

**Erarbeitung von effektiven Abbau- und Rekultivierungsverfahren
für den Goldbergbau in Seifenlagerstätten der Mongolei**

An der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau
der Technischen Universität Bergakademie Freiberg
eingereichte

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur
Dr.-Ing.

vorgelegt

von M.Sc. Zurgaadai Gombosuren

geboren am 06.06.1960 in Nalaikh / Mongolei

Freiberg, den 06. Dezember 2007

Danksagung

All jenen sei an dieser Stelle gedankt, die mir mit Geduld und Fachkenntnissen Unterstützung bei der Anfertigung meiner Arbeit zuteil kommen ließen.

Besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Professor Dr. Dr. hc c. mult. C. Drebenstedt. Er ermöglichte es mir, an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg zu promovieren. Bei Fragen und Problemen fand ich in ihm stets einen hilfsbereiten Ansprechpartner. Seine fachlichen Anregungen und Ratschläge waren mir von großem Nutzen.

Großer Dank sei auch den Mitarbeitern des Institutes für Bergbau und Spezialtiefbau für die gute Zusammenarbeit als auch freundliche Unterstützung gewidmet.

Für die Korrektur der Arbeit danke ich der Frau Solongo und dem Herrn Heiland.

Nicht zuletzt sei meiner lieben Familie gedankt, die mir viel Geduld und Verständnis entgegenbrachten.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	9
Anlagenverzeichnis	11
1 Aktualität und Begründung der Forschungsarbeiten.....	13
1.1 Ziel und Aufgaben der Dissertation	13
1.2 Begründung der Arbeit.....	14
1.2.1 Kurze Charakteristik des Bergbaus der Mongolei	14
1.2.2 Situation des goldgewinnenden Bergbaus der Mongolei.....	15
1.3 Kurze Charakteristik der Goldgewinnung und ihrer Einwirkung auf die natürliche Umwelt.....	17
1.3.1 Kenntnisstand zu umweltschonenden Methoden der Goldgewinnung	17
1.3.2 Übersicht der in der Mongolei veröffentlichten technischen Informationen und Verallgemeinerung der Erfahrungen.....	18
1.3.3 Literaturrecherche über internationalen Erfahrungen zum vorliegenden Thema	23
2 Gruppierung der Goldlagerstätten in der Mongolei.....	32
2.1 Typisierung der Goldlagerstätten der Mongolei nach Lage und Genese	32
2.1.1 Geologische Struktur und Goldvorkommen auf dem Gebiet der Mongolei	32
2.1.2 Hydrogeologie.....	34
2.2 Typisierung der Goldlagerstätten der Mongolei nach Lage und Genese	35
2.2.1 Schwimmbagger zum Abbau Goldlagerstätten im Grundwasser	35
2.2.2 Abbau flacher Seifenlagerstätten mit Planierraupen und Scraper.....	41
2.2.3 Abbau von Seifenlagerstätten mit Hydromonitor und mobiler Gewinnungstechnik.....	44
2.2.4 Hydraulischer Seifenabbau mittels Hydromonitor und Waschherd.....	46
3 Einwirkungen der Goldgewinnung auf Natur und Umwelt.....	52
3.1 Beschreibung der Einwirkung der Tätigkeit der Bergbauunternehmen auf die natur-klimatische Umgebung der Regionen und Zonen.....	52
3.1.1 Klima.....	53
3.1.2 Wasserressourcen.....	54
3.1.3 Boden und Relief	55
3.1.4 Flora und Fauna	56
3.1.5 Bevölkerungsverteilung	58
3.2 Rechtliche Rahmenbedingungen für den Schutz der Umwelt und der Bodenschätze in der Mongolei.....	58
3.2.1 Gesetz über Grund und Boden.....	58
3.2.2 Lizenzvergabe	61

3.2.3	Rechtliche Kriterien für zumutbare Umweltbelastungen.....	62
3.2.4	Schadenersatz für die Zerstörung der Umwelt bei der Schließung von Bergbauunternehmen	63
3.3	Feststellung des negativen Einflusses der Bergbauarbeiten auf Natur und Umwelt.....	65
3.3.1	Allgemeine Charakteristik des Einflusses der Bergbauarbeiten auf die umgebende Natur und Umwelt	65
3.3.2	Auswirkungen des Seifenabbaus auf die Umwelt.....	70
3.3.3	Auswirkung auf den Boden, die Landschaft und die Sicherheit.....	75
3.3.4	Auswirkungen auf die Pflanzendecke und die Fauna	77
3.4	Kriterien für umweltschonenden Bergbau	80
3.5	Schlußbemerkungen	80
4	Methodische Prinzipien der Auswahl effektiver Technologien zur Rekultivierung bergbaulich beanspruchter Flächen	83
4.1	Prinzipien der Rekultivierung, die maßgebend für die praktischen Aspekte der Beseitigung oder Minimierung der Einwirkung auf die Umgebung sind	83
4.1.1	Aufgaben der Rekultivierung unter Berücksichtigung geologischer und verschiedener natürlichen Besonderheiten.....	83
4.2	Klassifikation von Rekultivierungssystemen	87
4.2.1	Planung der Wiedernutzbarmachung von Bergbaufolgelandschaften unter Berücksichtigung ökologischen Anforderungen.....	87
4.2.2	Einschätzung der Schüttprozesse und Prozesse der Haldenrekultivierung sowie Auswahl effektiver Rekultivierungstechnologien	88
4.2.3	Langfristige Planung der Rekultivierungsarbeiten.....	90
4.2.4	Zeitrahmen und Reihenfolge der Durchführung der Rekultivierungsarbeiten unter Berücksichtigung der Goldvorräte in den technogenen Vorkommen der Bergbaugebiete	90
4.2.5	Prognostizierung der Rekultivierungs-Richtung und -art von beanspruchten Flächen in den natur-klimatischen Zonen „B“ und „C“	91
4.3	Anforderungen an die Bergbau- und Rekultivierungsarbeiten.....	92
4.3.1	Anforderungen bezüglich der Ausrichtung der Rekultivierungsarbeiten	92
4.3.2	Klassifikation der Methoden und Schemen der Rekultivierung beanspruchter Flächen	93
4.3.3	Einzäunung als Maßnahme der Förderung der natürlichen Wiederherstellung	95
4.4	Schlußbemerkung.....	96
5	Begründung der Auswahl ressourcenschonender Technologien in Verbindung mit der Rekultivierung von Bergbauflächen unter Berücksichtigung der natürlichen, technisch-technologischen und ökologischen Faktoren	98
5.1	Erarbeitung einer Methodik zur Bestimmung des Aufwandes abhängig von den Rekultivierungsvarianten	98

5.2	Auswahl der Varianten des Seifenabbaus und der nachfolgenden Rekultivierung sowie deren ökonomischer Vergleich	99
5.3	Effektivität von Schutzaufforstungen auf sandigen Böden	112
5.4	Schlußfolgerungen	116
6	Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen nach gewählten Abbautechnologien und der Rekultivierung der beanspruchten Böden.....	117
6.1	Gegenwärtiger Zustand	117
6.1.1	Der Einfluß von Tagebauen auf die Umwelt	117
6.1.2	Die Erschöpfung der Vorräte an Grund- und Oberflächenwasser	117
6.1.3	Die Hauptkomponenten der technogenen Verschmutzung und die Bedingungen für deren Bildung	119
6.1.4	Die Umweltstandards für atmosphärische Luft und Schadstoffemissionen.....	120
6.1.5	Die Umweltstandards und Bedingungen der Abwassereinleitung.....	120
6.1.6	Die Methoden der Reinigung und die Desinfektion des Abwassers.....	122
6.1.7	Technologische Schemen und Konstruktion der Wasserreinigungsanlagen.....	124
6.1.8	Fristverzug der Rekultivation bei Bildung und die Nachbehandlung von Seifen in Schwimmbaggerfeldern.....	125
6.1.9	Methodisches Herangehen bei der Einschätzung der Schäden, die infolge des Verzugs der Rekultivierungsarbeiten entstanden sind, unter Berücksichtigung des Zeitfaktors.....	127
6.2	Empfohlene Maßnahmen	131
7	Zusammenfassung.....	136
	Literaturverzeichnis	139
	Anlagen	144
A	Kartenteil.....	144
B	Tabellenteil.....	163
C	Technologische Schemen/Konstruktionen von Wasserreinigungsanlagen	179

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Goldförderung der Mongolei in den Jahren 1991 bis 2004 (aus dem Jahresbericht 2004 der Mongolischen Bergbauindustrie).....	16
Abb. 1.2	Verteilung der Gehaltsanomalien von Quecksilber in der Umgebung der ehemaligen Aufbereitungsanlage Boroo (Selenge Aimag) [97]	22
Abb. 2.1	Geologische Karten der Bassins der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit [11], Maßstab 1 : 250.000 (nach Ya. P. Zypukov).....	34
Abb. 2.2	Technologische Schema der Arbeit des Baggers (1 - Erzkörper, 2 - Kette mit Baggerschaukeln, 3 - Aufgabetrichter, 4 - Waschtrommel mit einer Neigung von 5-12°, 5 - Verteilerkammer für die Pulpe, 6 - Wascherd oder Absetzherd, 7 -Feinbergeableitung, 8 - Feinbergehalde, 9 - Grobbergeaustritt, 10 - Fließband, 11 - Grobbergehalde, 12 - Druckwasserpumpen).....	36
Abb. 2.3	Schema des Abbaus mit Schwimmbagger und die Dämme bei der Arbeit entgegen dem Einfallen des Erzkörpers.....	37
Abb. 2.4	Schema der Verschiebung des Schwimmbaggers in der Grube mit Hilfe von: a) Seitenseilen; b) Pfählen; c) Frontseil; I - Schrittweite; I, II- Anfangs- und Endposition des Schwimmbaggers.....	38
Abb. 2.5	Schema der Haldenbildung durch den Bulldozer (32); a) schiffchenförmig; b) Grabenschichtförmig; c) bei der Arbeit unter Neigung.....	42
Abb. 2.6	Schema der Entwicklung der Halden: a) hangangelehnte Halde, b) Innenkippe in der Abbaugrube.....	42
Abb. 2.7	Schema der Bildung der Halden mit Hilfe des Bulldozers: a) allgemeines Schema, b) Abbaustoßschema [73].....	43
Abb. 2.8	Schema des Abbaus und der Haldenbildung durch Scraper: a) - Schema des Entfernens des Mutterbodens, b) und d) - Scraper nimmt Boden bei Bewegung in Form eines Kreises auf und fährt auf die Halde, c) - wie zuvor aber Bewegung in Form einer Acht.....	44
Abb. 2.9	Schema Seifenabbau mit Scraper.....	45
Abb. 2.10	Abbauplan Seife Gozor Shar [12].....	47
Abb. 2.11	Selektives Abbaustoßschema des Abbaus mit Wasserstrahl [32].....	49
Abb. 2.12	Allgemeines technologisches Schema des Abbaus mit Hydromonitore [32]: 1 - Hydromonitore, 2 - Abbaustoß, 3 - Sumpf, 4 - Erdpumpe, 5 - Pulpenleitung, 6 - Hydrohalde/Kläranlage, 7 - Pulpenröhre, 8 - spezielle Wasserbrunnen, 9 - Röhre, 10 - nochmaliges Klären des genutzten Wassers, 11 und 12 - Pumpstationen, 13 - Druckwasserleitung zu den Hydromonitoren.....	49
Abb. 2.13	Saugeinrichtung am Saugbagger.....	50
Abb. 3.1	Ökologische Zonen (1 - Hochgebirgszone, 2 - Bergtaigazone, 3 - Waldsteppenzone, 4 - Steppenzone, 5 - Steppenwüstenzone, 6 - Wüstenzone der Gobi [nach Yunatov]) [47].....	52

Abb. 3.2	Lokale Karte des Ökosystems des Bergbaugesbietes des Vorkommens Gozon-Shar (vor dem Abbau) [56]	67
Abb. 3.3	Lokale Karte des Ökosystems des Bergbaugesbietes des Vorkommens Gozon-Shar (nach dem Abbau) [56]	69
Abb. 3.4	Typische Konzentration der Kationen in den Gesteinen der Halde Nr. 1.....	76
Abb. 3.5	Bodendecke des Baggerfelds „Toson“	77
Abb. 4.1	Abbaugrundstück [27].....	84
Abb. 4.2	Stand der Vorbereitungsarbeit auf dem Grundstück Nr. 1 des Schwimmbaggerfelds von Tuul (I. Quartal: 300.000 m ³ , II. Quartal: 370.000 m ³ , III. Quartal: 390.000 m ³ , IV. Quartal: 210.000 m ³) [27].....	87
Abb. 5.1	Lage der kleinkuppeligen Halden des Fundortes Buural. Mongolische Erkundungsexpedition 1933. Gruppe 1, Maßstab 1:5.000.....	100
Abb. 5.2	Grafische Darstellung der Abhängigkeit der Fläche S, die unter den Bermen und Böschungen von Außenhalden (bezogen auf 1 m Umfang der Halde mit einer Höhe H) in Anspruch genommen wird: 1, 2, 3 und 4 bei einer Höhe des Bereichs 10, 15, 20 und 30 m entsprechend	101
Abb. 5.3	Profil der Außenhalden bei einer Schichthöhe von 10, 15, 20 bzw. 30 m.....	101
Abb. 5.4	Haldenschüttung mit einhergehender Begrünung	102
Abb. 5.5	Hauptschemen des Kippenaufbaus der Halden und der Auffüllung der Kippenfläche. a, b – zentral bzw. randlich gelegene Pilothalde mit anschließender Schüttung in Schichten (eine Schicht nach der anderen); c, d – eine bzw. zwei randlich gelegene Pilotalden und Schüttung in mehreren Schichten parallel; e, f – kombinierte Varianten	103
Abb. 5.6	Ableitungen des Flußbettes aus der Abbaufäche. Legende:A - Draufsicht;B - Querschnitt. A - Kunstgraben altes Flussbett Abbaufäche; B--unterer Horizont oberer Horizont Abbaufäche.....	104
Abb. 5.7	Schematische Darstellung der Neukonturierung einer Halde mit Reduzierung des Böschungswinkels von 41° auf 18°	107
Abb. 5.8	Berechnungsschema für die maximale Stufenhöhe.....	107
Abb. 5.9	Grafische Darstellung der Abhängigkeit die Haldenhöhe (h ₀) und des Böschungswinkels (β) für Baumintervalle (L).....	108
Abb. 5.10	Planieren kegelförmigen Halden mit Dragline und Spezialschaufel.....	109
Abb. 5.11	Seilscraperanlage für die Arbeit auf Kippen. 1 - Winde vom Typ L-12, 2 - Mobile Haldenanlage vom Typ UPO-4.5	110
Abb. 5.12	Lineare mit Draglines angelegte Innenkippe im Schwimmbaggerfeld. a - kegelförmige Kippen (Rippen), b - fächerartige (glatte) Kippen.....	111
Abb. 5.13	Kontinuierliche technologische Schema der forstlichen Rekultivierung von Schwimmbaggerfeldern: 1 - Schürfkübelbagger, 2 - Schwimmbagger, 3 - Schwimmbaggerhalden, 4 - Innenkippen, 5 - Schürfkübelbagger, 6 - Rekultivierungsfläche; 7 - Wald, 8 - Teich	112

Abb. 6.1	Die ökologischen Folgen der Schaffung von Wasserspeichern	118
Abb. 6.2	Kaskade von Wasserkläranlagen: A-Zulaufgraben, B und C- Abwasser, D-Filtrierdamm, E und H –gereinigtes Wasser, F- Schlamm.....	122
Abb. 6.3	Querschnitt durch Filtrierdamm; 1- feinkörnige Sande, 2- grobkörnige Sande, 3- Schotter, 4- Wasser	123
Abb. 6.4	Querschnitt durch einen Stützdamm mit Wasserableitungsrohr; a- unzureichend, b-normal.....	123
Abb. 6.5	Klassifikation der Hauptmethoden der Reinigung und Desinfektion von Tagebauabwasser	124

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1	Produktion von Grundprodukten des Bergbauzweiges der Mongolei; *1997 Neues Gesetz „Über die Bodenschätze“ der Mongolei in Kraft getreten.....	15
Tabelle 1.2	Klassifizierung der Abbau Erden in der Goldlagerstätte Tolgoit [108]	19
Tabelle 1.3	Intensität der technogenen Belastung [11]	20
Tabelle 1.4	Durch Schwimmbagger- und Goldwascharbeiten bedingte Reliefarten [18, 108].....	21
Tabelle 2.1	Anzahl der Lizenzen für die geologische Erkundung und Abbau nach naturklimatischen Zonen [75]	32
Tabelle 2.2	Die Veränderung der Saisondauer (N) der Schwimmbaggerarbeiten und die jährliche Produktion des Baggers 250 DM [18].....	35
Tabelle 2.3	Abhängigkeit der Kapazität der Eimer von der zu bewegenden Menge [79]	38
Tabelle 2.4	Produktivität des Tagebaus in Abhängigkeit von den Erzvorräten [79]	39
Tabelle 2.5	Minimale Größe der Abbaue mit Eimerkettenschwimmbaggern.....	39
Tabelle 2.6	Zum Abbau vorbereitete Erzvorräte.....	39
Tabelle 2.7	Höchstzulässige Neigung der Seifen entsprechend der Baggertypengrößen.	39
Tabelle 2.8	Abhängigkeit zwischen der Kapazität der Eimer und den technischen Parametern der Bagger	39
Tabelle 2.9	Kielwasserabstand unter Berücksichtigung des Frischwasserzuflusses.....	40
Tabelle 2.10	Technische Parameter von Scrapern auf der Grundlage des Belas-531 [68]	46
Tabelle 3.1	Berechnung der Intensität der technogenen Belastungen im Bergbaugebiet Tolgoit [6]	65
Tabelle 3.2	Berechnungsergebnisse der Hauptparameter der technogenen Systeme für die Abbau-gebiete der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit *) [6]	66
Tabelle 3.3	Einteilung der Bergbaugebiete nach Rekultivierungskosten [7]	73
Tabelle 3.4	Bodenprofile.....	75
Tabelle 3.5	Normative Größen der Kriterien für den umweltschonenden Bergbau [49]	80
Tabelle 4.1	Prinzip der Kategorisierung der geologischen Umgebung der Flußgebiete Eroo, Bugant und Tolgoit	85
Tabelle 4.2	Parameter der Veränderung des hydrographischen Netzes	85
Tabelle 5.1	Technologische Parameter für einzelne Typen der bergmännischer Arbeiten.....	99
Tabelle 5.2	Berechnungsgrößen für die Schätzung der Wiederherstellungskosten des Flußbetts des Tuul (für den Bereich Nr. 13 der Abbaufäche Tuul)	106
Tabelle 5.3	Verhältnis von Haldenhöhe zum Böschungswinkel.....	107
Tabelle 5.4	Maßnahmen des Erosionsschutzes	108
Tabelle 5.5	Vergleich der Kennziffern von Bulldozereinsatz und Seilscrapieranlage.....	110
Tabelle 5.6	Ertrag von Kiefernwäldern auf Sanden in ariden Gebieten[xx]	113

Tabelle 5.7	Forstwirtschaftliche Produktivität verschiedener Baumarten auf sandigen Substraten.....	113
Tabelle 5.8	Erträge landwirtschaftlicher Kulturen auf sandigen Böden bei Anlagen von Waldschutzstreifen [xxxx]	114
Tabelle 5.9	Anordnung der Waldschutzstreifen zum Schutz von Weideflächen und Futteranpflanzungen für die Haupttypen der Weiden der Halbwüste	115
Tabelle 5.10	Kosten-Nutzen-Vergleich für Waldschutzstreifen auf sandigen Böden, Alter 50 Jahre [13]	115
Tabelle 6.1	Charakteristik der Bergbauproduktion und der darin enthaltenen schädlichen Komponenten	119
Tabelle 6.2	Grad der Sedimentverunreinigung im Becken der Flüsse Boroo und Kharaa [42].....	119
Tabelle 6.3	Verzeichnis der MZK für die Hauptarten der atmosphärischen Verschmutzungen [45]	120
Tabelle 6.4	Zulässige Konzentrationen und Frachten für die Direkteinleitung von Tagebauwässern, [mg/dm ³]	121
Tabelle 6.5	Bauform und Effektivität der Arbeit der Haupttypen von Wasserreinigungsanlagen.....	125
Tabelle 6.6	Ausgangsdaten über die Verzugsfristen der Rekultivierungsarbeiten (1974/2004)	126
Tabelle 6.7	Die Bewertungscharakteristik des Schadens durch Verzug der Rekultivierungstermine	128
Tabelle 6.8	Die Elemente und der Plan der Schließung des Unternehmens [2].....	130

Anlagenverzeichnis

Anlage A.1	Karte der Goldverbreitung der Mongolei (1996, G. Dejidmaa [24]).....	144
Anlage A.2	Hydrogeologische Einteilung in die Bezirke, Zonen; Maßstab 1:12000000.....	145
Anlage A.3	Hydrogeologische, Maßstab 1:12000000	146
Anlage A.4	Lufttemperatur, Maßstab 1:600000 [47]	147
Anlage A.5	Atmosphärische Niederschläge. Jahr, Maßstab 1:600000 [47].....	148
Anlage A.6	Summierte Sonnenausstrahlung. Jahr, Maßstab 1:600000 [47].....	149
Anlage A.7	Klimatische Einteilung in Zonen/Bezirke, Maßstab 1:600000 [47].....	150
Anlage A.8	Hydrographisches Netz, Maßstab 1:4500000 [47].....	151
Anlage A.9	Verdunstung auf dem Gebiet der Mongolei, Maßstab 1:9000000	152
Anlage A.10	Binnenseen, Maßstab 1:6000000	153
Anlage A.11	Boden-geographische Einteilung in die Bezirke, Maßstab 1:12000000	154
Anlage A.12	Einteilung in die Bezirke, 1:12000000.....	155
Anlage A.13	Erosion und Deflation des Bodens, Maßstab 1:6000000	156
Anlage A.14	Botanisch-geographische Gliederung, Maßstab 1:12000000.....	157
Anlage A.15	Waldpflanzeneinteilung in Bezirke, Maßstab 1:12000000	158
Anlage A.16	Jagdwirtschaft, Maßstab 1:12000000.....	159
Anlage A.17	Bevölkerungsdichte, Maßstab 1:6000000	160
Anlage A.18	Aussatfläche von Getreidekulturen, Maßstab 1:9000000	161
Anlage A.19	Brennstoff-und Energiewirtschaft, Maßstab 1:6000000.....	162
Anlage B.1	Natürliche Ökosysteme der Goldabbauregionen [93].....	163
Anlage B.2	Geographische Verteilung der Fischressourcen auf dem Territorium der Mongolei nach Einzugsgebieten	164
Anlage B.3	Arten der technogenen Zerstörung und Verschmutzung, die bei der Goldseifengewinnung entstehen	165
Anlage B.4	Parameter der Halden und der technogenen Bildungen in den Bergbaugebieten der Grube Tolgoit [24]	166
Anlage B.5	Zustand der Einwirkung der Goldgewinnung im Bassin der Flüsse Eroo, Tolgoit und Bugant *) Waldsteppenzone(B): die Bergwaldsubzone	167
Anlage B.6	Charakteristische Elemente und Arten der Bodenverletzung in den Bergabbauten des Bassins der Flüsse Eroo, Tolgoit und Bugant (Zustand vom 01.01.2000) [20].....	168
Anlage B.7	Grad der Zerstörung der Böden im Abbaufeld Tuul (Abbaudauer 32 Jahre).....	168
Anlage B.8	Schadstoffausstoß in die Atmosphäre beim Seifenabbau.....	169
Anlage B.9	Agrochemische Parameter der fruchtbaren Böden der Flussniederung des Flusses Tuul	170
Anlage B.10	Kennziffern zur Einschätzung des Grades der Abfallfreiheit der bergbaulichen Produktion [49].....	171
Anlage B.11	Die Haupttrichtung der Produktionsökologisierung [49]	173

Anlage B.12	Betriebsflächen und wieder nutzbar gemachte Flächen im Braunkohlenbergbau in Deutschland; Stand: Ende Dezember 2006	174
Anlage B.13	Morphologische Parameter des technogenen Reliefs in Bergbaugebieten.....	175
Anlage B.14	Klassifikation der Methoden der biologischen Rekultivierung.....	176
Anlage B.15	Einfluß von Tagebauen auf die Umwelt.....	177
Anlage B.16	Monitoringsprogramm zur Überlassens der Bergbaugebietes	178
Anlage C.1	Kennziffern der Abwasserreinigung, technische Kennziffern der Filter, die technisch-ökonomischen Parameter der Abwasserreinigung	179
Anlage C.2	Prinzipielles Schema der Entsalzung des Tagebauwassers in der Bergbauindustrie	179
Anlage C.3	Technischen Kennziffern der körnigen Filter	180
Anlage C.4	Technologisches Schema der Trinkwasseraufbereitung von eisenhaltigen, aggressiven Wässern; 1 - Stabilisierung des Wassers, 2 - Filter, 3 - Behälter für gereinigten Wasser, 4 - Kompressor, Bn - Wasch- und Spülwasser, das zur Klärung geht, Av - Luft	180
Anlage C.5	Technologische Kennziffern der Abwasserfiltrierung	181
Anlage C.6	Technisch-ökonomische Kennziffer neuer Technologie zur Reinigung des Abwassers aus Bergbaubetrieben	181
Anlage C.7	Technische Charakteristik der Anlagen vom Typ TABS.....	181

1 Aktualität und Begründung der Forschungsarbeiten

1.1 Ziel und Aufgaben der Dissertation

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die wissenschaftliche Sicherstellung der nachhaltigen Nutzung der Bodenschätze unter Berücksichtigung der Interessen des Umweltschutzes und der Interessen der Bevölkerung in den goldgewinnenden Regionen der Mongolei. Hierzu ist zum einen die Sensibilisierung des öffentlichen Bewußtseins für die Ökologie erforderlich als auch die Aktivierung der Marktmechanismen zur Anpassung der sozio-ökologischen Situation. Für die Erreichung der gestellten Ziele sind in der Dissertation Lösungen folgender Aufgaben vorgesehen:

1. Analyse und Einschätzung des bisherigen Zustandes der Entwicklung des goldgewinnenden Bergbauzweiges der Mongolei im Kontext zu der Bildung der Voraussetzungen für ausgeglichene Wechselbeziehungen zwischen der technischen und sozialen Tätigkeit mit dem Erhalt der natürlichen Umwelt.
2. Auswahl der umweltschonenden Bergbautechnologie, die die Kriterien der nachhaltigen Entwicklung der goldabbauenden Regionen des Landes mit dem Übergang zu höheren ökologischen Standards in allen Elementen der technologischen Kette befriedigt und Begründung dieser Auswahl. Dadurch soll die Senkung der anthropogenen Belastung auf die Biosphäre gewährleistet werden. Es werden Biosphärenkriterien ausgearbeitet, mit deren Hilfe sich bestimmen läßt, ob und wie die Zunahme der Lebensqualität der Menschen zur Veränderung der sich historisch gebildeten örtlichen, regionalen und nationalen Ökosysteme führt.
3. Untersuchung der Einwirkung des Bergbaus auf die natürliche Umgebung um Erfordernisse für die Gestaltung der regionalen Politik in Bezug auf die Nutzung der Mineralrohstoffressourcen aufzuzeigen. Durch eine entsprechende Gesetzgebung zum Schutz der Umwelt und der Bodenschätze der Mongolei soll gewährleistet werden, daß seitens des Bergbaus ausreichende Maßnahmen ergriffen werden, die der ökologischen Sicherheit als auch dem gleichberechtigten Zugriff auf die natürlichen Ressourcen der jetzt lebenden sowie der zukünftigen Generationen dienen. Dies steht im Einklang mit dem strategischen Ziel der staatlichen Politik der Mongolei, die Entwicklung nach Kriterien der Nachhaltigkeit voranzutreiben. Raubbau und Umweltzerstörung stellen dagegen eine große Gefahr für die sozio-ökonomische Entwicklung dar.
4. Untersuchung der Möglichkeiten, mit denen sich Rekultivierungsarbeiten realisieren lassen:
 - a) Dabei soll die bereits bestehende technologischen Hauptausrüstung der Goldgruben maximal genutzt werden.
 - b) Ziel ist die vollständige Rekultivierung der Flächen, die durch den Bergbau in mitleidenschaft gezogen worden sind.
 - c) Finanzierung der Rekultivierungsarbeiten im vollen Umfang aus Mitteln der Bergbaugesellschaften, die die Förderung des Goldes betreiben.

Es bietet sich an, die bei der Rohstoffgewinnung (selektiver Abbau der Seifenlagerstätten) verwendete Technik (Bagger, Planierraupen, und Schrapparbeiten) entweder parallel zum Abbau oder danach auch für Kippenrekultivierungsarbeiten, unter Berücksichtigung des

Saisonbetriebs, einzusetzen. Es wird empfohlen, eine technische Umrüstung mittels Einführung von Hydraulikbaggern und Planiertrauben führender Hersteller (z.B. von Caterpillar und Komatsu) zum Abbau von Deckgebirge und Seifenerzen durchzuführen und die traditionell genutzten Bagger, Planiertrauben und Schrapperausrüstung aus den GUS Staaten zu ersetzen.

5. Auswahl der Abbauvarianten der Seifen mit nachfolgender Rekultivierung und deren ökonomischer Vergleich. Darin eingeschlossen sind Untersuchungen zur Effektivität von Schutzpflanzungen auf sandigen Böden unter Berücksichtigung der Fristen der Rekultivierung, die Einschätzung des Risikos der beanspruchten Flächen sowie der Verunreinigung und Nutzung der Wasserressourcen für die Pflanzendecke und die Tierwelt, einschließlich der Fischressourcen im durch den Goldbergbau in Anspruch genommenen Gebiet.

6. Erarbeitung einer Methodik zur Bestimmung der ökologischen Auswirkungen der Abbauvarianten natürlicher und technogener Seifen nach dem Kriterium der Sicherung des Gleichgewichts im Naturhaushalt.

7. Erarbeitung von Empfehlungen für Modellnebenwirtschaften auf den Rekultivierungsböden sowie zur Bildung von Nationalparks von Gebiets- und Landesbedeutung, einschließlich der Naturschutzgebiete im Bergbauareal des Zaamargebietes. Hierzu sollen die regionalen sozialen und ökonomischen Aspekte der bisherigen Naturnutzung beim Übergang zur nachhaltigen Entwicklung Berücksichtigung finden.

1.2 Begründung der Arbeit

1.2.1 Kurze Charakteristik des Bergbaus der Mongolei

Die primären metallogenen Lagerstätten der Mongolei bildeten sich während der Präkambriums, Paläozoikums und Känozoikums in einzelnen struktur-metallogenen Epochen heraus. Mit ihnen sind die Sayano-Baikal- und Mongolisch-Ochotskischen Zonen verbunden, wo sich ausgedehnte Provinzen und Erzfelder sowie einzelne Zonen und Bezirke unterscheiden lassen.

Auf dem Territorium der Mongolei sind über 700 Lagerstätten und 8.000 Lagerstättenbildungen bekannt, in denen 30 Arten mineralischer Rohstoffe vorkommen. Hierunter fallen unter anderem 130 Vorkommen von Gold, 11 von Kupfer- und Molybdän, 13 von Eisenerz, 4 von Uran, 16 von Phosphoriten, 46 von Flußspat, über 30 von Salzablagerungen, 205 von Baumaterialien sowie 150 Kohlelagerstätten mit Gesamtvorräten von 150 Mrd. t. Große Bedeutung haben hierbei die Kupfervorkommen von Erdenetiin Ovoo und Oyu Tolgoi, die Zinkvorkommen von Tumurtiin Ovoo, die Phosphoritvorkommen von Tumurtei, Tumurtolgoi und weiteren Gebieten, die Uranerze von Mardai, Kharaat und weiteren Gebieten sowie Flußspat. Letzterer wird als Rohstoff für die chemische Industrie und Aluminiumproduktion nach Rußland, China und in anderen Länder exportiert.

In der Mongolei erreicht die Förderung und Verarbeitung von Bodenschätzen einen Gesamtwert von 360 Mrd. MNT¹ (0,25 Mrd. €), was ungefähr 53% des Bruttoinlandproduktes der Industrie der Mongolei ausmacht [76]. In der Tabelle 1.1 ist der dynamische Zuwachs der Bergbauproduktion für die Jahre 1997-2004 dargestellt [76].

¹ MNT = Tögrög, 1 € = 1.450,00 Tögrög (Juni 2007)

	Produktbezeichnung	1997*	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1	Stückiger Flußspat	44,3	45,9	53,7	67,4	71,8	99	60,5	185,8
2	Flotiertes Fluorit-Konzentrat, FF-97, Tsd. t	130,1	122,5	100	111,4	127,3	86,1	116,2	102,7
3	Kathodenkupfer, t	2.751,0	2.319,0	1.545,1	641,4	1.471,3	1.498,6	1.341,0	2.376,1
4	Kupferkonzentrat, Tsd. t	124,4	125,4	126,7	125,2	133,5	131,7	130,27	130
5	Molybdänkonzentrat, t	2.202,0	1.993,0	1.953,0	1.336,0	1.423,0	1.590,3	1793	1.141,0
6	Wolframkonzentrat, t	48,0	63,0	40,0	78,0	93,0	51,0	17,0	77,1
7	Gold, kg	8.000	10.040	10.146	11.500	12.059	10.883	10.837	18.500
8	Kohle, Mio. t	4,9	5,06	4,95	5,00	5,2	5,4	5,7	7,1
9	Eisenerz, Tsd. t								33,5

Tabelle 1.1 Produktion von Grundprodukten des Bergbauzweiges der Mongolei; *1997 Neues Gesetz „Über die Bodenschätze“ der Mongolei in Kraft getreten

Gemäß den Angaben der staatlichen Agentur der Abteilung für Rohstoffangelegenheiten auf dem Territorium der Mongolei waren mit Stand vom 22.05.2005 7.542 Lizenzen für Erkundung und Abbau registriert, was das 3-fache im Vergleich zu 1997 darstellt. Hierunter fallen u.a. 322 Lizenzen für Gold, 70 für Kohle, 44 für Flußspat, 102 für Baumaterialien.

Die in der Mongolei registrierten goldabbauenden Gesellschaften haben Schürfrechte für 12,6 Tausend Hektar Abbaugelände. Jährlich werden 470-570 Hektar der ehemals bergbaulich genutzten Flächen bei Kosten von rund 470-480 Mio. MNT (0,32-0,33 Mio. €) rekultiviert, was bis zu 0,5 % der Gesamtausgaben der im Goldabbau tätigen Gesellschaften ausmacht. Jedoch fehlen offizielle Statistiken zu Rekultivierungsarbeiten der Betriebe für andere Bergbauzweige der Republik. Im Jahr 2002 wurden durch Betriebe des Bergbauzweiges des Landes insgesamt 850 Mio. MNT (0,59 Mio. €) für den vom Ministerium für Umweltschutz der Mongolei gebilligten Maßnahmen des Umweltschutzes ausgegeben.

1.2.2 Situation des goldgewinnenden Bergbaus der Mongolei

Die auf dem Territorium der Mongolei entdeckten Goldseifen- und Golderzvorkommen sind auf 18 Golderzzonen konzentriert. Die Goldseifen- und Golderzvorkommen werden überwiegend in den folgenden Höflichkeitsgebieten erkundet und abgebaut (Anlage A.1)[25]:

- Nord Khentii
- Zaamar (Zentral- und Bulganaimag)
- Bayankhongor und Arkhangai Aimag und andere

Die Hauptvorräte an Gold sind auf große und erweiterungsfähige Lagerstätten, wie Zaamar, Boroo, Tavn, Bayankhongor, Arkhangai, Gachuurt und Oyu-Tolgoi (Gold-Kupfer) konzentriert. In einigen der Goldabbaugebieten – im Einzugsgebiet der Flüsse Yuroo, Bugant und Tolgoit – wurde eine Gruppe von qualitativ hochwertiger Eisenerzvorkommen entdeckt, die den Vorräten nach von regionaler Bedeutung sind, aber perspektivisch auch für die russischen und chinesischen Märkte interessant sein können.

Der Goldabbau in der Mongolei erfolgte historisch gesehen zunächst durch Goldgräber. Die industrielle Förderung wurde von der „Mongolor AG“ im Einzugsgebiet des Flusses Yuroo-gol

(1901-1919) in den Abschnitten Terej (nördliches Khentigebirge), Tsagaanchuluut (Khuvsugul) und im Bezirk Boroo begonnen. Danach erfolgte der Abbau durch staatliche Unternehmen: Goldmine im Tal des Flusses Yuroo-gol, Goldgräber im Hochlandgebiet des Mongolischen Altaigebirges, Goldminen Archuluut Buchta in Bayankhongor Aimag. In den 1970er Jahren wurde die Schwimmbaggerförderung von Gold begonnen. Bei der Schwimmbaggerförderung erfolgt die Abraumgewinnung durch schreitende Schürfkübelbagger. Bei getrennter Förderung wird der goldhaltige Sand vom Abbauort zur Aufbereitung transportiert und in Bunker durch Planierdrauen geschoben. Zu dieser Zeit wurden die Goldminen „Tolgoit“ und „Ich-Alt“ in Betrieb genommen. In den 1990er Jahren wurde die Gruppe der Goldseifenvorkommen im Zaamargebiet erschlossen. Hier werden, in den Abschnitten von Tuul, Toson und Bayangol des Beckens des Flusses Tuul in den Zentral- und Bulganaimag Schwimmbaggerfelder unter Verwendung von Schwimmbaggern des Typs 250DM abgebaut. Im Bezirk Zaamar werden, außer vier Schwimmbaggern zur Goldgewinnung, mobile Aufbereitungsanlagen im Tagebau eingesetzt.

