

Anhang 2a: Potenzielle Auswirkungen bergbaulicher Tätigkeiten in den einzelnen Phasen des Bergbaus auf Oberflächenwasserkörper sowie mögliche Strategien zur Vermeidung bzw. Verminderung

Hinweis: Adäquate Monitoring- und Wassermanagementsysteme werden als Grundelemente guter fachlicher Praxis vorausgesetzt.

*) Generell gilt: Regelkonforme Ausführung gemäß einschlägiger Normen, ETB, VDI-Richtlinien, VD-Vorschriften, DVGW-Richtlinien und der Anerkannten Regeln der Technik

**) Siehe auch Anhang 3

MZB: Makrozoobenthos; OWK: Oberflächenwasserkörper

Bergbauliche Tätigkeiten		Mögliche Beeinträchtigung von Oberflächenwasserkörpern		Strategien bzw. Maßnahmen zu Vermeidung	
Phase	Tätigkeit / Arbeitsschritt*			Vermeidung	Verminderung
Phase I	Aufsuchung und Erkundung:				
	Geologische Landeserkundung, geophysikalische Erkundung	keine, bei guter fachlicher Praxis		Fernerkundung, nicht-invasive Verfahren	k.A.
	Erkundungsbohrung (mit kontinuierlicher Spülung)	Blowout (unkontrolliertes Austreten von Spüfflüssigkeit; Erdöl und/oder Gasen)		Sicherer Umgang mit Abwasser u. wassergefährdenden Stoffen; Vorsorge-Maßnahmen	
	Bohrungen	keine, bei guter fachlicher Praxis		keine Verwendung von wassergefährdenden Stoffen	
Phase II	Vorbereitung eines Gebietes, Erschließung:				
	großräumige Sumpfung: Fassung (Hälterung) und Ableitung (Schläuche, Rohrleitungen, Wasserlösestellen) in OWK	Direkt: erhöhte Trübung, chem.-tox. Belastung; Bachschwinden bei Karst; Beeinträchtigung aquatischer Habitate;		on-site Reinigung von oberflächlich abgeleiteten (Grund-) Wässern; Einbau von Halbschalen gegen Versickerung	Errichtung von Schlammfang, Sedimentationsbecken gegen Schwebstoffeintrag in die Vorflut (s. Anhang 3)
	Schachtabteufen, Stollenvortrieb: lokale Sumpfung/Wasserableitung	Indirekt: Schädigung von Biozönosen (Fische, MZB, Makrophyten, Phytobenthos)		on-site Reinigung von oberflächlich abgeleiteten (Grund-) Wässern	s. Anhang 3
Phase III	Abbau, Rohstoffgewinnung:				
	Sprengen, Brechen	keine, bei guter fachlicher Praxis			
	In-situ Leaching (Säuren, Laugen)	keine, wenn behandeltes Segment unterhalb OWK-Niveau liegt		Kontinuierliche Überwachungsmonitoring, im Bedarfsfall Wasserreinigung (s. Anhang 3)	
	Förderung von Abraum und Erzen	keine, bei guter fachlicher Praxis; Eintrag wassergefährdender Stoffe bei Unfällen		Vermeidung von Havarien und Verwendung von umweltneutralen Schmier- und Treibstoffen	
	Aufhaltung Abraum, nicht verwertbare Erze	Direkt durch Runoff, Erosion & Sickerwasser: erhöhte Trübung, chem.-tox. Belastung Indirekt: Schädigung von Biozönosen (Fische, MZB, Makrophyten, Phytobenthos)		Prospektive und in-situ Verfahren, s. Anhang 3	Begrünung zur Verringerung von Erosion und Versickerung
Phase IV	Aufbereitung, Verarbeitung:				
	Betrieb von Aufbereitungsanlagen: Trennen, Sortieren, Zerkleinern, Spülen	Direkt: erhöhte Trübung, chem.-tox. Belastung Indirekt: Schädigung von Biozönosen (Fische, MZB, Makrophyten, Phytobenthos)		on-site Verfahren für oberflächlich gefasste Wässer	s. Anhang 3
	Errichten und Betrieb der Aufbereitungsanlagen und Absetzbecken für Spülrückstände	Durch Sickerwasser, bei Überlauf oder Dammbruch: erhöhte Trübung, chem.-tox. Belastung Indirekt: Schädigung von Biozönosen (Fische, MZB, Makrophyten, Phytobenthos)		standsichere Konstruktion (Boden- & Dammabdichtung) u. Betriebsweise	regelmäßige Überwachung und Wartung der Anlagen
