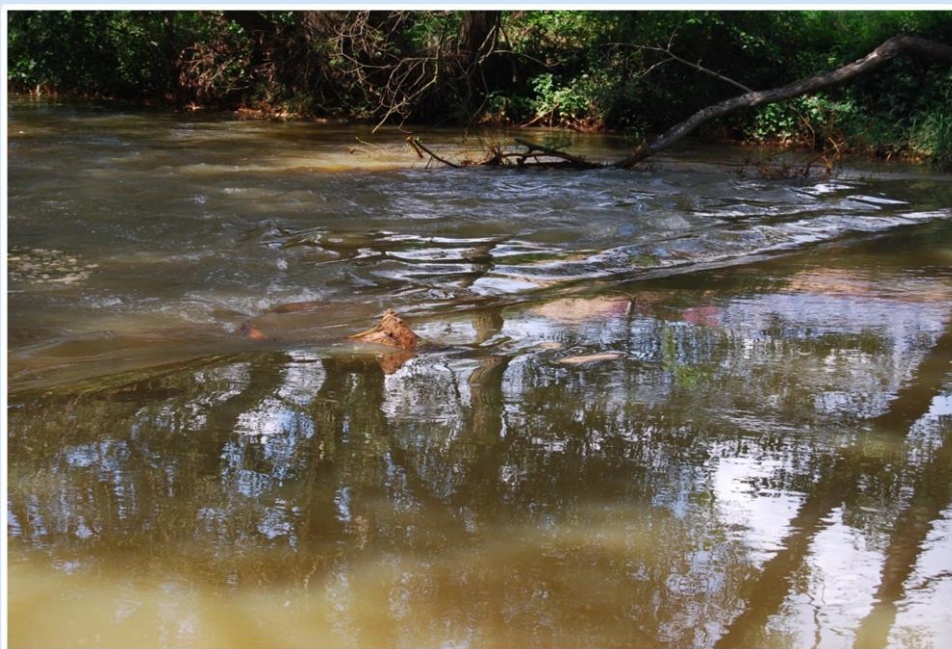


2019

Stručné shrnutí výsledků
dílčího projektu v rámci
projektu Vita-Min

Analýza antropogenně a přirozeně podmíněného přístupu železa a síranů do vodních toků ovlivněných těžbou (dílčí projekt 1.1)



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



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



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg VA / 2014–2020



Úvod, kontext a vytčený cíl

Zvýšené koncentrace železa a síranů a také nízké hodnoty pH ve vodních tocích často vedou k ovlivňování biocenózy ve vodních útvech. Z toho důvodu není možné dosáhnout dobrého ekologického stavu ve vodních útvech podle ustanovení Rámcové směrnice o vodách. Zvýšené koncentrace mají negativní vliv také na kalnost vody, na stavby při vodních tocích, využívání jezer vzniklých po těžbě nerostných surovin na koupání nebo jako zdroj pitné vody z břehových filtrátů. To se týká především saských hnědouhelných revírů a v menší míře také oblastí, ve kterých probíhala těžba rud. Zdroje tohoto znečištění mohou mít přirozený nebo antropogenní původ.

Přirozený výskyt síranů ve spodní vodě a v povrchových vodních útvech je způsoben rozkladem organického materiálu a atmosférickou depozicí. Koncentrace síranů s přirozeným původem se v tekoucích vodách mohou vyskytovat v koncentracích s rozsahem od 10 do 150 mg/L. Antropogenním zdrojem síranů je vedle zemědělské činnosti, odpadních vod, dopravy a průmyslové činnosti především těžba hnědého uhlí. Koncentrace síranů tedy dosahují hodnoty až 2000 mg/L. Hlavní zdroje transferu síranů z těžebních oblastí do povrchových vodních útvarů jsou:

- čistírny důlních vod
- odtoky z vodních zdrojů vzniklých po těžební činnosti
- odtoky z odvodňovacích štol z důlních děl po již ukončené těžební činnosti
- různé odvodňovací kanály a
- difuzní přítoky spodní vody.

Sírany jsou složkou vody, které s kamenivem koryta vodních toků nereagují, prakticky nedochází k jejich odbourávání. Koncentrace síranů je možné snížit zředěním, vsakováním do spodní vody, odvodem vody do jiných říčních oblastí a v malé míře také jejich redukcí.

Železo je v převážné míře pevně vázáno na minerály a předně je imobilní. Díky chemickým zvětrávacím procesům sulfidů s obsahem železa a silikátů (křemičitanů) dochází k uvolňování železa. Přirozené vnosy železa do vodních toků lze pozorovat v oblastech s výskytem magmatických a metamorfních hornin obsahujících sulfidy železa a v sedimentárních horninách s obsahem uhlí a jílu. Hlavní příčinou vnosů je těžební činnost v saských hnědouhelných regionech. K vnosu železa do vodních toků může docházet jak difuzně, tak bodově. Na rozdíl od síranů je železo velmi reaktivní látkou. Přirozené koncentrace železa se pohybují kolem 1 mg/L po několik set mg/L železa celkem ve vodních tocích. Železo se ve vodě vyskytuje převážně ve formě organických sloučenin železa a jemně disperzního oxidu-/ hydroxidu železa, nikoli ale rozpuštěné ve vodě.

V rámci této studie byly zkoumány možné přístupové cesty znečištění vody železem a sírany na základě dat měřených po dlouhou řadu let a podle zdroje znečištění. Cílem bylo kvantifikovat vlivy průmyslové činnosti, sídelních oblastí, dopravy, těžební činnosti a zemědělské činnosti na transfer látek a místa vstupu znečištění znázornit do „mapy ohrožení“ a rovněž uvést Best Practice postupy vedoucí ke snížení obsahu železa a síranů.