Die Entwicklung der Goldförderung in der Mongolei für die Jahre 1991-2004 zeigt Abb.1.1. Die Goldförderung nahm durchschnittlich um ca. 1.615 kg pro Jahr zu.

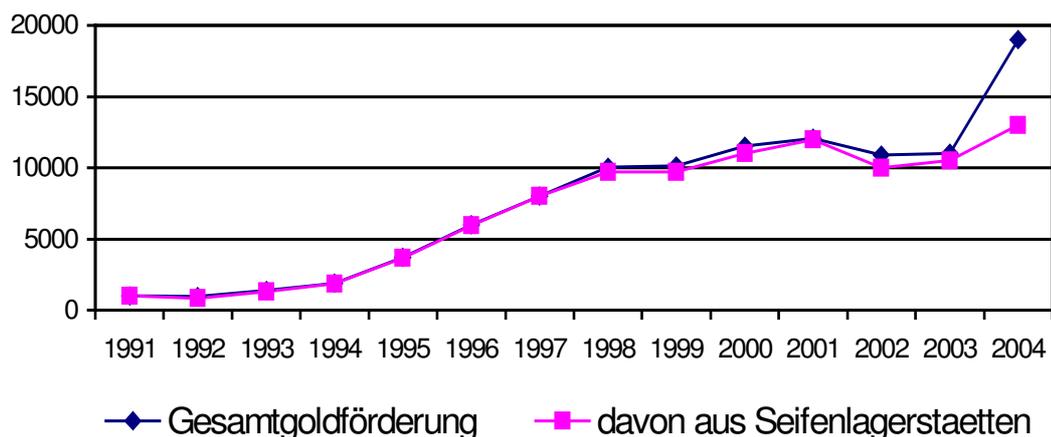


Abb. 1.1 Goldförderung der Mongolei in den Jahren 1991 bis 2004 (aus dem Jahresbericht 2004 der Mongolischen Bergbauindustrie).

In den Goldabbaugebieten der Mongolei werden die natürlichen Bedingungen verändert: die Landschaft ändert sich, Staubentwicklungen in den Tagebauen und von den Halden werden gebildet, es entstehen Abgase der arbeitenden Fahrzeuge und die intensive Wassernutzung aus den Flüssen setzt das Niveau des Grundwassers der Umgebung herab. All dies führt zur Beeinträchtigung der Pflanzen- und Tierwelt. Für die Verminderung der negativen Einflüsse des Tagebaus auf die Umwelt ist eine Rekultivierung mit der Wiederherstellung der Produktivität und des volkswirtschaftlichen Wertes der in Anspruch genommenen Flächen vorgesehen.

Nach Berechnungen, die im Rahmen des nationalen Programms „Gold“ für den Zeitraum 1991 bis 2005 erstellt wurden, werden beim industriellen Seifenabbau bis zu 40 % der erkundeten Vorräte in den Aufbereitungshalden verbleiben. Dabei bilden sich technogene Sekundärlagerstätten mit Vorräten von mehreren Zehn Tonnen Gold [77].

1.3 Kurze Charakteristik der Goldgewinnung und ihrer Einwirkung auf die natürliche Umwelt

1.3.1 Kenntnisstand zu umweltschonenden Methoden der Goldgewinnung

Aus objektiven Gründen bildete sich auf dem Territorium der Mongolei seit 1900 ein Netzwerk ökologischer Regionen heraus. Darunter befindet sich das einzigartige Ökosystem mit aridem Klima im Bezirk Zaamar, das sich mehr als 30 Kilometer im Tal „Toson Zaamar“ erstreckt und nach den letzten 15 Jahren des industriellen Abbaus alluvialer und proluvialer Seifen vor einer ökologischen Krise steht.

Die traditionelle Abbauweise mit Hydromonitor und Schleusen hat dazu geführt, das beim Abbau der Seifen technogene Sekundärlagerstätten in den Aufbereitungshalden gebildet wurden. Dies hat wiederum dazu geführt, daß so gut wie keine Rekultivierungsmaßnahmen durchgeführt wurden und in allen Abbaugebieten kegelförmige Torfhalden und Tagebaugruben das Landschaftsbild prägen. Dies ist auch im Abbaugebiet von Zaamar zu beobachten.

Darüber hinaus wurde für den Abbau der Seifen der Überschwemmungsterrasse des Flusses Tuul mit einem Schwimmeimerkettenbagger (Typ „250DM“) der Flußlauf über eine Strecke von mehreren Kilometern umgeleitet, was eine grobe Verletzung des mongolischen Wassergesetzes¹ darstellt. Dabei werden die Bergbaubetriebe für solche gesetzwidrigen Handlungen bislang her nicht zur Verantwortung gezogen.

Die Veränderungen der hydrodynamischen Bedingungen beeinflußt in erster Linie den Fortgang der durch Wind und Wasser bedingten Erosion. Die Erosionsintensität hängt im Gebiet der mongolischen Mittelgebirge wesentlich vom Auftreten von Starkregenereignissen ab. Ein weiterer Hauptgrund für die Verstärkung der Degradationsprozesse, in deren Ergebnis riesige landwirtschaftlich genutzte Flächen (Ackerland, Heumahd, Weideland) in den Zwischengebirgssenken zu veröden begannen, liegt in der fehlerhaften Führung der Landwirtschaft seit der Mitte des 20. Jahrhunderts. Zum Fortschreiten der Wüstenbildung im Tal des Flusses Tuul in Zaamargebiet trugen neben den anthropogene Einwirkungen auch die natürlichen Bedingungen bei: Trockenheit des Klimas, starke Winde, Vorhandensein von mächtigen sandigen Talablagerungen. Beim Studium der Dynamik der Hauptfaktoren, die Einfluß auf die Prozesse der Verwüstung haben, wurden die folgenden Tendenzen abgeleitet [7]:

- In den Zwischengebirgssenken schreitet im Zusammenhang mit der Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperaturen die Aridisierung weiter fort.
- Im Zusammenhang mit der instabilen ökonomischen Situation in der Region wird das Tempo der landwirtschaftlichen Entwicklung verzögert. Infolge dessen verringert sich die anthropogene Belastung der Geosysteme der Zwischengebirgssenken.

¹ Artikel 5 des MWG

Auf Grund der in [7] durchgeführten Forschungen können folgenden Schlüsse gezogen werden:

- Um die Verwüstungsprozesse in den Bergbauschutz- und Abbaugebieten zu stoppen, ist es empfehlenswert, den Schwerpunkt bei der Rekultivierung der durch den Bergbau in Anspruch genommenen Flächen auf die Wiederaufforstung und die Wiederherstellung der Weidelandschaften zu legen.
- Bei weiterer nicht rationaler Nutzung der Ackerböden ist die Aktivierung der Degradationsprozesse unvermeidlich, weil die natürlichen Bedingungen des Gebiets alle Voraussetzungen für deren Entwicklung haben.

In der Dissertationsschrift sind typische verfahrenstechnische Schemen der Rekultivierung unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Flächennutzung je nach der Art der bergbaulich bedingten Beeinträchtigungen aufgeführt.

1.3.2 Übersicht der in der Mongolei veröffentlichten technischen Informationen und Verallgemeinerung der Erfahrungen

Die Mongolei ist eines der Länder der Welt, das über eine weitgehend unberührte Natur verfügt – dank des Erlasses des Großen Khan's, der die landwirtschaftliche Bodenbearbeitung auf den riesigen Weideflächen der altertümlichen Mongolei untersagt hat. Jeder Viehzüchter weiß darüber, daß man ein Loch im Boden wieder verfüllt, wenn man seine Pfähle herausgezogen hat und zu einer anderen Weidefläche zieht. Der schonende Umgang mit und die enge Beziehung zur Natur ist die Grundlage der ökologischen Kultur des mongolischen Volkes und das ökologische Erbe der Viehzüchter in Asien. In der Frühzeit mangelte es dem Menschen zwar am gehörigen Verständnis für die Auswirkungen seiner Tätigkeit, so zum Beispiel über die Vernichtung des Wildes, welches seine Ernährungsgrundlage bildete, infolge Überweidung oder übergebürlicher Bodennutzung. Jedoch verhinderte der begrenzte Umfang seiner Tätigkeit die Entstehung erheblicher Schäden.

In [108] wird der Versuch der Typisierung der technologischen Schemen des Abbaus der oberflächennahen natürlichen Seifenlagerstätten durch Gruppierung der Parameter des Tagebauquerschnitts unternommen und auf das Beispiel der abgebauten Lagerstätten im Einzugsbereich der Flüsse Yuroo, Bugant und Tolgoit angewendet. Die betrachtete Klassifikation ist in Tabelle 1.3 aufgeführt. Durch diese Forschung wurde eine Einschätzung der Intensität der technogenen Belastung der geologischen Umgebung im Goldbergbau von Tolgoit durchgeführt und Rechenkennziffern erarbeitet (Tab. 1.3).

In [7] werden Erfahrungen und experimentelle Erkenntnisse aus der Untersuchung der Entwicklung der Gold-Restvorräte in den Schwimmbaggerfeldern verallgemeinert und daraus Gesetzmäßigkeiten abgeleitet. Es werden die einzelnen durch den Schwimmbaggerabbau bedingten Reliefarten im vertikalen Schnitt dargestellt und dabei auch die Bereiche aufgezeigt, in denen das Restgold akkumuliert ist (Tab. 1.4).

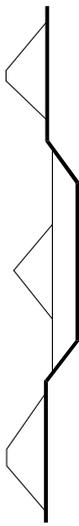
Klasse	Haldenform	Haldenfläche	Abbauarten technologener Lagerstätten	Abbauparameter	Abbauarten	Abbaufläche
A	Planier- raupen- Halden	Außenhalden		$4\text{ m} < h < 6\text{ m}$ $H < 4\text{ m}$	selektiver Abbau	Ich-Ulent Nariin- Buural
B1	Baggerhalden	Außenhalden auf zwei Seiten		$10\text{ m} < h < 14\text{ m}$ $4\text{ m} < H < 15\text{ m}$		Bolotnii Schirokii Uskii Sangiin
B2		Außenhalden auf einer Seite u. Innenhalden		$10\text{ m} < h < 14\text{ m}$ $4\text{ m} < H < 15\text{ m}$		Samarcha n Baga- Ulent
B3		Außenhalden auf einer Seite		$10\text{ m} < h < 14\text{ m}$ $4\text{ m} < H < 15\text{ m}$	Sangiin	
B4	Bagger- und Planier- raupen- halden	Außenhalden auf zwei Seiten u. Innenhalden von Gesteinen		$12\text{ m} < h < 16\text{ m}$ $10\text{ m} < H < 22\text{ m}$	Abbau mit Schwimmbagger	Tolgoit Ich- Adshir
B5		Außenhalden auf zwei Seiten u. Innenhalden von Gesteinen und Erden		$10\text{ m} < h < 14\text{ m}$ $4\text{ m} < H < 15\text{ m}$		Tolgoit Ich- Adshir
C		Außenhalden auf zwei Seiten und Innenhalde von Gesteinen		$10\text{ m} < h' < 14\text{ m}$ $4\text{ m} < h < 6\text{ m}$ $4\text{ m} < H < 15\text{ m}$		Ich-Adshir

Tabelle 1.2 Klassifizierung der Abbau Erden in der Goldlagerstätte Tolgoit [108]

	Typ d. geol. Umgebung	Fläche d. geolog. Umgebung	Technogene Belastung						Kennzahl der technogenen				
			Weg Teuer		Ortschaft	Technogene Belastung			Veränderung	Belastung			
			L, [km]	S, F ₃ , [km ²]	F _c , [km ²]	Forstwirtschaft F _b , [km ²]	Fläche des vom Bergbau betroffenen Bodens F _y , [km ²]	Gesamtfläche des. beeinträchtigten Boden F _H , [km ²]	Technog. Gesteinsumlagerung V _x , [10 ³ m ³]	Goldgewinnung, [kg]	Technog. Wasserumsatz V _{ev} , [10 ³ m ³]	Kennzahl der Veränderung Ke, [%]	Modul der technogenen Belastung M _T , [10 ³ m ³ /Jahr·km ²]
1	Alluviale Ablagerung	204,01	100,5	0,895	0,43	90,09		91,41	5,6	-	318,3	118,7	1,93
2	Proluviale Ablagerung	1,09	7	0,063	-	0,79		0,85	-	-	-	0,63	-
3	Goldseifen	24,49	48	0,43 ^{**}	-	2,1 ^{**}	20,4	20,62	30677,5	9153,6	35140	182,59	379,6
4	Deliviale Ablagerung	7,54	10	0,09 ^{**}	-	0,32 ^{**}	4,6	4,64	10212,4	3120	88960	164,1	43687,8
	Insgesamt	237,1	165,5	1,471	0,43	93,3	25,0	117,52	110095,6	12273,6	124418,3	466,02	98909,2

Tabelle 1.3 Intensität der technogenen Belastung [11]

^{*}) ungefähr 50 % der Flächen entfällt auf die vom Bergbau beanspruchten Flächen zusammen.

^{**}) 100 % der Flächen stimmen mit den vom Bergbau beeinflussten Flächen überein.

Im Detail beträgt das Modul der technogenen Belastung jährlich 98;9 Tausend m³ fruchtbaren Bodens. Das Wasser wird auf 1 km² Fläche in den technogenen Kreislauf einbezogen. Damit geht eine Störung der Bilanz der geochemischen, hydrochemischen und biochemischen Komponenten des geologischen Umfeldes der Ortschaften (F_c-0,43 km²) einher.

Restgoldverteilung auf dem Schwimmbaggerfeld	Rekultivierungsmethoden und Planierarten
	<ul style="list-style-type: none"> - Teilweise terrassenartige Planierung. - Bei Waldrekultivierung sind Haldenkämme auf 4 m Breite abzustumpfen um das Selbstwachsen von Waldpflanzen zu ermöglichen.
	<ul style="list-style-type: none"> - Haldenrelief soll über die gesamte Fläche, einschließlich Spülhalden, eben sein.
<p>Durch Feinberge bedingte Reliefarten</p>	<p>Vollflächige Planierung mit Auftragen von fruchtbarem Boden auf allen Kippen. Außenkippe der Waschberge der Waschanlagen vor der Planierung: flach plateauartige Formen</p>

Tabelle 1.4 Durch Schwimmbagger- und Goldwascharbeiten bedingte Reliefarten [18, 108]

Art der Zerstörung:

Vor dem Planieren: 1 - goldhaltiger Sand, 2 - Sand im Liegenden, 3 - Gewinnungsverlust, 4 - technologische Verluste in den Spülhalden

Nach dem Planieren: 6 - stehengebliebene goldhaltige Sande zwischen den Durchgängen, 7 - Schutzdämme

Die Zerstörung des Haldenreliefs bei der Gewinnung und dem Waschen der Sande ist ähnlich und die Maßnahmen zu deren Beseitigung sollten genau gleich sein.

Risiken für die Gesundheit der Menschen in den goldgewinnenden Regionen gehen vor allem von Silber und Zyaniden aus. In der Umgebung der Überreste der Goldaufbereitung Boroo beträgt der Gehalt der Quecksilberverunreinigung 117 mg/m³ – das ist das 700fache des zulässigen Gehaltes (Abb. 1.2).

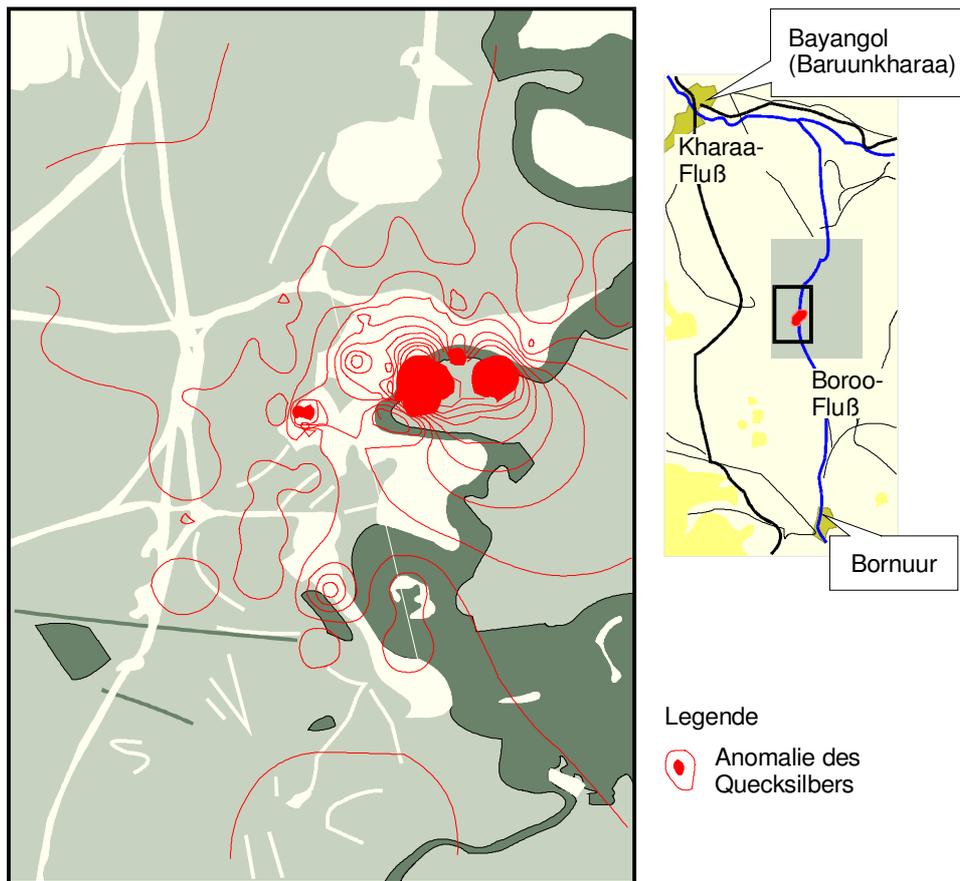


Abb. 1.2 Verteilung der Gehaltsanomalien von Quecksilber in der Umgebung der ehemaligen Aufbereitungsanlage Boroo (Selenge Aimag) [98]

Angaben über die Einwirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung

Beim Gesundheitsschutz ist es wichtig, die Faktoren und die Bedingungen, die die Entstehung eines Risikos begünstigen, aufzuklären. Laut der Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation [10] wird das Risiko als „die zu erwartende Frequenz unerwünschter Effekte, die von der festgestellten Einwirkung des Umweltschadstoffs herrühren“ definiert. Im Zeitraum von 1904 bis 1919 wurde auf der Lagerstätte Boroo durch die „Mongolor AG“ Gold durch den Einsatz von Quecksilber (Amalgamierung) angereichert. Ungeachtet dessen, daß das Werk hier schon seit Jahrzehnten stillgelegt ist, stellt es heute noch eine große Bedrohung für die Umgebung und die Gesundheit der Bevölkerung dar. Seit dem Jahr 2000 ist in der Mongolei die Verwendung von Quecksilber für die Goldanreicherung verboten. Analysen haben gezeigt, daß die Atmosphäre durch ein großes Spektrum an Schadstoffen verunreinigt ist. Die Schadstoffkonzentration übersteigt dabei die regionalen Hintergrundgehalte um das Zehn- bis Hundertfache, bei einzelnen Elementen sogar um das Tausendfache. Im Endergebnis der geochemischen Untersuchung des Bodens wurden stellenweise Verunreinigungen festgestellt, die die maximal zulässige Konzentration wie folgt überschreiten: Arsen bis zu 4.400-fach, Antimon bis zu 2.220-fach, Blei bis zu 312-fach, Kupfer bis zu 55-fach, Zink bis zu 40-fach und Bor bis zu 36-fach [98].

1.3.3 Literaturrecherche über internationalen Erfahrungen zum vorliegenden Thema

Die erste Verordnung über die Wiederherstellung der vom Bergbau beanspruchten Flächen, wurde in Deutschland in Zusammenhang mit der Tagebaugewinnung von Braunkohle erlassen. Die Rekultivierung von Böden, die durch den Bergbau beansprucht wurden, erfolgte 1926 in Indiana, USA.

Die Erfahrung zeigt, daß bei horizontalen bzw. leicht geneigten Vorkommen mit Innenkippen die Rekultivierung der Haldenoberfläche zeitgleich mit dem Abbau der Vorräte erfolgt und somit ein Bestandteil des einheitlichen technologischen Prozesses der Gewinnung darstellt. Bei steil einfallenden Vorkommen dagegen ist die Wiederherstellung der ökologischen Umgebung erst nach dem Abbau, durch Rekultivierung der Halden oder Bildung von Wasserreservoirs im abgebauten Raum der Tagebaue, vorgesehen. Als eine Umweltschutzmaßnahme ist es empfehlenswert, entlang der Außenkontur der Tagebaue Bäume beizubehalten bzw. diejenigen, die in die Zone der Abbauarbeiten geraten sind, dorthin umzusetzen. Der Schutzwald soll mehrere Baumreihen enthalten, die schachbrettartig versetzt gepflanzt sind und dabei auch schnell wachsenden Bäume, wie z.B. Pappeln, enthalten. Neben diesen traditionellen Rekultivierungsmethoden fand in den letzten Jahren die mikrobiologische Methode eine immer stärkere Verbreitung. Diese Methode wird direkt auf den Rekultivierungsboden, nach vorherigen detaillierten agrochemischen und mikrobiologischen Untersuchungen, angewendet. Wie die Erfahrung zeigt, erfolgt hier die Bildung der produktiven Bodenschicht 2-3 Mal schneller als bei den traditionellen Rekultivierungsmethoden [41].

Schutz der Bodenschätze und Bodenrekultivierung in den verschiedenen Ländern der Welt

Deutschland: In diesem Land werden Umweltschutzmaßnahmen gemäß gesamtstaatlichen Gesetzgebungen über den Umweltschutz durchgeführt. Die Gesamtfläche, die z.B. vom Braunkohlenabbau in Mitleidenschaft gezogen ist, beträgt mehr als 400.000 ha. Davon wurden im Jahre 2006 über 8.000 ha der Landwirtschaft zurückgegeben und 80.000 ha durch Aufforstung rekultiviert. Weitere 2.000 ha Land sind geflutet worden. Im Ruhrgebiet wird das Nebengestein (Schiefer- und Sandschiefer-tonerde) im Straßen- und Wasserbau zum Auffüllen von Senken sowie für die Produktion von Baumaterialien (wie Ziegel, Betonfüllstoffe) verwendet. Bei der Rekultivierung von Halden werden diese zuvor eingeebnet. Im Falle von stark sauren Kippsubstraten werden diese von einer Bodenschutzschicht (mindestens 20 cm) überdeckt und darauf die Aufforstung durchgeführt. Im rheinischen Braunkohlenrevier sind aufgrund der langfristigen Abbaukonzeption Inanspruchnahme und Rekultivierung von Land ausgeglichen. In den neuen Ländern ist die Flächenbilanz positiv. Neben der laufenden Rekultivierung macht die Wiedernutzbarmachung im Bereich stillgelegter Tagebaue große Fortschritte, insbesondere die Gestaltung der Resträume als Wasserflächen (Anlage B.12) [23].

Polen: Der Schutz der vom Bergbau betroffenen Gebiete ist die Pflicht der Bergbaugesellschaften und besteht in der Durchführung der entsprechenden prophylaktischen Maßnahmen und der Bodenrekultivierung nach Abschluß der Bergbauarbeiten. In den 1990er Jahren besaßen die Bergbaubetriebe Polens ungefähr 500 km² Land. Die Bergbauindustrie macht jährlich ungefähr 10 km² Boden für die wirtschaftliche Nutzung frei. Diese Arbeiten werden hauptsächlich von spezialisierten Fachfirmen in Zusammenarbeit mit dem

Forschungszentrum der Bergbauindustrie und der Land- und Waldwirtschaft durchgeführt. Dabei finden hauptsächlich Wiederaufforstungen statt. Zunehmend kommen im Bergbau Technologien zur Abfallvermeidung zur Anwendung sowie die Benutzung des Nebengesteins als Füllmaterial in den Gruben. Die Verarbeitung der Produktionsabfälle und Tailings erledigt die polnisch-ungarische Aktiengesellschaft „Haldex“ mit Sitz in der Stadt Katowice [58].

Kanada: Die Betriebe der Bergbauindustrie sind in verschiedenen natürlichen Zonen gelegen, was eine Reihe von komplizierten und akuten Problemen des Umweltschutzes hervorgebracht hat. In der Umgebung von Betrieben der Buntmetallurgie findet eine starke Verunreinigung durch Metalle und Schwefel in einem Abstand von 500 m statt, und eine mäßige Belastung im Umkreis von 1.000 m, wie das Beispiel einer Nickelhütte der Provinz Ontariosee zeigt. Die Geschwindigkeit der Akkumulation von Abfallhalden erreicht bei dem Uranvorkommen Saskatchewan 24.000 t pro Tag. Die Bekämpfung der toxischen Auswirkungen der Tailings aus der Urangewinnung wird mit Hilfe von chemischen Methoden durchgeführt. Das Auftreten von sauren Regen ist mit dem industriellen Ausstoß von Schwefel- und Stickstoffoxiden in die Atmosphäre verbunden. Ab Mitte des 20. Jahrhunderts ist das ökologische Gleichgewicht der natürlichen Systeme des Nordens Kanadas durch die Industrialisierung (einschließlich geologischer Erkundung und Bergbau) gestört. Infolge der geringen Wirksamkeit natürlich entgegenwirkender Prozesse in diesen Bezirken werden eine permanente atmosphärische Verunreinigung, besonders bei Inversionswetterlagen, die Schadstoffakkumulation in den Gewässern, eine intensive Versumpfung durch Zerstörung der Permafrostböden, die geringe Regenerationsrate der zerstörten Pflanzendecke (benötigt etwa 5-20 Jahre) sowie der Verlust des Lebensraums für Vögel und andere Tiere und die daraus resultierende Verringerung der Bestände beobachtet [101].

Australien: Eines der Hauptumweltprobleme in Australien besteht in der fortschreitenden Bodendegradation infolge Erosion. Hiervon sind über 60 % der Fläche betroffen. Um dem Einhalt zu gebieten und die gestörten Flächen wiederherzustellen, werden Maßnahmen zur Einrichtung von Wasserreservoirs (seit 1961 wurden zu diesem Zweck die Nutzung von 93 Parzellen mit Flächen von jeweils 25 bis 250 km² dahingehend geändert), Schutzgebieten, Wildparks und Nationalparks sowie zur Beschränkung der Abholzung durchgeführt. Bei Tagebauen, die die Zerstörung des natürlichen Reliefs, die Degradation der Pflanzen- und Tierwelt, die Verschlechterung der natürlichen Bedingungen auf angrenzenden Gebieten infolge Senkung des Grundwasserspiegels zur Folge haben, ist die teilweise Auffüllung der Tagebaugruben und das Verflachen der Böschungen vorgesehen. Auf den eingeebneten Oberflächen wird der vor dem Aufschluß separat entfernte und gelagerte Mutterboden aufgetragen, gedüngt und Gras angesät, wodurch eine durchgängige Pflanzendecke geschaffen wird. Zusätzlich werden Gehölze gepflanzt. Die größten Halden sind für die Aufbereitungsbetriebe der Buntmetallurgie typisch. So werden im Darlinggebirge für die Abfallverbringung mehr als 100 ha Land jährlich in Anspruch genommen [20]. Hier wird, neben der technischen und biologischen Rekultivierung, das Gelände im Hinblick auf geplante Folgenutzungen hergerichtet. Von den Bergbaugesellschaften wird die Wiederherstellung des Bewuchses mit ortstypischen Arten gefordert, damit sich nach 7-10 Jahren das Biosystem selbständig entwickeln kann. Mit den Fragen des Umweltschutzes befassen sich das

Ministerium des Umweltschutzes Australiens, die Verwaltungen der Bundesstaaten, die öffentlichen Organisationen und die Gewerkschaften [48].

Österreich: Staatliche Standards wurden über die Bodenschätze und die Rekultivierung des Bodens ausgearbeitet und sind gültig. Es gibt Normen für den maximal zulässigen Staubgehalt, Lärmpegel und für Vibration in Gruben. Die jährlichen Aufwendungen für den Umweltschutz im Bergbau betragen bis zu 5 % des Produktionswerts der Bergbauindustrie Österreichs.

Tadshikistan: Jährlich werden von der Volkswirtschaft ungefähr 4.000 ha Fläche für die Nutzung beansprucht. Bei den geologischen Schürfarbeiten werden jährlich ungefähr 15 ha rekultiviert, welche als Weide- und Saatflächen benutzt werden. In ausgebeuteten Sand- und Kiesgruben werden Teiche errichtet [28].

Ukraine: Alle entdeckten Vorkommen werden hinsichtlich ihrer komplexen Nutzungsmöglichkeit untersucht. Aus Bergbauebenenprodukten werden vielfältige Baumaterialien, z.B. keramischer Asbestzement hergestellt. Zur Bodenzerstörung kommt es infolge von Schürfarbeiten, der Förderung von Erzen- und Nichterzen sowie dem Bau von Pipelines. Die meisten Flächen werden durch Landinanspruchnahme und Tailings belegt. In den 1990er Jahren betrug die Gesamtfläche der von den Bergbauarbeiten in der Ukraine in Anspruch genommenen Flächen über 2.200 km². Davon befinden sich ungefähr 1.500 km² in Nutzung und 700 km² unterliegen der Rekultivierung. Auf den von den Bergbauarbeiten hinterlassenen Flächen wird Ackerland, Grasland und Weideland geschaffen sowie Baum- und Waldschutzanpflanzung vorgenommen (forstwirtschaftliche Rekultivierung). Tiefe Tagebaue werden zum Teil geflutet (wasserwirtschaftliche Rekultivierung). Zum Schutz der Umwelt vor Verunreinigungen bei der Durchführung von geologischen Bohrungen werden wasserdichte Auskleidungen verwendet. Die Abwässer werden recycelt und der anfallende Bohrschlamm entsorgt. Eine bedeutende Rolle wird der Kontrolle und dem Schutz des Grundwassers vor Verbrauch und Verunreinigung, dem Studium seines Regimes und der Kontrolle der Entwicklung exogener geologischer Prozesse beigemessen. Über 6.000 Grundwassergütemeßstellen sind für die Einschätzung des Einflusses der in der Landwirtschaft verwendeten Chemikalien auf die Qualität des Grundwassers eingerichtet [57].

Philippinen: Umweltprobleme rühren hauptsächlich von den Abwässern der Bergbau- und Aufbereitungsindustrie her, die auf fruchtbaren Bodenflächen (mehr 120.000 ha) versickern oder in Flüsse eingeleitet werden. In den 1990er Jahren erzeugten 6 Betriebe ungefähr 200.000 t Abwasser pro Tag, wovon über 41.000 t im Boden versickerten und der Rest in Flüsse eingeleitet wurde. Als Folgeerscheinung wurde die Pflanzen- und Tierwelt von 13 Flüssen vollkommen ausgerottet. Das Abwasser der Kupferbergwerke wird von der Nationalkommission für Umweltschutz zusammen mit dem Nationalbund für Bewässerung überwacht.

Finnland: Charakteristisch für Finnland ist – wie auch für die anderen skandinavischen Länder – die verhältnismäßig hohe Qualität der natürlichen Umwelt (geringer Grad der Umweltverschmutzung). Von 40.000 km Wasserstraßen in Finnland sind nur 1.900 km verschmutzt; von den küstennahen Gewässern sind ungefähr 100 km² stark verschmutzt und 1.500 km² mäßig verschmutzt, von 30.000 km² Seen sind 1.100 km² stark verschmutzt und ungefähr 10-15 % der Seenflächen sind mäßig verschmutzt. Das erste Naturschutzgesetz wurde

in Finnland 1923 angenommen. Die staatlichen Forschungen auf dem Gebiet des Umweltschutzes werden vom Rat zum Studium der Umwelt bei der Akademie Finnlands finanziert und koordiniert. In den Bezirken mit entwickelter Bergindustrie beschäftigt sich die finnische Umweltorganisation.

Frankreich: Seit 1970 wurden eine Reihe von Naturschutzgesetzen angenommen, in denen die Fragen der Bodennutzung und der Wiederherstellung der vom Bergbau in Anspruch genommenen Flächen streng reglementiert werden. Praktiziert werden u.a. das separate Lagern und Wiederaufbringen von Mutterboden, die Auflockerung der eingeebneten Oberflächen, das Verflachen von Böschungen und die Wiederherstellung des Grundwasserniveaus. Der Entwicklung neuer Tagebaue gehen Untersuchungen, die v.a. auf das Studium physischer Eigenschaften (Hydrologie, Hydrogeologie, Bodenvoraussetzungen, Klima) und biologischer Eigenschaften (terrestrische und marine/lacustrine Fauna und Flora) der Umwelt, der agrochemischen Eigenschaften ausgerichtet sind sowie Programme zur Dränage und Bewässerung usw. voraus. Bei der Projektierung wird eine sorgfältige Analyse der erwähnten Faktoren, die eine begründete Wahl der optimalen Lage des Tagebaus und deren Verarbeitungsverfahren beinhalten, durchgeführt. Die in Frankreich angenommene Gesetze zur Senkung der schädlichen Einwirkung auf die Umwelt trugen zur Entwicklung einer abfallfreien Produktion bei, sowie zur Anwendung wirksamerer Methoden zur Verarbeitung und Endlagerung der Haushalts- und Industrieabfällen.

Schweden: Die schärfsten Probleme sind mit der Verunreinigung von Wasser- und Waldressourcen verbunden. Eine erheblich Quelle der Verunreinigung ist die Bergbauindustrie, deren Rolle im Zentralteil sowie im Norden des Landes – v.a. in den großen Zentren der Grundstoffindustrie: die Bezirke Kiruna, Ellivare-Aitik, Swabapara, Laisvall, Buliden-Christineberg – besonders groß ist. Damit verbunden ist auch die Verunreinigung der Ostseegewässer durch Erdöl und Erdölprodukte. Das Naturschutzgesetz des Landes wurde 1964 verabschiedet. Mit ökologischen Problemen sind das Staatliche Komitee des Umweltschutzes, der Schwedische Walddienst sowie die Schwedische Gesellschaft für Naturschutz (1909 in Stockholm gegründet) befaßt. In Schweden wurde ein wirksames System von Maßnahmen zum Schutz der Wasserressourcen eingeführt. 1967 wurde eine internationale Konvention, die die Verunreinigung der Ostseegewässer durch Erdöl untersagt, angenommen. In 950 Abwasserreinigungsanlagen werden mehr als 75 % aller Haushaltsabwässer erfaßt und gereinigt. Die wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gebiet des Umweltschutzes werden von internationalen Organisationen überwacht und von Einrichtungen nationaler und regionaler Bedeutung durchgeführt. Konkrete ökologische Forschungen werden in den Universitäten Schwedens durchgeführt.

Armenien: Vorgesehen ist, daß sich der Anteil der wiederhergestellten Flächen auf folgende Rekultivierungsarten verteilt: Ackerlandbildung 30 %, Grasland 10 %, Weideland 25 %, Teiche für die Fischproduktion 10 %, Wiederaufforstung 25 % der rekultivierten Flächen. Die Projektarbeiten zur Bodenrekultivierung werden vom Institut „ArmGosZemProjekt“ realisiert. Es werden Arbeiten zur Nutzung von Abfallhalden der Montanindustrie durchgeführt und abfallfreie Technologien eingeführt. Zum Beispiel werden die metallurgischen Schlacken der Kupferproduktion bei der Zementherstellung eingesetzt. Abfälle, die beim Abbau von Marmor,

Basalt und Tuff entstehen, werden für die Produktion von Beton- und Stahlbeton verwendet[46].

Bulgarien: In Bulgarien unterliegen die vom Bergbau (Tagebaue und untertägige Abbaue) in Anspruch genommenen Flächen gleichfalls der Rekultivierung. Für den Schutz der Bodenschätze sind die Bergbaubetriebe verantwortlich. Ein Beispiel für erfolgreich durchgeführte Rekultivierungsarbeiten ist Pernik (ein im Stadtgebiet gelegener Kohlentagebau), wo auf einer Fläche von 700 Hektar ein Waldpark geschaffen wurde. Auf der Mine „Medeg“ wurden Haldenböschungen terrassiert und mit Kiefern bepflanzt. Bei der Erarbeitung neuer Richtlinien werden der Ausbringfaktor der Bilanzvorräte und der Grad der Abfallvermeidung staatlich überwacht. Die Bergbaufirmen finden Abnehmer für Deckgebirge und Tailings [29].