	Betrieb von Anlagen, Geräte und Maschinen	i. d. R. keine, bei guter fachlicher Praxis		regelmäßige Überwachung und Wartung der Geräte und Anlagen	
	Betrieb: Risiken, Ausfälle, Unfälle				
	Ausfall Pumpensystem, Leitungsbruch	bei unkontrolliertem Eintritt in OWK: erhöhte Trübung, chem.-tox. Belastung			Funktionierende Notfall- und Havariepläne; Medienrückhalt in Reservoir u. anschließender Behandlung; Verwendung von umweltneutralen Schmier- und Treibstoffen
	unkontrollierter Wassereinbruch/-austritt	Indirekt: Schädigung von Biozönosen (Fische, MZB, Makrophyten, Phytobenthos)		keine Erschließung, kein Betrieb	
	Ausfall Wasserbehandlungstechnik	je nach Lokalität: chem.-tox. Belastung durch synth. Löschzusätze (PFC-Precursor u.a.)			
Phase V	Stilllegung, Sanierung, Wiedernutzbarmachung:				
	Hinterlassenschaft Grubenausbau (Holz, Metalle, Kunststoffe)				
	Hinterlassenschaft Abbautechnik, Schrott				
	Hinterlassenschaft wassergefährdender Stoffe (Betriebschemikalien, Schmierstoffe, persistente Kunststoffe)	i. d. R. keine, wenn Hinterlassenschaft / Aufstau deutlich tiefer als OWK-Niveau liegt		Rückbau, vollständige Beräumung, Reinigung; ggf. Versiegelung Grubengebäude; on-site Verfahren für oberflächlich gefasste Wässer	s. Anhang 3
	Versatz, Verwahrung Strecken und Schächte				
	kontrollierte Minenflutung, Aufstau				
	kontrollierte Wasserableitung in OWK				
	unkontrollierter Wasseraustritt in OWK	Direkt: erhöhte Trübung, chem.-tox. Belastung Indirekt: Schädigung von Biozönosen (Fische, MZB, Makrophyten, Phytobenthos)		on-site Verfahren für oberflächlich gefasste Wässer dauerhaft kontrollierte Wasserhaltung unter OWK-Niveau	s. Anhang 3 Schadstoffe in Becken oder Behälter abfangen u. reinigen; erneute Sumpfung zur Absenkung Grubenwasserstand
	Rückbau Tagesanlagen	i. d. R. keine bei guter fachlicher Praxis		ggf. temporär Spundwand zu OWK	
	Auffüllung GW-Absenkrichter	i. d. R. keine, wenn GW-Spiegel tiefer als OWK-Niveau liegt		Erweiterung/ Anpassung des etablierten Monitoringsystems	Abschlussbetriebsplan ggf. mit Sanierungsplanung
	Einstau von Tagebauseen	Direkt durch chem.-tox. Ablaufwasser; Indirekt: Schädigung von Biozönosen (Fische, MZB, Makrophyten, Phytobenthos); Eutrophierung des Landschaftssees		Prospektive und in-situ Konditionierung in-lake/ Seeablauf	Konditionierung in-lake / am Seeablauf; keine Düngung und kein Auftrag von Mutterboden im direkten Uferbereich
	Halden sichern, abflachen, abdecken und begrünen	Direkt durch Runoff, Erosion & Sickerwasser: erhöhte Trübung, chem.-tox. Belastung Indirekt: Schädigung von Biozönosen (Fische, MZB, Makrophyten, Phytobenthos)		Prospektive und in-situ Verfahren, s. Anhang 3	Abdeckung, Begrünung, Erosionsschutz; ggf. Sickerwasserfassung mit on-site Behandlung
	Halden abtragen, Gruben verfüllen	i. d. R. keine (außer bei angrenzenden OWK)		temporär Spundwand zu OWK	
	Rekultivierung Bergbaugelände	i. d. R. keine, bei guter fachlicher Praxis		ggf. Überwachung gem. EG-WRRL und OGewV (2016)	

Anhang 2b: Potenzielle Auswirkungen bergbaulicher Tätigkeiten in den einzelnen Phasen des Bergbaus auf Grundwasserkörper sowie mögliche Strategien zur Vermeidung bzw. Verminderung

Hinweis: Adäquate Monitoring- und Wassermanagementsysteme werden als Grundelemente guter fachlicher Praxis vorausgesetzt.