„OHROŽENÍ“ PODLE LAWA: V tomto kontextu lze vycházet z toho, že se jedná o „ohrožení“ v případě, že dojde k překročení orientačních hodnot stanovených pracovní skupinou LAWA (Pracovní skupina spolku/zemí pro vodu) pro vodní útvary a není tedy splněn cíl stanovený Rámcovou směrnicí o vodách.

Metodika

Posuzovány byly všechny vodní útvary v Sasku. Statistická a explorativní analýza řad naměřených dat však byla provedena pouze pro regiony, kde probíhala těžba rud a hnědého uhlí v minulosti (669 povrchových vodních útvarů a 71 útvarů spodní vody). Pro oblasti spadající do působnosti společností LEAG a LMBV byly do zkoumání zahrnuty rozsáhlé analýzy a výsledky těchto firem. Za účelem identifikace přirozených a antropogenních přístupových cest bylo realizováno několik na sebe vzájemně navazujících kroků:

- vymezení povrchových vodních útvarů a útvarů spodní vody
- identifikace geogenně ovlivněných oblastí
- identifikace antropogenně ovlivněných oblastí
- rešerše disponibilních naměřených dat
- popisné statistické vyhodnocení naměřených dat
- explorativní statistika
- rešerše Best Practice postupů
- odvození závěrů

Aby bylo možné cesty, kterými železo a sírany do vodních toků vstupují, odhadnout, byly na základě různých geodat (geologie, užívání území) povrchové vodní útvary a útvary spodní vody vymezeny z hlediska geogenních a antropogenních vlivů. Tabulka 1 poskytuje přehled o přirozených a antropogenních zdrojích znečištění vodních toků železem a sírany.

Analýza antropogenně a přirozeně podmíněného přístupu železa a síranů do vodních toků ovlivněných těžbou (dílní projekt 1.1)

Tabulka 1: Zdroje vnosu železa a síranů do vodních toků

	Železo	Sírany
Přirozené zdroje	<ul style="list-style-type: none">v oblastech s výskytem magmatických a metamorfních hornin obsahujících sulfid železav oblastech s výskytem sedimentárních hornin s nízkou pufrací kapacitou obsahující sulfid, uhlí a jíly	<ul style="list-style-type: none">hodnota geogenního pozadí spodní vody, např. v případě vedlejších hornin obsahujících síranyrozklad organického materiáluatmosférické depoziceprodukty rozkladu živočišných a rostlinných bílkovinmikrobiální oxidace sulfidů (sulfidů)
Antropogenní zdroje	<ul style="list-style-type: none">těžební aktivita (především těžba hnědého uhlí)sanační těžební činnostv malé míře způsobené historickou těžbou rud	<ul style="list-style-type: none">hnojiva používaná v zemědělstvívelkoplošné odvodňování rašelinišťvzduchem přenášené depozice síry z dopravy nebo průmyslové činnostipřívody z průmyslové a komunální odpadní vodytěžba hnědého uhlí (čistírny důlních vod, odtoky vody ze zbytkových jam vzniklých po těžbě hnědého uhlí, odvodňovací kanály, výstup spodní vody)odtoky z odvodňovacích štol již neprovozovaných dolů

Pro následné statistické vyhodnocení dat vlastností (charakteru) v místech reprezentativních měřících bodů státní sítě byla předpokládána následující kritéria:

- prostorově pokud možno rovnoměrné rozdělení po celém zájmovém území
- testování pokud možno bez ohledu na účel
- odběr vzorků po dlouhou dobu v pravidelných časových intervalech
- volně dostupná data.

800 reprezentativních měřících bodů (míst) na vodních tocích a cca 2900 měřících míst pro spodní vodu tato kritéria splňuje. Další 1400 měřících bodů pro účely zkoumání slouží na podporu statistického vyhodnocení. Každý povrchový vodní útvar je tedy charakterizován minimálně jedním reprezentativním odběrným místem, která jsou na sledovaném území rovnoměrně rozmístěna.

Oproti tomu jsou měřicí body (odběrová místa) spodní vody na území rozdělena výrazně méně rovnoměrně. Zkoumané území tedy muselo být rozděleno do menších dílčích území, aby s ohledem na vlastnosti vody byla dosažena homogenní dílčí povodí pro spodní vodu.

Vyhodnoceno bylo zhruba 20 parametrů z dat z let 2000 až 2017, které jsou pro popis chemických vlastností vody podstatné (např. pH, obsah kyslíku, redoxní potenciál, vodivost) a také parametry vypovídající o antropogenních vlivech na kvalitu vody (obsah dusičnanů, fosfátů, některých těžkých kovů).

Vedle popisu statistického vyhodnocení naměřených hodnot byly uplatněny explorativní statistické metody. Za pomoci popisné statistiky byly vypočteny střední hodnoty, rozptyl, kvantily apod. pro koncentrace na různých srovnávacích rovinách (měřicí body, vodní útvar, povodí). Explorativní statistika se zabývá souvislostmi mezi veličinami, které na danou oblast mají vliv, a naměřenými hodnotami obsahu železa a síranů ve spodní a povrchové vodě. Zkoumány budou vlivy průmyslové činnosti, sídelních oblastí, dopravy, těžební a zemědělské činnosti.

