bayern: Ziel - Europäische territoriale Zusammenarbeit 2014-2020" durchgeführt wird.

The publication was supported by the project of the Ministry for Regional Development of the Czech Republic No. 220: "Impact of agricultural activities on soil quality and environmental pollution by contaminants in the Czech-Bavarian borderland", which is implemented with financial support from the Cross-border Cooperation Program Czech Republic - Free State of Bavaria: Objective - European Territorial Cooperation 2014-2020".



### Europská unie

Europský fond pro regionální rozvoj  
Evropský fond pro regionální rozvoj



### Ziel ETZ | Cíl EÚS

Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)



### Europská unie

Europský fond pro regionální rozvoj  
Evropský fond pro regionální rozvoj



### Ziel ETZ | Cíl EÚS

Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Mezinárodní konference / Internationale Konferencion:  
*Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí*  
*Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Schadstoffbelastung in der tschechisch-bayerischen Grenzregion*  
**20. – 21. 4. 2022, Center Bavaria Bohemia in Schönsee**

## **Poznámky / Anmerkungen / Notes**



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Mezinárodní konference / Internationale Konferencion:  
*Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí*  
*Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Schadstoffbelastung in der tschechisch-bayerischen Grenzregion*  
**20. – 21. 4. 2022, Center Bavaria Bohemia in Schönsee**



**Europäische Union  
Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)

Název / Buchtitel / *Title:*

Dopad zemědělské činnosti na kvalitu půdy a znečištění životního prostředí kontaminanty v česko-bavorském pohraničí

Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf die Bodenqualität und Schadstoffbelastung in der tschechisch-bayerischen Grenzregion

*Impact of agricultural activities on soil quality and environment pollution by contaminants in the Czech-Bavaria cross-border territory*

Editoři / Editoren / *Editors:*

Dr. Ing. Pavel Čermák, Dr. Ing. Milan Sáňka, Ing. Eva Kunzová, CSc., Dr. Bernd Schilling, Dr. Edzard Hangen,

Vydal / Buch herausgegeben / *Published by:*

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně / *Crop Research Institute Prague*

Grafická úprava a sazba / Grafikdesign und Satz / *Graphic design and Computer typesetting:*

Dr. Ing. Pavel Čermák, Dr. Ing. Milan Sáňka

Tisk / Druck / *Print:*

Powerprint s.r.o., Brandejsovo nám. 1219/1, Praha - Suchdol, 165 00

Rok vydání / Veröffentlichungsjahr / *Year of issue:* 2022

Počet stran / Seitenzahl / *Number of pages:* 63

Náklad / Druckauflage / *Edition:* 150 ks (*pcs*)

*Za věcnou správnost, odbornou úroveň a grafické podklady odpovídají autoři.*

*Die Autoren sind für die sachliche Richtigkeit, das professionelle Niveau und die grafischen Materialien verantwortlich.*

*For factual accuracy, art and graphic materials are responsibility of the authors.*

Foto / Foto / *Photo:* Pavel Čermák, Ladislav Menšík, Michal Jágr

*Publikace neprošla jazykovou úpravou.*

*Die Veröffentlichung wurde nicht sprachlich modifiziert.*

*Publications did not pass the language revision.*

Citace sborníku / Zitation aus Sammelbuch / *Proceedings citation:*

Menšík, L., Hlisnikovský, L., Kunzová, E. Rizikové prvky v aluviálních půdách na historických územích těžby rud ve východním Bavorsku a v České republice. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha - Ruzyně, 2019. ISBN 978-80-7427-314-8.

Menšík, L., Hlisnikovský, L., Kunzová, E. Risk elements in alluvial soils on the historical ore mining areas in eastern Bavaria and the Czech Republic. Prague: Crop Research Institute Prague, 2019. ISBN 978-80-7427-314-8.

© **Pavel Čermák, 2022**

© **Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně, 2022**

**ISBN: 978-80-7427-371-1**



**Europäische Union**  
**Evropská unie**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Evropský fond pro  
regionální rozvoj



**Ziel ETZ | Cíl EÚS**  
Freistaat Bayern –  
Tschechische Republik  
Česká republika –  
Svobodný stát Bavorsko  
2014 – 2020 (INTERREG V)