*) Generell gilt: Regelkonforme Ausführung gemäß einschlägiger Normen, ETB, VDI-Richtlinien, VD-Vorschriften, DVGW-Richtlinien und der Anerkannten Regeln der Technik

**) Siehe auch Anhang 3

GWL: Grundwasserleiter; OWK: Oberflächenwasserkörper; GWK: Grundwasserkörper

Bergbauliche Tätigkeiten		Mögliche Beeinträchtigung von Grundwasserkörpern	Strategien bzw. Maßnahmen zu	
Phase	Tätigkeit / Arbeitsschritt*		Vermeidung	Verminderung
Phase I	Aufsuchung und Erkundung:			
	Geologische Landeserkundung, geophysikalische Erkundung	keine, bei guter fachlicher Praxis	Fernerkundung, nicht-invasive Verfahren	k. A.
	Erkundungsbohrung (mit kontinuierlicher Spülung)	hydraulische Kurzschlüsse, unkontrollierter Eintrag von wassergefährdenden Stoffen	Trockenbohrverfahren bei geringer Bohrtiefe	geeignetes Bohrverfahren wählen; ggf. Elektro-Impuls-Verfahren
	Bohrungen	Durchbohren Grundwasserstauer mit erhöhter Gefahr der Verschmutzung des darunter liegenden Grundwasserleiters	Im Anschluss eine entsprechende Verfüllung zum Schutz der GWL sowie Einmessung des Bohrlochs und Wiedernutzbarmachung der Oberfläche durch Wiederherstellung des Ausgangszustandes	
	Bagger für Schürfe, Grabung, Sprengarbeiten	unkontrollierter Eintrag von wassergefährdenden Stoffen	Sicherer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen; Vorsorge-Maßnahmen	
Phase II	Vorbereitung eines Gebietes, Erschließung:			
	großräumige Sumpfung: Fassung (Hälterung) und Ableitung (Schläuche, Rohrleitungen, Wasserlösestellen) in OWK	Direkt: nachhaltige Änderung GW-Stände, Hydraulik; Versickerung von Bewässerungs-/ Löschwasser oder aus Reservoir: erhöhte chem.-tox. Belastung	Konzepte für Abbautechnologie ohne Entwässerung	Errichtung von mechan./ reaktiven Barrieren, Wiedereinspeisung des Sumpfungswassers außerhalb der Barriere
	Schachttaufeulen, Stollenvortrieb: lokale Sumpfung/Wasserableitung	Direkt: nachhaltige Veränderung GW-Stände; Indirekt: Schädigung biolog. Komponenten; Änderungen der Grundwasserströmungsrichtung		Errichtung von mechan./ reaktiven Barrieren, Wiedereinspeisung des Sumpfungswassers außerhalb dieser
Phase III	Abbau, Rohstoffgewinnung:			
	Sprengen, Brechen	i. d. R. keine, da Wasserhaltung/-führung		
	In-situ Leaching (ISL; Säuren, Laugen)	extreme pH-Werte, Akkumulation von Laugungsmittel und gelaugten Schadstoffen	Verzicht auf ISL; ggf. Wasserreinigung, s. Anhang 3	Errichtung von mechan./ reaktiven Barrieren, kontrollierte vollständige Fassung, Ableitung und Aufbereitung der Laugungsmedien
	Förderung von Abraum und Erzen	i.d.R. keine, wenn Wassermanagement funktioniert	adäquates Wassermanagement (Wasserhaltung) mit technischer Redundanz und kont. Überwachung; Vermeidung von Havarien und Verwendung von umweltneutralen Schmier- und Treibstoffen	
	Aufhaltung Abraum, nicht verwertbare Erze	Direkt durch Versickerung/GW-Neubildung: erhöhte chem.-tox. Belastung Indirekt: Schädigung von GW-Organismen	Prospektive und in-situ Verfahren, s. Anhang 3	Prospektive und in-situ Verfahren, s. Anhang 3
Phase IV	Aufbereitung, Verarbeitung:			
	Betrieb von Aufbereitungsanlagen: Trennen, Sortieren, Zerkleinern, Spülen	Versickerung Spülmedium: Aquifer-Clogging, chem.-tox. Belastung Indirekt: Schädigung von GW-Organismen	on-site Verfahren für oberflächlich gefasste Wasser	s. Anhang 3