Belgien: Hier erfolgt ebenso eine Wiederherstellung der durch Bergbauarbeiten, die im wesentlichen auf die Gewinnung von Baurohstoffen ausgerichtet sind, in Anspruch genommenen Flächen. Die geologischen Bedingungen erlauben es, aufgelassene Schächte als Untergrundspeicher für Gas zu nutzen. Dabei wird besondere Aufmerksamkeit auf den sicheren Verschluß der alten Schächte und den Einbau von gasdichten Stahlbetonwänden, die den entsprechenden Anforderungen entsprechen, gelegt. Aufgelassene Tagebaue der Baurohstoffgewinnung werden je nach Umgebungsrelief und in Abhängigkeit der Zusammensetzung der Nebengesteine mit Abraum verfüllt. Die Oberfläche wird rekultiviert und zur Aufforstung oder für Ackerbau hergerichtet. Einige Tagebaue werden geflutet und nachfolgend für sportliche Zwecke (z.B. Tagebau Sart-Tilman, nahe der Stadt Lüttich) genutzt. Ehemalige Grubengebäude des Kreide- oder des Kalksteinbergbaus werden zur Pilzzucht oder als Untertagedeponien verwendet. Die Projektierung des Abbaus von Bodenschätzen erfolgt unter anderem unter Berücksichtigung der Anforderungen der rationellen Städteplanung, des Umweltschutzes, der Erhaltung der Natur sowie des Lärm- und Staubschutzes. Diese Programme werden von den regionalen Kommissionen der administrativen Organe, die für die Tagebaue verantwortlich sind, koordiniert.

Ungarn: Zu den wichtigsten Umweltschutzmaßnahmen im Bergbau gehören: Ausführliche Kartierung der Oberfläche und des Untergrundes zwecks Ermittlung ihrer Empfindlichkeit gegenüber Verunreinigungen, die Untersuchung der Wechselwirkung zwischen der Verringerung der Schüttung der Thermalkarstquellen in der Umgebung von Hevisz und Nyrada und der Senkung des Niveaus der Karstwässer im Zusammenhang mit dem Bauxitabbau, die Suche nach geologischen Strukturen, die für die Endlagerung von toxischen und radioaktiven Abfällen in Zusammenhang mit dem Bau des Atomkraftwerkes in der Stadt Pashk nutzbar sind, die Förderung mineralischer Rohstoffe, die beim Umweltschutz verwendet werden (Ionenaustauschtuff, Filterperlite und andere) sowie der Schutz geologischer Naturdenkmäler (mehr als 150 Aufschlüsse).

Kasachstan: Zum Anfang der 1990er Jahre betrug die Gesamtfläche, die von den Bergbauarbeiten in Anspruch genommen war, 200.700 ha. Wiederhergestellt wurden für die Benutzung in der Volkswirtschaft jährlich ungefähr 10.000 ha Boden, wovon 9.000 ha auf die landwirtschaftliche Nutzung entfielen. Die höchsten Kennziffern der komplexen Nutzung mineralischer Rohstoffe werden in Kasachstan auf der Kupferveredelungsanlage von Dsheskasgan erreicht (Komplexitätskoeffizient 93 %), in den Blei- und Zinkkombinaten von

Ust-Kamenogorsk (93,3 % Zink-, 96 % Bleiproduktion) und von Leninogorsk (86,6 % bzw. 86,4 %) [8].

Italien: Das erste Umweltschutzgesetz „Über den Schutz der natürlichen Schönheiten und der Landschaften“ wurde 1939 verabschiedet. 1971 wurde das Gesetz der größeren administrativen Selbständigkeit der Provinzen Italiens rechtskräftig. Teilweise werden in Italien Durchführungsbestimmungen und Durchführungsverordnungen verwendet, die auf dem Gebiet der EU-Mitgliedstaaten gelten und den Umweltschutz beim Bergbau (insbesondere Tagebaue) betreffen. In Italien gibt es gesetzliche Normen für die Reinigung industrieller Abwässer. Mehr als 70 % der Ausgaben wurden für die Entwicklung von Reinigungsanlagen für industrielle und Haushaltsabwässer in den nördlichen Gebieten Italiens ausgegeben, 30 % allein nur für Betriebe in der Lombardei. Insgesamt hat die Regierung Italiens für den Kampf gegen die Verunreinigung der Umwelt ungefähr 2 % der mittleren jährlichen Investitionen in die Wirtschaft des Landes ausgegeben [2].

Spanien: Das jährliche Aufkommen an festen Industrieabfällen beträgt 80 Mio. t, davon entfallen 70 Mio. t auf Halden der Bergbauindustrie und Schlacken der metallurgischen Werke. Täglich werden 56 t Schwermetalle in die Flüsse Spaniens eingeleitet. Quecksilberverunreinigungen sind sowohl in den Fördergebieten dieses Schwermetalls konzentriert, als auch in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte bzw. in industriellen Ballungsgebieten, wo die größte Menge dieses Metalls konsumiert wird. Nach ungefähren Schätzungen sind ca. 50.000 bis 70.000 ha durch Bergbau beansprucht. In den letzten Jahren wurden auf einer Fläche von 2,6 Mio. ha Wälder wiederhergestellt und auf einer Fläche von 2 Mio. ha ist der Bestand der Wälder verbessert worden. Darüber hinaus wurden 6 Nationalparks mit einer Gesamtfläche von 85.000 ha, 36 Naturschutzgebiete und 8 Wildschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von 1,5 Mio. ha geschaffen. Bei diesen Maßnahmen nimmt der Schutz der Wasserressourcen eine besondere Stellung ein, da auf 2/3 des Territoriums des Landes die Sicherstellung der Wasserversorgung zu den erstrangigen nationalen Problemen gehört. Der Grad der Verunreinigung der Wasserressourcen läßt sich bereits anhand der dunklen Färbung des Flußwassers von Rio-Tinto in Andalusien beurteilen. Diese Färbung entsteht aufgrund des hohen Eintrags von Eisenoxyden, die bei der Verwitterung von Pyriten freigesetzt werden. Die Verunreinigung des Mittelmeeres hat seit der Mitte der 1970er Jahre ein bedrohliches Ausmaß erreicht. Anfang 1980er Jahre betrug z.B. die Verunreinigung durch flüssige Kohlenwasserstoffe 108 kg/km^2 (zum Vergleich: Nordatlantik $17,5 \text{ kg/km}^2$). Etwa 85 % der küstennahen Betriebe leiten immer noch ungereinigte Wässer ein. Um gegen die Verunreinigung der Wasserressourcen vorzugehen, wurden in Spanien seit den 1970er Jahren Reinigungseinrichtungen gebaut. Die ersten Umweltschutzgesetze stammen bereits aus den Jahren 1879-1886. 1967 wurde das Gesetz über die Kontrolle der Umweltverunreinigung durch Industrieabfälle und Abwässer und 1969 sowie 1980 Gesetze über küstennahe Zonen und deren Schutz vor Verunreinigung angenommen. Jedoch wurden diese Gesetzgebungen von den Bergbaugesellschaften praktisch ignoriert [2].

Im Weltmaßstab schwanken die Kosten der Rekultivierungsarbeiten in beträchtlichen Intervallen. So betragen zum Beispiel im Staat Westvirginia, USA die Gesamtkosten der Rekultivierungsarbeiten pro ha des Bergbauschutzgebietes zwischen 1.250 und 2.500 USD. Die

Kosten der Rekultivierungsarbeiten bilden 15-20 % vom Gesamtwert der Förderung im Bassin von Illinois und 25-30 % von den Einkommen der Kohlenförderung (Tagebaue) im Staat von Westvirginia. In den Phosphorittagebauen der USA betragen die Kosten der Rekultivierungsarbeiten pro ha Bergbaugelände 2.500 USD. In Australien werden die Kosten der Rekultivierungsarbeiten in den Bauxitvorkommen auf bis zu 10.000 USD pro ha des Bergbaugeländes geschätzt, wovon ungefähr 90 % auf Erdarbeiten entfallen. In England werden die Kosten der Rekultivierungsarbeiten pro Acre (1 Acre entspricht 0,4 ha) Bergbaugelände für landwirtschaftliche Zwecke auf 500-2.300 GBP geschätzt.

Im Folgenden werden – auf der Grundlage der Analyse und der Verallgemeinerung der Erfahrungen zum Naturschutz und zur Rekultivierung der von den Bergbauarbeiten in Anspruch genommenen Flächen – die typischen ökologischen Probleme in den führenden Ländern der Welt sowie die entsprechenden Maßnahmen zur Sicherung der Stabilität der natürlichen Systeme gegen anthropogenen Belastungen zusammengefaßt[15].

Hinsichtlich der Vervollkommnung und Erneuerung der Gesetzgebung [44]:

1. In Kanada wurde 1971 das Regionale Landgesetz angenommen, mit dem die allgemeinen Regeln der Benutzung des nördlichen Gebiete festgelegt wurden (Regeln der Führung von Bergbauarbeiten, die Ausnutzung der Transportwege usw.). Das nördliche Territorium von Kanada wurde, entsprechend dem Stabilitätsgrad der natürlichen Systeme gegenüber anthropogenen Belastungen, in 4 Verwaltungszonen eingeteilt, für die Formen der Verantwortung für Verstöße gegen Umweltschutzaufgaben festgelegt worden sind.
2. Auf den Philippinen wurde 1971 ein Erlaß zur Eindämmung der Verschmutzung durch Abwässer aus goldgewinnenden Betrieben herausgegeben sowie ein nationales Programm zum Umweltschutz verabschiedet, das die Durchführung folgender Maßnahmen vorsieht: die Anwendung von Rinnen und Rohren für die Beförderung der Abwässer, die Einbeziehung der Abflüsse in die industrielle Produktion, die Wiederherstellung der durch Abwässer geschädigten Böden, die Einführung eines Systems von Schutzmaßnahmen für die Flüsse und Kanäle der existierenden Bewässerungssysteme vor ungünstigen Einwirkungen.
3. Es wurde ein Gesetz (Schweden, 1973) rechtskräftig, in dem zahlreiche Stoffe hinsichtlich ihrer Gefahr für den Menschen und die Umwelt eingestuft werden. Die Verantwortung für die Befolgung dieses Gesetzes trägt der Nationalrat zur Kontrolle über chemische Produkte. Die Naturschutzfähigkeit hinsichtlich der Waldressourcen wird vom nationalen Gesetz „über die Wälder“ (1975) geregelt. In einer Reihe von schwedischen Schutzgebieten werden geologische Objekte speziell geschützt.
4. Es wurde (in Stockholm, 1977) das internationale Institut für Energie und Humanökologie geschaffen, das sich langfristig mit wissenschaftlich-technischen Forschungen auf dem Gebiet des Schutzes der Ressourcen und der Umwelt befaßt.
5. Die Genehmigung für die Bergbauproduktion wird nur dann erteilt, wenn in der Projektplanung auch alle notwendigen Maßnahmen zum Umweltschutz mit inbegriffen sind.
6. Es wurde das Gesetz „Normen des Wasserschutzes vor Verunreinigung“ (Italien, 1969) und das Gesetz „Über die Reinigung von industriellen Abwässern“ (1976) angenommen. Ab 1980

wurden die staatlichen Subventionen bis auf 30 % aller Investitionen zur Reinigung industrieller Abwässer angehoben.

7. In die industrielle Gesetzgebung wurde 1976 das Gesetz der Durchführung ökologischer Expertisen einbezogen.

8. Die Kontrolle über die Rekultivierungsarbeiten wird in der Regel von den örtlichen Behörden ausgeübt.

Hinsichtlich der technischen Rekultivierung:

Der Arbeitskomplex zur Wiederherstellung des Bodens schließt die bergbauliche Maßnahmen (wie z.B. die gesonderte Entfernung und Lagerung der fruchtbaren Bodenschicht, Einebnung der Böschungen und Planierung der Halden, Aufbau des Dränagenetzes) als auch biologische Maßnahmen (Festlegen der Fruchtfolge, Anlegen von Wasserreservoirien, Wiederherstellung der fruchtbaren Bodenschicht usw.) der Rekultivierung ein.

9. Bei der Aufnahme der fruchtbaren Bodenschicht werden Planiertraupen und Bagger mit Schaufelinhalt von 0,4-4 m³, für deren Beförderung Kipplastwagen und selbstfahrende Lader verwendet. Für die Planierarbeiten und die Umlagerung von Gestein über eine Entfernung von bis zu 100 m werden Planiertraupen eingesetzt. Die technische Etappe der Bodenrekultivierung wird direkt vom Bergbaubetrieb erledigt, der nicht nur für eine maximale Produktivität des Ackerlands zu sorgen hat, sondern auch anderen Anforderungen an die natürliche Umwelt (u.a. ethische, sanitär-hygienische und erholungsorientierte) zu entsprechen hat. Die Erlaubnis für die Bergbauproduktion wird unter der Bedingung erteilt, daß die Betriebe über technische Möglichkeiten verfügen, die Fruchtbarkeit des zu rekultivierenden Bodens auf das Ausgangsniveau zu heben.

10. Die Wiederherstellung der Gebiete, die von den Bergbauarbeiten beansprucht sind, erfolgt in Deutschland gemäß der Gesetzgebung der einzelnen Bundesländer, laut denen Bergbaufolgeflächen nicht brachliegen dürfen. Alle Fragen, die mit der Rekultivierung verbunden sind, werden von den Bergbaufirmen im Laufe der Zusammenstellung des Bergbauprojektes erarbeitet.

11. Die Arbeiten zur Wiederherstellung der natürlichen Landschaften in Australien beginnen mit Untersuchungen zu Relief und Pflanzendecke noch vor dem eigentlichen Abbau und werden nicht früher als 7 Jahre nach der Vollendung der Bergbauarbeiten abgeschlossen.

12. Die Rekultivierungsarbeiten in Frankreich werden z.B. von den Filialen der Firma Lafarge-Coppee durchgeführt. Hinsichtlich der Folgenutzung verteilen sich die Flächen wie folgt: Erholungsgebiete 40 %, Erdstoffdeponien 19 %, Landwirtschaft 11 %, städtische Bebauung 14 %, Forst 11 %, Fischerei 5 %. Moderne Rekultivierungstechnik erlaubt es, das Problem der Begrünung von Bermen mit nahezu senkrechten Böschungen in Steinbrüchen und Tagebauen zu lösen.

Zur biologischen Rekultivierung:

13. Auf der Stufe der biologischen Rekultivierung wird die früher entfernte Oberschicht des Bodens zurückgebracht und auf die ausgeformte Bodendecke werden Grassamen, Gebüsch und Bäume gesät bzw. angepflanzt. In den Böden werden bis zu 700 kg/ha Dünger, Mikroelemente

und Kalk zur Erhöhung des pH-Werts eingebracht. Eine nachträgliche Düngung in den Folgejahren erfolgt solange, bis eine Pflanzendecke entstanden ist (Australien) [43].

14. Die Wiederherstellung zerstörter Böden in Kanada gestaltet sich besonders in den Nordbezirken schwierig, wo es manchmal erforderlich ist, bis zu 60-100 kg/ha Düngemittel einzutragen. Die biologische Etappe der Rekultivierung wird von den Folgenutzern ausgeführt, aber von den Betrieben, die zuvor das Land genutzt haben, finanziert [44].

15. Es werden künstliche Barrieren um Bergbauminen und Halden geschaffen (Grünanlagen o.ä.) und es erfolgt eine Kontrolle der durch Bergbauarbeiten bedingten Verunreinigungen des Grundwassers und der Oberflächengewässer (Seen, Teiche, Flüsse etc.).

16. Falls eine Flutung eines Tagebaus geplant wird, sind im Laufe des Abbaus die Konturen an die beabsichtigte Gewässerkontur anzupassen. Dabei sind Ecken und vertikale Kanten zu vermeiden, um eine fließende Kontur zu erhalten. Zur Abgrenzung der Gräben vom umgebenden Territorium dient ein Waldschutzstreifen.

17. Die mikrobiologische Rekultivierung von Gesteinshalden erfolgt durch eine durchgängige Inokulation an den konkreten Standort mittels angepaßter aktiver Boden-Mikroflora [13].

18. Es wurde eine Umweltschutzstiftung (in Australien, 1964) geschaffen, die Publikationen herausgibt, Informationen zu Umweltproblemen sammelt und den staatlichen Organen beratend zur Seite steht. Eine wissenschaftliche Fachorganisation auf dem Gebiet des Umweltschutzes ist das nationale Zentrum zur Forschung der Ressourcen und der Umwelt bei der australischen nationalen Universität.

19. Bei der Rekultivierung von Lagerstätten werden verschiedene Schutzstreifen oder eine durchgängige Abdeckung der Rekultivierungsflächen mit Reisig zu deren Erhaltung bis zum Entstehen eines Bewuchses aus mehrjährigen Pflanzen angewendet (Australien).

20. Besonders geschützte Gebiete (Nationalparks, Wildschutzgebiete, ökologische Reserverate) werden eingerichtet, die bedeutende Flächen einnehmen sollen und dem Erhalt typischer Ökosysteme dienen. Sie dämmen gleichzeitig die Ausbreitung anderer Zweige der Wirtschaft, einschließlich der Bergbauindustrie, ein (Kanada).

21. In den Wüstenbezirken wendet man öfters bindende Stoffe zur Vermeidung von Erosion und zur Stabilisierung der Halden an (Spanien).

22. Der Ersatz abgeholzter Wälder erfolgt in Indien durch das Anpflanzen von wirtschaftlich wertvollen Holz. Die Indianer des Amazonas-Beckens besitzen wirksame Methoden der Waldnutzung. Über gute Kenntnisse der lokalen Böden verfügend, betreiben sie wirksamen Ackerbau, und führen Aufforstung durch, wobei sie die passenden Arten vernünftig auswählen. Auf diese Weise schaffen sie Forstinseln in der Savanne, die in begrenztem Maße die Abholzung der Waldmassive kompensieren.

23. Einige Forschungen zeigen auch die Möglichkeiten und die große praktische Bedeutung der zweckbestimmten Bildung von Biozönozen-Komplexen auf. So ist in Turkmenien das System der Bildung beständiger Weidebiozönozen in den Sandwüsten entwickelt worden, was für die Entwicklung der Viehzucht sehr wichtig ist [78].

2 Gruppierung der Goldlagerstätten in der Mongolei

2.1 Typisierung der Goldlagerstätten der Mongolei nach Lage und Genese

Auf dem Territorium der Mongolei sind die Goldvorkommen in den Einzugsgebieten der über 3.000 mittleren und kleinen Flüsse mit einer Gesamtlänge von 67.000 km konzentriert, unter ihnen der Fluß Tuul (819 km), der Fluß Eroo (324 km) und andere, in denen Goldvorkommen abgebaut werden. Der Goldabbau hat einen zerstörenden Einfluß auf die Landschaft und die fruchtbaren Böden und zerstört das natürliche Gleichgewicht der über- und unterirdischen Wässer in den Hauptgoldabbauregionen des Landes.

In der Studie [76, 94] sind die Arten und der Umfang der Einwirkungen des Bergbaus beim vollständigen bzw. selektiven Abbau der Lagerstätten in den Gebieten der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit in der Gebirgstaigazone B, sowie im Tal des Flusses Tuul in der Waldsteppenzone C am Beispiel der in den Jahren 1974 bis 2000 abgebauten Lagerstätte Tolgoit und der seit 1996 im Abbau mit Schwimmbaggern befindlichen Lagerstätte am Fluß Tuul aufgezeigt. Die zur Einschätzung der Einwirkung auf die Umwelt verwendeten Objekte stellen zwei typische Vorkommen dar: eine Terrassenseife, die auf hydromechanische Weise abgebaut wird und ein Talseife mit Schwimmbaggerabbauweise.

Nach dem Stand vom 01.01.2005 wurden in der Mongolei 4.341 Lizenzen für die geologische Erkundungsarbeit und 855 Abbaulizenzen (Tabelle 2.1) ausgestellt.

Zonen (Aimag)	Lizenzen f. geol. Erkundung		Abbaulizenzen	
	Anzahl der Lizenzen	Fläche [Tausend ha]	Anzahl der Lizenzen	Fläche [Tausend ha]
Insgesamt im Land, einschließlich	4.341	61.363	855	159
A. Hochgebirgszone (> 1600 m)	–	–	–	–
B. Gebirgstaigazone (Selenge, Zentral Arkhangai, Darkhan-Uul, Bulgan, Dzavkhan, Orkhon, Uvs-Nuur, Khuvsgul)	1.790	19.300	621	122
C. Steppenzone (Oststeppe, Khentii, Sukhbaatar, Dund-Gobi, Bayankhongor, Zentralaimag)	1.410	15.063	156	30
D. Wüstenzone (Umnu-Gobi, Gobi-Altai)	1.141	27.000	78	7

Tabelle 2.1 Anzahl der Lizenzen für die geologische Erkundung und Abbau nach naturklimatischen Zonen [76, 94]

2.1.1 Geologische Struktur und Goldvorkommen auf dem Gebiet der Mongolei

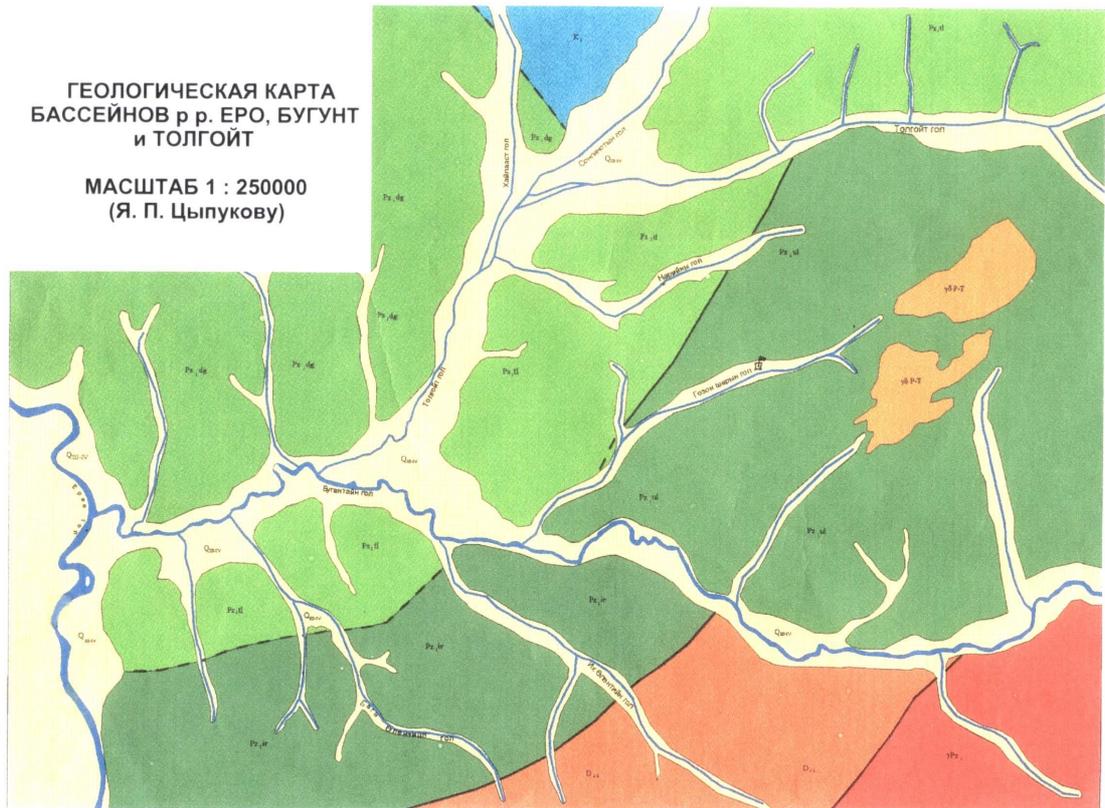
Insgesamt gehört das Territorium der Mongolei zur zentralasiatischen Falteingürtelzone. Die Goldseifenvorkommen sind junge geologische Bildungen. In der zentralen und nordöstlichen Mongolei (Khangai, Khentii) sind mächtige sedimentäre Deckgebirge ausgebildet, die aus geosynklinalen siliziumhaltigen terrigenen und terrigenen plateauartigen Komplexen bestehen. Die orogenen marinen und kontinentalen herzynischen Bildungen des oberen Paläozoikums bestehen aus verschiedenen klastischen und vulkanogenen Gesteinen. Die jüngsten Gesteinkomplexe in der Mongolei sind neogene und quartäre Basalte sowie Lockergesteine.

Im Süden (Bereich der Wüste Gobi), in der Zone der südmongolischen Herzynide, sind die Komplexe des Silur und Devon sowie des unteren Carbon entwickelt. Als Resultat der tektonischen Bewegungen verschiedener Epochen (Riphäikum, baikalische, kaledonische, herzynische und alpidische Gebirgsbildung) ist auf dem Territorium der Mongolei eine komplizierte geologische Struktur entstanden, in der sich drei große Blöcke herausheben, die durch Tiefenstörungen voneinander getrennt sind:

- der frühkaledonische Block mit Austritten der präkambrischen Basis im Norden,
- der kaledonische Block im Westen und
- der sublaterale herzynische Komplex im Süden.

In der Mongolei kommt Gold sowohl in Festgesteinslagerstätten als auch in Seifen vor. Bei den Festgesteinsvorkommen (Paläozän und Mesozoikum) handelt es sich gewöhnlich um Ganglagerstätten, seltener um mineralisierte Zonen, die in den Gebieten Boroo-Zuunmod und Bajankhongor und in der Süd-Gobi (Olon-Ovoo und andere) bekannt sind.

Die Seifenlagerstätten haben überwiegend geringe bis mittlere Vorräte und nur einzelne Lagerstätten gehören zu den großen Vorkommen (Lagerstättengebiete von Zaamar, Tolgoit und Ikh-Altat und andere). Nach den Entstehungsbedingungen wird in alluviale und alluvial-proluviale Seifen unterschieden. Die Mehrheit der Vorkommen besteht aus einer einzigen oberflächennahen goldführenden Schicht. Seltener kommen zwei übereinander liegende goldführende Schichten vor. Darüber hinaus sind einige tiefe Seifen bekannt. Die Seifen sind im Quartär und Pliozän, häufig im frühen Pleistozän entstanden. Die Hauptquellen der Seifenbildungen sind gewöhnlich kleinere Gold-Quarz-Gänge, Trümer und goldhaltige Verquarzungszonen, Adern und die goldhaltige Zonen der Quarzbildung der tektonischen Bruchzonen und Pyritbildungen, sowie jurassisch-kretazische bzw. ältere Zwischenkollektoren. Die Seifen sind in den Gebieten Eroo (die Gruppen Buguntaj, Bukhulai, Ikh-Altat) und Zaamar (die Gruppe Tuul'skaja), teilweise im Gebiet Boroo sowie im Gebiet von Bayan Hongor (Jargalant Gruppe und andere) konzentriert. Die drei zuerst genannten Gebiete gehören dabei zur Goldhöflichkeitzone des Nord-Khentii. Die geologischen Karten der goldführenden Gebiete der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit sind in Abb. 2.1 dargestellt.



Legende:

- Oberes Quartär und jüngere Lockergesteine: kleinere Gerölle, Kiese, Sande, Sandstein, Tone und Tonlinsen
- Untere Kreide: Kiese aus Konglomeraten, Konglomerat- Brekzien, Schiefer und Agillite
- Unter- und Mitteldevon: Sandsteine, Schiefer, Tonschiefer, Quarzschiefer und Kiese aus Konglomeraten
- Im Bereich des Jero: metamorph überprägte Schiefer und Sandsteine, Quarz- und Kalkschiefer
- Im Bereich des Tolgoit: verschiedenkörnige Sandsteine, geschichtete Sandsteine, Ton- und Kalkschiefer
- Im Bereich von Dshargalant: Tonschiefer, Mergelhaltige Sandsteine,
- Im Bereich von Ulent: verschiedenglimmrige Sandsteine Quarz- und Tonschiefer
- Magmatitkomplex Perm-Trias: Diorite, Quarzdiorite, verschiedenkörnige Granite (biotithaltig bis leukokrat)
- Magmatite des unteren Paläozoikums: Plagiogranite, Granodiorit, Biotitgranit und Granit-Porphyr

Abb. 2.1 Geologische Karten der Bassins der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit [11], Maßstab 1 : 250.000 (nach Ya. P. Zypukov)

2.1.2 Hydrogeologie

Das Territorium der Mongolei stellt ein kompliziertes System aus artesischen Becken dar, die in Zwischengebirgssenken liegen. In den intrusiven, metamorphen, effusiv-sedimentären und effusiven Gesteinen verschiedenen Alters (Proterozoikum, Mesozoikum) die diese Senken umgeben, wird Grundwasser in exogenen Kluftzonen (hypodermischer Abfluß) akkumuliert, die bis zu einer Tiefe von 200-300 m reichen. Die Quellschüttungen betragen allgemein einige Zehntel oder Hundertstel Liter pro Sekunde (l/s), in karbonatischen Karstgesteinen jedoch bis zu

0,5 l/s und in den Störungszonen bis über 50 l/s. Die Ablagerungen der jurassisch-kretazischen bzw. paläogen-neogenen sedimentären Füllungen der Zwischengebirgssenken sind insgesamt von geringer Grundwasserführung. Die Schüttung der Brunnen liegt gewöhnlich unter 1-2 l/s und erreicht nur in Effusivgesteinen oder Störungszonen Werte von bis zu 5 l/s. Die Grundwässer sind in den Randbereichen der Senken weniger (bis zu 1-2 g/l) und in den zentralen Teilen stärker mineralisiert (bis zu 3 g/l und mehr). Mit zunehmender Tiefe steigt die Mineralisierung des Grundwassers und erreicht zum Teil 100-125 g/l.

Die wichtigsten Grundwasserleiter sind in den alluvialen Quartärablagerungen ausgebildet. Die Ergiebigkeit der Brunnen erreicht bis zu 100 l/s bei verhältnismäßig geringen Absenkungen. Die Wässer sind nur im Süden leicht salzig. Die potentielle Förderung auf dem Territorium der Mongolei wird auf 16,07 km³/Jahr bewertet, allerdings sind die Vorräte sehr ungleichmäßig verteilt [47]. Die Mongolei ist reich an Vorkommen von natürlichen Mineralwässern, die hauptsächlich entweder stickstoffhaltige thermale oder karbonatische kalte Wässer darstellen (Anlage A.2 und A.3) [47].

2.2 Typisierung der Goldlagerstätten der Mongolei nach Lage und Genese

2.2.1 Schwimmbagger zum Abbau Goldlagerstätten im Grundwasser

Schwimmbagger-Aufbereitungskomplexe werden für die Förderung der Seifen unter Wasser (im Einflußbereich von Grund- bzw. Oberflächenwässern) verwendet. Die Zweckmäßigkeit des Schwimmbaggerabbaus wird von den Lagerungsbedingungen und der Ausdehnung der Seife, den Eigenschaften der Liegendgrenze des Erzhorizontes und auch von den Goldvorräten bestimmt.

Die Abbaue des Schwimmbaggerbetriebs werden nach 2 Hauptmerkmalen klassifiziert. Zum Einen nach der Richtung der Bewegung des Schwimmbaggers bezüglich der Lagerstätte (querläufig bzw. längsläufig) und zum Anderen nach der Anzahl der gleichzeitig arbeitenden Abbaustöße (ein Stoß oder gleichzeitiger Abbau an benachbarten Stößen). In der horizontalen Ebene (Draufsicht) wird mit geraden und schrägen (fächerartigen) sowie mit halben Abbaustößen gearbeitet. Für den 250-Liter-Eimerkettenschwimmbagger, der in der Mongolei weit verbreitet ist, beträgt der Abbaufortschritt bei einer Abbaubreite von 45-80 m ca. 3-5 m/Tag, je nach der Eigenschaft der abgebauten Gesteine. Die mittlere Jahresleistung des Schwimmbaggers 250 DM liegt bei 1 Mio. m³ (Tab.2.2).

Abbauggebiet (Aimag)	Naturklimatische Zonen	N, Tage	maximale Produktivität Tsd. m ³ /a
Tolgoit (Selenge)	Gebirgswald	300–330	1.200
Zaamar (Zentral und Bulgan)	Gebirgssteppe	320–350	1.200

Tabelle 2.2 Die Veränderung der Saisondauer (N) der Schwimmbaggerarbeiten und die jährliche Produktion des Baggers 250 DM [18]

Die Anwendungsfelder und -möglichkeiten von Schwimmbaggern werden von den folgenden vorteilhaften und nachteiligen Faktoren bestimmt:

Vorteile

- Möglichkeit der hochproduktiven Arbeit durch kontinuierliche Technologie
- Automatisierung der technologischen Prozesse
- Mechanisierung der Hilfsoperationen

Nachteile

- Keine Möglichkeit der Verlustkontrolle
- Zerstörung der Natur und Umwelt (Vertiefung, Unterspülung der überfluteten Oberfläche außerhalb der Lagerstättengrenzen, Verschmutzung der Gewässer und andere)

Ein typisches Schema einer Aufbereitungsanlage mit Eimerkettenbagger ist in Abb. 2.2 dargestellt.

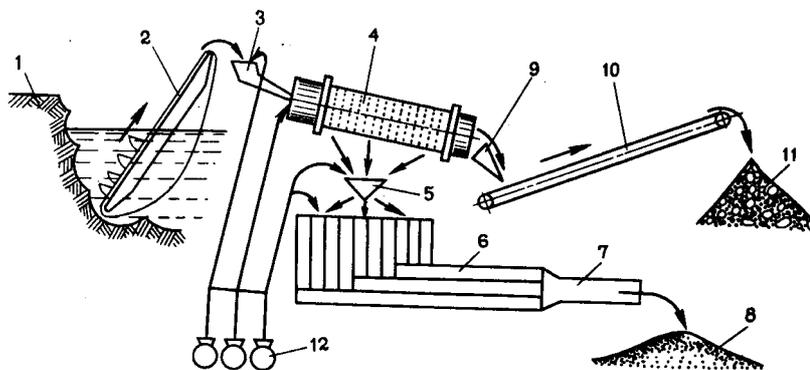


Abb. 2.2 Technologische Schema der Arbeit des Baggers (1 - Erzkörper, 2 - Kette mit Baggerschaufeln, 3 - Aufgabetrichter, 4 - Waschtrommel mit einer Neigung von 5-12°, 5 - Verteilerkammer für die Pulpe, 6 - Wascherd oder Absetzherd, 7 - Feinbergeableitung, 8 - Feinbergehalde, 9 - Grobbergeaustritt, 10 - Fließband, 11 - Grobbergehalde, 12 - Druckwasserpumpen)

Der Unterschied der Notierung des Grubenschnitts auf der Vorder- und Rückseite des Schleppschaufelbaggers kann bis zu 0,75 erreichen. Bei Arbeit des Schleppschaufelbaggers in Abstiegsrichtung kann sich dadurch die Kapazität der Schutthalden deutlich verringern. Man kann annehmen, daß:

- 1) bei einer Neigung von 0,016-0,030 die Abbaurichtung eine um so mehr Bedeutung hat, je größer die Leistung des Schleppschaufelbaggers ist und je geringer die Tiefe des Wassers in der Grube ist,
- 2) bei einer Neigung größer als 0,030 die Abbaurichtung eine besonders große Bedeutung hat.

Abbaurichtung des Schwimmbaggers entgegen dem Einfallen des Erzkörpers (talaufwärts)

Vorteile der talaufwärts gerichteten Abbauführung:

- a) Die Bergehalden können als Aufstandsfläche und Bewegungsbahn des Schwimmbaggers genutzt werden, was ein Anheben des Wasserniveaus in der Grube auf 0,5-1,0 m erlaubt.

- b) Das Frischwasser dringt stoßseitig in den Abbau und ist nicht durch Berge verschmutzt. Dadurch verschlammt die Grube nicht. Das Scheideverhalten wird verbessert, da sowohl auf die Schleuse als auch die Trommel reineres Wasser aufgegeben wird.

Nachteile der talaufwärts gerichteten Abbauführung:

- a) Verstärkte Infiltration durch Bergehalden aus dem Baggerschnitt, die eine geringe Lagerungsdichte aufweisen.
- b) Im Falle der Arbeit mit Dämmen sind Pfeiler unter ihnen unvermeidlich (Abb. 2.3). Beim Annähern des Baggers an diese Stellen bleibt nur ein minimaler Durchgang für das Passieren des Baggers durch den Dammkörper. Für den Aufstieg des Wassers bis zum nötigen Niveau H_3 wird der Damm P_1 errichtet. Danach wird der nächste Damm P_2 in der Entfernung L errichtet, der das Niveau des Wassers bis auf das Niveau H_6 heben kann. Deshalb bleiben unvermeidlich die Pfeiler an beiden Seiten des Schwimmbaggerdurchgangs unter dem Damm.