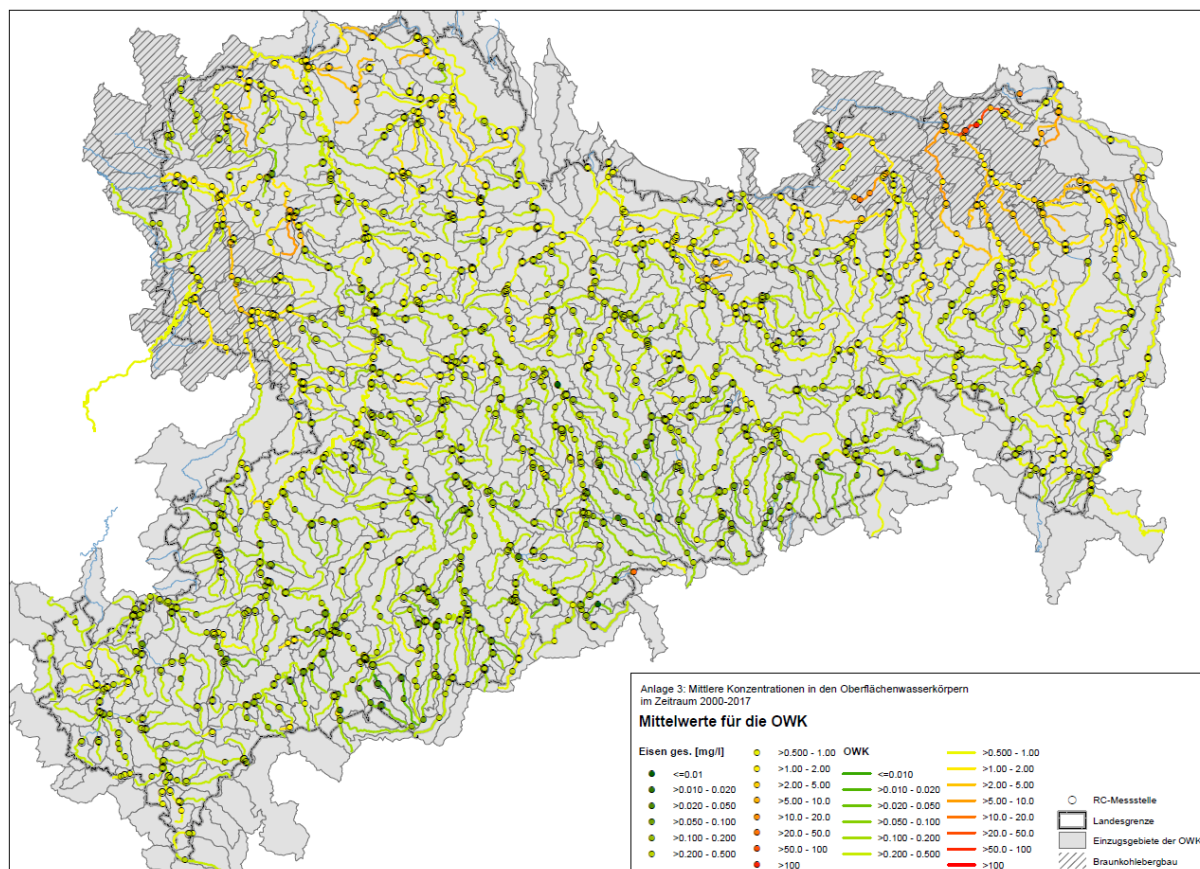
Kvalita vody v tocích se od zdroje až po ústí mění a během průtoku se mění také transportované látky díky geogenním a antropogenním vnosům. Nadměrné zvýšení transportovaných látek ukazuje na látky do vodního toku vnesené. Za účelem identifikace zdrojů takových látek proběhlo testování do jaké míry je v případně dlouhých vodních toků možné porovnání koncentrací látek a jejich transportu vodou využít pro odvození zdrojů těchto látek. Byl tedy porovnán střední průtok střední koncentrace látek na vybraných měřicích místech. Pokud se transportované látky vztáhnou na velikost plochy celého povodí, vyplyne poměrné číslo (index) podobné měrnému odtoku. Záměrem bylo stanovit bilanci měrného odtoku od zdroje až k místu vypusti z regionu na základě poměrného čísla s cílem určit nápadné změny v oblasti transportu látek. Za tím účelem byly vypočteny takzvané debilance.

Debilance je rozdíl mezi vypočteným (očekávaným) transportem a skutečně ze změřené koncentrace a ze změřeného odtoku vyplývající transport.

Pokud předpokládané přístupy výpočtů souhlasí s transportem vyplývajícím z naměřených hodnot, nedochází ve sledovaném vodním toku k žádnému nezohledněnému vnosu a úbytku látek. Pokud ze změřeného průtoku a koncentrace vyplyne vyšší transport, než se očekávalo, je třeba tuto pozitivní debilanci interpretovat jako zdroj látek např. na základě antropogenního přístupu v rámci zkoumaného vodního toku.

Výsledky a diskuse

Následující obrázek 1 znázorňuje střední hodnoty železa pro povrchové vodní útvary. Jak se dalo očekávat, jsou v těžebních oblastech koncentrace železa zvýšené.