	Errichten und Betrieb der Aufbereitungsanlagen und Absetzbecken für Spülrückstände	Versickerung Tailingsmedium: Aquifer-Clogging, chem. Belastung Indirekt: Schädigung von GW-Organismen	standsichere Konstruktion (Boden- & Dammbabdichtung) u. Betriebsweise	regelmäßige Überwachung und Wartung der Anlagen
	Betrieb von Anlagen, Geräte und Maschinen	Entnahme von Oberflächenwasser als Prozesswasser	Kreislaufführung von Prozesswasser, Pufferung in Absetzbecken, ggf. Wasserbehandlung, Einleitung in Oberflächengewässer	regelmäßige Überwachung und Wartung der Geräte und Anlagen
	Betrieb: Risiken, Ausfälle, Unfälle			
	Ausfall Pumpensystem, Leitungsbruch	bei unkontrolliertem Eintritt in GWK: erhöhte chem.-tox. Belastung	keine Erschließung, kein Betrieb	Funktionierende Notfall- und Havariepläne; Medienrückhalt in Reservoir u. anschl. Behandlung; Verwendung von umweltneutralen Schmier- und Treibstoffen
	unkontrollierter Wassereintrich/-austritt	Indirekt: Schädigung von GW-Organismen		
Phase V	Stilllegung, Sanierung, Wiedernutzbarmachung:			
	Hinterlassenschaft Grubenausbau (Holz, Metalle, Kunststoffe)	Akkumulation von organ. Zersetzungsprodukten u. anorg. Korrosionsprodukten	Rückbau, vollständige Beräumung, Reinigung; ggf. Versiegelung Grubengebäude	s. Anhang 3
	Hinterlassenschaft Abbautechnik, Schrott	Akkumulation von mikrobiellen Metaboliten u. Korrosionsprodukten		
	Hinterlassenschaft wassergefährdender Stoffe (Betriebschemikalien, Schmierstoffe, persistente Kunststoffe)	Akkumulation von wassergefährdenden Stoffen und POP		
	Versatz, Verwahrung Strecken und Schächte	Schadstoffaustritt aus Versatzmaterial (Abfall)	Einkapselung, Füllmaterial ohne wassergefährdende Stoffe	
	kontrollierte Minenflutung, Aufstau	chem. Belastung bei Schadstoffaustritt aus Wasserhaltung, First-Flush-Effekte	on-site Verfahren für oberflächlich gefasste Wasser	
	kontrollierte Wasserableitung in OWK	Direkt durch Versickerung / Ausbreitung im GWK: Aquifer-Clogging, chem.-tox. Belastung	Einkapselung, sichere Ableitung, reaktive Barrieren	Sichere Fassung und Ableitung; reaktive Barrieren
	unkontrollierter Wasseraustritt in OWK	Indirekt: Schädigung von GW-Organismen		Errichtung von Rückhaltebecken m. Boden-/ Dammbabdichtung
	Rückbau Tagesanlagen	i. d. R. keine, bei guter fachlicher Praxis	Sicherer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen; Vorsorge-Maßnahmen	
	Auffüllung GW-Absenkrichter	Direkt bei Vermischung m. belastetem Grubenwasser: Ausbreitung erhöhter chem.-tox. Belastung; Indirekt: Schädigung von GW-Organismen	Einkapselung Grubengebäude; sichere Ableitung von Grubenwasser, on-site Reinigung	s. Anhang 3
	Einstau von Tagebauseen	Direkt durch chem.-tox. GW-Abstrom; Indirekt: Schädigung von GW-Organismen	Abdichtung, reaktive Barrieren	s. Tabellenblatt "Maßnahmen"
	Halden sichern, abflachen, abdecken und begrünen	Direkt durch Versickerung/GW-Neubildung: erhöhte chem.-tox. Belastung Indirekt: Schädigung von GW-Organismen	Prospektive und in-situ Verfahren, s. Anhang 3	Abdeckung, Begrünung, Minimierung GW-Neubildung; ggf. Sickerwasserfassung mit on-site Behandlung
	Halden abtragen, Gruben verfüllen	i. d. R. keine, bei guter fachlicher Praxis	Umgang mit Substraten gem. BBodSchG und LAGA M20	
	Rekultivierung Bergbaugelände	i. d. R. keine, bei guter fachlicher Praxis	ggf. Überwachung gem. EG-GWRL und GrwV (2010)	