57

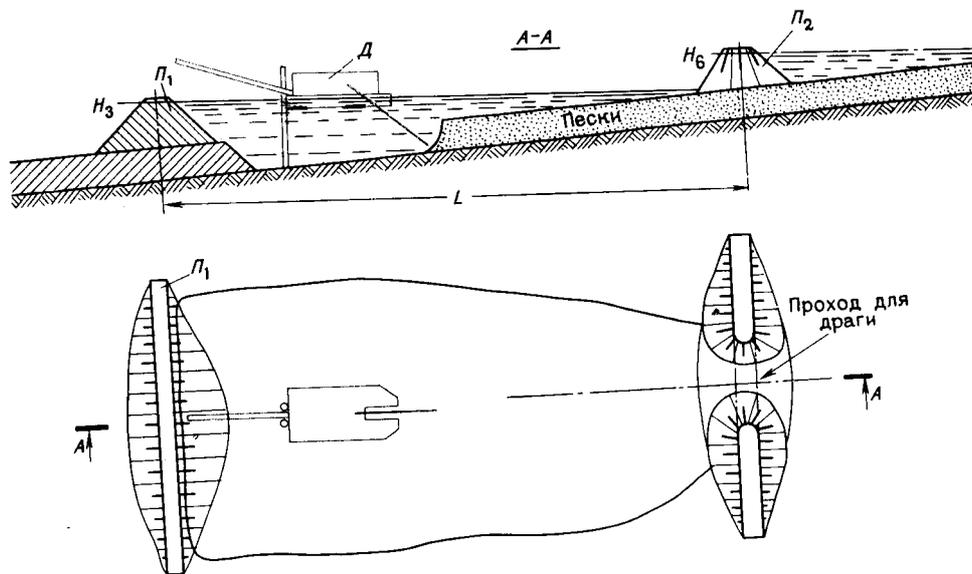


Abb. 2.3 Schema des Abbaus mit Schwimmbagger und die Dämme bei der Arbeit entgegen dem Einfallen des Erzkörpers

Abbaurichtung des Schwimmbaggers in Fallrichtung des Erzkörpers (talabwärts)

Vorteile der talabwärts gerichteten Abbauführung:

- a) Beim Abbau besteht eine dichte Feste vor dem Schleppschaufelbagger, was eine minimale Infiltration des Wassers aus dem Abbau gewährleistet und den Wasserverbrauch deutlich verringert.
- b) Möglichkeit der vollen Durcharbeitung der Dämme und Pfeiler unter ihnen.

Nachteile der talabwärts gerichteten Abbauführung:

- a) Das nochmalige Auffahren des Abbaubereiches ist nicht möglich.

- b) Verschlammung des Stoßes durch aus der Feinkornbergehalde (Schwemmhalde) ausgetragene Partikel, da das Wasser von der Halde zum Abbaustoß fließt.

Der talabwärts gerichtete Abbau ist nur für Lagerstätten mit ungestörten Lagerungsverhältnissen und geringer Neigung zweckmäßig. In jedem Fall ist die sorgfältige Analyse der konkreten Bedingungen und aller beeinflussenden Faktoren notwendig, um die sinnvollste Abbautechnologie zu wählen.

Folgende abbauvorbereitende Erschließungsmaßnahmen sind für den Seifenabbau mittels Schwimmbagger erforderlich:

1. Beräumung der Abbaufäche von Bewuchs (Bäume, Baumstümpfe und Strauchwerk)
2. Entfernung des Deckgebirges

Im Laufe der Nutzung des Schwimmbaggers werden folgende Arbeiten ausgeführt:

1. Errichtung von Gräben zur Wasserhaltung und Verdünnung (Reduzierung der Trübe) in der Abbaugrube
2. Errichtung temporärer Dämme aus Haldenmaterial für die Anhebung des Wasserniveaus in der Grube
3. Maßnahmen um das Durchfrieren von Erdstoffen im Falle des Betriebes der Anlage im Winter zu vermeiden

Die Notwendigkeit, der Umfang und die Arbeitsmethoden der oben angeführten Maßnahmen hängen von den konkreten Bedingungen ab. Die Abtragbreite der Schwimmeimerkettenbagger mit 250 l Schaufelgröße beträgt durchschnittlich 45-55 m.

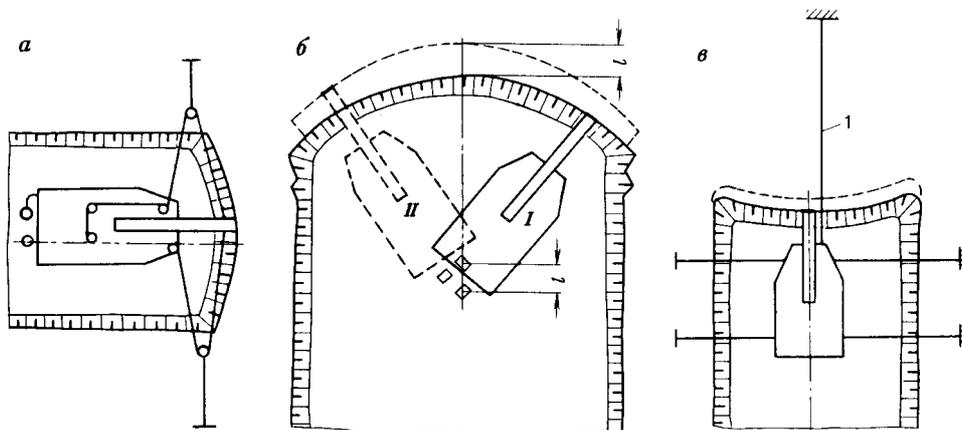


Abb. 2.4 Schema der Verschiebung des Schwimmbaggers in der Grube mit Hilfe von: a) Seitenseilen; b) Pfählen; c) Frontseil; I - Schrittweite; I, II- Anfangs- und Endposition des Schwimmbaggers

Die Leistung und die Arbeitsregimes der Tagebaue mit durchgängiger Förderung werden in den folgenden Tabellen 2.3 und 2.4 gezeigt.

zu bewegende Menge, Mio. m ³	< 5	5-10	10-15	> 15
Eimergröße, l	80-100	150	210-250	330

Tabelle 2.3 Abhängigkeit der Kapazität der Eimer von der zu bewegenden Menge [79]

Erzvorräte, Mio. m ³	< 0,5	0,5-1	1-5	5-10	10-15	> 15
Jährliche Leistung des Tagebaus, Tausend m ³	100-150	150-250	250-750	750-1.200	1.200-1.500	> 1.500
Betriebsdauer, Jahre	3-5	3-4	4-7	7-8	8-10	> 10

Tabelle 2.4 Produktivität des Tagebaus in Abhängigkeit von den Erzvorräten [79]

Der Abbau erfolgt als Saisonarbeit während der Sommerperiode in 2 Schichten. Jede Schicht dauert 11,5 Stunden plus einer Pause von 0,5 Stunden. Daneben erfolgen Wartungsarbeiten, die rund um die Uhr in 11-Stundenschichten plus einstündiger Pause ausgeführt werden. Die Größe der Seifenabbaue für den Abbau mit Schwimmbaggern werden in Tabelle 2.5 aufgeführt.

Schwimmbagger mit Eimerkapazität, l	Minimale Größe der Abbausohle, m	
	Länge	Breite
80-100	35	30
150	50	40
210-250	60	50
330, normale Eimer	70	60
330, tiefe Eimer	90	75

Tabelle 2.5 Minimale Größe der Abbaue mit Eimerkettenschwimmbaggern

Die Sicherstellung der vorbereiteten Vorräte wird mit 2 bis 5 und mehr Monaten angegeben und ist durch die Charakteristik der Lagerstätten limitiert (Tabelle 2.6).

Charakteristik der Lagerstätten	Zum Abbau vorbereitete Vorräte
Seifen, flach (bis zu 5 m) bzw. von mittlerer (5-15 m) Tiefe	2-3 Monate
Seifen, tief (über 15 m)	3-5 Monate
Gefrorene Seifen (Permafrost)	1 Saison

Tabelle 2.6 Zum Abbau vorbereitete Erzvorräte

In der Tabelle 2.7 wird das maximale Einfallen der Seifen als einschränkender Faktor für den Einsatz von Typengrößen der Eimerkettenschwimmbagger angegeben.

Eimerkettenschwimmbagger mit Eimergröße, l	80-100	150	210-250	380	600
Maximal zulässige Neigung des Liegenden ^{*)} , Grad	0,025	0,02	0,015	0,01	
Maximal zulässige Korngröße, mm	300	400	600	700	700

Tabelle 2.7 Höchstzulässige Neigung der Seifen entsprechend der Baggertypengrößen.

^{*)} Beim Seifenabbau mit künstlicher Unterflutung ist ein steileres Einfallen der Liegendgrenzen der Erzkörper möglich.

Die Abhängigkeit zwischen der Mächtigkeit der abzubauenen Seifen und den technischen Parametern des Schwimmbaggers sind in Tabelle 2.8 gezeigt.

Eimerkettenschwimmbagger mit Eimergröße, l	80-100	150	210-250	380	600
Überwasserbord, m	1,0	2,0	3,0	3,0	
Baggertiefe, m	6,0	8,0	12,0	15,4	
Abbaumächtigkeit, m	7,0	10,0	15,0	18,4	34,0

Tabelle 2.8 Abhängigkeit zwischen der Kapazität der Eimer und den technischen Parametern der Bagger

Zwecks Gewährleistung sicherer Bedingungen für das Schwimmen der Baggers werden die in der Tabelle 2.9 dargestellten Mindestabstände zwischen dem Boden des Pontons und der Abbausohle und der minimal erforderliche Frischwasserzufluß in den Abbau angenommen.

Eimerketten- schwimmbagger der Eimerkapazität, l	50-80	100-150	210-250	380	600
Bezeichnung (Jahr der Inbetriebnahme)	50D*)	PP-100**)	250M (1974, 1983), Gruben Tolgoit, Ikh-Adjir (1994, 2004), Gebiete Zaamar (2004)		Gruben "Marakan" Russland (1969)
Größe des Kiel- abstandes, m	0,8	0,9	1,3	1,4	1,8
Minimaler Frisch- wasserzufluß in den Abbau, l/s	50	100	150	200	

Tabelle 2.9 Kielwasserabstand unter Berücksichtigung des Frischwasserzuflusses

*) Der Schleppschaufelbagger des blockmodularen Typs 50D ist zur Serienproduktion mit einem Preis von 500.000 USD vorbereitet [4] (nach der Angabe der „Irgiredmet“ GmbH)

** Nach der Angabe der Firma „OUP-Gruppe“ (USA) wird der Eimerkettenschwimmbagger „PP-100“ mit einem 100-Litereimer zu einem Preis von circa 1,5 Million Dollar für bergbauvorbereitende Erkundungsarbeiten hergestellt [15].

Klärung der Abwässer des Schwimmbaggers und der Seifenwäsche

Die Wasserzuleitungen für zirkulierende und frische Wässer werden in der Regel in einem Strang angelegt. Die Zweckmäßigkeit der Verlegung der Wasserzuleitungen in zwei Strängen wird bei der Planung mittels technisch-ökonomischer Vergleiche geklärt. Es ist empfehlenswert, die Zuleitung des frischen Oberflächenwassers, und auch das Überpumpen des geklärten zirkulierenden Wassers durch mobile oder schwimmende Anlagen zu verwirklichen.

Das Klären der Abwässer erfolgt hauptsächlich durch Absetzen im Abbau, in speziellen Bergebecken oder Schlammabsetzbecken mit oder ohne Koagulation. Das Verfahren zum Klären der industriellen Abwässer wird unter Berücksichtigung des Abbaufahrens gewählt. Die granulometrische und mineralogische Zusammensetzung der Seifen wird auf Grund vorliegender Untersuchungen aufgestellt. Für die Ausarbeitung des technischen Projekts ist die Verwendung von Analogieschlüssen zugelassen.

Primäre Halden und Absetzanlagen werden auf 2-4 Jahre Abbau projiziert und nach Möglichkeit in weniger brauchbaren Abschnitten oder in schon abgebauten Tagebaubereichen angelegt. Das Fassungsvermögen der Halden und Absetzanlagen wird von den Mengen der einzulagernden Feststoffen bzw. des zu klärenden Wassers bestimmt. Es ist empfehlenswert, daß die Kapazität der Absetzanlage mindestens der 5-7 fachen Menge der täglich anfallenden Abwässer entspricht und daß eine effektive Absetzhöhe von mindestens 1,5 m garantiert wird. Für die Abschätzung der Größe der Absetzanlage wird der Umfang der festen Sedimente bei einer Feuchtigkeit von 80 % bestimmt.

Für das bessere Klären der Abwässer soll sich der ungefaßte Abfluß über eine Strecke von 50-100 m Länge, je nach dem ermittelten Aufkommen an Prozesswasser, erstrecken.

Beim Abbau von Seifen, die im Flußbett gelegen sind (Talseifen), sind Flußlaufverlegungen und hangseitige (Kunst-) Gräben für die Versorgung des Schwimmbaggers in geschlossen

Abbausegmenten vorgesehen, wodurch Verschmutzungen der Flüsse durch Prozeßabwässer ausgeschlossen werden.

Die Flächen, die für die Halden und Absetzanlagen verwendet werden, unterliegen, entsprechend den ökologischen Forderungen und den nationalen Standards, der Rekultivierung nach Abschluß der Abbauaktivitäten.

2.2.2 Abbau flacher Seifenlagerstätten mit Planierraupen und Scraper

In den Goldgruben der Mongolei werden die Arbeitsschemen mit Bulldozern erfolgreich angewendet, die unter den entsprechenden Bedingungen hohe Arbeitsergebnisse gewährleisten können. Es werden die Abbaumethoden der querläufigen, längsläufigen und radialen Förderung angewendet. Die Hauptbedingungen für den Einsatz von Bulldozern beim Seifenabbau sind:

- Die mittlere Transportweite für das zu bewegendes Gestein sollte 80-100 m nicht überschreiten.
- Die Mächtigkeit des Deckgebirges und des Erzkörpers sollte nicht über 3-5 m liegen.
- In den Gesteinen sollen keine oder nur wenige große Felsblöcke vorhanden sein.

Dichte Böden der Baggerfähigkeitsklassen III-IV (nach Portotiknov) sollen durch die Reißvorrichtungen, die an den Bulldozern angehängt sind, vorher aufgelockert werden (deep ripping). Beim Abbau flacher Seifen werden die Bulldozer für die Entfernung des Oberbodens bis zu 30 cm Tiefe, zum Anlegen von Gräben und Baugruben, die Erschließung und Entfernung der Gesteine, bei der Förderung und der Zuführung des Erzes auf die Waschanlagen, bei der Einebnung von Flächen und Gesteinshalden gemeinsam mit Baggern und Großraumscrapern verwendet. Die Transportwege für Gesteine durch Bulldozer sollten 140-170 m nicht überschreiten. Die effektivste Transportweite beträgt 50-80 m. Die maximal zulässige Hangneigung bei der Arbeit des Bulldozers beträgt 250, die seitliche Neigung bis zu 300. Werden Seifen mit großer Ausdehnung mittels Bulldozer abgebaut, werden für die Erzzulieferung zur Waschanlage Bandanlagen, eine verlängerte Schlammleitung der Hydro-Elevatoren oder Erdpumpen verwendet (Abb. 4.3) [Anahng xxx]. Beim Abbau gefrorener oder festerer Gesteine werden Bulldozer mit Reißvorrichtung verwendet.

Haldenbildung bei Bulldozerarbeiten

Es existieren zwei Varianten der Haldenbildung beim Seifenabbau mittels Bulldozer:

1. Für flache Seifen erfolgt das Abschieben der Abbaugrube durch Bulldozer mit zeitweilig am Grubenrand abgelagertem Haldenmaterial (Abb. 2.5). Die maximale Neigung, die vom Bulldozer zu überwinden ist, bilden in Schubrichtung 15-18 %, mit leerem Schild 35-40 %, bei Gefälle für beide Fälle 45 %. In querläufiger Richtung ist eine Neigung bis zu 30 % zugelassen.

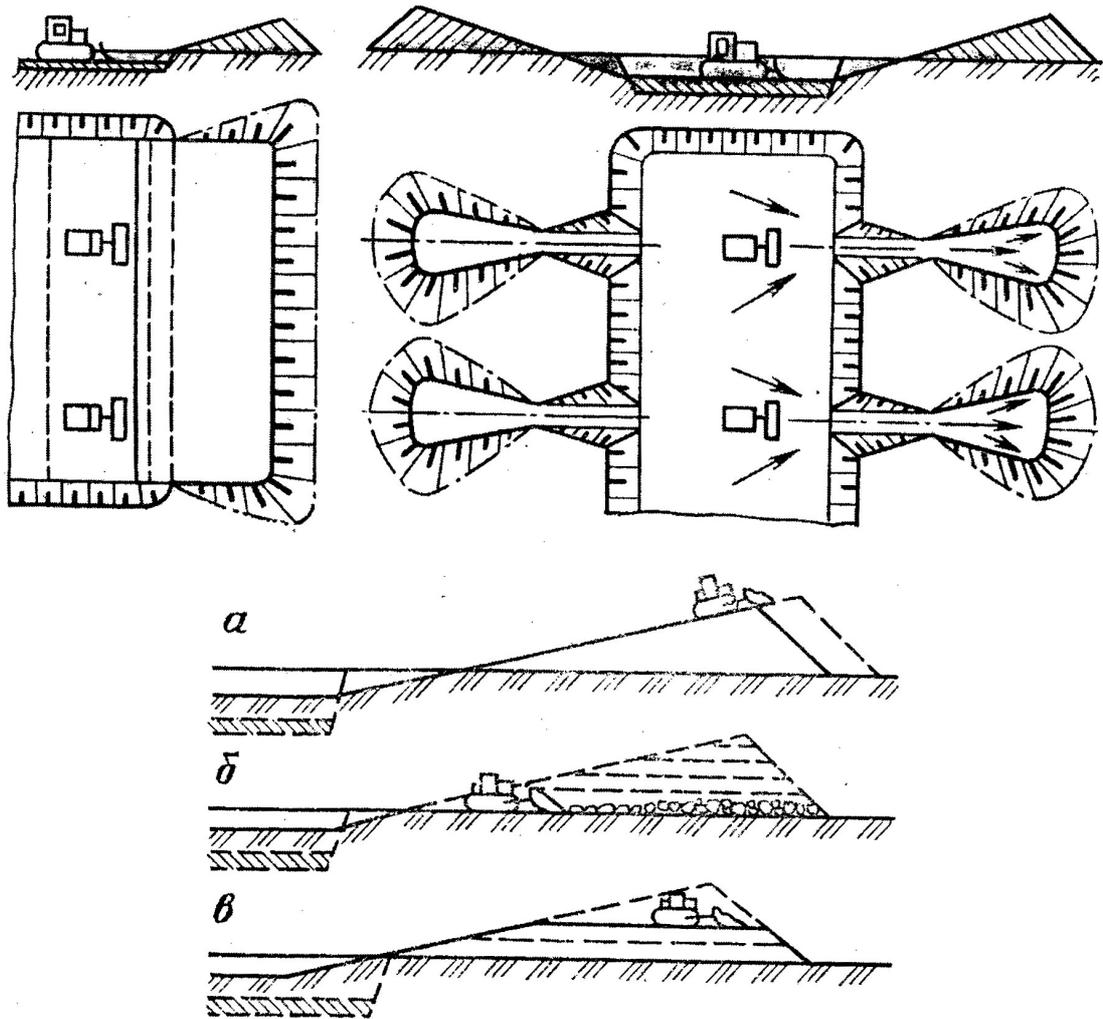


Abb. 2.5 Schema der Haldenbildung durch den Bulldozer (32); a) schiffchenförmig; b) Grabenschichtförmig; c) bei der Arbeit unter Neigung

2. Errichtung von an Berghängen angelehnten Halden (Abb. 2.6a) und die Einrichtung von Innenkippen. Mit einem Bagger erfolgt zunächst der Erstanchnitt der Grube (der auch zur Freilegung des Erzkörpers benutzt wird), mit fortschreitendem Abbau erfolgt die Rückverfüllung der Grube. Die Variante läßt sich bei Abbautiefen von 9-10 m nutzen.

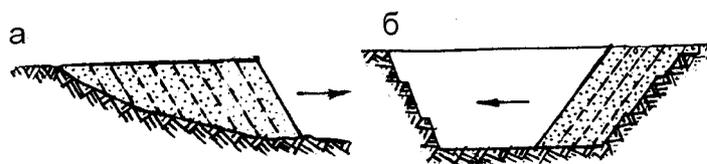


Abb. 2.6 Schema der Entwicklung der Halden: a) hangangelehnte Halde, b) Innenkippe in der Abbaugrube

Die mittlere Länge des Weges, auf dem die Gesteine vor dem Schild gesammelt werden, beträgt 8-16 m. Bei Arbeit auf geneigter Oberfläche wird ein Teil des Gewichts der Bulldozer für die Steigerung der Schneidkräfte und für das Umsetzen des Gesteins verwendet. Für die

Verminderung der Gesteinsverluste bei den Schiebearbeiten kann man ein geschlossenes Schildsystem benutzen [52].

Bei Lkw-Transport des Deckgebirges werden die Halden als horizontale Schichten geschüttet (Abb. 2.12).

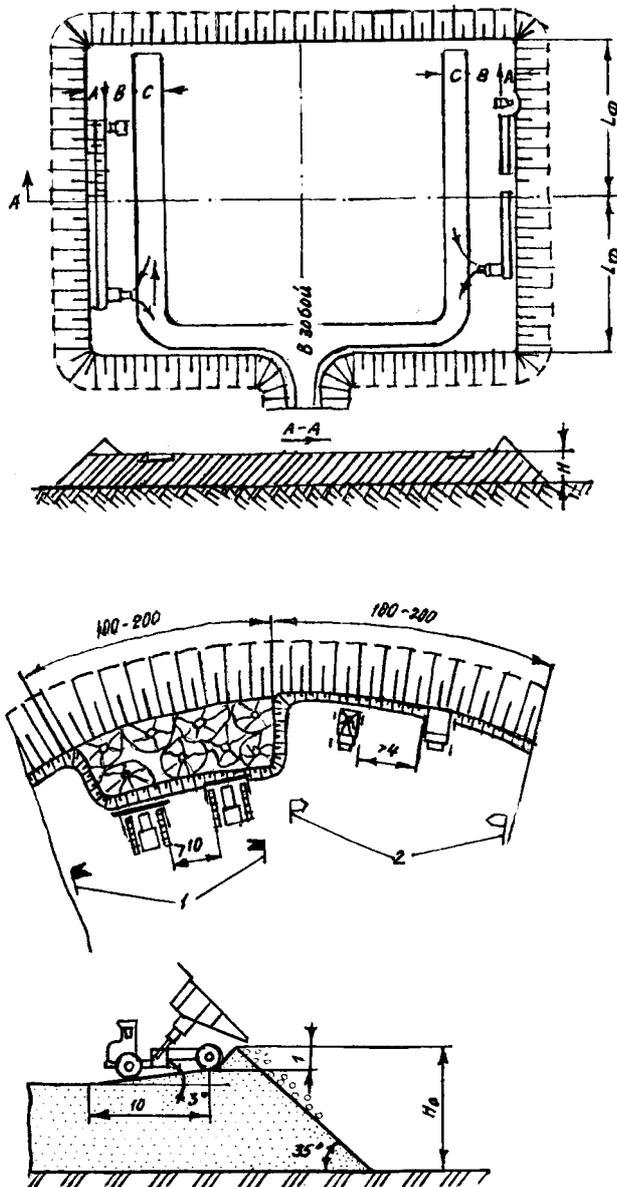


Abb. 2.7 Schema der Bildung der Halden mit Hilfe des Bulldozers: a) allgemeines Schema, b) Abbaustoßschema [73]

Die Arbeit der Bulldozer besteht im Einbau des per Lkw angelieferten Kippgutes. Die Arbeitsgeschwindigkeit der Bewegung der Bulldozers ändert sich von 1,5 km/h bei einer Leistung von max. 73,5 kW bis zu 5 km/h bei einer Leistung über 184 kW. Die Geschwindigkeit der Gesteinsaufnahme an der Schildkante beträgt 0,3-0,7 m/s, das Volumen der Gesteine vor dem Schild ändert sich von 2 bis zu 15 m³. Es kann nach folgender Formel bestimmt werden:

$$V = Bh^2 / (2tg\alpha) \quad (1)$$

B - Breite des Schildes in m, h - Höhe des Schildes in m, α - Neigung der Schüttböschung (35-60°)

Die Auswahl an zusätzlicher Technik, einschließlich für Rekultivierung, Verfüllung der Gruben, Einebnung der Halden mit Zuschüttung von Vertiefungen und Planierung der Halden, wird in Abhängigkeit von der Grundausrüstung für die Gewinnung und den Transport bestimmt. Die Anzahl der Bulldozer für die Hilfsarbeiten im Abbau wird folgendermaßen berechnet:

- Ein Bulldozer pro Bagger bei der Anwendung von Scrapern mit einem Fassungsvermögen von über 10 m³.
- Ein Bulldozer auf zwei Bagger bei Anwendung von Baggern kleinerer Leistung.

2.2.3 Abbau von Seifenlagerstätten mit Hydromonitor und mobiler Gewinnungstechnik

Scraper werden bei Rekultivierungsarbeiten in Tagebauen, bei der Entfernung des Oberbodens vor dem Abbau, zum Wiederauftragen des Mutterbodens auf die eingeebneten Kippen nach dem Abbau des Grubenfeldes, für die Ausführung von Aufschlußarbeiten in geringmächtigen Schichten von geringer Festigkeit, beim Abbau von festen Zwischenlagen und beim Anlegen von Gräben und dgl. verwendet. Das Schema des Abbaus und der Haldenbildung durch Scraper ist in Abb. 2.8 dargestellt.

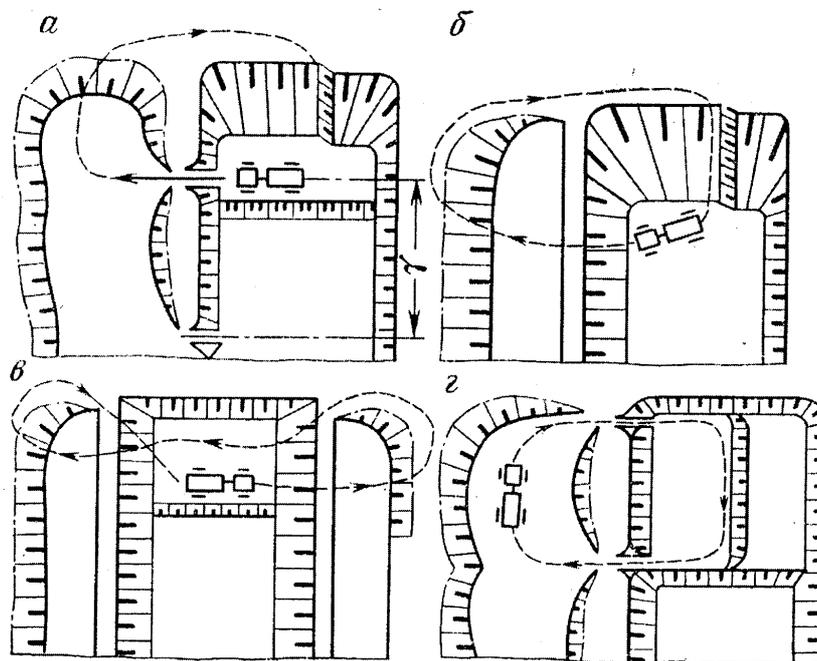


Abb. 2.8 Schema des Abbaus und der Haldenbildung durch Scraper: a) - Schema des Entfernens des Mutterbodens, b) und d) - Scraper nimmt Boden bei Bewegung in Form eines Kreises auf und fährt auf die Halde, c) - wie zuvor aber Bewegung in Form einer Acht

Scraper werden nur in geringem Umfang in den Goldgruben der Mongolei, z.B. beim Abbau von Zinnseifen in Transbaikalien verwendet, wo die Bedingungen für ihre Anwendung günstig sind. Bei der Ausführung der Aufschlußarbeiten verschiedener Abbausysteme werden verwendet:

- Längsläufige Scraperstrecken mit Anhäufung äußerer Kippen
- Bildung von Kippen auf einzelnen Abschnitten
- Bildung der Halde durch längsläufige und horizontale Materialbewegung mit der Hilfe von Bulldozer(n)

Die Halden können auch im abgebauten Bereich eingerichtet werden. Bei der Erzgewinnung arbeiten die Scraper wie auch die Bulldozer in Kombination mit Förderbändern über Aufgabebunker mit einer Kapazität des Scrapervolumens von 1,5-3,0 m³. Außerdem werden Schrapper in Kombination mit LKW eingesetzt, was eine größere Flexibilität erlaubt. Der Verladeplatz kann an eine bequeme Stelle verlegt werden und die Kipper müssen zum Beladen nicht an den Abbaustoß heranfahren. Bei der Arbeit in kleinen Vorkommen, wenn die Produktivität der Aufbereitungsanlage geringer als die Produktivität der Scraper ist, können kombinierte Systeme der Förderung verwendet werden, bei denen der Abbau des Deckgebirges und des Erzkörpers mit dem gleichen Gerät erfolgt (Abb. 2.9).

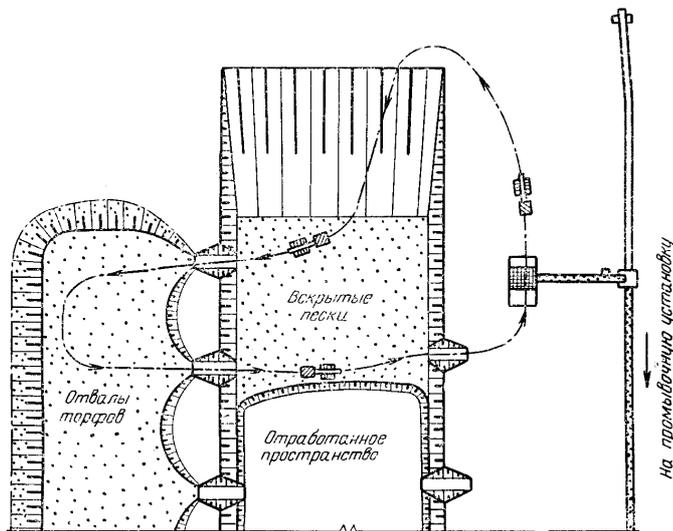


Abb. 2.9 Schema Seifenabbau mit Scraper

Der Abbau von Seifen mittels Scraper wird für Lagerstätten mit geringem Geröllanteil und einer Feuchte unter 15-20 % empfohlen. Die Transportweiten für Scraper verschiedener Kapazität betragen:

- < 600 m bei Volumen 6-10 m³
- < 1000 m bei Volumen bis 15 m³
- > 1000 m bei Volumen bis 30 m³

Bei den Abbauarbeiten unter Anwendung von Bulldozern und Scrapern wird die mittlere Größe des natürlichen Abtauens von Permafrostböden wie folgt angenommen:

- für die Hochgebirge und bergige Taiga-Gebiete – 8-10 cm pro Tag
- für andere geographischen Zonen der Mongolei – 10-15 cm pro Tag

Vorteile der Scraper bestehen darin, daß damit alle im Rahmen der Rekultivierung anfallenden Arbeiten (Abbau, Beladung, Förderung, Haldenbildung, Haldeneinebnung) durchgeführt

werden können, sowie im geringeren Material- und Energieverbrauch bei hoher Produktivität im Vergleich zu Bagger und Transportmitteln. Es gibt Erfahrungen des Scraper-Einsatzes für den gleichzeitigen Abtrag des Deckgebirges und den Erzabbau. Die technischen Parameter der Scraper sind in der Tabelle 2.10 aufgeführt.

Hauptparameter	DZ-115	DZ-107-1
Ladefähigkeit, t	29	45
Ladekapazität, m ³	15	25
Motorleistung, kw	265	407
Schnittbreite, mm	3020	3820
Schnitttiefe, mm	350	400
Steuerung	hydraulisch	elektrohydraulisch
Geschwindigkeit, km/h	55	50

Tabelle 2.10 Technische Parameter von Scrapern auf der Grundlage des Belas-531 [68]

Renommierte Firmen, wie die „Caterpillar Tractor Company“ (USA), liefern Scraper mit einer Kapazität von 41,3 m³ [95].

2.2.4 Hydraulischer Seifenabbau mittels Hydromonitor und Waschherd

Objekte dieser Abbaumethode sind Seifen, die aufgrund ihrer Teufenlage (kleine und mittlere Teufen) und ihrer Lage oberhalb des Wasserspiegels zur separaten Gewinnung vorgesehen sind. Dazu gehören auch technogene Seifen. Der Erzkörper wird dabei mit einem Wasserwerfer (Leistung von 1.200 m³/h) abgebaut. Die Anreicherung erfolgt in einer industriellen Aufbereitungsanlage vom Typ PKS-50, wobei auf einer Länge von 2,7 km 4 Staustufen errichtet wurden. Mehr als 70 % des Flußbetts Gozon Shar mit einer Gesamtlänge von 8,7 km (Abb. 2.10) sind in Mitleidenschaft gezogen. Die hydraulische Gewinnung wird nach folgendem technologischen Schema durchgeführt:

- Lösen und hydraulische Förderung des Materials auf die Spülhalde oder Aufbereitungsanlage
- Abbau der gesättigten Bodenzone mit Hilfe von Schlammumpen

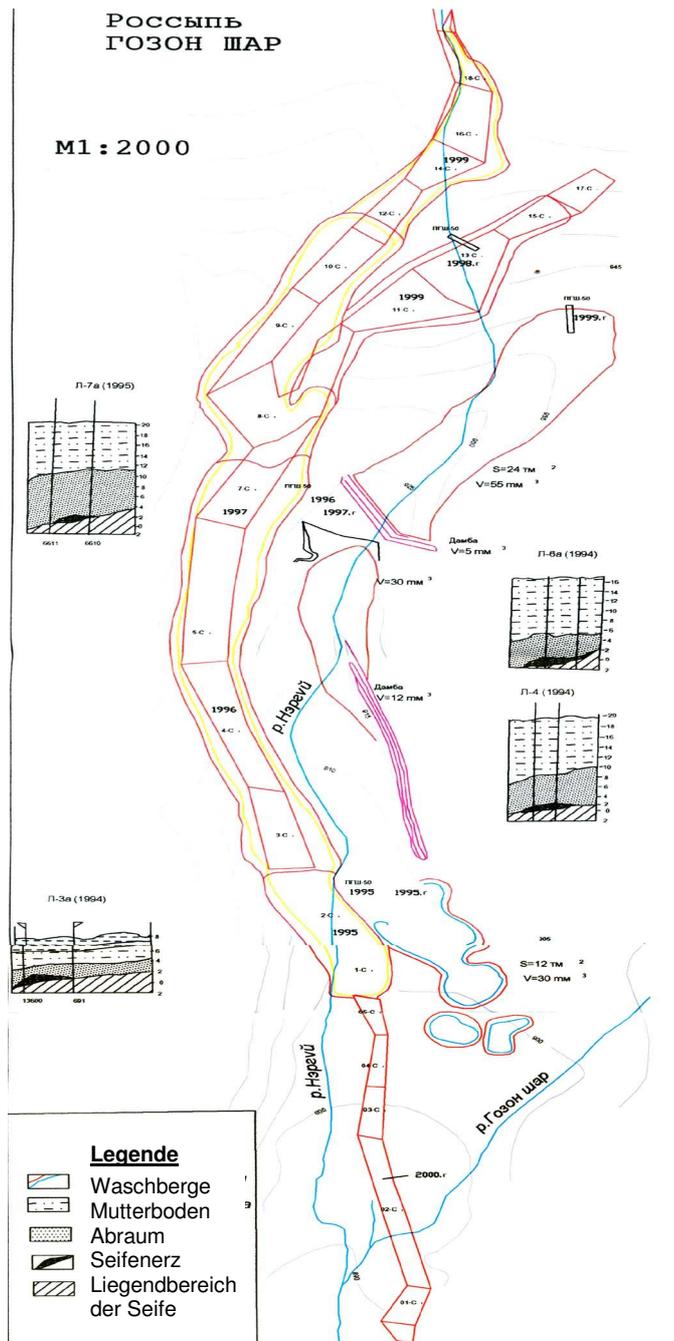


Abb. 2.10 Abbauplan Seife Gozor Shar [12]

Hydraulischer Abbau mit Hydromonitoren (Wasserwerfern)

Beim Hydromonitoring löst der mit hoher Geschwindigkeit (40-50 m/s) aus dem Wasserwerfer austretende Wasserstrahl das Gestein. Die Gesteinspartikel bilden mit dem Wasser eine Suspension, die, der Gravitation folgend, der Spülhalde oder der Aufbereitungsanlage zufließt. Mehr Verbreitung hat das erste Schema bekommen. In den 1850er Jahren war der Einsatz von Hydromonitoren beim Abbau von Goldseifen in Kalifornien (USA) sehr verbreitet. In den 1980er Jahren wurde die hydraulische Methode vervollkommen und entwickelte sich zu einer weitverbreiteten Methode des Seifenabbaus. Bei der Erzgewinnung ist der Prozeß des Spülens nicht nur für den Abbau des Erzkörpers und der Erleichterung der Förderung des Erzes zur Aufbereitungsanlage notwendig, sondern auch für die Lockerung der Erze vor der Aufbereitung.

Ein Teil des Minerals befindet sich im sogenannten „Tonhemd“ um die Kiesel, d.h. in den tonigen Hüllen, die häufig die Kiese umgeben und würden sonst mit dem Grobskelett auf die Grobberge gehen.