Obrázek 1: Střední hodnoty povrchových vodních útvarů pro železo celkem v období 2000-2017

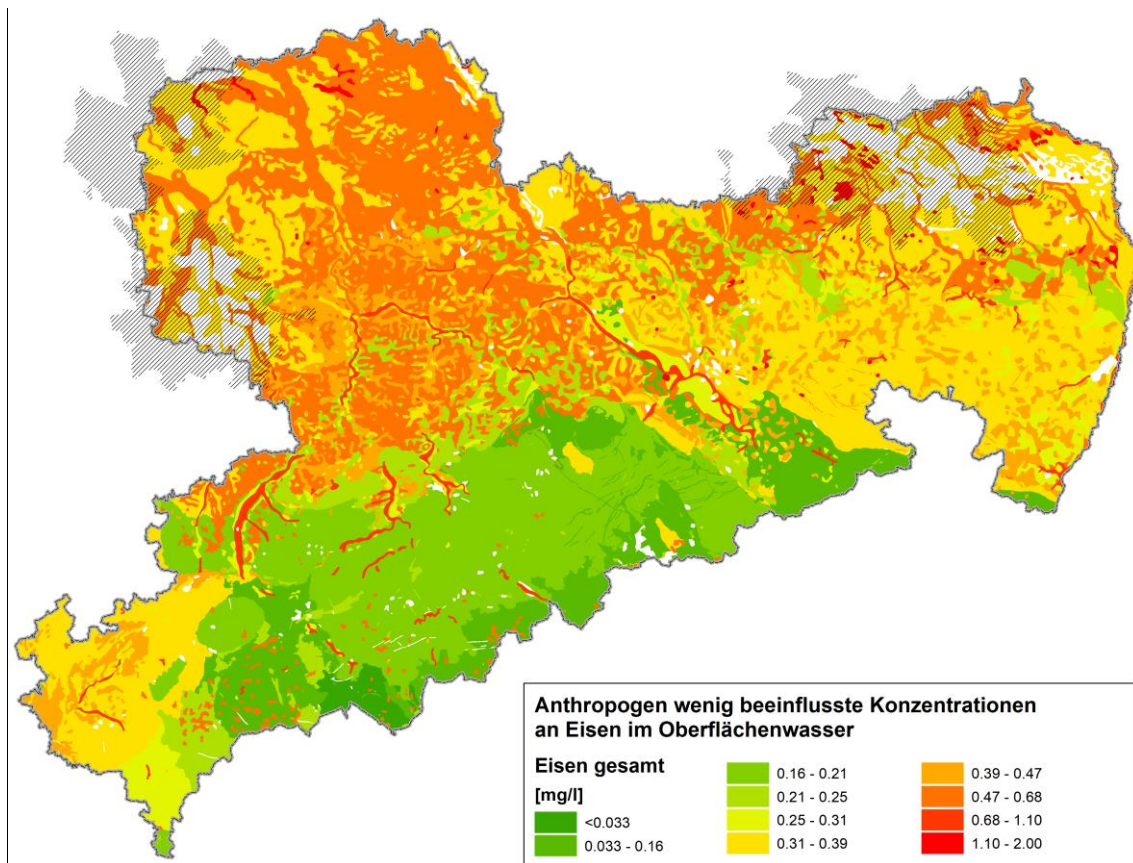
Vycházející z explorativní statistiky bylo možné nalézt málo ovlivněné a také antropogenně ovlivněné vlastnosti a rovněž možné příčiny pro zvýšený obsah železa a síranů ve spodní vodě i v povrchových vodních útvarech. Rozdíl mezi málo ovlivněnými koncentracemi a středními koncentracemi je možné použít jako míru pro antropogenní vliv. Souhrnně byly z obsáhlé statistické analýzy odvozeny následující závěry:

- bezprostřední zvýšení **koncentrace železa** z důvodu antropogenních činností byly zjištěny zřídka
- jisté je zvýšení obsahu železa z důvodu vlivu rašelinišť
- významně zvýšená **koncentrace síranů** z důvodu využívání orné půdy
- obsah síranů je v povrchové vodě ovlivněné těžební činností zvýšen, zde společně s výskytem dalších typických parametrů jako As, Pb, Zn
- zvýšení obsahu síranů kvůli obecným antropogenním vlivům (sídelní oblasti, průmyslové a řemeslné činnosti...)
- obsah síranů se se zvyšujícím vlivem ze strany rašelinišť snižuje

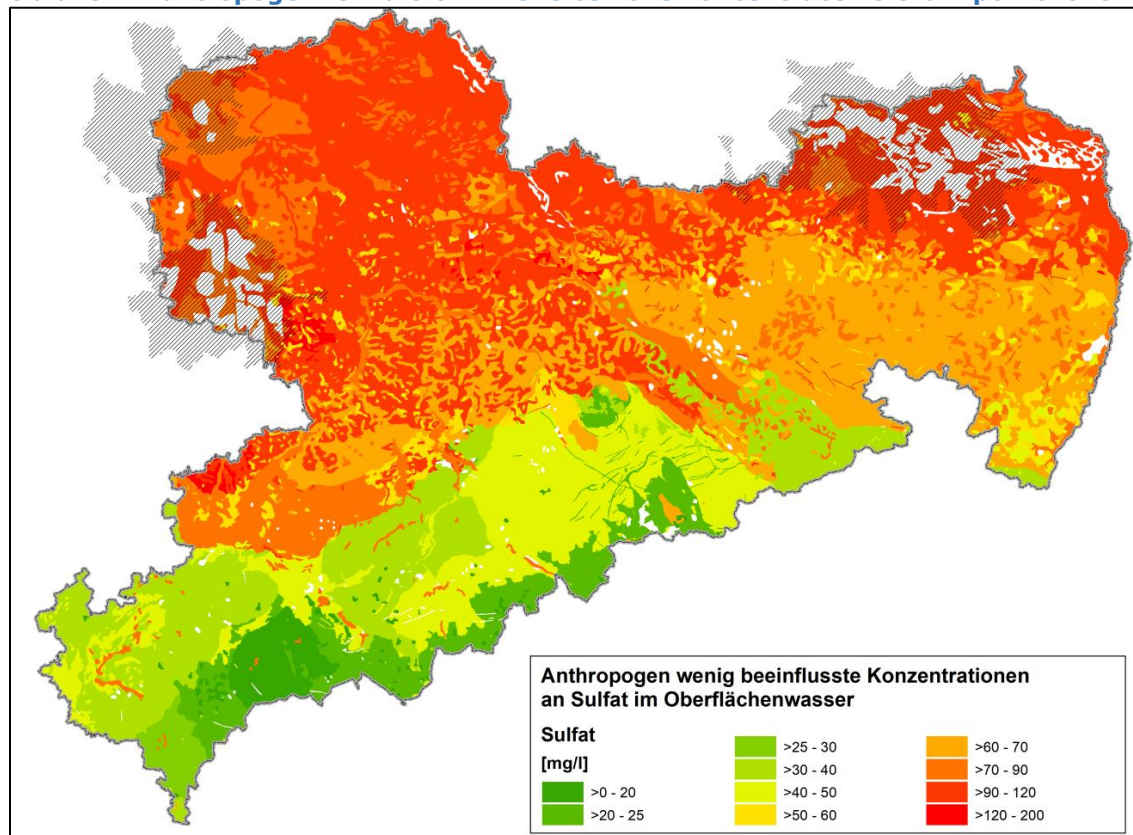
Analýza antropogenně a přirozeně podmíněného přístupu železa a síranů do vodních toků ovlivněných těžbou (dílní projekt 1.1)

Obrázky 2 a 3 ukazují antropogenně málo ovlivněné koncentrace železa a síranů v povrchové vodě. V kontextu studie znamená malé ovlivnění téměř antropogenně neovlivněné, neboť pro geogenní podíl železa a síranů bylo možné stanovit jen odhadem. Konkrétní kvantifikaci geogenního podílu pro celé Sasko v rámci této studie není možné provést.

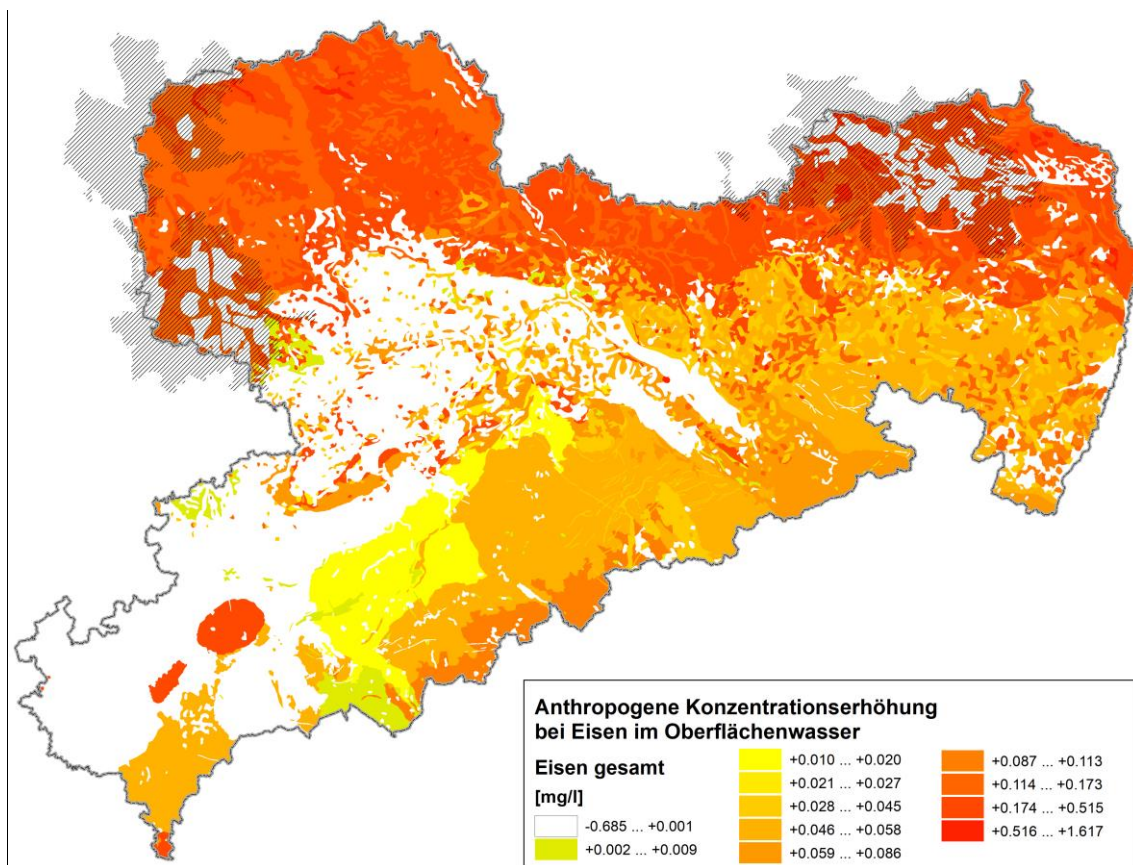
Z obrázků 4 a 5, které znázorňují antropogenní zvýšené koncentrace železa a síranů v povrchové vodě, je zřejmé, že převažující plochy jsou ovlivněny antropogenně. Již z důvodu obhospodařování orné půdy od podhůří Krušných hor až po nížinu je antropogenní ovlivnění vlastností vody ve vodních tocích dáno.