Das entgegen gerichtete Abbauverfahren (das Gestein fließt dem Wasserstrahl entgegen) hat folgenden Vorteile:

- Die Lockerung des Gesteinsverbandes und Abwaschen der einzelnen Steine erfolgt sehr sorgfältig.
- Für die Beförderung der Gesteine zum Sumpf wird kein zusätzliches Wasser verbraucht, da es selbst dem Sumpf zufließt.

Nachteile:

- Bei stark geröllhaltigen Seifen sammeln sich die Gerölle in der Grube an, was sich störend auf den weiteren Spülvorgang auswirkt.
- Bei kleiner Neigung der Liegendgrenze verbleiben Reste des Erzkörpers ungefördert.
- Rohre und Hydromonitore befinden sich in der sich bewegenden Suspension und verschlammen.

Das gleichgerichtete Abbauverfahren (das Gestein fließt in Richtung des Wasserstrahles ab), bei dem der Hydromonitor an der Liegendgrenze der Seife aufgestellt wird, hat folgende Vorteile:

- Das gelockerte Gestein wird vollständig dem Sumpf zugeführt, ohne daß sich ein Teil am Abbaustoß absetzen kann.
- Kiesel und Gerölle verbleiben nicht am Abbauort.
- Rohre und Hydromonitore verschlammen nicht, weil sie im Trockenen liegen.
- Vollständiger Abbau des Bereiches der Liegendgrenze des Erzkörpers ohne Umstellung des Hydromonitors.

Nachteile:

- Geringerer Grad der Lockerung des Bodens und Reinigungsgrad der Gesteine.
- Großer Verbrauch an Wasser da auch Grobskelett in dem Sumpf befördert wird.
- Die Erdpumpe wird öfters blockiert, da große Steine hineingeraten.

Das allgemeine technologische Schema des hydraulischen Abbaus mit Hydromonitoren ist in den Abb. 2.11 und 2.12 dargestellt.

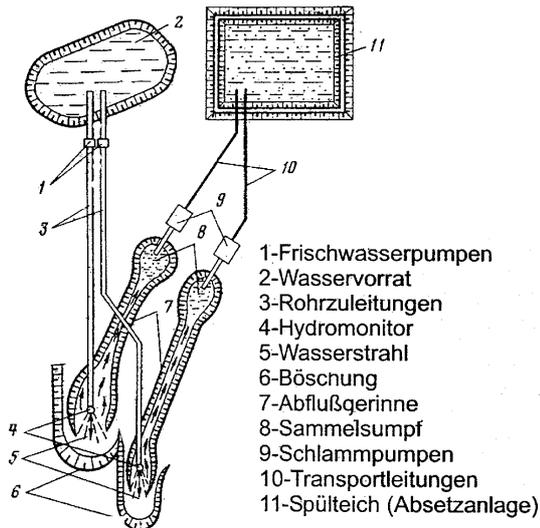


Abb. 2.11 Selektives Abbaustoßschema des Abbaus mit Wasserstrahl [32]

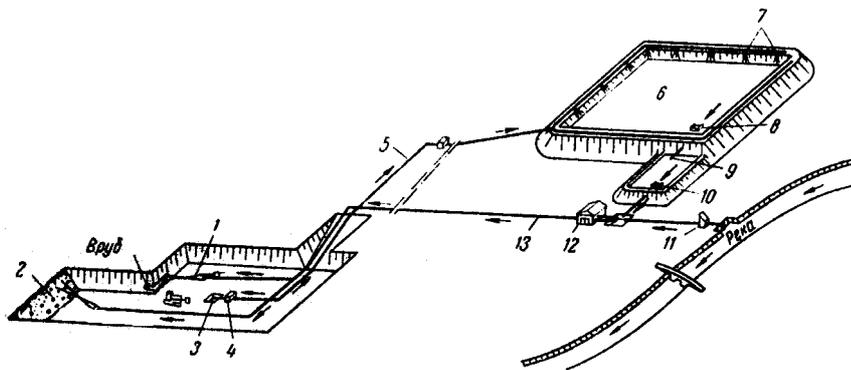


Abb. 2.12 Allgemeines technologisches Schema des Abbaus mit Hydromonitore [32]: 1 - Hydromonitore, 2 - Abbaustoß, 3 - Sumpf, 4 - Erdpumpe, 5 - Pulpenleitung, 6 - Hydrohalde/Kläranlage, 7 - Pulpenröhre, 8 - spezielle Wasserbrunnen, 9 - Röhre, 10 - nochmaliges Klären des genutzten Wassers, 11 und 12 - Pumpstationen, 13 - Druckwasserleitung zu den Hydromonitoren

Die Wasserversorgung der Hydrogewinnung wird nach dem Prinzip des geschlossenen Zyklusseees mit Wassernachreichung bewerkstelligt, d.h. mit der Kompensation der Wasserverluste im Laufe des Wasserkreislaufs im Umfang von 10-15 % aus den natürlichen Gewässern.

Der Hauptvorteil der Hydromechanisierung ist die Kontinuität der Ausführung der Hauptprozesse. Das Ergebnis ist eine hohe Produktivität der Arbeiten. Zum Beispiel ist die Arbeitsproduktivität bei den Abbauarbeiten mit Hilfe der Hydromechanisierung 1,5-2,5 mal höher, als beim Abbau mit Baggern und der Verwendung von Kippern. Die Förderkosten pro m³ sind dabei 25-30 % niedriger. Die Effektivität der Förderung mit der Hilfe von Hydromonitoren hängt von der Festigkeit, der Dichte und der Plastizität der Gesteine ab. Lockere und unverfestigte Gesteine – wie Sand, Löß und andere – können leicht gelöst werden (der spezifische Wasserverbrauch beträgt 4-7 m³ pro m³ Gestein bei einem Druck von 3-8 Atmosphären). Dichte, verfestigte und plastische Gesteine sind können nur schwer gelöst

werden (der spezifische Wasserverbrauch beträgt 10-12 m³ pro m³ Gestein bei einem Druck von 15-35 Atmosphären).

Nachteile bestehen im Produktivitätsrückgang und die Verteuerung der Arbeiten in der Winterperiode sowie in der verhältnismäßig hohen Energieintensität der Arbeiten.

Eine Variante der traditionellen Technologie ist das Lösen des Bodens mittels Bagger und die nachfolgende Förderung des gewonnenen Gesteins durch Hydromonitore und Überpumpung der Pulpe zur Aufbereitungsanlage.

Zum Waschen werden hauptsächlich Trommelturmwäschen angewendet. In den Schwimmbaggern kommen elementare Waschapparat-Butara zum Einsatz, die aus einem trommel-konischen Sieb mit einem Durchmesser von 1,2-2,4 m und einer Länge von 3-10 m mit eingebauten Innenregalen und Schwellen bestehen. Das Wasser wird auf das Material unter einem Druck von 1,5-3 Atmosphären aufgegeben. Während des Waschens wird die Trennung des Materials nach der Größe durchgeführt. Der Wasserverbrauch liegt bei 4-12 m³/m³, der Elektroenergieverbrauch bei 0,14-0,75 KWh/m³.

Die Aufgabe des Materials auf die Herde hängt vom Abspülen des Konzentrats von den Herden ab. Es werden automatische Herde verwendet, in denen die Aufgabe der Pulpe und das Abspülen des Konzentrats mechanisiert sind. Die automatische Herdmaschine für Material mit einer Korngröße von 0,4 mm hat 5 Herde von 0,9 × 1,8 m Größe mit Waffelgummiddeckung. Ihre Produktivität beträgt bis zu 25 m³ pro Tag bei Materialgröße von 0,15 mm.

Abbau mittels Grundsaugbagger

Unterwasservorräte an Seifen werden auch mit Grundsaugbaggern abgebaut. Dabei wird der Erzkörper zusammen mit dem Wasser durch eine Feststoffpumpe aufgesaugt und durch den Pumpendruck über Rohrleitungen der Waschanlage zugeführt. Die Feststoffpumpe wird auf einem Ponton aufgestellt. Solche schwimmenden Anlagen werden als Grundsaugbagger bezeichnet.

Feststoffpumpen werden bei der Erzförderung mit der Hilfe von Hydromonitoren, bei der unmittelbaren Förderung von Abbaustoff oder zum Umpumpen eingesetzt. Feststoffpumpen vom Typ H3, 3ГМ, P, ГР, ГРУ haben eine Förderleistung von 400-12.000 m³ Hydromischung /h und erzeugen einen Druck von 0,1-0,8 MPa [19].

Die Ansaugvorrichtung befindet sich an der Mündung der saugenden Rohrleitung der Feststoffpumpe, die aufgrund des Abstandes (zum Grund) eine bestimmte Konsistenz der Hydromischung gewährleistet. Beim Grundsauger wird dies über einen Aufsatz auf das Saugrohr realisiert. Mit dem Setzen einer bestimmten Entfernung wird die notwendige Konsistenz der Hydromischung gewährleistet (Abb. 2.13).

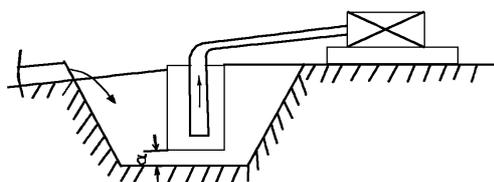


Abb. 2.13 Saugvorrichtung am Saugbagger

Bislang haben Grundsaugbagger beim Abbau von Goldseifen keine breite Anwendung gefunden. Nichtsdestoweniger erfordert das Aufarbeiten von Unterwasservorräten von Seifengold in überschaubarer Zukunft eine Reihe technischer und technologischer Lösungen, die zu rentableren und vollkommeneren Konstruktionen führen und auf internationalen Erfahrungen beruhen.

3 Einwirkungen der Goldgewinnung auf Natur und Umwelt

3.1 Beschreibung der Einwirkung der Tätigkeit der Bergbauunternehmen auf die natur-klimatische Umgebung der Regionen und Zonen

In der Mongolei werden 6 ökologische Zonen, 16 Gebiete und 47 biologisch-geographische Gebiete, einschließlich 14 Naturschutzgebiete, 16 Nationalparks und 25 Wildschutzgebiete und Naturdenkmäler ausgehalten (Abb. 3.1).

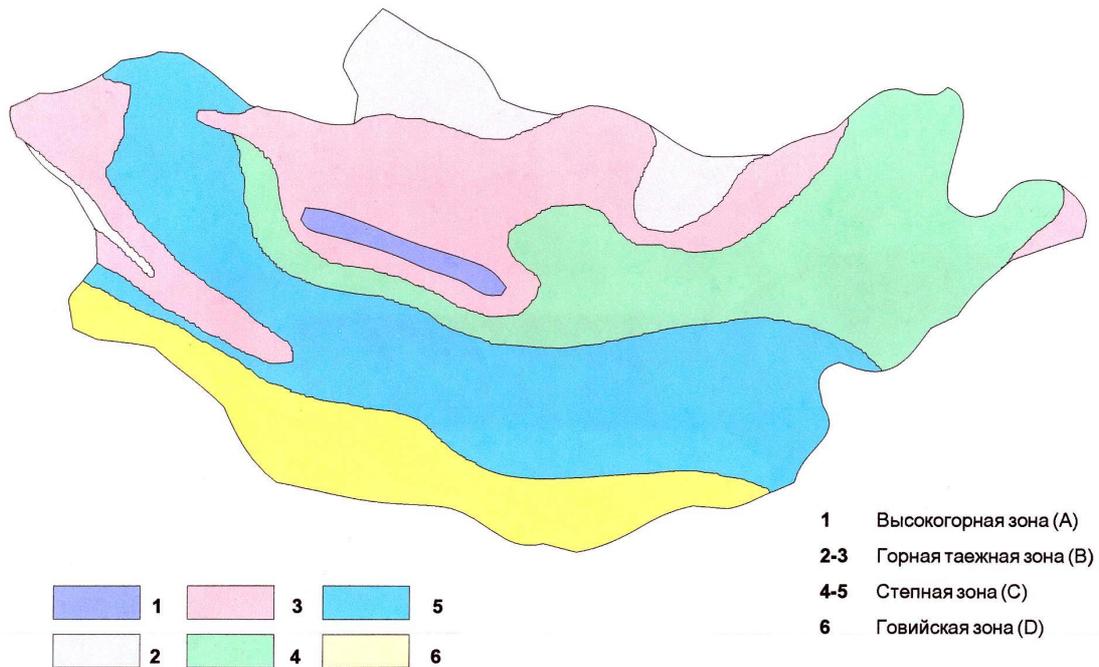


Abb. 3.1 Ökologische Zonen (1 - Hochgebirgszone, 2 - Bergtaigazone, 3 - Waldsteppenzone, 4 - Steppenzone, 5 - Steppenwüstenzone, 6 - Wüstenzone der Gobi [nach Yunatov]) [47]

Hochgebirgszone (A): Diese Zone umfaßt die Gebiete mit Höhenlagen ab 2.000 m über dem Meeresspiegel und zeichnet sich durch Gletscher und Dauerfrost aus. Für diese Zone wurden bis jetzt keine Lizenzen für die Golderkundung bzw. -gewinnung erteilt.

Bergtaigazone (B): (1) Die Bergwald-Unterzone hat ein beständiges Klima, ausreichend Tageslicht, Wärme und Feuchtigkeit bei Vorhandensein der komplizierten Landschaft. (2) In der Waldsteppensubzone ist neben der Waldvegetation das ganze Spektrum der Merkmale der Steppenflora und -fauna in den Gebirgstälern vorhanden.

Steppenzone (C): Es gibt hier fruchtbare Böden (Braunerden), ausreichend Tageslicht und Wärme, doch fehlt es an der Feuchtigkeit. Stellenweise kommen sandige Böden vor. Es werden vereinzelt auch Wanderdünen angetroffen und in den Tälern und Senken werden Salzböden beobachtet. Hier wachsen Federgras, Fingerkraut, Caragana Lam, Charmykstrauch und andere Waldbeerensträucher.

Wüstenzone Gobi (D): In der Mongolei existieren über 300 Wüsten, darunter 33 größere Wüstenregionen von denen 24 als besonders geschützte Territorien gelten. In der Wüste Gobi werden zahlreiche Pflanzenarten gezählt. Wichtigste Baumart in der Wüste sind die

Saksaulbäume (*Haloxylon* spp.), die eine Höhe bis zu 12 m erreichen können und eine wichtige Rolle beim Fixieren von Dünen spielen. Nach dem Stand vom 01.01.2002 wurden für den Bereich der Wüstenzone über 60 Lizenzen für die Erkundung und den Abbau von Bodenschätzen ausgestellt, 20 % davon sind Abbaulizenzen.

Der Charakter der Landschaft natürlicher Ökosysteme, der Grad und die Faktoren der ökologischen Lebensbedingungen der Bevölkerung, und Nutzungsmöglichkeiten des natürlichen Ressourcenpotentials in den Goldabbaugebieten sind in einer Tabelle (Anlage B.1) aufgezeigt [93].

Die Landschaftskarte stellt ganzheitliche Geosysteme dar. In der Mongolei heben sich drei natürliche Systeme heraus: das Khangai-Hentii Bergland, die zentralasiatische Hochebene mit Talkesseln und Gebirgen, sowie das Bergland von Ikh-Khyangan. Die maximale Höhe des Territoriums beträgt 4.374 m über dem Meeresspiegel und die tiefste Stelle des Territoriums (Niveau des Sees Khukh-Nuur) liegt bei 560 m. Die durchschnittliche Höhe des Territoriums beträgt 1.580 m. In der allgemeinen Khangai-Khentii Struktur sind Bergtundra, untere Bergtundra, Gebirgstäiga, Gebirgswald, Gebirgswaldsteppen, Gebirgssteppen und trockene Schwarzerde-Steppenlandschaften vorhanden.

Die zentralasiatischen Länder sind durch ein ausgeprägtes kontinentales Klima, ohne oder mit wenig Oberflächengewässern, inselartige Verteilung des Dauerfrosts, Waldlosigkeit, vorherrschende Trockensteppen, Wüstensteppen, halbwüstenartige und wüstenartige Landschaften geprägt. Der Kesseleffekt erreicht seine maximale Wirkung in isolierten Wüstenkesseln, die von hohen Gebirgskämmen umgeben sind.

Das Bergland Ikh-Khyangan befindet sich unter der Einwirkung von östlichen Luftmassen, die Feuchtigkeit mit sich tragen. Diese Landschaften werden von ausreichender Feuchtigkeitsbildung geprägt [22].

Die Landschaftskarte und die Karte der natürlichen Unterteilung des Landes können als Grundlage für die Einschätzung des Territoriums nach der Stufe der Komplexität der Bedingungen der Erschließung, der Führung der Landwirtschaft und der Präzisierung der Spezialisierung der landwirtschaftlichen Produktion verwendet werden.

3.1.1 Klima

Als Grundlage der klimatischen Unterteilung des Landes ist die Summe der Bodentemperaturen bei Tagestemperaturen der Luft von über 10°C festgelegt (Parameter $\sum t^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$ in Anlage B.1). Die Karte der Lufttemperaturen (M1:6.000.000) ist in Anlage A.4 dargestellt. Nach der Wärmeversorgung ist das Territorium der Mongolei in fünf Zonen aufgeteilt.

Die Feuchtigkeitsversorgung des Territoriums des Landes wird aus dem Verhältnis der Summe des Feuchtigkeitsmangels, geteilt durch Summe der Niederschläge, bestimmt. Die Karte der Niederschläge (M1:6.000.000) ist in Anlage A.5 dargestellt. Der Parameter Feuchtigkeitsversorgung korrespondiert gut mit dem Erträgen der Weiden und der Anbauflächen. Danach ist das Land in fünf Zonen aufgeteilt.

Aus der Zusammenlegung dieser zwei Karten werden die klimatischen Zonen bestimmt. Die Klimazonen sind nach den Wintertemperaturbedingungen eingeteilt, durch die Differenz der

Summen der (-) und (+) Jahrestemperaturen. Sie zeigen den Grad der Winterstrenge auf, wobei eine starke Abhängigkeit vom Relief des Geländes und der Wärmestahlungsbilanz der Erdoberfläche besteht. Die Karte der summarischen Sonnenstrahlung (M1:6.000.000) ist in Anlage A.6 dargestellt [47].

Die allgemeine Charakteristik des Klimas in der Mongolei

Anzahl der sonnigen Tage im Jahresdurchschnitt	250
mittlere Lufttemperatur:	
in den meisten Teilen des Territoriums	von +12°C bis +20°C
im Süden	+25°C
mittlere Jahreswindgeschwindigkeit:	
in den meisten Teilen des Territoriums	2-3 m/s
im Südosten	5 m/s
Zahl der Tage im Jahr mit starkem Wind (von über 15 m/s)	3-15
Zahl der Regentage im Jahresdurchschnitt	15-25
Zahl der Tage mit Schneedecke:	
in den nordwestlichen Gebieten	140-150
in den südlichen Gebieten	35-45

Die Karte der klimatischen Unterteilung der Mongolei (M1:6.000.000) ist in Anlage A.7 dargestellt [47].

3.1.2 Wasserressourcen

Die Flüsse der Mongolei fließen in das Nördliche Eismeer, den Pazifik und in die abflußlosen Binnensenken Zentralasiens. Ungefähr 2/3 des Territoriums der Mongolei besteht aus abflußlosen Binnensenken. Insgesamt werden auf dem Territorium der Mongolei über 3.800 ständig wasserführende Flüsse mit einer Gesamtlänge von ca. 67.000 km gezählt. Die mittlere Dichte des hydrographischen Netzes aus ständig wasserführenden Flüssen auf dem ganzen Territorium des Landes beträgt 0,005 km je km² Fläche, im mongolischen Altai über 0,25 km/km², im Bergland Khangai-Hentii 0,18-0,35 km/km², im Einzugsgebiet des pazifischen Ozeans 0,10-0,15 km/km² und in den südlichen Abhängen von Khangai unter 0,05 km/km². Die Karte des hydrographischen Netzwerks der Mongolei (M1:4.500.000) ist in Anlage A.8 dargestellt.

Das Wasserhaushaltsbilanz des Landes setzt sich wie folgt zusammen:

Niederschläge	230 mm
Abfluß über Flüsse	22 mm
Oberflächenabfluß	14 mm
Unterirdischer Abfluß in die Flüsse	8 mm
Bruttofeuchte des Territoriums	216 mm
Verdunstung	208 mm

Die Karte der Verdunstung von der Wasseroberfläche (M1:9.000.000) ist in Anlage A.9 dargestellt. Die in der Mongolei vorhandenen Seen verteilen sich wie nachfolgend dargestellt auf die Naturräume (Anteil an der Gesamtzahl der Seen des Landes):

- im Altaischen Bergsystem 13,3 %
- im Khangai-Khentii 20,3 %
- im östlichen Teil der Mongolei 29,4 %
- in der Wüste Gobi 36,5 %

Die Karte der Seen der Mongolei (M1:6.000.000) ist im Anlage A.10 dargestellt. Die Senken, in denen Seen ausgebildet sind, haben einen tektonischen, vulkanischen, gletscherartigen, sedimentär aschenhaltigen, karstigen, thermokarstigen, dammartigen und neuzeitlichen erosions-akkumulierten Ursprung. In den Seen der Mongolei sind über 500 km³ Trinkwasser vorhanden. Das übersteigt fast 15 mal den Abfluß aller Flüsse des Landes. Im Westen des Landes, im Kessel der großen Seen und der Seetäler, sind die größten Seen der Mongolei konzentriert: Uvs-Nuur, Khyargas-Nuur, Khar-Us-Nuur, Khar-Nuur, Buun-Tsagaan-Nuur, Orog-Nuur, Ulaan-Nuur und andere. Im Einzugsbereich des Flusses Selenge befindet sich der See Khuvsgul, der den tiefsten (262 m) und nach Süßwasservorräten auch den größten See der Mongolei darstellt.

Die Gesamtzahl der Gletscher beträgt 186, ihre Fläche 540 km². Im Nordteil des mongolischen Altai befinden sich die größten Gletscher mit einer Fläche von 53,5 km². Die Wässer des Landes sind praktisch sauber. In der Mongolei besteht traditionell ein vorsorgliches Verhältnis zum Wasser, die Erhaltung dessen Sauberkeit und die Aufrechterhaltung der Vorräte sind üblich. Jetzt jedoch wird der Wasserschutz, bedingt durch die intensivere Nutzung, besonders wichtig.

3.1.3 Boden und Relief

Auf der Bodenkarte wird der spezifische Einfluß auf die Struktur der Bodendecke durch das polare Klima, die Hochebenenstruktur, die Kesseleffekte, die Inversions-Erscheinungen, den Bergtalhumus, die Expositionen der Abhänge und die Veränderung der Höhe des Geländes in den berglosen Territorien deutlich. Die Karte der boden-geographischen Unterteilung (M1:12.000.000) ist in Anlage A.11 dargestellt. Innerhalb des zentralasiatischen boden-bioklimatischen Formation werden zwei boden-bioklimatische Hauptgebiete – Khangai und Wüste Gobi – unterschieden.

Das boden-bioklimatische Gebiet Khangai belegt die Nordhälfte des Landes. Seine südliche Grenze fällt mit der Nordgrenze der Subzone der hellkastanienfarbenen und kastanienfarbenen Böden zusammen. Die Schwarzerden belegen nur kleine Flächen. In den Bergen des betrachteten Gebietes hebt sich die Taigawaldbodenzone heraus. Podsole und „Steppeninseln“ mit Schwarzerdeböden kommen selten vor. Braune Steppen- bzw. Wüstenböden sowie braungraue Böden der Wüsten der Mongolei sind überwiegend frei von leichtlöslichen Salzen und Gips. Die Salzfreiheit des Oberbodens und der darunter liegenden Lockergesteine ist wahrscheinlich mit den Besonderheiten der kontinentalen Periode der Entwicklung dieser Territorien verbunden.

Das boden-bioklimatische Gebiet der Wüste Gobi umfaßt den südlichen und westlichen Teil der Mongolei. Hier wird die lateral-zonale Veränderung der Bodendecke aufgezeigt: die hellkastanienfarbigen Böden gehen in braune wüstensteppenartigen und dann in graubraune Wüstenböden über. Die Wüste Gobi ist das trockenste Territorium. Der Boden hat hier eine leichte mechanische Zusammensetzung und neigt zur Entwicklung von Deflations- und Erosionsprozessen. Die Oasen sind besondere Ökosysteme der Wüsten in der Mongolei. Auf dem Territorium der Oase Ekhin-Gol wird Landwirtschaft durch Bewässerung betrieben, dabei werden Kulturen angebaut, die Wärme bevorzugen. In der Struktur der Bodendecke der Oasensysteme sind hydromorphe und Versalzungsprozesse verbreitet. Die Karte der Unterteilung der Sande (M1:12.000.000) ist in Anlage A.12 dargestellt.

Die Böden werden im Laufe der Zeit mehr und mehr anthropogen überprägt. Zwecks rationaler und effektiver Nutzung der Bodenressourcen des Landes ist es nötig, Forschungen zur Bestimmung der maximal vertretbaren anthropogenen Belastung besonders in den Goldbergbaugebieten des Landes durchzuführen. Die Karte der Bodenerosion und -deflation (M1:6.000.000) ist in Anlage A.13 dargestellt.

3.1.4 Flora und Fauna

In der Mongolei gibt es über 2.000 Pflanzenarten. In den Ebenen des Nordens und Nordostens überwiegen verschiedenartige Grassteppen, im Süden und Südosten Wüste und Halbwüste (Cheegrass, Halophyten und Haloxylon spp.) und in den Berggebieten Lärchen-, Zedern-, Kiefern-, Fichten- und Birkenwälder. Im Khentii-Gebiet und in den Bergen unweit des Sees Khuvsgul gibt es Bereiche mit Nadelwalddaiga. Die Wälder belegen circa 10 % des Territoriums des Landes. Die Karte des Schemas der botanisch-geographischen Unterteilung (M1:12.000.000) ist in Anlage A.14 dargestellt. In diese Karte wurde die Unterteilung der Hauptpflanzen der Wälder, sowie die Verbreitungsgebiete seltener, endemischer und Heilpflanzen, der Beeren und der eßbaren Pflanzen aufgenommen. Die waldbildende Hauptart ist die sibirische Lärche, die im östlichen Teil von Khentii von der Dornod-Lärche abgelöst wird. Zu großen Teilen bestehen Nadelwälder, die von der Forstwirtschaft anstelle der natürlich wachsenden Zedernwälder angelegt worden sind. In den Auen der nördlichen Flüsse sind Gebüsch verbreitet, die vielfältig in ihrer Zusammensetzung sind (feuchte und sumpfige Standorte mit Riedgräsern, Waldgräser, Mischwiesen, Strauchwerk mit Nadel- und Laubbäumen).

Die botanisch-geographischen Gebiete der Mongolei lassen sich drei Regionen zuordnen: dem euro-asiatischen Nadelwald-, den euro-asiatischen Steppe und dem afro-asiatischen Wüstengebiet. Das Steppengebiet ist in drei Provinzen aufgeteilt: Dornod-mongolische Bergwaldsteppe, mongolische Steppe und Nord-Gobi-Steppenwüste. Im Wüstengebiet ist die Dsungar-Provinz wegen der besonderen Vielfalt der Flora als selbständigen Provinz aufgeführt. Auf dem Schema der Waldgebiete sind drei Einheiten der Waldvegetation ausgehalten: Transbaikalgebiet, Khangai und das zentralasiatische Gebiet. Die Waldkarte (M1:12.000.000) ist in Anlage A.15 dargestellt. Auf der Karte sind die Verbreitungsgebiete endemischer, subendemischer sowie wildwachsender nützlicher Pflanzenarten (Heilpflanzen und eßbare) dargestellt.

Die Steppen belegen die riesigen Territorien und bestehen v.a. aus rasen- und haarartigem Federgras, *Cleistogenes*, schlankbeinigem *Zhitnyak* (*Agropyron*). In den Bergen dominieren Hafergrützen- und Rispengräser. Im Osten des Landes wachsen besondere Typen von Wurzelpflanzen und verschiedengrasigen Rasenpflanzen (v.a. fadenblättrige sibirische Rainfarnen). In hochgebirgigen verschiedengrasigen Kreofitrasensteppen sind das Riedgras, *Kobresia* und verschiedene Gräser (*Oxytropis*, Fingerkraut, *Saussurea* sp.) bestimmend. Verschiedengrasige Waldgräser- und Wiesensteppen befinden sich größtenteils in Khentii und Khangai. Hier wachsen gewöhnlich Feuchtigkeit bevorzugende Gräserarten, Riedgräser und verschiedene Gräser, unter denen viele mandschurische Elemente vorhanden sind.

Auf den Ebenen und in kleinen Bergkuppen der zentralen und östlichen Teile der Mongolei sind trockene Waldrasengräser und Waldwurzelngräser der Steppe sehr vielfältig. In den Berg-Gobi-altaischen Steppen dominiert der kammförmige *Zhitnyak* (*Agropyron*).

Die Wüsten werden durch hyperxerophytische Sträucher dominiert. Die dsungarischen Typen der Wüste besteht aus den *Eurotia*- und *Haloxylongesellschaften*, in denen der nord-turakische weißerdige Beifuß vorhanden ist. In den kleinen Bergkuppen überwiegen *Selvinia* und in den Bergen des Gobi-Tianshans Mandelbäume.

Tierwelt. In der Mongolei werden über 630 Arten von Wirbeltieren, darunter 130 Säugetierarten, und auch verschiedene Gruppen der wirbellosen Tiere gezählt. In der Mongolei gibt es über 400 Arten von Vögeln (davon sind über 300 Arten nistend), die 17 Ordnungen angehören. Die Gesamtzahl der überwinterten Arten wird auf ca. 100 geschätzt. Die weiten Gebieten der Wüstensteppen und der Wüsten sind mit an das aride Klima adaptierten Vögeln besiedelt: Große Kragentrappe (*Chlamydotis undulata*), dickschnabelliger Regenpfeifer, Pallas'sches Steppenhuhn (*Syrhaptes paradocus*), hornige Lerche, mongolischer Wüsteneichelhäher, Wüstensteinschmätzer, Wüstengrasmücke.

In der bergigen Dunkelnadeltaiga im Norden des Landes sind die Vogelarten des Taigakomplexes (Steinauerhahn, tauber Kuckuck, Sperlingskauz, Feige) verbreitet. In den borealen Taigawäldern finden sich auch die bunte Steindrossel, der rotohrige Haferbrei, die japanische Wachtel und die Trappe. Etwa 120 Vogelarten haben eine Bedeutung für das Jagdgewerbe eine Bedeutung, darunter Dornod-Rebhuhn, Auerhahn, Haselhuhn, Birkhahn, weißes und Tundrarebhuhn. Die Jagdkarte der Mongolei (M1:12.000.000) ist in Anlage A.16 dargestellt.

In den abflußlosen Seen leben über 60 Arten von Fischen und fischartigen Tieren aus 12 Familien. Unter ihnen finden sich die mongolische Äsche, der altaische *Diptychus*, sowie Baikalstör, Taimen, Forelle und Renke. Zur Zeit werden umfangreiche Arbeiten zur Bereicherung der Ichthyofauna und dem Ansiedeln wertvoller Nutzfische durchgeführt. Im See Khuvsgul ist Arctic cisco erfolgreich akklimatisiert worden. In die fischlosen Seen von Khangai ist *Coregonus peled* eingeführt worden. Zu den 58 Arten und Unterarten, die im Bassin des Sees Khuvsgul und anderer Seen und der Flussbassins leben, gehören zu den Fangfischen: Äsche, Renke, Forelle, Aalrutte, Hecht, Barsch, Plötze, Jelez, Aland, die Karausche, Felchen, Kaulkopf, Arctic cisco, östliche Brachse, *Coregonus peled* und Ratan goby. Die geographische Verbreitung der Fischressourcen auf dem Territorium der Mongolei ist in Anlage B2 aufgeführt.

Die Fischerei ist hier untypisch und wird lediglich in den Seen Khuvsgul, Dood-Nuur, Ugii-Nuur und Buir-Nuur u.a. praktiziert. Im bedrohten Zustand befinden sich Taimen und Forelle. Der Fang der Renke, des Kaulkopfs, des Baikal sculpin und der weißen Äsche ist beschränkt. Der Baikalstör und Frolikh char sind ins rote Buch der Mongolei der Berücksichtigung des Potentials der Natur zur Selbstwiederherstellung und Selbstreinigung eingetragen.

Die Lage der Mongolei an der Grenze der biographischen Gebiete hat die Struktur der entomologischen Fauna bestimmt, in der euroasiatische Wald- und Steppen-, turanische, zentralasiatische und mandschurischen Elemente kombiniert sind.

3.1.5 Bevölkerungsverteilung

Die Bevölkerung ist auf dem Territorium des Landes ungleichmäßig verteilt. Der Nordteil der Mongolei ist dichter besiedelt. Zu den großen Städte gehören Ulan-Bator mit 800.000, Darkhan mit über 300.000 und Erdenet mit über 120.000 Einwohnern. Außerdem gibt es eine Reihe von Siedlungen, die an den Abbauorten von Bodenschätzen entstanden sind. Dazu gehören Zaamar (6.000 Einwohner), Bugant (4.000 Einwohner), Bor-Undur (über 15.000 Einwohner) und andere. Die Karte der Bevölkerungsverteilung und der Bevölkerungsdichte (M1:6000000) ist in Anlage A.17 dargestellt.

Die praktische Bedeutung der Karten der Verteilung der Bevölkerung besteht darin, daß sie die vielseitige Charakteristik der Hauptproduktivkraft der Gesellschaft, der Bevölkerung des Landes, und somit Arbeitskraftressourcen angeben. Das moderne Netzwerk der ländlichen Siedlungen bilden die Zentren der Somone. Nach den Angaben der Volkszählung von 1979 wohnten in den Somonzentren über 50 % der Landbevölkerung. Die Karte der Getreideanbauflächen (M1:19.000.000) ist in Anlage A.18 dargestellt. Die Karte der Produktionsinfrastruktur (Verkehrswege, Stromnetzwerke und andere) der Mongolei ist in Anlage A.19 dargestellt.

3.2 Rechtliche Rahmenbedingungen für den Schutz der Umwelt und der Bodenschätze in der Mongolei

3.2.1 Gesetz über Grund und Boden

Das Gesetz „Über Grund und Boden“ der Mongolei und der damit in Verbindung stehenden Bodenreform wurde im Jahre 2001 verabschiedet. Doch fehlen in der Landgesetzgebung bis jetzt die Antworten auf viele Fragen der Bodennutzung. So sind z.B. Fragen der Überführung von Grundstücken aus einer Kategorie in ein andere derzeit nicht in der Gesetzgebung geregelt. Vom Gesetz betroffen sind die im Ergebnis der Förderung der Seifen durch hydromechanische Abbauverfahren und Schwimmbagger in Mitleidenschaft gezogenen Flächen, die die Größe der eigentlichen Tagebaue und Gruben um das 2 bis 3 fache übersteigen [55].

Die Umsetzung des Gesetzes und der Ausbau eines Netzwerkes von besonders geschützten Naturgebieten gehen nur schleppend voran, was die Erfüllung des internationalen Vertrages über das weltweite Naturerbe erschwert. Erschwert wird dadurch auch die Durchführung der regionalen Bodenpolitik. Dabei ist die Bildung des Grundstückmarktes mit der gleichzeitigen Sicherstellung ihrer Investitionsausrichtung notwendig. Inkorrekt und ungenügend ist im Gesetz

auch die Frage der zeitweiligen kostenlosen Nutzung von Grundstücke geregelt. Unklar ist, auf wessen Rechnung die Vermessung und Markierung solcher Nutzungsgebiete an Ort und Stelle ausgeführt wird und ob für das entsprechende Grundstück eine Katasternummer ausgeben werden muß und ob eine staatliche Registrierung des Nutzungsrechtes durchzuführen ist. Weiterhin sind die Schwierigkeiten bei der Feststellung von besonders geschützten Naturgebieten zu erwähnen. Die Probleme entstehen dann, wenn die Grenzen dieser besonders geschützten Naturgebiete die Grenzen von Aimaks überschreiten. Außerdem verpflichtet die Anerkennung des Gebietes der Großen Seen als weltweites Naturerbe zur Durchführung einer Aufteilung dieses Naturraums in Zonen. Als Ergebnis dessen werden den Subjekten der Republik (d.h. den Aimaks), auf deren Territorien sich das Naturobjekt befindet, tatsächlich die Möglichkeit entzogen, Einkommen aus der Nutzung dieser Objekte zu Erholungszwecken zu erhalten, sowie Kontroll-, Aufsichts- und Verwaltungsfunktion auszuführen. In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, diese Territorien in eine Sondergruppe der besonders geschützten Naturgebiete einzugliedern. Es ist nötig, die Frage der Wechsellnutzung der landwirtschaftlich bzw. als Weideland genutzten Flächen gesondert zu betrachten (Mehrfelderwirtschaft und Wechselweiden). In der vorliegenden neuen Gesetzgebung kann der Besitzer des Grundstücks frei darüber verfügen. Nach der gegenwärtigen Gesetzgebung können landwirtschaftliche Flächen, die im Laufe von zwei Jahren nicht zweckentsprechend genutzt wurden vom Staat wieder zurückgefordert werden. Dies könnte also auch Flächen betreffen, die im Rahmen einer 3-Felder-Wirtschaft zeitweilig brach liegen. Zu den aktuell von der neuen Gesetzgebung offengelassene Fragen gehören:

- Im Gesetz sollten Kategorien von Grundstücken festgeschrieben werden, die – wenn sie Bestandteil eines Bergbauschutzgebietes werden – einer qualitativen agrochemischen Bewertung bedürfen. Ohne eine solche Bewertung können die in der Bodengesetzgebung fixierten Bestimmungen über die Vergünstigung für gewissenhafte Bodennutzer und die Festlegungen zur Bodennutzung nicht verwirklicht werden, da die entsprechenden Ausgangsdaten fehlen.
- Der Boden ist ein einzigartiger Naturschatz, den der Mensch nicht schafft sondern nur nutzt und deshalb sollten viele Normen aus dem Bereich der bürgerlichen Gesetzgebung in die rechtliche Regulierung dieser Subjekte übernommen werden, damit man die naturklimatischen Besonderheiten jeder Region berücksichtigen kann.