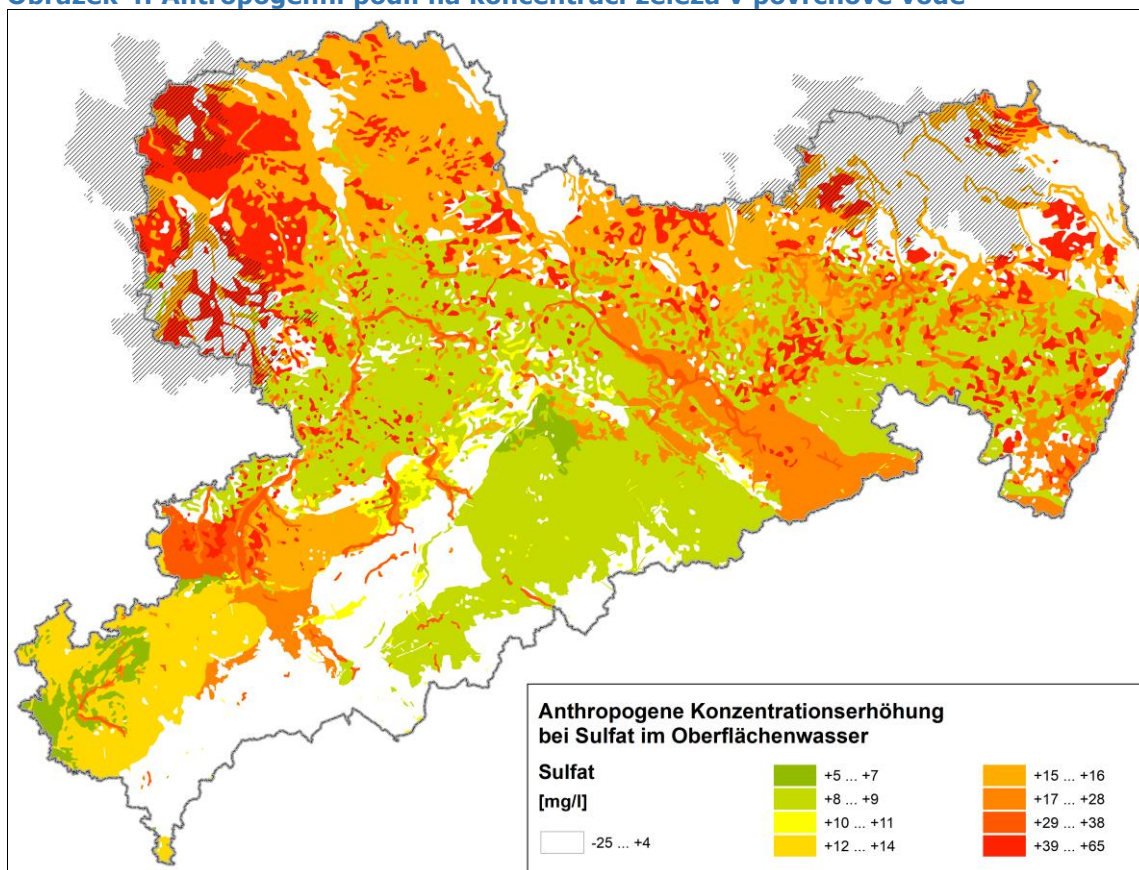
Obrázek 2: antropogenně málo ovlivněné celkové koncentrace železa v povrchové vodě



Obrázek 3: antropogenně málo ovlivněné koncentrace síranů v povrchové vodě



Obrázek 4: Antropogenní podíl na koncentraci železa v povrchové vodě



Obrázek 5: Antropogenní podíl na koncentraci síranů v povrchové vodě

Analýza antropogenně a přirozeně podmíněného přístupu železa a síranů do vodních toků ovlivněných těžbou (dílní projekt 1.1)

Sestavení bilance transportu látek ukázalo, že v případě síranů je zpravidla možné sestavit odpovídající bilanci pro úseky vodních toků bez podstatných antropogenních vlivů. To znamená, že se obsah síranů s přibývajícím délkou toku zvyšuje téměř úměrně vůči velikosti povodí. Oproti tomu neočekávaná zvýšení transportu síranů dávají tušit antropogenní vnos látek. To bylo zjištěno pro následující vodní toky:

- Zwickauer Mulde: oblast těžby společností Wismut Schlema-Hartenstein (+9...+15 kt/a), Wismut- oblast pro úpravu rudy Crossen/Helmsdorf/Dänkriz a/nebo závodu VW Mosel (+7...+11 kt/a), severně od města Penig (+6 kt/a)
- Freiburger Mulde: v blízkosti hutí /Freiberg (+3...+5 kt/a, odvodnění štolou Rothschöberger Stolln nebylo zohledněno), u obce Siebenlehn (+3 kt/a), u obce Leisnig (+6 kt/a)
- Vereinigte Mulde: severně od města Grimma (+11 kt/a), u Bad Düben (+11 kt/a)
- Spree: oblast přítoků v hnědouhelném revíru Niederlausitz (+40 kt/a)