Gesetzgebung über die Bodenschätze in der Mongolei

Die Hauptprinzipien des Gesetzes „Über die Bodenschätze“ der Mongolei (verabschiedet 1997) entsprechen im begrifflichen Aspekt den besten weltweiten allgemeinen Anforderungen an das Niveau der Abgaben für die Förderung von Bodenschätzen in der Mongolei. Als Ergebnis der Realisierung dieses Gesetzes hat per 01.01.2003 die Zahl der Abbaulizenzen auf den Abbau der Bodenschätze die Zahl 585 erreicht. Die Anzahl der Goldlizenzen hat sich im Vergleich zu 1997 verdreifacht. In gleichen Zeitraum hat sich die Goldgewinnung verdoppelt und erreichte circa 15 t pro Jahr. Im Laufe der Realisierung des neuen Gesetzes über Bodenschätze ist in allen Bergbaugebieten ein deutlicher Rückstand bei der Rekultivierung der durch offenen Abbauarbeiten gestörten Böden zu verzeichnen.

Es ist empfehlenswert, das geltende Gesetz „Über die Bodenschätze“ zu ergänzen. Hierzu zählt, daß der Katasterdienst verpflichtet werden soll, bei der Ausstellung von Dokumenten für die Aus- oder Übergabe von Abbaulizenzen für technogene Vorkommen einschließlich der Bereiche Restgoldvorräte von den Besitzern der Lizenzen die Vorlage der Bescheinigung über die Bezahlung eines Betrages für die Rekultivierung zu fordern. Dieser Geldbetrag beträgt dabei 50 % vom Budgetwert der Rekultivierung der Böden, die bei den Bergarbeiten zerstört werden. Diese Summe sollte im Rahmen des Plans des Schutzes der Natur und Umwelt für den entsprechenden Bergbaubetrieb als Gewährleistung für die Wiederherstellung der Natur und Umwelt entsprechend den nationalen Standards der Mongolei (aus dem Jahre 2000) gesetzlich festgeschrieben werden.

Es gelten 6 Standards für die Bodenrekultivierung, einschließlich der nachfolgenden Standards:

- MNS4920-2000 über die Bildung und Einebnung von Abraumhalden
- MNS4917-2000 zur Rekultivierung von im Zusammenhang mit Goldbergbau beanspruchten Flächen
- MNS-4918-2000 über die separate Entfernung der fruchtbaren Bodenschicht bei der Durchführung der Erdarbeiten
- MNS-4918-2000 über die technischen Bedingungen bei der biologischen Rekultivierung gestörter Böden

Doch die erwähnten Standards werden aus den nachstehenden Gründen nicht in vollem Maße umgesetzt:

- Unzweckmäßigkeit der Verfüllung insbesondere von Schwimmbaggerfeldern beim Abbau von technogenen Seifen in allen Goldabbauregionen des Landes
- Niedriges Niveau des ökologischen Audits in Verbindung mit unzureichenden oder fehlenden technologischen Normen und Normativen der Projektierung von Bergbauarbeiten

Im Gesetz „Über die Bodenschätze“ fehlt ein Artikel, der die Bergbauunternehmen verpflichtet, die technischen und technologischen Projekte des Abbaus für jedes konkrete Goldseifenvorkommen auszuarbeiten. In einigen Bergbaugebieten, insbesondere in den Tälern der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit existiert ein natürliches Waldwachstum (die Zonen B und C) und es wurden bereits Erfahrungen bei der Aufforstung von Bergbaufolgefleichen gesammelt. In den Bergbauschutzgebieten besteht die Lösung der ökologischen Probleme in der Sicherstellung der beständigen Entwicklung der Forstwirtschaft. Dazu gehört:

- Die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der ökologischen Funktionen der Wälder durch das Aushalten von Wäldern in der Kategorie „Wälder mit Naturschutzbestimmung“ und der Sicherstellung des Regimes ihrer Unversehrtheit.
- Die Sicherstellung der qualitativen Reproduktion der Waldressourcen als obligatorisches Element der Waldnutzung sowie die Erhaltung des Bodens und der Wasserressourcen.
- Der Ausbau des Systems von Waldschutzstreifen in dünn bewaldeten Gebieten.
- Die Bildung eines breiten öffentlichen Bewußtseins und Verständnisses der wichtigen Rolle der Wälder und der Notwendigkeit des vorsorglichen Umgangs mit dem Wald.

Ungenügend bleibt der ökonomische Effekt bei der Nutzung der Bereiche des Waldbestands durch Pachtverträge.

Eine Hauptbestimmung des Waldes ist die Erfüllung von Naturschutz-, Gesundheitsschutz- und sanitär-hygienischen Funktionen einschließlich der Wälder mit beschränkter Nutzungsbedeutung, sowie der teilweisen Reservatwälder. Dabei verhindert der Wald deutlich die Veränderung des Klimas auf dem Planeten infolge Absorption von Treibhausgasen, reguliert und filtert die Wasserabflüsse, verhindert die Erosion der Böden, sichert die biologische Vielfalt, bereichert die Atmosphäre mit Sauerstoff und bindet den Kohlenstoff.

In den Bergbaugebieten muß das Prinzip «der Waldbenutzer zahlt für die Waldwiederherstellung der abgeholzten Flächen» die Grundlage der Waldpolitik werden. Zwecks der Vorbeugung der Prozesse der Wüstenbildung und der Erosion der Böden muß man das Arbeitsvolumen der Schaffung und der Anpflanzung der Schutzwaldanpflanzungen vergrößern.

3.2.2 Lizenzvergabe

Das gesetzgebende Hauptprinzip des Gesetzes „Über die Bodenschätze“ in der Mongolei ist die Lizenzerteilung an den ersten Antragsteller auf die Erkundung oder den Abbau des konkreten Vorkommens (bzw. eines Höffigkeitsbereiches). Dieses Prinzip wird als führend und demokratisch in der Welt der Gesetzgebung anerkannt. Dessen Befolgung dient dem Ausschluß der Möglichkeiten der Korruption im mineralischen Rohstoffsektor des Landes bei Transparenz und Informationszugang bei den Katasterdienstleistungen für die Inhaber von Abbau- und Erkundungslizenzen.

Per 01.01.2005 wurden 5.196 geltende Lizenzen für eine Fläche von 61,5 Mio. ha ausgestellt, einschließlich 4.341 Lizenzen für die Erkundung und 855 Lizenzen für den Abbau der Vorkommen der Bodenschätze. Nach der Angabe des Departements für Bodenschätze der Mongolei sind nur im Jahr 2004 199 Lizenzen für die Annullierung zurückgegeben, die Gültigkeitsfristen von 366 Lizenzen verlängert worden, und außerdem wurden 73 Lizenzen verpfändet und es wurden 867 Lizenzen entsprechend der geltenden Gesetzgebung durch die erwähnte Regierungsagentur auf Grund des Antrags der entsprechender Besitzer der Lizenzen auf die Erkundung und den Abbau der Vorkommen der Bodenschätze auf dem Territorium der Mongolei übergeben. Von den Besitzern der 855 Abbaulizenzen sind 39 ausländische Unternehmen mit 100 %iger Kapitalanlage (97 Lizenzen), 59 gemeinsame Unternehmen (112 Lizenzen) und 433 nationale wirtschaftliche Einheiten. Im Jahre 2004 wurden 18,5 t Gold gefördert. Hieran waren 152 Vorkommen (Lizenzen) beteiligt: 138 Goldseifen, 11 Golderz-Vorkommen und 3 technogene Goldvorkommen. Im Laufe der Realisierung des oben genannten gesetzgebenden Prinzips sind die folgenden negativen Folgen festgestellt worden:

- Die Dauer der Lizenzerteilung auf 60 Jahre mit dem Vorzugsrecht auf die Fortsetzung der Lizenz auf 40 Jahre. Es ist eine überhöhte Frist für die überwiegende Mehrheit der mittleren und kleinen Seifengoldvorkommen in der Mongolei, da die mittlere statistische Dauer ihres Abbaus weniger als 11-12 Jahre beträgt. Dabei übersteigt die juristische Frist der Lizenzerteilung 5-6 mal die mittleren statistischen Fristen, was die Rückgabe der abgebauten Gebiete an die lokalen Organen nicht fördert und dadurch die Frist der Rekultivierung der

durch die Bergbauarbeiten beanspruchten Böden verschiebt. Daher ist es empfehlenswert, die allgemeinen Fristen der Lizenzerteilung, die im Gesetz festgelegt sind, bei der Erhaltung des Rechts auf die Verlängerung dieser Frist im Falle der Notwendigkeit um das Doppelte zu verringern.

- Nach den geltenden Gesetzen ist bei der Laufzeitverlängerung der Lizenz jeder Besitzer berechtigt, die Lizenz (praktisch) aus der Kontrolle des Staates zu halten, die Lizenzbesitzer sind damit keiner staatlichen Regulierung unterworfen. Dank diese Art der stetigen und unkontrollierten Lizenzübergabe kann niemand für Raubbau (Erschöpfung der Vorräte an Bodenschätzen, zur Verschmutzung der oberflächlichen und unterirdischen Böden und die Zerstörung der natürlichen Landschaften in den Bergbaugebieten) zur Verantwortung gezogen werden. Es berücksichtigt auch nicht genügend die gesetzlichen Interessen der Bevölkerung an deren Territorium, das sich in den entsprechenden lizenzierten Bergbaugebieten befindet.
- Für die Aus- und Übergabe sowie Laufzeitverlängerung von Lizenzen sollte von jeden Benutzer der Bodenschätze verlangt werden, daß er ein konkretes Abbauprojekt des lizenzierten Vorkommens, die Ausarbeitung des technologischen Projektes, geplante Rekultivierungsmaßnahmen der beanspruchten Flächen als Bestand des Ausführbarkeitsberichtes und des Planes des Naturschutzes und der Umwelt für jeden konkreten Bergabbau vorweisen kann. Im Gesetz fehlen jedoch die entsprechenden Artikel, zur einfordern derartiger Projekte, was quasi einer Einladung zur Verletzung des ökologischen Gleichgewichts in allen Bergbaugebieten der Goldabbauregionen der Mongolei durch die Betreiber gleichkommt.

3.2.3 Rechtliche Kriterien für zumutbare Umweltbelastungen

Einer der Hauptgründe der Erschöpfung, der Verschmutzungen und der Zerstörungen der Natur und Umwelt ist die ungenügende Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung der Natur sowie die Ausnutzung und Berücksichtigung solcher Gesetzmäßigkeiten. Als Resultat der anthropogenen Einwirkung verändern sich die natürlichen Landschaften, steigt die Beeinflussung der Natur durch die Gesellschaft.

Von über 70 aufgelisteten Problemstellungen auf dem Gebiet des Schutzes von Natur und Umwelt in der Welt gehören nach Einschätzung der Weltbank die folgenden Fragen zu den kritischsten:

- der weltweite Temperaturanstieg,
- das Verschwinden der Wälder,
- die Zerstörung der Böden und die Wüstenbildung,
- die Verletzung des Gleichgewichts der Natur,
- die Verringerung der biologischen Artenvielfalt.

Die entwickelten Länder, einschließlich USA, geben 2,2-2,4 % des Bruttosozialprodukts für Umweltschutz aus, darunter die BRD 1,8 % und Finnland 0,7 %. Diese Mittel werden nicht nur für die Liquidation negativer Umwelteinflüsse, sondern auch für die Aufrechterhaltung der Sauberkeit der Umwelt ausgegeben. Der ökonomische Mechanismus des Umweltschutzes

funktioniert so, daß es für Unternehmern um vieles vorteilhafter ist, in den Naturschutz zu investieren, als durch die Steuern und Strafen wirtschaftlich geschwächt zu werden. Außerdem haben die Geschäftsleute entdeckt, daß mit ökologisch sauberen Produkte einen höheren Preis erzielt werden kann, was deren Herstellung sogar vorteilhafter macht.

Seine Pflicht zur Erhaltung der Umwelt realisiert der Staat mittels rechtlicher Mechanismen. In einigen Ländern wurden entsprechende Gesetze verabschiedet, wie z.B. in Rußland das «Gesetz über die staatliche Strategie der Russischer Föderation zum Schutz der Umwelt und der nachhaltigen Entwicklung» (1994). Damit wurde ein Maßnahmenplan zum Schutz der Umwelt genehmigt, der die Ausarbeitung der Entwürfe von 97 Gesetzen, einschließlich 49 Gesetzesprojekte zum Schutz von Natur und Umwelt vorsieht.

Beispiele der unökologischen Naturnutzung gibt es leider nicht wenig. Dazu gehören die Rodung der Wälder, das unkontrollierte Verbringen von Abfällen in Flüsse und Seen, die Anwendung der Schnitt- und Feuerrodung für landwirtschaftliche Zwecke, Überweidung, Wärmeemissionen in die Atmosphäre und Hydrosphäre, die Vernichtung einzelner Tier- und Pflanzenarten und vieles mehr. Für die Verbreitung und Propagierung einer ökologisch verträglichen Naturnutzung muß die Menschheit kollektive Maßnahmen durchführen:

- Bildung von Kulturlandschaften, Naturschutzgebiete und Nationalparks,
- Anwendung von Technologien zur komplexen Nutzung des Rohstoffe,
- Recycling und Aufbereitung von Abfällen,
- Errichtung von Reinigungsanlagen,
- Nutzung geschlossener Wasserkreisläufe in Industriebetrieben,
- Förderung neuer, ökonomisch sauberer Arten der Energiegewinnung.

Von der Bergbau-Ingenieurgesellschaft wurden drei Wege zur Lösung der Umweltprobleme eingeschlagen:

- die Verringerung des Ausstoßes an Abprodukten in die Umwelt durch den Bau verschiedenster Reinigungsanlagen, die Anwendung neuer Arten von Brennstoffen, der vollständigen Verarbeitung von Abfällen u.a.m.,
- die Einführung neuer Technologie auf der Basis der abfallvermeidenden oder abfallfreien Produktion,
- die rationale Ansiedlung «der umweltverschmutzenden Produktion» unter Berücksichtigung des ökologischen Faktors und auf der Basis einer geographischen Expertise.

3.2.4 Schadenersatz für die Zerstörung der Umwelt bei der Schließung von Bergbauunternehmen

Die Lizenzen müssen die Anforderungen und Fristen der Vorbereitung der Abschluß- oder Sicherungspläne einschließlich der Rekultivierung der Böden für bergbauliche Anlagen enthalten (siehe Gesetz der Mongolei „Über die Bodenschätze“, Artikel 18). Diese Pläne regulieren die Bedingungen des Schutzes der Bodenschätze, der atmosphärischen Luft, des Bodens, der Wälder und der Gewässer. Sie beinhalten die Wiederherstellung gestörter Bereiche im Hinblick auf die Folgenutzung. Solche Forderungen (aber in mehr allgemeiner Form) sind

im Gesetz der Mongolei „über die Bodenschätze“ (Artikel 5) enthalten. Nur für die Fälle, wenn die Nutzung der Bodenschätze aufgrund einer unmittelbaren Bedrohung des Lebens oder der Gesundheit der Menschen (nicht durch Verschulden des Unternehmens) oder durch eine außerordentliche Situation (force majeure) eingestellt werden muß, übernimmt der Staat anstelle des Betreibers die Kosten für den Abschluß. Andererseits besteht in den Goldabbauregionen des Landes eine hohe Wahrscheinlichkeit des Bankrotts der Unternehmen, in dessen Ergebnis alle Probleme der Kompensation der Schäden des massenhaften Arbeitsplatzverlustes, des Schutzes von Natur und Umwelt, einschließlich der Rekultivierung der gestörten Böden, in staatliche Verantwortung übergehen. Die spontane Entwicklung der Gewinnung wird unter den Bedingungen des schwach entwickelten Goldarbeitsmarktes in den Regionen durch den natürlichen Prozeß der Massenschließung der Fundgruben als Ergebnis des Abbaus und Erschöpfung der erkundeten Vorräte und des Besitzerwechsels (mit Lizenzübergabe) begleitet. Damit verbunden ist eine Reihe von umweltrechtlichen Problemen, die in der bisherigen Gesetzgebung nicht berücksichtigt sind. Dazu gehören zwei Probleme:

- Regelung der Verantwortung für ökologische Schäden zwischen Staat und dem privaten Sektor (einschließlich der gemeinsamen oder ausländischen Unternehmen).
- Bei der Finanzierung der Liquidation der Folgen der Zerstörung der Böden kam es zu erheblichen Rückständen in der Erfüllung der Rekultivierungspläne. Außerdem verschwinden kleinere Flüsse (z.B. Ongi-Gol mit einer Länge von 430 km) bzw. trocknen Seen aus, wie z.B. der auf dem Territorium Uvurkhangai und Dund-Gobi Aimaks gelegene Ulaan-Nuur mit einer Uferlänge von 40 km.

Nach der existierenden Gesetzgebung trägt der Staat keine Rechts- und Finanzverpflichtungen, die mit der Verpflichtung der Rekultivierung verbunden sind. Der Lizenzinhaber ist verpflichtet, den verursachten ökologischen Schaden unabhängig von den Eigentumsformen zurückzuerstatten. Die Einschätzungen der Größe des Schadens werden durch das ökologische Audit festgestellt. Dabei wird eine Kommission aus den Vertretern des Staats, der Gewerkschaften, der Organe der Somone gebildet, auf deren Territorium sich die konkrete Abbaufäche befindet. Als Finanzierungsquelle für die Behebung der ökologischen Schäden kann die Bildung eines speziellen Liquidationsfonds im Rahmen des Managementplanes zur Schließung bergbaulicher Anlagen vorgesehen werden.

Zur Zeit wurde das Problem der Verantwortung für ökologische Altschäden noch komplizierter in Zusammenhang mit dem Besitzerwechsel. Bei der rechtlichen Regelung des Besitzerwechsels der Lizenz ist keine Klarheit hinsichtlich der Verantwortung der neuen und/oder alten Besitzer in Bezug auf ihre Umweltschutzverpflichtungen geschaffen worden. Dadurch wurden Voraussetzungen für die Entstehung ökologischer Schäden geschaffen.

Die Liquidation der Bergbaufolgeschäden wird nach der Unterzeichnung der entsprechenden Akte von den Organen, die die Lizenz ausgestellt haben, und den Organen der staatlichen Überwachung als beendet betrachtet.

Der Autor hat die Erfahrungen der Förderung des ökonomischen Managements bei der Schließung von Bergbauunternehmen verallgemeinert und zusammenfassend ein Modell eines solchen Schließungsplans ausgearbeitet. In Abb. 6, Kapitel 6, sind einige Elemente davon abgebildet.

3.3 Feststellung des negativen Einflusses der Bergbauarbeiten auf Natur und Umwelt

3.3.1 Allgemeine Charakteristik des Einflusses der Bergbauarbeiten auf die umgebende Natur und Umwelt

Die technogene Belastung auf die geologische Umgebung

Die Intensität der technogenen Belastung wird durch die Kennziffer „Modul der technogenen Belastung“ (M_T) und den Koeffizienten der Veränderung der geologischen Umgebung (K_0) ausgedrückt:

$$M_T = Y_T / F_{r0} \quad [m^3 / (\text{Jahr} \cdot km^2)] \quad \text{Gl. 3.1}$$

Y_T – Größe (Volumen) der geologischen Objekte, z.B. Gesteine, Erze und Wässer im technogenen Umlauf pro Zeiteinheit

F_{r0} – Fläche des Bergbauschutzgebietes, ha (oder km^2)

$$K_0 = F_{EB} / F_{r0} \cdot 100\% \quad [\%] \quad \text{Gl. 3.2}$$

F_{EB} – die vom Bergbau beeinträchtigte Fläche, ha (oder km^2)

Die Berechnung der technogenen Belastung für das Bergbauggebiet Tolgoit ist in der Tabelle 3.1 angegeben.

	Typen der geologischen Umgebung ^{*)}				Insgesamt
	A	B	C	D	
Fläche der geologischen Umgebung	23,5	1,09	5,9-18,6	7,54	237,1
Straußenbauten:					
Länge (L), km	21,5-64	7	24	10	165,5
Fläche (F), km^2	0,19-0,57	0,063	0,216 ^{**)}	0,02	1,471
Ansiedlungen (F), km^2	0,43	–	–	–	0,43
Forstwirtschaft (F_b), km^2	82	0,79	0,9-1,2	0,32	93,3
Fläche der Böden, die durch den Bergbau zerstört wurden ^{***)} (F_y), km^2	–	–	20,4	4,6	25,0
Gesamtfläche der beanspruchten Flächen (F_H), km^2	83	0,85	20,6	4,64	117,52
Technogener Umlauf der Gesteine (V_x) $\cdot 10^3$, m^3	–	–	878,5	114,4	110095,6
Goldgewinnung (p), kg	–	–	338,0	889,0	1227,0
Technogener Wasserumlauf (V_{yc}) $\cdot 10^3$, m^3	–	–	35458,0	88960,0	124418,0
Koeffizient der Veränderung (K_0), %	6,3	0,63	87-95	64-100	49,5
Modul der technogenen Belastungen (m), $m^3 / (\text{Jahr} \cdot km^2)$	1,93	–	389,6	43687,8	98909,2

Tabelle 3.1 Berechnung der Intensität der technogenen Belastungen im Bergbauggebiet Tolgoit [6]

*) A - Alluvialablagerungen, B - Proluvialablagerung, C - goldhaltige Sande, D - Deluvialablagerung

***) ca. 50 % der Flächen entfallen auf bergbaugestörte Flächen

***) 100 % der Flächen sind durch Bergbau gestört.

Anmerkungen:

1) Die entsprechenden Flächen der Objekte wurden aus dem Generalplan des Unternehmens bestimmt. Die Flächen der Böden, die von den Bergbauarbeiten verletzt sind, wurden aus der Karte der technogenen Veränderung der geologischen Umgebung des Bassins der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit (M1:50.000) bestimmt.

2) Das Volumen des Wassers im technogenen Umlauf wurde, ausgehend vom tatsächlichen Volumen der Goldgewinnung, für die entsprechenden Perioden der Tätigkeit der Fundgrube bestimmt.

Die Berechnungen zeigen, daß im betrachteten Abbaugbiet die Intensität der technogenen Belastung erheblich ist. So ist nach dem Koeffizient der Veränderung der geologischen Umgebung ($K_0 = 49,9 \%$) fast die Hälfte des Territoriums dem Zerstörungsprozeß unterworfen. Das Modul der technogenen Belastung beträgt, insgesamt des fruchtbaren Bodens plus Wassers, jährlich 98.900 m^3 für einen technogenen Umlauf auf 1 km^2 . Damit verbunden ist die Verletzung des natürlichen Gleichgewichts der geochemischen, hydrogeochemischen und biochemischen Komponenten der geologischen Umgebung. Die technogene Belastung und ihre Intensität verschiedener Abbaugebiete sind in der Tabelle 3.2 angegeben.

Nr.	Arten technogener Systeme	Fläche, km^2	Belastung, P	Dichte
Produktion				
1.	Grube	25,0	0,1-2,3	0,10
2.	Schwimmbagger	16,1	2,7	0,06
3.	Wasserstrahl- und Schleusenanlage	0,16	0,001-1,0	0,0006
4.	Goldwäsche in der Rinne	4,6	0,0-0,4	0,02
5.	Holzgewinnung	93,3	0,02	0,4
Infrastruktur				
1.	Wohnraum:			
	groß	0,02	0,003	
	mittel	0,04	0,002	0,000
	klein	0,6	0,0	
2.	Hochspannungsleitungen	95	0,0001	0,4
3.	Wasserleitung und Kanalisation	3,7	0,002	0,01
4.	Aufgebesserte Straßen	165,5	0,001-1,0	0,69
5.	Unbefestigte Landstraßen	120,0	0,001-1,0	0,50

Tabelle 3.2 Berechnungsergebnisse der Hauptparameter der technogenen Systeme für die Abbaugebiete der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit *) [6]

*) Die Flüsse Bugant und Tolgoit sind die Zuflüsse des Flusses Eroo ($L=324 \text{ km}$), die zum Einzugsgebiet des Nördlichen Eismees gehören.

Als Beispiel für die untersuchten Objekte soll hier die Lagerstätte Gozon-Shar am Fluß XXX angegeben werden. Die Karten der Ökosysteme der Lagerstätte Gozon-Shar vor und nach dem Abbau sind in Abb. 3.2 dargestellt. In dieser Lagerstätte ist eine intensivste technogene Belastung zu verzeichnen.

Vor Abbaubeginn

Gesamtfläche des Bergbaugesbietes 107,3 ha.

	Abbaubereich								
	A	B	C	1	2	3	4	5	
Fläche, ha	9,4	11,2	9,0	5,3	19,1	19,1	14,1	20,1	

Abschätzung der Bewertung des Waldbestandes der Region

Hauptkennziffer zur Abschätzung des Waldbestandes:

- Mittleres Alter und Höhe des Waldes
- Anzahl der Bäume und deren Durchmesser
- Waldressource und deren Vermarktbarkeit

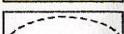
Parameter des Tagebaus d. Beckens des Flußes Bugant (0,25 ha):

Waldtypen	Nutzholz				Holz	Insgesamt pro ha
	Insges., m ³	Durchm, cm				
		> 25	24-13	3-12,5		
Kiefer	30	15	8	7	15	45
Lärche	26	7	12	7	12	38
Birke	23	-	6	17	11	34
Zeder	16	7	5	4	8	24

Preise in MNT/m³:

Kiefer	126,5	105,4	86,0	58,0	10
Lärche	101,0	84,0	70,0	42,0	8
Birke	61,0	50,0	42,0	25,0	5
Zeder	167,0	140,0	114,0	70,0	14

Waldtypen

	Kiefer-Birkenwald
	Birkenwald
	Herbstbirke
	Zeder
	Lärche
	Kontur des Tagebaus und der Absetzanlagen (Spülteiche)

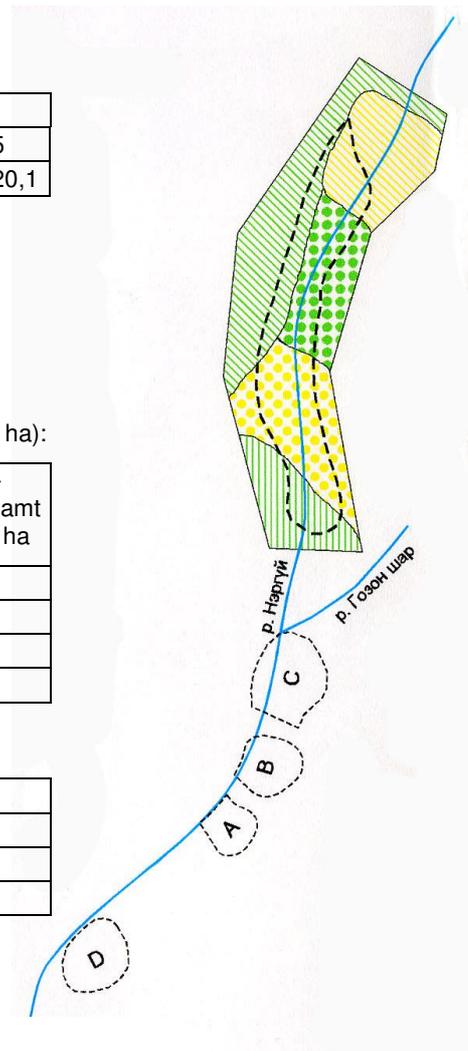


Abb. 3.2 Lokale Karte des Ökosystems des Bergbaugesbietes des Vorkommens Gozon-Shar (vor dem Abbau) [56]

Typische Elemente und Arten der Bodenzerstörung in den Abbaugesbietes: Hier wurde die Wäsche des goldhaltigen Erzes mit einem Hydromonitor der Produktivität 1.200 m³/h ausgeführt, der Abbau des Deckgebirges (Mächtigkeit 30-35 m) erfolgte mit einem Schreitbagger des Typs ESH 10/70 (Schaufelgröße 10 m³). Dabei wurde eine Kaskade von 4 Wasserreservoirs auf einer Gesamtfläche von 2,7 km² geschaffen. Der jährliche technogene Umlauf des Wassers auf dem vorliegenden Objekt, sowie das Modul der technogenen Belastung liegen um einige Zehnerpotenzen höher als bei Typen der geologischen Umgebung in anderen Abbaugesbietes.

Technogene Zerstörung der Landschaft

Die charakteristischen Schemen der Zerstörung des Reliefs, der Elemente und Arten der Zerstörung bei der Seifengoldgewinnung sind in Anlage B.3 dargestellt. Die Arten des Reliefs sind durch die Förderung im Tagebauverfahren, die Schwimmbaggerung und die Erzwäsche bedingt. Die Maßnahmen zur Schadenbeseitigung sollten den Umfang und die Verteilung der Restvorräte berücksichtigen.

Im Laufe der Goldgewinnung (seit 1900) wurden Feinkornhalden bis zu 3 m Höhe, 2-4 m Breite und 3-10 km Länge gebildet. Die Parameter der landschaftlichen Veränderungen im Gebiet der Flüsse Eroo, Tolgoit und Bugant sind in der Anlage B.4 angegeben.

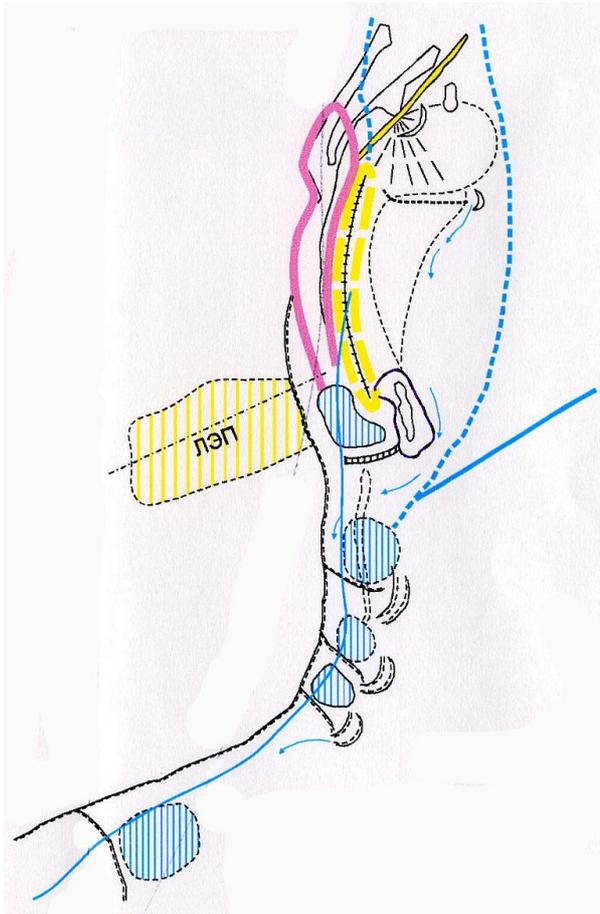
Im Laufe der landschaftlichen Veränderung im Bassin der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit durch Bergbauarbeiten ist das ursprüngliche Relief auf einer Fläche von über 400 ha durch den Aufbau der Deckgebirgshalden der folgenden Formen und Größen verletzt und zerstört worden:

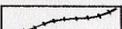
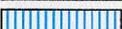
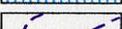
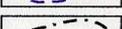
- Durch Schwimmbaggerabbau Kammhalden mit Höhen bis zu 28-30 m.
- Durch selektiven Abbau Bagger- und Bulldozerhalden mit einer Höhe bis zu 3-6 m, einer Breite bis zu 4-6 m und einer Länge von 2-15 km. Die Halden wechseln in der Regel mit Hohlformen, Wasserflächen sowie Grob- und Feinkornhalden (Spülhalden) ab.
- Es wurden etwa 20.000 m³ Holz auf einer Gesamtfläche von 240 ha im betrachteten Gebiet zerstört.

Die technogene Belastung im Bassin der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit

In der 28-jährigen Periode des Abbaus von 19 Seifen im betrachteten Gebiet wurden über 55,0 Mio. m³ Erz gewaschen und 12, t Gold gewonnen. Das Gesamtvolumen der abgebauten Gesteine in den Konturen der Bilanzvorräte des Schwimmbaggerfelds Tolgoit beträgt 26,7 Mio. m³ bei einer mittleren Mächtigkeit des Deckgebirges von 6,4 m und des Erzkörpers von 18-19 m.

Während der gesamten Abbauzeit wurden in den Randbereichen des Tagebaus kegelförmige Halden mit dem summarischen Umfang von über 8,5 Mio. m³ angehäuft. Die Gesamtausdehnung der 13 Randhalden beträgt etwa 8.200 m bei einer Höhe von 8-20 m und einer Breite von 10 bis zu 20-35 m. Die Anordnung der Schwimmbaggerfelder mit der Angabe der Berge- und Grobkornhalden, sowie die Veränderung und Umleitung von Flüssen im Bereich der Abbaue sind auf der Karte der technogenen Veränderung der geologischen Umgebung des Einzugsgebietes der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit (M1:50.000) in Abb. 3.3 dargestellt.



-  Nebenflüßchen des Abwasserkanals des Flusses Gozon-Shar
-  Abbau des Vorkommens
-  Halden, Torfhalden und Dämme
-  Teiche Absetzbecken
-  Spülhalden
-  von Waldbränden erfaßte Flächen

Die Bergtaigazone des Bassins (+1.200m ü.d.M.)

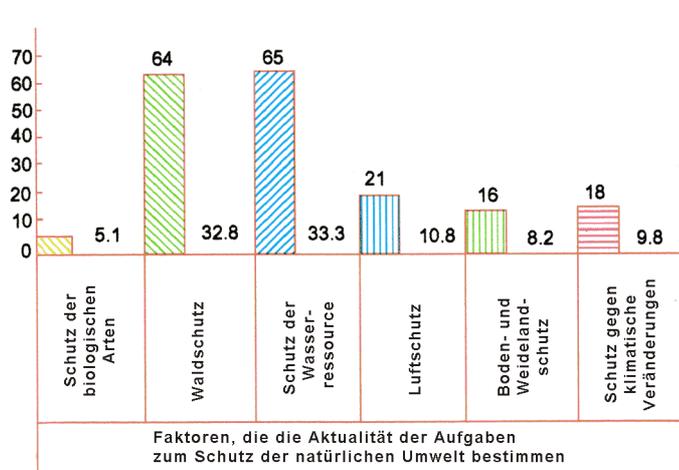


Abb. 3.3 Lokale Karte des Ökosystems des Bergbauggebietes des Vorkommens Gozon-Shar (nach dem Abbau) [56]

Die Gesamtfläche der abgebauten Bereiche der Seifenlagerstätte Tolgoit beträgt 470 ha, wobei außerdem 58 ha durch Halden belegt sind und über 20 ha der Fläche durch angelegte Kanäle und Dämme zur Wasserführung eingenommen werden. Die Charakteristik die Einwirkung der Goldgewinnung in Abhängigkeit des Systems der Abbaulager ist in Anlage B.5 dargestellt.

Mit Stand von 2000 wurden nach der Schließung der Fundgrube Tolgoit die Schwimmbaggerfelder der Seifenlagerstätte Tolgoit praktisch nicht rekultiviert. Ein objektiver Grund dafür ist das Vorhandensein von Restvorräten in den Grobkornhalden des Schwimmbaggers und der Waschherde, die sich bei der Seifengewinnung aufgrund unvollkommener traditioneller Wasserstrahl- und Waschtechnologie angesammelt haben. Das Ausbringen mit solchen Geräten betrug bis zu 40 %.

Im betrachteten Gebiet der Zone B, dem Einzugsgebiet der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit, wurde das primäre Relief durch Tagebaue und Halden zerstört. Es sind über 20.000 m³ Wälder auf einer Gesamtfläche von 240 ha vernichtet worden. In der Karte der technogenen Belastungen der Bassins dieser Flüsse (Abb. 3.3) ist die Intensität der technogenen Belastung in den Bergbaugebieten – klassifiziert nach den Typen des geologischen Untergrundes – für die Bergwaldsubzone (Zone B) dargestellt.