Sírany se nesrážejí a ani se neadsorbují na pevné látky, takže je bezproblémově možné sestavit bilanci. Transport železa ale s postupující vzdáleností z důvodů srážení, sedimentace a adsorpce na pevné látky při nízkém a středním průtoku ubývá, přičemž k transportu látek ve směru průtoku dochází především při vysokém stavu vody. Sestavení bilance bez detailního zohlednění odtokových souvislostí je tedy obtížné. Ve výsledku se v oblasti transportu železa vždy projeví úbytek se zvyšující se vzdáleností. Pokud se ale pro některý úsek vodního toku výpočtem dospěje k významnému zvýšení transportu železa, je možné počítat s nadměrnými vnosi, které zpravidla mají antropogenní původ. Toto bylo zjištěno m. j. pro následující úseky vodních toků:

- Zwickauer Mulde: oblast těžby společností Wismut Schlema-Hartenstein (+40 t/a), oblast Zwickau/Wismut- oblast pro úpravu rudy Crossen/Helmsdorf/Dänkriz a/nebo závod VW Mosel (+250 t/a)
- Freiburger Mulde: pod Mulda/Lichtenberg (+6 t/a), u hutí/Freiberg/Halsbrücke v podstatě žádné zvýšení (ale odtok vody štolou Rothschöberger Stolln nebyl zohledněn), u Siebenlehn/Nossen (+12 t/a), pod městem Roßwein (+26 t/a), mezi Döbeln a Leisnig (+40...+95 t/a)
- Vereinigte Mulde: severně od města Grimma (+190 t/a), u Eilenburgu (+220 t/a), u Bad Düben (+260...+300 t/a)
- Spree: u Sohland/Schirgiswalde (+67 t/a), severně od města Bautzen (+37 t/a), pod přítokem Löbauer Wasser (+44 t/a), pod přítokem Rokoschingraben (+51 t/a) a Schwarzer Schöps (+18 t/a) (přítoky samy přivádí do Sprévy zdaleka největší vnosi látek, explicitně ale nebyly hodnoceny)

Vedle odhadu přirozeně a antropogenně podmíněných vnosů železa a síranů byla provedena rešerše možných čistících postupů na redukci zátěže spodní a povrchové vody látkami. Tyto jsou formou přehledu uvedeny v tabulce 2. Metody na snížení koncentrace železa se používají předně pro vodu pitnou, užitkovou a pro napájení v libovolném měřítku. Pro sanaci vodních toků a spodní vodu se k odloučení železa často používá kombinace srážení vápenným mlékem,

Analýza antropogenně a přirozeně podmíněného přístupu železa a síranů do vodních toků ovlivněných těžbou (dílní projekt 1.1)

provzdušňování a sedimentace, přičemž druh promíchávání, provzdušňovací systémy a oddělování kalů železa se podle výrobců a podle požadovaného cíle vyčištění mohou velmi lišit.

Tabulka 2: Best-Practice-postupy ke snížení koncentrace železa a síranů

Typ	Skupina	Snížení konc. železa	Snížení konc. síranů
Aktivní metody	Chemické	<ul style="list-style-type: none"> • Srážení s vápenným hydrátem a vápenným mlékem • Srážení železa sulfidy • Srážení železa fosfátem 	<ul style="list-style-type: none"> • Metoda srážení s vápnem • Metoda srážení s vápnem a sloučeninami hliníku (Ettringitové srážení) • Metoda srážení s barnatými solemi • High density sludge
	Fyzikální	<ul style="list-style-type: none"> • Aerace • Katalytické odželezení • Železo(II)- resp. Mangan(II)- Filtrace přes bazický filtrační materiál • Železo(II)- Železo(III)- Filtrace • Železo(III)- Filtrace • Železo(II)- Filtrace přes inertní filtrační materiál 	<ul style="list-style-type: none"> • Reverzní osmóza • Nanofiltrace • Metoda iontové výměny • Elektrochemické metody (Rodosan) • Elektrodialýza • Vakuové odpařování
	Biologické	<ul style="list-style-type: none"> • Biologické Fe-II- odstranění (naočkované Ferrobakterium) 	<ul style="list-style-type: none"> • mikrobiologická redukce síranů • Thiopaq • HLSR
Pasivní metody		<ul style="list-style-type: none"> • Aerobní wetlands • Anaerobní wetlands 	<ul style="list-style-type: none"> • anaerobní wetlands • RAPS (Reducing and alkalinity producing systems) • reaktivní bariéry

Používané metody jsou omezené a ohledně kvantity vnosu látek připouští jen odhady. K prokázání antropogenních zdrojů je pro sestavení bilance vlastně nutné použít přirozený (geogenní) kvocient transportu látek/plochy. Neboť tento ale není znám, je možné použít jen kvocient antropogenních vlivů. Při sestavování bilance byl tento kvocient většinou přenesen z úseků nacházejících se proti proudu vodního toku do aktuálního úseku vodního toku. Výsledkem tedy je, že takto je možné rozpoznat jen výjimečné zdroje a snížení obsahu látek, které převyšují

Analýza antropogenně a přirozeně podmíněného přístupu železa a síranů do vodních toků ovlivněných těžbou (dílní projekt 1.1)

znečištění nad střední míru. Za střední míru se však nepovažují jen geogenní, ale také antropogenní zdroje látek.

Na základě realizované bilance je dále jen stěží možné činit závěry ohledně konkrétních zdrojů látek, neboť ve sledovaných úsecích vodních toků může přicházet v úvahu i více zdrojů. Zde platí to stejné, jako při rozlišení geogenního a antropogenního původu. Pro kvantifikaci konkrétního vnosu látek by musely být známy všechny ostatní vstupující látky.