Im Bereich der Zone C wurden die Böden im Tal des Flusses Tuul auf einer Gesamtfläche von über 700 ha in Anspruch genommen. Das primäre Relief ist durch die Verlegung des Flußlaufes des Tuul und dessen Zuflüsse, durch Tagebaue und kegelförmigen Halden, sowie kleinhügelige Halden, Teiche und teilweise durch Versumpfungsflächen gestört. Die Parameter der technogenen Störungen im Abbaugbiet des Tuul ähneln denen in anderen Goldabbaugebieten. Am Beispiel des Schwimmbaggerfeldes Tuul, das über 47 % der Gesamtmenge der abgebauten Vorräte des Goldes der Region beinhaltet, wurde die Einwirkung der Abbauarbeiten, wozu auch Flußumleitungen von 5,3 km Länge auf einer Fläche 550.000 m² zählen, untersucht. Die entsprechenden Parameter, die den Grad der Zerstörung über den gesamten Zeitraum des Abbaus beschreiben, sind in Anlage B.7 zusammengestellt. Der Situationsplan, die Reihenfolge des Abbaus und der Ausschnitt des Schemas der Bearbeitung des Schwimmbaggerfeldes Tuul sind in Abb. 4.2 dargestellt. Die Hauptrichtungen und der Grad der Einwirkung der Bergbauarbeiten auf die Umwelt durch verschiedenen Abbautechnologien von Goldseifen sind in Abb. 4.1 dargestellt.

Die Abschätzung der Einwirkungen der Bergbauarbeiten auf die Umwelt werden für die nachfolgenden zu schützenden Güter durchgeführt: Boden, Landschaft, atmosphärische Luft, Landressourcen, Oberflächengewässer; Pflanzen- und Tierwelt. Es werden existierende Daten über die Arbeit der Unternehmen, die dieses Vorkommen ausgebeutet haben und die geltenden Normativedokumente verallgemeinert und analysiert.

3.3.2 Auswirkungen des Seifenabbaus auf die Umwelt

Für die hier durchgeführten Untersuchungen wurden zwei typische Vorkommen als Objekte zur Einschätzung der Auswirkung des Seifenaubbaus auf die Umwelt ausgewählt. Das erste Vorkommen A besteht aus zwei Bereichen, einer Talseife und einem mittels Schwimmbagger abgebauten Bereich. Das zweite Vorkommen G besteht aus dem Terrassenlager und wird auf hydromechanische Weise ausgebeutet.

Die Einschätzung der Einwirkung auf die Wasserressourcen

Der Einfluß auf den Zustand von Grund- und Oberflächenwasser beruht auf dem Folgenden:

- Die Bergbauarbeiten werden in der Aue und Tälern sowie Quellgebieten ausgeführt, die sehr reich an Biozöosen sind.
- Die Abbautechnologie sieht eine Umleitung von Flußläufen und deren Anstauen sowohl durch die Errichtung von Dämmen als auch durch Halden vor, was zum Verlust des natürlichen hydrogeologischen Regimes führt.
- Beim selektiven Abbau stört die Notwendigkeit der Trockenlegung der Abbauorte das hydrochemische Gleichgewicht und den Wasserhaushalt der umliegenden Gebiete.
- Beim Abbau mittels Eimerkettenschwimmbagger ändert sich das Landschaftsbild und es kommt die Verschmutzung des Wassers durch die Auflösung des natürlichen Gesteinsverbands. Hinzu kommt der große Wasserverbrauch (bis zu 18 m³ auf 1 m³ Erz).

Die maximal zulässige Konzentration von Schwebstoffen und Mineralölkohlenwasserstoffen im Abwasser betragen 8,15 bzw. 0,04 mg/l, was unter Berücksichtigung der normalen Arbeitsweise eines Eimerkettenschwimmbaggers und des Wasserverbrauchs einer Fracht von 12,021 t Schwebstoffen und 0,059 t Mineralölkohlenwasserstoffen pro Jahr entspricht. Nach den Daten der stichprobenartigen Kontrolle darf die Konzentration der Schwebstoffe im Umlaufwasser bis zu 15-20 mg/l oder 25-26 t pro Jahr nicht überschreiten. Im Falle der vollen zirkulierenden Wasserversorgung geschieht die Verschmutzung nur infolge der Filtrierung. Bei dem summarischen Filtrationsverbrauch vom 2,4·10³ m³/Tag (480.000 m³/Jahr) beträgt die Menge der verschmutzenden Stoffe, die in die Oberflächengewässer eingeleitet werden, 20,256 t pro Jahr. Nach [xxx] wird eingeschätzt, daß die maximal zulässige Schwebstofffracht unter Berücksichtigung der festgestellten Hintergrundgehalte 10,896 t pro Jahr beträgt. Somit übersteigt die Schwebstofffracht sogar im Falle von in den Waschanlagen genutzten Wasserkreisläufen die Norm um das Doppelte.

Die Einschätzung der Einwirkung auf die atmosphärische Luft

Die Verschmutzung der atmosphärischen Luft geschieht als Ergebnis der Durchführung der folgenden Arbeiten:

- Beräumung des Abbaufeldes von Kleingehölz, Rodung, Abtragung der Humusschicht
- Abbau des Deckgebirges
- Bau von hydrotechnischen Anlagen
- Ingenieurarbeiten
- Staubbildung auf den Halden

Berechnungen zeigen, daß die entsprechenden Normen für Staub und Stickstoffoxiden in der Luft überschritten werden. Außerdem sind Überschreitungen der Normen für Formaldehyd und Kohlenwasserstoffoxiden aufgrund von Benzinabgasen (Betrieb von Kraftfahrzeugen) zu verzeichnen. Die beim Abbau des Vorkommens A entstehenden Schadstoffemissionen in die Atmosphäre sind in Anlage B.8 angegeben.

Einschätzung der Einwirkung auf die Böden

Im Bereich der Zone B stellen Tagebaue mit einer Fläche von 390 ha, Schwimmbaggerhalden mit einer Fläche von 480 ha und Randhaldenabbau (über 240 ha) die wichtigsten Arten der Zerstörung der natürlichen Böden dar. Im Ergebnis des Seifenabbaus übersteigt die Fläche der verletzten Böden die Fläche des Tagebaus entsprechend um das 2-fache (hydromechanischer Abbaus) bzw. 3-fache (Abbau mittels Eimerkettenschwimmbagger).

In den Abbauflächen erfolgt üblicherweise eine forstwirtschaftlich orientierte Rekultivierung der beanspruchten Böden mit natürlichem Waldbewuchs. Die Fläche, die bei der technologischen Etappe der Rekultivierung wiederhergestellt wurde, belegt weniger als 4 % der Fläche der beanspruchten Flächen. Das Stadium der technologischen Rekultivierung beinhaltet folgende Ziele:

- Gestaltung einer optimalen Landschaft,
- Wiederherstellung Bodenfruchtbarkeit,
- Erosionsschutz,
- Sicherstellung der sanitär-hygienischen und ästhetischen Umgebung sowie aller übrigen Anforderungen an die umgebende Natur und Umwelt.

In der internationalen Praxis ist die Methodik von Planung und Durchführung der Rekultivierungsarbeiten ähnlich und in vielen Ländern sind die internationalen Standards ISO-14001 und andere ökologischen Richtsätze zum Schutz der Natur anerkannt. In der Praxis führt jedoch die Unvollkommenheit der methodischen Basis der Einschätzung der Einwirkung auf die Umwelt zu inkorrekten Einschätzungen und zur Unterbewertung des realen Schadenausmaßes. Die Untersuchung der Auswirkung von Bergbauvorhaben auf die Natur und Umwelt hat gezeigt, daß es in Goldabbauregionen zu ökologischen Problemen und „schleichenden“ ökologischen Krisen kommen kann. Insbesondere betrifft das die Einwirkungen auf die Land- und Wasserressourcen sowie die Pflanzen- und Tierwelt.

Typisierung der Abbaue hinsichtlich der Rekultivierung unter Berücksichtigung des Potentials der Natur zur Selbstwiederherstellung und Selbstreinigung.

Die in der Typisierung übernommenen Parameter des Grades der ökologischen „Belastungen“ müssen die Beständigkeit des ökologischen Gleichgewichtes in Goldabbauregionen zeigen. Der Zweck der Rekultivierung der beanspruchten Fläche ist die Unterstützung der Selbstwiederherstellung natürlicher Ökosysteme in den entsprechenden naturklimatischen Zonen. Die Gebiete, in denen der Bergbau durchgeführt wird, sind nach der Höhe der Rekultivierungskosten in 4 natürliche Zonen eingeteilt (Tab. 3.3).

Zone ^{*)}	Fähigkeit der Natur zur Selbstwiederherstellung	Gebietabbauten (Wiederaufbauzyklus (T), in Jahren)	Rekultivierungsziel	Höhe der Kosten für die Rekultivierung
A	Gering oder nicht vorhanden	T>60	–	Nutzungslizenzen fehlen
B	fähig zur Selbstwiederherstellung nach technischer Rekultivierung	Wald, Taigagebiete, Territorium mit reichlichen Niederschlägen, T<60	land- und forstwirtschaftlich	Einsparung der Kosten für biologische Rekultivierung
C	wenig fähig, erfordert Unterstützung zur Selbstwiederherstellung der Natur	Waldsteppen, Steppen, T>60	bewässerte Agrikultur, Waldrekultivierung und Wasserreservoir	zusätzliche Kosten für Bodenbildung, Düngung und Bewässerung
D	Unfähig	Gebiete Gobi und Zonen mit dem Mangel an Feuchtigkeit	bewässerte Gemüseanbau (Versuchs-), lokale Wasserobjekte	Grundlagen-Forschung zur Begrünung nach speziellen Kostenplänen

Tabelle 3.3 Einteilung der Bergbauggebiete nach Rekultivierungskosten [7]

^{*)} A – Hochgebirgstaiga (über 1600 m), B – Gebirgstaiga, C – Steppen; D – Wüste Gobi

Diese Gruppierung dient als theoretische Grundlage der Nutzung der Naturressourcen zur Erhaltung des ökologischen Gleichgewichtes mittels Verwirklichung der Rekultivierung der genutzten Flächen.

Der Seifenabbau in der Region, die nach der agro-klimatischen Unterteilung zu den Berg-Frost-Taiga- und der Bergtundra-Provinzen der Waldsteppenzone (A) gehört, hat wesentliche Veränderungen der Landschaften zur Folge. Hier spielen cryogene Bodenbildungsprozesse eine Rolle, was durch das Vorhandensein von Rissen, Strudelhügeln, Erdfaltung, Erdsenkung usw. deutlich wird. Die starke Reliefgliederung trägt zur Entwicklung der Bodenerosion bei. Die Hauptarten der Inanspruchnahme von Gebieten der Zonen (B und C) der untersuchten Vorkommen sind Tagebaue mit einer Fläche unter 680 ha, Schwimmbaggerhalden mit einer Fläche von ca. 1000 ha, Randhalden des Abbaus (über 500 ha), sowie Landnutzung und Aufschüttung für den Bau hydrotechnischer und Ingenieuranlagen (ca. 250 ha).

Im Verlaufe des Seifenabbaus übersteigt die in Anspruch genommene Fläche die Fläche der Tagebaugruben das 2-fache beim hydro-mechanischen Abbaus bzw. 3-fache bei Abbau mit der Schwimmbaggermethode. Dieses Problem muß durch Veränderung der Methodik der Berechnung des ökonomischen Schadens und der Höhe der Strafen für die Naturzerstörung und die durch Ausarbeitung neuer Methoden der Rekultivierung genutzter Flächen in seiner Gesamtheit gelöst werden. Die Einwirkungen auf die Landressourcen in den Bergbaugebieten der Fundgrube Tolgoit vor und nach dem Abbau der Goldseifen sind auf den Abb. 4.1 und 4.2 dargestellt. In den Seifenabbaugebieten dominieren kastanienbraune Böden (Zone C, teilweise D). Schwarzerden sind nur untergeordnet vorhanden und graue Torfwaldgrasböden sind in den Waldgebieten (Zone B) verbreitet. Die Prozesse der Bodenerosion, Versumpfung, Überschwemmung und der Verschmutzung sowie zahlreiche unkontrollierte Müllablagerungen verschlimmern den ökologischen Zustand der Böden heftig und führen zur Zerstörung der natürlichen Landschaften und Ökosysteme in den Bergbaugebieten. Den Hauptteil des

Territoriums machen potentiell erosions- bzw. deflationsgefährdete Landschaften (49,8 %) sowie Grundgebirgsaustritte in den höheren Lagen und Gesteinsschuttdecken (21,1 %), in denen einfache Bodenbildung durch lokale Muren gestört wird, aus.

Die Intensität der Prozesse der linearen Erosion ist mit den Bergbauarbeiten verbunden. Das Entstehen linearer und flächenhafter Erosionen ist mit der Abholzung, dem Straßenbau, der Errichtung der Wasserhaltung und dem Bau generell verbunden. Das stark gegliederte Relief in den Gebirgsregion erfordert besonders hohe Anforderungen an den Erosionsschutz bei der Rekultivierung. Bei der Rekultivierung der Böden können folgende Maßnahmen als Orientierung empfohlen werden:

- Auf den Ackerböden mit Neigungen bis zu 5° und mit geringfügig erodierten Böden empfiehlt sich die erosionsschutzgerechte Aussaat von die Feld- und Futterkulturen.
- Auf Massiven, die auf Böschungen von 5-12° Hangneigung (mittelstark erodierte Böden) gelegen sind, empfehlen sich die Bodenschutzaussaaten mit streifenartiger Anordnung der landwirtschaftlichen Kulturen sowie die Grasaussaat auf Ackerflächen mit leicht bis mittelstark erodierten Böden.
- Auf Flächen mit mehr als 10° Hangneigung wird die durchgängige Schaffung von wasserregulierenden Waldschutzstreifen empfohlen.

In den Waldgebieten trägt die intensive Bergforstwirtschaft zur schnellen Entwicklung der Erosionsprozesse in den Hanglagen und zum Wiederaufleben von bodenzerstörenden Prozessen bei, die sogar in kleinere Täler und Seitentälchen reichen und die Wasserhaushaltsfunktionen derselben beeinträchtigen.

In [26] wurde ein Zusammenhang zwischen dem unbefriedigenden Zustand der Bergwälder und dem Auftreten von Geröll- und Schlammströmen festgestellt. Ursache für die Entstehung solch starker Geröll- und Schlammströme war hauptsächlich die in der Vergangenheit intensiv betriebene Rodung der Wälder in den Einzugsbereichen der Flüsse. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts führten private Unternehmer in den Goldabbaugebieten eine intensive Goldgewinnung durch und zerstörten den Wald auf riesigen Arealen der umliegenden Territorien. Oft wurden Brände verursacht. All dies führte zur Zerstörung der natürlichen Struktur der Lockergesteinshülle und des Regimes des oberirdischen Abflusses.

Somit zeigte die Einschätzung der Umwelteinflüsse, die von den einzelnen Förderungsprozessen beim Abbau der beiden Gruppen goldhaltiger Lagerstätten ausgehen, daß sogar unter Bedingungen, daß die Objekte in erheblicher Entfernung von den Siedlungsgebieten liegen und somit keine direkte Gefährdung des Schutzgutes Mensch vorliegt, die negativen Einflüsse auf andere Komponenten der Natur und Umwelt immens sein können. Im Anhang 3 ist der Schadstoffausstoß in die Atmosphäre beim Seifenabbau dargestellt.

3.3.3 Auswirkung auf den Boden, die Landschaft und die Sicherheit

Vor Beginn des Seifenabbaus im Tal des Flusses Tuul befanden sich dort umfangreiche Weidenflächen auf Auenwiesen mit Weidenbüschen. Die fruchtbaren Böden des Schwimmbaggerfelds Tuul untergliedern sich in:

- alluviale Wiesen
- alluviale Trockenrasen
- alluviale Sumpfwiesen

Die Beschreibung der Bodenschichten ist in den Tab. 3.4 und Anlage B.9 angegeben.

Schicht Nr.	Schichtdicke, cm	Charakteristik der Bodenschicht	Vegetation
1 A	0-25	braune, feuchte, leichte lehmhaltige Böden mit vereinzelt kleinen Steinen	Bereich mit niedrigem Gras
B	25-45	hellbraun, feinkörniger Sandboden, feucht, grobe Struktur, Übergang allmählich	Humus ≤ 5,4 % Nges. = 0,26 pH = 7,2
C	40-60	gelblicher heller Mittelsand mit verwittertem Sandstein	
2 A	0-40	schwarze, feuchte Schicht ohne Steine, Übergang klar	Relief eben
B C	40-70	braune, feuchte, lehmhaltige, dichte Schicht	Üppige Vegetation
3 A, A	0-55-A	braune Schicht mit gelblicher Tönung, mit halbdurchfeuchtetem Torf feuchte, schwere Tonerde, durchwurzelt, ohne Steine, klebrig, Übergang allmählich	Flaumige Vegetation an der Peripherie des Abbaufeldes Humus ≤ 7,2 % pH = 6,0-6,9 Nges. = 0,32 %
A B	30-60	gelblich braune feuchte Tonerde	

Tabelle 3.4 Bodenprofile

Das Objekt der Untersuchung ist das Feld „Toson“ des Flusses Tuul mit folgender Größe: Länge 1.4 km, Breite 1 km, Gesamtfläche 140 ha. Der fruchtbare Boden und die Pflanzendecke wurden vollständig zerstört. Für den von der Abbaufäche entfernten Mutterboden berechnen sich bei einer Mächtigkeit von 0,4 m folgende Mengen:

- | | | |
|---------------------|--|---------|
| (1) Humus | (1,2 g/cm ³ , 7,8 %, 40 cm) | 374,4 t |
| (2) Stickstoff | (1,2 g/cm ³ , 2,9 %, 40 cm) | 139,2 t |
| (3) Phosphor, mobil | (1,2 g/cm ³ , 3,8 mg, 40 cm) | 182,4 t |
| (4) Kalium, mobil | (1,2 g/cm ³ , 31,2 mg, 40 cm) | 15 t |

Die relative Konzentration der Kationen (K⁺ und Na⁺, Mg⁺⁺ und Ca⁺⁺) in den Gesteinen ist am Beispiel der Halde Nr. 1 in Abb. 3.4 dargestellt.

- Mechanische Zusammensetzung (< 0,01 mm) in:

Humusschicht	18-15 %
Durchflutungsschicht	15-9 %
Salzboden	18-29 %
- Humuskonzentration:

Durchschnittlich	3-4 %
Auf der Oberfläche in Elemente	bis zu 4-6 %

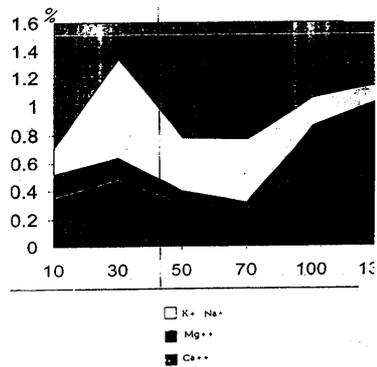


Abb. 3.4 Typische Konzentration der Kationen in den Gesteinen der Halde Nr. 1

Die typischen Bodendecken des Baggerfelds „Toson“ des Goldabbaugebietes von Zaamar ist in Abb. 3.5 aufgeführt.

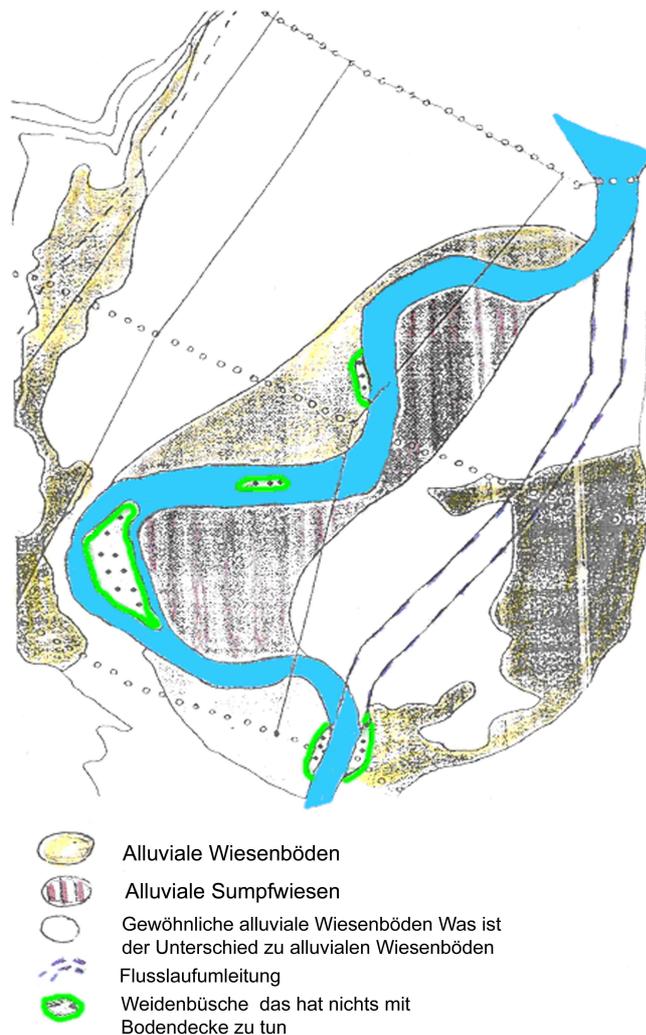


Abb. 3.5 Bodendecke des Baggerfelds „Toson“

3.3.4 Auswirkungen auf die Pflanzendecke und die Fauna

Bewertung der Auswirkungen auf die Pflanzendecke

Nachfolgend werden Schwellenwerte, bei deren Überschreitung Waldschäden bzw. eine Schädigung der Pflanzendecke eintreten können, angegeben:

- Stickstoffoxide (NO_x): 2 mg/m^3
- Schwefelanhydride: Fichte $0,7 \text{ mg/m}^3$, übrige Gehölze $0,52 \text{ mg/m}^3$

Die Schadstoffkonzentration in der erdnahen Atmosphäre bei der Durchführung der Aufschlußarbeiten von den Motoren der Beförderungsmittel usw. betrug $0,1 \text{ mg/m}^3$ für NO_x und $0,27 \text{ mg/m}^3$ für Schwefelanhydride, d.h. sie befinden sich praktisch in den zulässigen Grenzen [6]. Das rauhe Klima im Untersuchungsgebiet und unbedeutenden Holzvorräten erlauben nur einen sehr begrenzten industriellen Holzeinschlag. Die Lebensfähigkeit von Pflanzen nimmt wie folgt zu: Nadelgehölze < kleinblättrige Bäume < Sträucher < Gräser.

Auswirkung auf die Pflanzendecke und Veränderung der Wälder

In der Region (Zone B) wurden 225 Pflanzenarten festgestellt, die zu 48 Familien gehören. Innerhalb der Bergbauflächen verschwinden einige seltenen Arten sowie Arzneipflanzen, einschließlich der unter Naturschutz stehenden (in das rote Buch der Mongolei eingetragenen) Lilie von Daguur, des gemeinen орляк (*Pteridium Gled*), des großen Frauenschuhs (*Cypripedium macranthum* SW), Asiatischer Trollblume (*Trollius asiaticus* L.), des buntfarbigen Veilchens, Halophyten, Sumpfbelonzor, des medikamentösen Baldrians und Pichte, des großblumigen Enzians, der lockigen Lilie, Миттеля (*mitrewort*) nackt.

Im Gebiet Bugant, das eine Fläche von 23700 ha einnimmt, sind 84,2 % von Wald bedeckt, unter anderem: 7674 ha (38,4 %) Kiefernwald, 11607 ha (58,1 %) Birkenwald, 642 ha (3,1 %) Pappelwald, 40 ha (0,2 %) Fichtenwald, sowie 11 ha (0,05 %) Kleinbewuchs.

Im Laufe der Gewinnung des Goldlagers in der Fundgrube Tolgoit wurde seit 1974 ein Waldmassiv von 239,5 ha Größe mit Holzvorräten über 20.000 m³ zerstört [24]. Wegen des trockenen Klimas wird eine erhöhte Waldbrandgefahr in den hellen Nadelwäldern beobachtet. Die Bezüglich ihrer schädlichen Auswirkungen auf die Ökosysteme übertreffen die Waldbrände die Rodungen. Unter modernen Bedingungen sollte die Reproduktion der Wälder auf gerodeten, abgebrannten und anderen unbewaldeten Flächen wie folgt gewährleistet werden:

- Durchführung der notwendigen Maßnahmen zur Wiederherstellung des Waldes, Sicherstellung der Voraussetzungen für eine natürliche Erneuerung wirtschaftlich wertvoller Holzarten
- Optimierung auf der Basis der Materialien der Waldbildung, dem Verhältnis zwischen intensiven und extensiven Methoden der Aufforstung, der Erhaltung des genetischen Potentials der Wälder, der Einführung der Errungenschaften der Genetik und der Selektion in der Waldanpflanzung, der Anwendung der modernen intensiven Technologien der Zucht von Pflanzmaterial und des Einsatzes moderner chemischer Mittel bei der Pflege der jungen Waldanpflanzungen

In der betrachteten Periode muß das Prinzip «der Waldbenutzer zahlt für die Waldwiederherstellung der entwaldeten Flächen» Grundlage der Waldpolitik werden. Zwecks Vorbeugung vor Wüstenbildung und Bodenerosion muß man das Arbeitsvolumen für die Anlage und Aufzucht von Waldschutzstreifen am Beispiel der Bergabbau- und Goldabbaugebiete des Bassins der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit (Selenge Aimag) und Zaamar (Zentral und Bulgan Aimag) vergrößern.

Auswirkungen auf die Fauna

Die Zerstörung der biologischen Komponenten der Landschaft ist einer der am meisten spürbaren Auswirkungen der industriellen Tätigkeit des Menschen auf die Umwelt. In den Bergbaugebieten haben sich die Lebensbedingungen für einzellige und andere Organismen wegen der Veränderung des Wasservorräte und der hydraulischen Bedingungen sowie der Qualität und der chemischen Zusammensetzung des Wassers verschlechtert. Die negative Auswirkung auf die Natur und insbesondere auf die Fauna äußert sich vor allem im Entzug von Lebensraum. Leider wird der Schaden der Fauna entsprechend den geltenden Regelungen nur

als Schaden der weidwirtschaftlichen Ressourcen in Form von Kompensationssummen auf der Grundlage der Katastereinschätzung der weidwirtschaftlichen Ressourcen berechnet.

Weidwirtschaftlichen Ressourcen

Das Ressourcenpotential erfaßt über 30 Säugetierarten, 6 Hühnerarten sowie große Anzahl Wasservogelarten. Der in der Studie [3] eingeführte Parameter der Typisierung der Stufen der ökologischen „Belastung“ soll die Beständigkeit des ökologischen Gleichgewichtes in Goldabbauregionen widerspiegeln. Dadurch wird die Unterstützung der Selbstwiederherstellung natürlicher Ökosysteme in den entsprechenden natur-klimatischen Zonen (Abbildung) geleistet. Entsprechend der vorliegenden Methodik wird der direkte Schaden bestimmt, d.h. die Verringerung des Tierbestandes durch Einengung der Lebensräume. Sie hängt von der Fläche der zerstörten Grundstücke, den Wiederherstellungskosten der Ressourcen und den geschätzten Kosten des Produktionsausfalls ab, d.h. des verpaßten Vorteils für den Gesamtzeitraum bis zur Wiederherstellung der Lebensräume. Dabei wird die Pachtfrist für den Abbau des Vorkommens und die Periode der Wiederherstellung der Jagdgrundstücke berücksichtigt. Letztere wird mit 55 Jahren angenommen [30].

Im Bereich der Zone (C) wurden die Lebensräume der Tiere auf einer Fläche von mindestens 1400 ha zerstört. Unter Berücksichtigung der Gesamtfläche der Bergbauschutzgebiete in der Region ist diese Fläche noch ansteigend. Die Höhe des Schadens wird lediglich auf 155-160 Mio. MNT geschätzt, was auf die offenbaren Unzulänglichkeiten und die Inkorrektheit der geltenden Methodik hinweist.

Bewertung des Schadens an Fischbeständen

In der Mongolei gibt es einen riesigen Bestand an süßwasserhaltigen Binnengewässern. Doch deren Produktivität ist niedrig: durchschnittlich weniger als 10-12 kg/ha, und nicht selten noch darunter. Die Erhöhung der Produktivität ist mit der ökologisch begründeten Einmischung des Menschen verbunden. In dieser Hinsicht sollte Folgendes unternommen werden:

- Verbesserung der qualitativen Zusammensetzung der Ichthyofauna: Schaffung künstlicher Laichplätze, Einführung und Eingewöhnung wertvollen Arten aus anderen Gewässern
- Bildung einer verwalteten Fischereiwirtschaft: Produktion von Brutfischen wertvoller Fischarten für die Mast auf natürlicher Futterbasis
- Die Verbesserung der Futterbasis: Einführung und Eingewöhnung von Futterobjekten, Anwendung von Dünger usw.

Eine große Bedeutung hat die ökologische Begründung der Quote der Produktionsentnahme und der Maßnahmen zum Schutz der Wasserreservoirs. Die Einrichtung geschützter Gewässer für die wichtigsten biologisch wertvollen Fischarten ist eine äußerst wichtige Frage. Zur Zeit gibt es in der Mongolei keine Fischnaturschutzgebiete. Die geographische Verteilung der Fischressourcen ist in der Anlage 3 angegeben. Die Aquakultur, die sich auf fundamentalen ökologischen Voraussetzungen begründet, trägt zur Intensivierung des Erhaltens der Bioproduktion und den Maßnahmen zum Schutz der Gewässer bei.

3.4 Kriterien für umweltschonenden Bergbau

Grundlage für die umweltverträgliche Produktion in den Tagebauen ist die Organisation einer abfallarmen oder abfallfreien Technologie der Gewinnung der Bodenschätze mit der teilweisen oder vollen Nutzung der festen, flüssigen, staubförmigen und gasförmigen Abfälle mit nur lokal engbegrenzter schädlicher Auswirkung auf die Umwelt dergestalt, daß zulässige Niveaus nicht überschritten werden. Die verallgemeinerten Kennziffern für die Einschätzung des Niveaus der Umweltverträglichkeit und deren Berechnungsformeln sind nach Abfallarten und Rohstoffzweig in Anlage B.10 veranschaulicht. Die Kriterien für einen umweltschonenden Bergbau (Tagebau) sind in Tabelle 3.5 verallgemeinert dargestellt.

Bedeutung der Kriterien nach Stoffarten			
Feste Stoffe	Flüssige Stoffe	Staub, gasförmige Stoffe	Mineralische Rohstoffe
$k_b^i = 75 \div 100$	$k_b^w = 75 \div 100$	$k_b^a = 75 \div 100$	$k_{is} = \rightarrow 1$
$k_i^i = \rightarrow 0$	$k_i^w = \rightarrow 0$	$\gamma_i \leq 1$	
$\gamma = 1$	$k_{ob} = \rightarrow 0$		
$\gamma_i \leq 1$	$\gamma_i \leq 1$		

Tabelle 3.5 Normative Größen der Kriterien für den umweltschonenden Bergbau [49]

Die reglementierten Anforderungen an technologische Schemen, Prozesse und Ausrüstungen, die umweltfreundlichen Voraussetzungen für die Gewinnung von Bodenschätzen unter Berücksichtigung des Standes der Technik und der natürlichen Gegebenheiten sind in der Tabelle 3.12 angegeben.

3.5 Schlußbemerkungen

1. Die Landschaftskarte der Mongolei stellt ganzheitliche Geosysteme mit der Unterteilung in 3 natürlichen Systemen dar: das Bergland Khangai-Khentii, das zentralasiatische Land der hohen Ebenen, Talkessel und Berge, sowie das Bergland Ikh-Khyangan. Die Landschaftskarte mit der naturräumlichen Gliederung des Landes kann als Ausgangsgrundlage für die Einschätzung des Territoriums nach dem Grad der Komplexität der Bedingungen der Erschließung und der Präzisierung der Spezialisierung der landwirtschaftlichen Produktion verwendet werden. In der Mongolei gibt es über 2000 Pflanzenarten. Auf den Ebenen des Nordens und Nordostens überwiegen Rasen- und Mischgrassteppe, im Süden und Südosten Wüsten und Halbwüsten (Federgräser, Halophyten, Saxaulpflanzen), in den Berggebieten die Wälder aus Lärchen, Zedern, Espen, Fichten, Birken (Tal des Flusses Eroo Gol). In Khentii und in den Bergen unweit des Sees Khuvsgul stellen Bereiche der Nadeltaiga dar. Die Wälder belegen ca. 10 % des Territoriums des Landes. Die waldbildenden Hauptarten sind die sibirischen Lärchen, die im östlichen Teil des Khentiugebirge von den Daurischen Lärchen ersetzt werden. Die Zedernwälder, die größtenteils nachgewachsen sind, entwickeln sich an der Stelle der Nadelwälder. Die Auen der nördlichen Flüsse bestehen aus üppigen, feuchten und sumpfigen Riedgräsern, Waldgräsern, den Mischgraswiesen, vielfältigen Gestrüppen, Gebüsch und Bereichen mit Nadel- und hauptsächlich Blätterwäldern. In Khentii und

Khangai wachsen gewöhnlich Feuchtigkeit bevorzugende Gräserarten, Riedgras (baikalische und sibirische Federgräser, fußartiges Riedgras, Shell-Hafer) und verschiedene Gräser mit mandschurischen Elementen der östlichen Teile der Mongolei. In den Gobi-altaischen Bergsteppen dominiert kammförmiges Korntrespe. Die Wüsten werden von hyperxerophyten Gebüsch dominiert. Die dsungarischen Typen der Wüste besteht aus Flachstroh- und Saxaulformationen, in denen der nordturakische weißerdige Beifuß vorhanden ist. In den kleinen Bergkuppen überwiegen Weißdornwüsten und in den Bergen des Gobi-Tianschan Mandelbäume.

2. Einer der Hauptgründe der Erschöpfung, der Verschmutzung und der Zerstörung der Natur und Umwelt liegt in der ungenügenden Kenntnis und Nutzung der Gesetze der Entwicklung der Natur durch die Menschen. Der ökonomische Mechanismus des Umweltschutzes ist auf solche Weise konstruiert, daß es dem Besitzer um vieles vorteilhafter ist, die Natur zu beachten, als durch Steuern und Strafen ruiniert zu werden. Außerdem haben Geschäftsleute entdeckt, daß mit ökologisch reiner Produktion höhere Preise erzielt werden können, woraus sich höhere Gewinne ergeben. Von der internationalen Gemeinschaft wurden drei Wege der Lösung der Umweltprobleme geplant:

- Verringerung des Abfallaufkommens und des Schadstoffausstoßes durch die Errichtung von vielfältigen Reinigungsanlagen, die Anwendung von neuen Brennstoffarten, vollständige Abfallverwertung und dgl.
- Einführung von neuen Technologien auf der Basis der abfallarmen und abfallfreien Produktion.
- Rationale Unterbringung umweltverschmutzender Produktionen unter Berücksichtigung des ökologischen Faktors, auf der Basis eines geographischen Gutachtens.

Die Bergbaulizenzen müssen¹ die Vorgehensweise und die Fristen der Ausarbeitung von Abschlußplänen (einschließlich Liquidation oder Verwahrung der bergmännischen Auffahrungen und Maßnahmen der Bodenrekultivierung) enthalten. Es sind die Bedingungen des Schutzes der Bodenschätze, der atmosphärischen Luft, des Bodens, der Wälder und der Gewässer zu regeln und die Wiederherstellung des Bodens entsprechend der Nachfolgenutzung zu berücksichtigen. In den Goldabbauregionen des Landes existiert eine hohe Wahrscheinlichkeit des Bankrotts von Bergbauunternehmen. Im Falle eines Bankrotts liegen alle Probleme des Umweltschutzes, einschließlich der Rekultivierung der gestörten Böden, in der Verantwortung des Staates.

3. Die Entwicklung der Goldgewinnung in den Abbaugebieten des Landes geht mit der massenhaften Schließung von Gruben im Ergebnis des vollständigen Abbaus bzw. der Erschöpfung der erkundeten Vorräte und des Wechsels der Lizenzinhaber einher. Dies führt zu umweltrechtlichen Problemen, die bislang nicht gesetzlich geregelt sind. Dazu gehören:

- Die Teilung der Verpflichtungen für den ökologischen Schaden zwischen dem staatlichen und privaten Sektor, einschließlich der gemeinsamen oder ausländischen Unternehmen.

¹ Gesetz der Mongolei „über Bodenschätze“, Art. 18

- Bei der Liquidation der Bergbaufolgeschäden besteht eine bedeutende Verzögerung in der Rekultivierung. Außerdem verschwinden kleinere Flüsse (z.B. der Ongi-Gol mit einer Länge von 430 km) und trocknen Seen aus (z.B. der Ulaan-Nuur mit 40 km Uferlänge auf dem Territorium von Uvurkhangai- und Dund-Gobi Aimag gelegen).

Als Finanzierungsquelle für Maßnahmen gegen die Bergbaufolgeschäden kann die Bildung eines speziellen Liquidationsfonds im Rahmen der Abschlußplanung einer jeder Fundgrube in Betracht gezogen werden.