Další nutné omezení týkající se výsledků vyplývá z toho, že přítoky na transport látek hodnoceny nebyly. Hodnocení se provádělo jen pro samotné vodní toky.

Shrnutí a výhled

V rámci studie byla provedena obsáhlá popisná a explorativní statistika koncentrace železa a síranů v Sasku. Cílem bylo kvantifikovat místa, kde dochází ke vnosu látek, a tato rozdělit podle přirozených a antropogenních příčin. Pro odvození vlivu kvality vody v měřících místech a souvislostí mezi zátěží a životním prostředím byla využita různá geodata. Sledované a hodnocené vlivy obsahu železa a síranů ve spodní a v povrchové vodě a jejich zohlednění v rámci statistického vyhodnocení jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Rešeršované a hodnocené ovlivnění obsahu železa a síranů ve spodní a povrchové vodě a jejich zohlednění v rámci statistického vyhodnocení

Ovlivnění	Zohlednění v rámci statistického vyhodnocení
Geologie	Zohlednění formou krajiny s vodními toky
Těžební činnost: historická těžba rud, historická těžba černého uhlí, nová těžba rud	Zohlednění, klasifikace vlivů měřících stanic v těžebních regionech
Atmosférická depozice síry	Ubikvitární vliv, zohlednění v rámci statistického vyhodnocení jako faktoru vlivu není možné
Staré usazeniny	Zohlednění společně se sídly, průmyslem, řemesly, dopravou, klasifikace vlivu měřících míst
Vřesoviště a rašeliniště	Zohlednění jako numerický faktor vlivu podle podílů ploch v povodích, tak také kvalitativně klasifikace vlivu měřících míst
Zemědělství	Zohlednění coby numerický faktor vlivu na základě podílů ploch v povodích
Průmyslové a komunální odpadní vody	Zohlednění společně se sídly, průmyslem, řemesly, dopravou, klasifikace vlivu měřících míst

Analýza antropogenně a přirozeně podmíněného přístupu železa a síranů do vodních toků ovlivněných těžbou (dílní projekt 1.1)

Souhrnně lze na základě vyhodnocení provedených analýz konstatovat:

- Povrchová voda je obhospodařováním půdy ovlivněna víc, než spodní voda,
- Koncentrace síranů vykazuje výraznější zvýšení, které lze přisoudit antropogenním vlivům, než v případě koncentrace železa,
- Železo ve spodní vodě: o vlivu obhospodařování půdy na koncentraci železa ve spodní vodě nelze prokázat téměř žádné signifikantní závěry.

Exaktní výroky lze činit v oblasti znečištění povrchové vody sírany. Oproti tomu souvislost mezi zdroji látek a spodní vodou je méně výrazná. Pro železo není možné činit jednoznačné závěry. Jen malou část rozptylu koncentrace železa je možné spojit se sledovanými způsoby obhospodařování půdy.

Výsledkem studie je konstatování, že v Sasku existuje také mimo regiony s těžbou hnědého uhlí řada přirozených a antropogenních zdrojů síranů a železa z geogenních zdrojů a ze zemědělské, těžební a průmyslové činnosti. S tím související vnosy látek jsou příčinou překročení odpovídajících orientačních hodnot doporučených pracovní skupinou LAWA (Německá pracovní skupina spolku/zemí pro vodu) na velkých plochách. V rámci této studie byla provedena podrobná analýza těchto zdrojů.

Ohledně plánování opatření pro regiony mimo oblasti dotčené těžbou hnědého uhlí vyplynulo, že v současné době pro velké průtoky nejsou k dispozici žádné efektivní metody na snižování koncentrace síranů a železa pro převládající nízké hodnoty obsahu síranů a železa podle orientačních hodnot dle LAWA. To platí zvláště se zřetelem na značné plošné rozšíření překročení hodnot pro povrchovou vodu dle LAWA.

Existující metody je možné použít jen pro jednotlivé zdroje. S ohledem na omezenou efektivitu odlučování především síranů by účinnost na povrchové vodní útvary a na dílních územích byla velmi omezená a nevedla by k dobrému stavu sledovaných povrchových vodních útvarů ani útvarů spodní vody.

V závěrečné zprávě jsou obsáhlé a detailní analýzy a vyhodnocení spolu s dalšími souvislostmi popsány.

Impressum

Vydavatel:

Tento dokument byl vytvořen v rámci realizace projektu Vita-Min. Projekt Vita-Min byl podpořen z prostředků evropského Fondu pro regionální rozvoj v rámci Programu spolupráce SN-CZ 2014-2020. Partnery projektu jsou Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie / Saský úřad ŽP, zemědělství a ekologii (Leadpartner), město Oelsnitz/Erzgeb. a Ústecký kraj.

Všechny dílčí projekty LfULG jsou přínosem projektu „Pro čistou vodu v Sasku“ (Für saubere Gewässer in Sachsen).

V případě otázek a informací k tomuto dílčímu projektu kontaktujte:

Kontaktní osoba

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Kontaktní osoba: Kathleen Lünich
Telefon: + 49 351 89284420
E-Mail: kathleen.luenich@smul.sachsen.de

Zpracovatel:

Výsledky tohoto dílčího projektu zpracovala v rámci zakázky firma G.E.O.S Ingenieurgesellschaft mbH.

Fotografie na titulní straně:

LfULG (2017): Spréva v Neustadtu

Redakční uzávěrka:

01.10.2019

Další informace najdete na
www.vitamin-projekt.eu