4. Die massive und systematische Nichteinhaltung der geltenden Gesetze der Mongolei (zum Schutz des Bodens des Wassers und der Bodenschätze und andere) sowie der nationalen Standards zur Rekultivierung der bergbaulich beanspruchten Flächen, führt der Autor darauf zurück, daß de facto nahezu alle Goldseifen ohne technische Abbauplanung abgebaut werden. Dies führt zu ökologischen Problemen und Krisensituationen in den Goldbergbaugebieten des Landes, insbesondere zur Verletzung der Ökosysteme in den Flußtälern, wie z.B. des Tuul, wo allein im Bereich von Zaamar Flußumleitungen über eine Länge von mehr als 20 km durchgeführt wurden, ohne das entsprechende Projekte ausgearbeitet wurden. Ähnliches gilt für das Abbaugbiet Tolgoit (Betreiber: Gemeinschaftsunternehmen „Mongolrostsvetmetal“), wo im Bereich der Flüsse Eroo, Tolgoit und Bugant über 50 km des Flußbetts vollständig zerstört wurden und gleichzeitig Dutzende von kleinen Flüssen und Bächen am Ende des 20. Jahrhundert verschwanden.

5. Es ist zu empfehlen, die Erschließung und die Förderung von Seifengoldvorkommen ohne Abbauprojekte entsprechend den internationalen Standards und den technologischen Richtsätzen der Bergprojekte gesetzgeberisch zu verbieten.

6. In der Dissertationsarbeit werden vom Autor die normativen Hauptanforderungen des Projekts „Haupttrichtung und Normen der technologischen Projektierung der Goldlagervorkommen auf dem Territorium der Mongolei“ begründet und systematisiert.

4 Methodische Prinzipien der Auswahl effektiver Technologien zur Rekultivierung bergbaulich beanspruchter Flächen

4.1 Prinzipien der Rekultivierung, die maßgebend für die praktischen Aspekte der Beseitigung oder Minimierung der Einwirkung auf die Umgebung sind

4.1.1 Aufgaben der Rekultivierung unter Berücksichtigung geologischer und verschiedener natürlicher Besonderheiten

Kategorisierung der geologischen Umgebung: Als dynamisches Mehrelementensystem ist die geologische Umgebung mit der atmosphärischen Luft, dem Wasser und der Pflanzendecke eng verbunden. Letztere bildet die Obergrenze der geologischen Umgebung. Die untere Grenze wird durch die Einflußtiefe der technischen Tätigkeit des Menschen bestimmt. Neu im Verständnis der geologischen Umgebung ist deren Kontinuität und Veränderlichkeit unter dem Einfluß der äußeren Umgebung, da die Bestandteile des Ökosystems (Grundwasser, Bodenschichten, Dauerfrostboden, Bodenluft und Mikroorganismen) gegen die äußere Umgebung sehr empfindlich sind.

Die methodischen Prinzipien der Kategorisierung: In der Praxis der Analyse der Systeme der geologischen Umgebung und der technogenen Belastung ist eine Betrachtung im globalen, regionalen als auch lokalen Maßstab üblich. Für die Analyse des Zustandes der geologischen Umgebung unter Berücksichtigung der Tendenz der weiteren Entwicklung werden die folgenden methodischen Prinzipien verwendet:

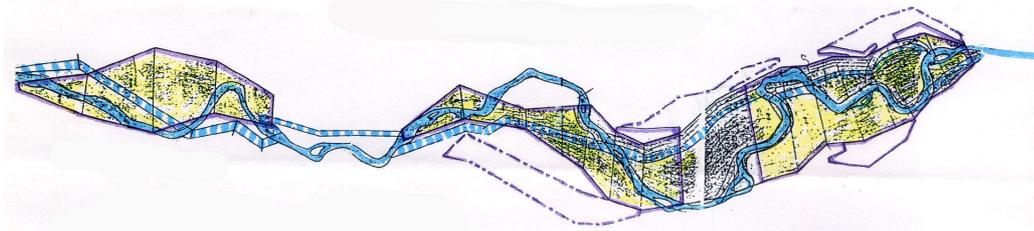
- Vergleichende Untersuchungen und Verknüpfen der Bedingungen der ingenieurgeologischen, hydrogeologischen und geocryopedologischen Bedingungen,
- Veränderung der Ökosysteme, die auf die geologische Umgebung vor und nach dem Abbau der Seifen Einfluß nehmen (siehe Abb.4.1),
- Systematisierung der technogenen Veränderungen,
- Bewertung der geologischen Umgebung,
- Bewertung der technogenen Veränderungen der geologischen Umgebung.

Bergbaugebiet des Tagebaus „Shijir Alt“ (Gebiet Zamar)

Berg- und Steppenzone (C) (Allgemeine Khangaizone): - Alluvial-, Wiesen- und Steppenboden
 - Trockenes mäßig kaltes Klima

Gesamtfläche des Bergbaugebietes inclusive der durch Bergbau geschädigten Flächen	ha	126.323,6
Anzahl der Abbaukonzessionen	Stück	287,0
Länge des Flusses Tuul im Abbaugebiet	km	Mehr als 11,8
Zulässige Verunreinigung des Flusses Tuul	mg/l	0,25
Gesamtgesteinsmenge, die im Jahr bearbeitet wird	10 ³ m ³	34.223,0
darunter Abbauarbeit pro Jahr	10 ³ m ³	20.900,0
Erzgewinnung pro Jahr	10 ³ m ³	13.323,3
a) im Schwimmbaggerfeld (im Flußbett)	10 ³ m ³	4.000
b) durch selektiven Abbau und Erzwäsche	10 ³ m ³	9.323,3

Jahr	Abbauhalden, ha	Rekultivierungsfläche, ha	Kosten Mio. MNT	Restgoldreserve, kg (Prognose)
1997	13.807,3	112,4 (0,85%)	121,9	1,7
1998	15.510,3	155,1 (1,0%)	44,8	2,1
1999	20.557,2	265 (1,3%)	431,4	2,5
2000	26.923,6	498 (1,8%)	1.362,4	2,7
2001	71.749,5	573,4	849,1	3,0
2002	76.027,6	580,0	-	3,1
Gesamt	224.575,4	1.884,3	-	15,1



Kartenzeichen:

	Umriss der Bilanzvorräte
	Umriss der Außerbilanzvorräte
	Kunstgräben
	potenzielle technogene Tagebaue und Restgoldreserven in der Schwimmbaggerfeldern
	Halden und Dämme

Abb. 4.1 Abbaugrundstück [27]

Das Untersuchungsobjekt sind goldhaltige Ablagerungen unter Berücksichtigung der Goldführung, der montangeologischen Bedingungen und der Hydrogeologie in horizontaler Richtung; sowie die Typisierung der geologischen Umgebung hinsichtlich der gesteinsbildenden Formationen und der Struktur des geologischen Genesis in vertikaler Richtung. Die Kategorisierung der geologischen Umgebung der Flußgebiete Eroo, Bugant und Tolgoit ist in Tabelle 4.1 dargestellt.

Strukturelle Klassifikation	Bedingungen der Goldführung und Hydrogeologie		
	Zonalität der Untergrundströmung	Besonderheiten der Goldführung	Gesteinsmasse
nach Formation	Obertyp		
nach Struktur der geologischen Genese		Typ	
nach Entstehungstypen			Untertyp

Tabelle 4.1 Prinzip der Kategorisierung der geologischen Umgebung der Flußgebiete Eroo, Bugant und Tolgoit

Vom Gesichtspunkt der Erhaltung (oder der Formierung) einer nachhaltigen und produktiven Gesellschaft in antropogenen Landschaften sind solche Systeme gemeint, in die sich der Mensch als Teil einer umfassenden Reproduktion einreicht. Die Gesetzmäßigkeiten ihrer Bildung und der Aufrechterhaltung sind rein ökologischer Natur. Ihre Erkenntnis und die geschickte Anwendung stellt die Grundlage der gegenwärtigen angewandten Probleme der Ökologie dar.

Netz der Oberflächengewässer in den Bergbaugebieten

Im Gebiet der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit ist das Netz der Oberflächengewässer sowohl der untersuchten drei Flüsse, als auch ihrer Nebenflüsse Sangiin, Khailaast, Gozonshar, Nariin, Ost Nergui, Neelkhii, Ikh Ulent, Dund Ulent und Baga Ulent (Tabelle 4.2) im Laufe der technischen und wirtschaftlichen Tätigkeit stark überprägt durch:

- Umleitung der Flussläufe,
- Verschlechterung der Wasserqualität,
- Beeinträchtigung der hydraulischen Verbindungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser.

Flußlauf	Zerstörung des Flußbetts	
	%	Kilometer
1. Tolgoit	50,0-55,0	18,3
2. Bugant	10,2	11,3
3. Ikh-Ulent	35,0	7,9
4. Baga-Ulent	47,0	6,3
5. Gozonshar	70,0	8,7
6. Neelkhii	32,0	3,2
7. Sangiin	25,0	2,9
8. Khailaast	33,0	3,9
9. Nariin	Vollständige Zerstörung	Vollständige Zerstörung
10. Zun Nergui	Vollständige Zerstörung	Vollständige Zerstörung

Tabelle 4.2 Parameter der Veränderung des hydrographischen Netzes

Als Folge der Zerstörung der Flußläufe verschwanden die Bodensedimente, die den Oberflächenabfluß aufrechterhalten und den hydraulischen Abfluß ins Grundwasser regulieren. Für die Bildung von 70 cm Sedimenten bedarf es 50-55 Jahre je nach Zusammensetzung der gesteinsbildenden Minerale und des Zustandes der Biotope [22].

Im Abbaufeld des Tuul (Schwimmbaggerabbau, Zone C) wurde das Flußbett auf einer Länge von 5,3 Kilometer umgeleitet. Dabei fielen 3 Mio. m³ Gesteinsmasse an. Nach Berechnungen sind für die Wasserversorgung des Schwimmbaggers vom Typ 250 D etwa 150-200 l/s Frischwasser erforderlich, was 12,1 % des Abflusses des Tuul bei einer Schwankung des

Wasserniveaus von 1,2-1,3 m ausmacht. Vor Beginn des Bergbaus war das Tal des Tuul durch Weideland, Überschwemmungswiesen und Weidenbüsche geprägt.

Das Wasser der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit ist weich und sehr sauber. Unter dem Einfluß der technogenen Belastung des Wassers der Zuflüsse Ikh-Ulent, Tolgoit und Bugant wurden Verunreinigungen durch Hg, Pb, Fe, As und andere Elemente festgestellt. In der Tabelle 5 werden die Ergebnisse der hydrochemischen Mikroelementuntersuchung der Oberflächengewässer in den Halden des Tagebaus Tolgoit dargestellt.

Veränderung der Qualität der Oberflächlichenwässer

Quellen der Wasserverunreinigung sind Quecksilber, Arsen, Blei, Eisen und andere Elemente. Diese Elemente sind in den Gewässern der Flüsse Tolgoit, Ikh-Ulent und in der Kanalisation der Ortschaft Bugant gefunden worden [6], was auf die Anwendung von Hg bei der ab 1900 durch die „Mongolor AG“ durchgeführten Goldaufbereitung sowie auf die geologischen Erkundungsarbeiten und den bis jetzt andauernden Goldabbau in der Region zurückzuführen ist.

Veränderung der Tierwelt und ihrer Artenvielfalt

Im Laufe der Bergbauarbeiten wurde wiederholt gegen einzelne Artikel der geltenden Wasserschutzgesetzgebung verstoßen. So wurden jährlich Ende April und Anfang Mai in den Unterläufen der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit und Nariin bergbauliche Arbeiten unter Anwendung von Schürfkübelbaggern, mächtigen Planierraupen und anderer schwerer Erdbautechnik durchgeführt. Dies führte zur Trübung der Oberflächengewässer und zur Blockade der Flußläufe. Die Fische wurden am Durchzug zu ihren Laichgebieten gehindert, was deren Fischreichtum bedroht.

In den selbstwiederhergestellten jungen Wäldern der alten Bergbaugebiete gibt es heute wieder Elche, Bergrehe, Füchse, Hermeline und andere Säugetiere, die hier angemessene Lebensbedingungen finden.

Rekultivierung industriell genutzter Flächen

Die Aufgaben der zielgerichteten Bildung von Ökosystemen, die an die Besonderheiten der antropogenen Landschaft angepaßt sind, zeigen sich bei der Wiedernutzmachung von ehemals bergbaulich genutzten Flächen besonders deutlich. Tagebaue, Halden und andre Flächen stellen eine besondere Form der Landschaft dar, die ohne Rekultivierung praktisch jeglichen Lebens beraubt sind. Die Aufbereitungsrückstände enthalten z.B. phytotoxische Stoffe, die hier die Bildung komplexerer Pflanzengesellschaften behindern.

In der internationalen Praxis wird die forst- und landwirtschaftliche Rekultivierung von Bergbaufolgeflächen wirksam durchgeführt. Der Prozeß der primären Bodenbildung im Rahmen einer natürlichen Sukzession war bisher nicht durchführbar und beansprucht sehr lange Zeiträume. Der nächste Schritt – die Bildung von Phytozenosen (Pflanzengesellschaften) – hängt von der beabsichtigten Flächennutzung ab und begründet sich auf ökologische Ansätze zur Auswahl der Pflanzenarten und der Erarbeitung von Technologien zu deren Vermehrung. So werden in einzelnen Ländern auf ehemaligen Halden Waldkulturen, Erholungsparks und andere Nutzflächen geschaffen. Rekultivierung ist ein Beispiel der zielgerichteten Etablierung von

Ökosystemen mit technisch vorgegebenen Eigenschaften, die unter den Bedingungen einer technogenen Landschaft nachhaltig funktionieren.

4.2 Klassifikation von Rekultivierungssystemen

4.2.1 Planung der Wiedernutzbarmachung von Bergbaufolgelandschaften unter Berücksichtigung ökologischen Anforderungen

Umfang und Grenzen der von den Bergbauarbeiten beanspruchten Flächen werden durch die Parameter des Flächenentzugs unter Berücksichtigung der sanitären Forderungen definiert:

$$S_o = S_{k-o} + S_p + S_x + S_{ot} - S_z \quad \text{Gl. 4.1}$$

S_{k-o} — die Fläche des Tagebaus und der Halden, [ha]

S_p — Produktionsfläche einschließlich Ver- und Entsorgungsleitungen, [ha]

S_x — Fläche der Tailings und sonstigen Produktionsabfälle, [ha]

S_{ot} — Fläche von Verwaltungs- und Sozialgebäuden, [ha]

S_z — Sanitär-hygienische Schutzzone, [ha]

Auf allen Produktionsflächen ist die Begrünung vorzusehen und zwischen den industriell genutzten Bereichen und Ortschaften ist die Einrichtung von Baumschutzstreifen vorzusehen. Im Falle von Bergbaubetrieben auf landwirtschaftlichen Weideflächen sind die Maßnahmen für die separate Gewinnung und Lagerung des Oberbodens (einschließlich des Transportkosten und der Kosten für den Bau der Zuwegung zum Oberbodenlager) vorzusehen. Bei der Ausarbeitung des Betriebsplanes ist es empfehlenswert, im Rahmen der langfristigen Planung die Nutzung der innere und äußere Halden für die Rekultivierung hinsichtlich volkswirtschaftlicher Zwecke zu berücksichtigen. Die Auswahl der Verfahren und Technologien zur Rekultivierung sollte auf Wiederaufforstung bzw. Wiederherstellung von Weideland ausgerichtet sein, unter Berücksichtigung der Typisierung in die entsprechenden Bezirke (B und C). Am Beispiel des Bergbaugesbietes des Tagebaus „Shijir Alt“ werden in den Grubenplänen (Abb. 4.2) Zustand und Charakteristik der Bodenzerstörung dargestellt.

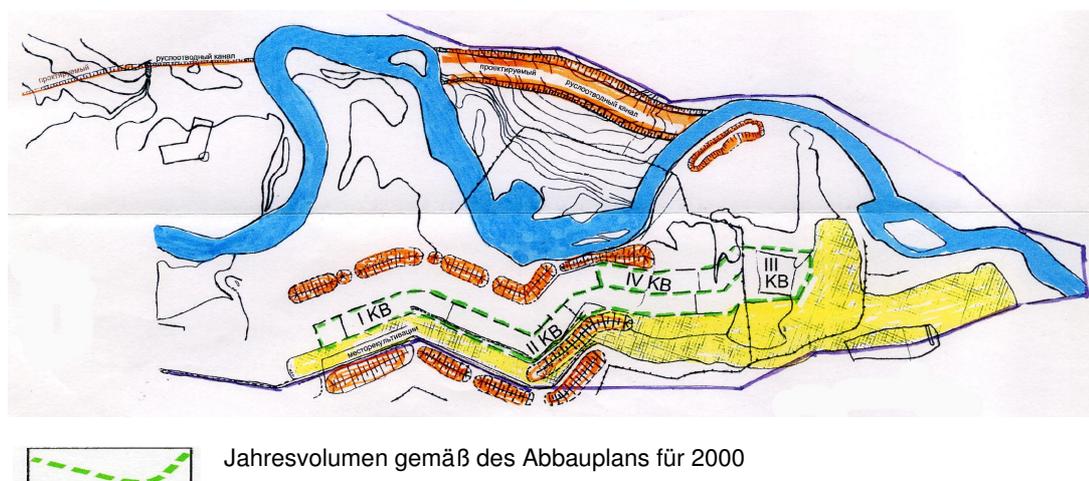


Abb. 4.2 Stand der Vorbereitungsarbeit auf dem Grundstück Nr. 1 des Schwimmbaggerfelds von Tuul (I. Quartal: 300.000 m³, II. Quartal: 370.000 m³, III. Quartal: 390.000 m³, IV. Quartal: 210.000 m³) [27]

In der Goldseife Tuul sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- geschlossener Wasserkreislauf, wofür der Bau von Absetzteichen vorgesehen ist
- maximal mögliche Ablagerung der Tailings und Deckgebirgshalden im abgebauten Bereich des Tagebaus
- Umleitung des Flußbetts zwecks Aufrechterhaltung des hydrographischen Regimes des Flusses
- Rekultivierung, einschließlich:
 - separate Gewinnung und Lagerung der Mutterbodenschicht (Mächtigkeit 20-30 cm)
 - Einebnen der Halden
 - Planieren der Oberfläche und Auftragen der Mutterbodenschicht

Beim Abbau der Seife wird das taube Gestein im abgebauten Bereich des Tagebaus ohne nachfolgende Einebnung abgelagert.

4.2.2 Einschätzung der Schüttprozesse und Prozesse der Haldenrekultivierung sowie Auswahl effektiver Rekultivierungstechnologien

Bei der Aufhaldung werden entweder Schurfkübelbagger allein oder in Verbindung mit großen Planierraupen, Schrapfern und Schaufelladern verwendet. Dies bestimmt das technologische Schema des Haldenaufbaus und somit die Rekultivierungsarbeiten und deren Intensität. In den Erztagebauen der GUS erreichen die Kosten der Haldenarbeiten 15 % des Selbstkostenpreises der Förderung der Bodenschätze. Mit Haldenarbeiten sind 25-30 % der Arbeiter des Tagebaus beschäftigt [18]. Die Technologie der Haldenarbeiten sollte nicht nur hinsichtlich der Kosten für die eigentliche Gesteinsschüttung bewertet werden, sondern auch die jährliche Flächeninanspruchnahme und -rückgabe berücksichtigen. Diese hängen vom Schema der Haldenentwicklung ab, weil ihre Größe einen direkten Einfluß auf die Summe der Berechnungen von Kompensationszahlungen für die Landinanspruchnahme ausübt. Der Vergleich von schichtweisem Haldenaufbau mit der einmaligen Schüttung (einschichtige Halden) zeigt folgendes:

- Die Errichtung von mehrschichtigen Halden ist zeit- und kostenintensiver als von einschichtigen Halden.
- Die jährliche Flächeninanspruchnahme und demzufolge die Höhe der Kompensationszahlungen sind bei mehrschichtigen Halden größer als bei einschichtigen.
- Der Beginn der Rekultivierung verschiebt sich bei mehrschichtigen Halden zeitlich bis zum Abschluß der Schüttung der unteren Schicht.
- Bei der technischen Rekultivierung der Halden können für die Haldenarbeiten eigene Geräte sowie spezielle ausleihbare Maschinen und deren Kombinationen verwendet werden.

Daraus lassen sich folgende Grundprinzipien der Projektierung von Rekultivierungsarbeiten ableiten:

- Die summarischen Kosten für Halden- und Rekultivierungsarbeiten sollen für die gesamte Periode des Haldenaufbaus möglichst gering sein.

- Die Fläche der jährlich entsprechend der Folgenutzung rekultivierten Böden soll die der neu in Anspruch genommenen nicht unterschreiten.
- Die Rekultivierungsarbeiten sollen unmittelbar nach Abschluß der Haldenarbeiten erfolgen, um den Zeitraum zwischen Flächeninanspruchnahme und -rückgabe so gering wie möglich zu halten.

Das maßgebliche Kriterium C_j für die Auswahl der effektiven Technologie der Halden- und Rekultivierungsarbeiten ist die Minimierung der Kosten für den Haldenaufbau und die Haldenrekultivierung unter Berücksichtigung des Ertrages der zurückgegebenen Flächen:

$$C_j = \sum (C'_{jt} + C''_{jt} + C'''_{jt} - C_{qjt}) \rightarrow \min \quad \text{Gl. 4.2}$$

C'_{jt} — das Kostenintegral für die Haldenschüttung nach dem j-ten Schema seiner Entwicklung im Jahr t

C''_{jt} — desgleichen für die Rekultivierung

C'''_{jt} — Wert des durch die Halden, nach Schema j im Jahr t in Anspruch genommene Fläche

C_{qjt} — das zu erwartende Einkommen von den zu rekultivierenden Flächen bei Schema j im Jahr t

Ausgeschrieben lautet das betrachtete Kriterium wie folgt: Gl.4.3

$$C_j = \sum C_{cjt} + \sum C_{ojt} + \sum (C_{pjt} + E_{HP} K_{pjt}) + \sum S_{Hjt} \ddot{O}_H - \sum (S'_{pjt} d'_p + S''_{pjt} d''_p) \rightarrow \min$$

C_{cjt} — Kosten (in MNT) des Haldenbau nach Schema für den Zeitraum von t Jahren, [in MNT]

C_{ojt} — desgleichen für Haldenschüttung

$C_{pjt} K_{pjt}$ — Betriebs- bzw. Kapitalkosten für die Rekultivierung von Halden für das Jahr t, nach Schema j, [in MNT]

t_{ctp} — Zeit des Haldenaufbaus

T, t_p, t_3 — entsprechend der Zeit der Haldenschüttung, das Jahr des Beginns und des Abschlusses der Rekultivierungsarbeiten

S_{Hjt} — Fläche des durch Halden in Anspruch genommenen Bodens nach Schema j im Jahre t, [in ha]

E_{HP} — normativer Nutzeffekt der Investition in die Rekultivierung

\ddot{O}_H — wirtschaftlicher Wert des in Anspruch genommenen Bodens, [MNT pro ha und Jahr]

$t_{\bar{A}} = t_{2-T} + t_c - x + t_n$

— Jahr des Eintretens des ersten Gewinns aus der Nutzung der rekultivierten Fläche

t_{2-T}, t_{c-x} — Dauer der technischen bzw. biologischen Rekultivierungsetappen

t_n — Dauer der Wiederherstellung der Fruchtbarkeit des rekultivierten Bodens bis zu dem zweckbestimmten Niveau

S'_{pjt} und S''_{pjt}

— Fläche (in ha) des rekultivierten Bodens von wirtschaftlichem Wert entsprechend d'_p, d''_p bei Schema j im Jahre t

Bei der endgültigen Wahl der technologischen Variante der Halden- und Rekultivierungsarbeiten muß man der Variante den Vorzug geben, die nicht nur minimale Kosten nach dem Kriterium (4.2), sondern auch eine minimale Zeitunterbrechung zwischen dem Beginn der Halden- und der Rekultivierungsarbeiten, bei einer maximal jährlich zu rekultivierenden Bodenfläche, sichert.

4.2.3 Langfristige Planung der Rekultivierungsarbeiten

Vielen Ländern ist die Tendenz gemeinsam, bei der Lösung des Problems der Optimierung der Landschaft nach dem Bergbau, die perspektivischen Planungen und die Projektierung der Rekultivierungsarbeiten gleichzeitig mit der Erarbeitung der Konzepte der komplexen Entwicklung der Region (Lagerstättengruppen, Flußeinzugsgebiete, Regionen usw.) durchzuführen. Der ungefähre Inhalt der langfristigen Planung der Rekultivierung der durch den Bergbau in Anspruch genommenen Flächen und deren Zusammenhang mit der zeitlichen Planung der Bergbauarbeiten für den Gesamtzeitraum des Goldabbaus ist in Tabelle 4.3 aufgeführt.

Beim Abbau der Schwimmbaggerfelder waren die erzfreien Gesteine an den Rändern des Tagebaus und am teilweise abgebauten Bereich auf einer Fläche von 150 ha ohne Haldeneinebnung gelagert. Innere und äußere Kippen können nach ihrer Rekultivierung als Baumschulen bzw. Obstgärten mit Umzäunung für 5 und mehr Jahre benutzt werden. Falls die Notwendigkeit besteht, können diese Flächen den Status eines Schutzgebietes von lokaler oder gesamtstaatlicher Bedeutung erhalten. Die Lage der Bergbauflächen, in denen Schutzgebiete ausgehalten werden sind in Abb. XXX dargestellt.

4.2.4 Zeitrahmen und Reihenfolge der Durchführung der Rekultivierungsarbeiten unter Berücksichtigung der Goldvorräte in den technogenen Vorkommen der Bergbaugebiete

Gewöhnlich sind technogene Seifen mit Restvorräten immer dann von wirtschaftlichen Interesse, wenn ein Rohstoffdefizit eintritt. Nach den Angaben des nationalen Programmes „Gold 2000“ und Exporteinschätzungen werden die Restvorräte in den verschiedenen Regionen der Mongolei auf 6000-7000 kg geschätzt, was einer tendenziellen Zunahme von 30-40 % bezogen auf die jährliche Gesamtförderung in Höhe von 12000 kg Gold entspricht. So werden die Restvorräte an Gold in den Waschbergen, die sich im Zeitraum von 1992 bis 2000 im Bergbaugbiet Eroo angesammelt haben, vorläufig auf 880 kg geschätzt. Die Angaben für die Schwimmbaggerfelder Ikh-Altat und Ikh-Adjir, die von 1983 bis 1998 ausgebeutet worden sind (Abb. 4.1), sind in den Tab. 4.1 und 4.2 aufgeführt. Die nur schleppend vorangehenden Rekultivierungsarbeiten sind auf das Vorhandensein von Restvorräten in diesen Gebieten zurückzuführen. Aus diesen Gründen sind die durchgearbeiteten Schleppschaufelbaggerfelder bisher praktisch ohne Rekultivierung verblieben. Von wirtschaftlichem Interesse können außer den verbliebenen Sicherheitspfeilern auch Erze (einschließlich Außerbilanzvorräte) sein, die aufgrund von zufälligen und systematischen Fehlern bei der Abgrenzung der Vorräte in den Randbereichen der Tagebaue verblieben sind.

Die Analyse zeigt auf, daß in den Bergbaugebieten das Tempo der Akkumulation von Restvorräten höher ist, als nach der Katastereinschätzung mit nachfolgender Abgrenzung für deren nochmalige Durcharbeitung. Die Katastereinschätzung soll Antwort auf die Frage geben, ob eine Gewinnung der Restvorräte durchführbar ist. Wenn ja, sollten die technogenen Seifen zur nochmaligen Durcharbeitung mit nachfolgender Rekultivierung empfohlen werden. Anderenfalls sind die Flächen sofort vollständig zu rekultivieren.

Ein typisches Schema der kleinen erzhaltigen Ablagerungen mit einer nachfolgenden Rekultivierung ist am Beispiel der restlichen Blöcke der Lagerstätte Ikh-Adjir in der Abbildung 2.8 aufgeführt. Entsprechend des in Abbildung 2.8 dargestellten Schemas treten Erzverluste nicht über die gesamte Halde auf, sondern nur dort, wo die untere Schicht des Erzkörpers zwischengelagert wurde. Beim Abbau mittels Bulldozer, bei dem die Halden als geneigte Schichten gebildet werden, wird der Hauptteil der Erzverluste im hinteren, arbeitsfreien Böschungsbereich der Halde gebildet und lediglich ein kleiner aber höher konzentrierter Teil ist an der Oberfläche des Abbaustoßes vorhanden, wenn eine Zwischenlagerung des Erzes erfolgt. Eine rentable Gewinnung der technogenen Erze mit geringstem Energieverbrauch ist in diesem Falle sowie auch bei der Schwimmbaggerweise dann möglich, wenn die Bereiche mit erhöhten Konzentrationen der Nutzkomponente selektiv gewonnen werden, wie im Schema dargestellt.

Abbildung 2.8 Gesonderte (selektive) Bearbeitung der restlichen Blöcke (Schema der Seifenlagerstätte Ikh-Adjir)

Zeichenerklärung

1-Anreicherungsgerät; 2- Hydromonitor; 3-Schwebstoffpumpanlage; 4-Pumpe; 5-Wasserabfuhr; 6- bewegliche Schilde; 7- provisorische Halden des Waschherdes; 8-Bulldozerhalde aus Kies auf der aktivierten Fläche des Basalhorizontes; 9- Basis des ausgebeuteten Kessels; 10-Grenze der industriellen Vorräte; 11- Sandaufgabe mit Bulldozer; 12- akkumulierte Sandhalde.

4.2.5 Prognostizierung der Rekultivierungs-Richtung und -art von beanspruchten Flächen in den natur-klimatischen Zonen „B“ und „C“

Zur Rekultivierung der Fläche einschließlich der Wiederherstellung des Flußbetts des Ikh-Adjir ist die Anwendung der Planierdrape CAT D8 vorgesehen.

Im Bereich der Zone C: (1) Die rekultivierten Flächen sind zur Aufforstung, Bildung von Seen und Schaffung von Weidenland unter Berücksichtigung ökologischen Gewinns und wirtschaftlichen Werts vorzusehen. Wiedergeschaffene Weiden sind produktiver als natürliches Weideland und rechtfertigen durchaus deren Herrichtungskosten. In Kansas, USA liegen 80 % aller Weideflächen des Staates auf rekultivierten Halden. (2) Die Bildung von Barrieren auf den geplanten Flächen verringert die Winderosion und sichert einen schnellen Bewuchs.

Im Bereich der Zone B: (1) Hier erfolgt nur eine minimale Rekultivierungsarbeit durch Sukzession der lokalen Vegetation der Mongolei. Für weitere goldgewinnende Regionen erfolgt eine Überlassung der Bergbaubereiche ohne technische und biologische Rekultivierung. Diese Praxis wird teilweise mit den vorhandenen Restvorräten gerechtfertigt. Die Quellen der Akkumulation von Restvorräten und deren Verteilung in den Schwimmbaggerfeldern ist durch folgendes bedingt:

- unbedeutende Vorräte innerhalb der Lagerstättenkontur
- Vorräte in Nischen außerhalb der Abbaukonturen
- Verluste an der Liegendgrenze und im aufgehaldeten Verwitterungsschutt aus dem Bereich der Liegendgrenze

- gelegentlich in den Deckgebirgshalden
- Verwachsungen und Nuggets in den Grobkornhalden
- Restgold in den Schlemmhalden, die im Laufe der Anwendung der Wasserstrahl- und Waschherdtechnologie gebildet wurden. Der Goldverluste sind an Partikel der Größe 0,25 mm (-0,5 mm) gebunden, die weder in der Setzmaschine, noch auf den Konzentrationstischen angereichert werden und somit in den Schwemmhalden angesammelt wurden und als eigenständiger Typ technogener Seifen betrachtet werden können.

Der Zeitplan und die Technologien der nochmaligen Aufarbeitung der sekundären technogenen Seifen sollten anhand der Vorratsbewertung und der generellen Vorratssituation in der Region erstellt werden. Dabei ist die räumliche Verteilung der Restvorräte zu berücksichtigen. Ein Zeitplan für die Rekultivierungsarbeiten kann erst nach Klärung der Verfahrensweise bezüglich der Restvorräte erstellt werden.

4.3 Anforderungen an die Bergbau- und Rekultivierungsarbeiten

4.3.1 Anforderungen bezüglich der Ausrichtung der Rekultivierungsarbeiten

Der Inhalt und der Umfang der normativen Anforderungen an die Qualität der rekultivierten Flächen hängt von der beabsichtigten Folgenutzung ab. Die normativen Anforderungen beinhalten:

- Die Bildung einer produktiven Oberbodenschicht um die Entwicklung eines Bewuchses (bei land- bzw. forstwirtschaftlicher Folgenutzung) zu garantieren.
- Die Beachtung der technologischen und geomechanischen Beschränkungen bei der Ausführung der hydrotechnischen Arbeiten.
- Die Bereitstellung von Industrie- und Siedlungsflächen und der damit verbunden speziellen Anforderungen an Freizeitflächen.

Qualitative und quantitative Anforderungen an Böden, die bei der Bewertung der Qualität künstlich geschaffener Rasen- und Podsolböden sowie mittel- und leichtlehmiger Bodentypen verwendet werden, sind nachfolgend dargestellt:

Technologische Eigenschaften:

Konturierbarkeit	15
Abschwemmbarkeit	ohne

Morphologische Eigenschaften:

Mächtigkeit des Mutterbodenhorizontes	25-35 cm
Strukturierung	gut ausgeprägt
Inhalt der wasserbeständigen Aggregate	70-80 %

Agrochemische Eigenschaften:

Humusgehalt	2-2,5 %
Humusbruttogehalt	60-70 t/ha
Pflanzenverfügbare Stickstoff,	3-4,5 mg/100g Boden
Pflanzenverfügbare Phosphor	25-30 mg/100g Boden
Kalium, austauschbar	20-25 mg/100g Boden
Reaktion der Bodenlösung	pH 6-6,5
Alkalische Sättigung	80-90 %
Summe der adsorbierten Basen	8-12 mg-Äquivalent/100g Boden

Bodenfeuchte und -luft:

Vorrat der produktiven Feuchtigkeit in der Schicht 0-5 cm zu Beginn der Vegetation	130-150 mm
Dichte	1,1-1,2 g/cm ³
Allgemeine Porosität	50-55 %

Auf der Stufe der technischen Etappe der Rekultivierung soll ein bestimmtes Niveau der Fruchtbarkeit der wiederhergestellten Böden erreicht werden, welches im Laufe der biologischen Etappe der Rekultivierung bis zu dem Niveau des für diese Zone typischen Bodens weiter erhöht wird. Die empfohlenen (normierten) morphometrischen Parameter des technogenen Reliefs in Abhängigkeit von der Ausrichtung der Rekultivierung sind in der Anlage B.13 aufgeführt. Je nach der Verwertbarkeit des Deckgebirges, der Bodenbedingungen, der natur-klimatischen Bedingungen sowie der gewählten Art des Abbaus werden die folgenden Rekultivierungsarten angewendet:

- Auftragen einer Mutterbodenschicht oder einer lößhaltigen Lehmschicht von 30-40 cm Dicke auf den rekultivierten Flächen und Anwendung eines mineralischen Komplexdüngers
- Bodenbearbeitung mit Durchführung von Meliorationsarbeiten (Kalkung, Eintragung mineralischer Düngemittel, Meliorationsfruchtfolgen)

Es müssen unbedingt die Hauptprozesse der Tagebauführung mit der Rekultivierung der dabei beanspruchten Flächen einschließlich der technischen und biologischen Etappen zur Wiederherstellung der Produktivität einer Flächen technologisch koordiniert werden.

4.3.2 Klassifikation der Methoden und Schemen der Rekultivierung beanspruchter Flächen

Aufgrund der Analyse der technologischen Schemen der Führung der Bergbauarbeiten und der Kippenbildung lassen sich die Möglichkeiten für die Bildung von günstigen Bedingungen für die Entwicklung einer organischen Wurzelschicht und der Anzucht wertvoller landwirtschaftlicher Kulturen sowie von Busch- und Straucharten, unter Berücksichtigung der Folgenutzung, ableiten. Die Ergebnisse der Analyse sind in Anlage B.14 angegeben.

Laut dieser Typisierung gehören zur Gruppe der vereinten Schemen der technischen Rekultivierung im Hauptprozeß die technischen Schemen, deren Besonderheit darin besteht,

daß alle zur Rekultivierung erforderlichen Arbeiten mit den vorhandenen Bergbau- und Transportausrüstungen realisiert werden können, ohne daß spezielle zusätzliche Technik erforderlich ist. Bei der Projektierung der Technologie der Erschließungsarbeiten sind nach Möglichkeit diese Technologien wegen ihrer ökonomischen Effektivität maximal anzuwenden.

Zu der Gruppe der separaten Schemen gehören die selbständigen technologischen Prozesse der Ausführung der Rekultivierungsarbeiten mit spezieller Ausrüstung, die nicht mit dem eigentlichen Abbau in Verbindung stehen, d.h. einem selbständigen produktionstechnologischen Zyklus zuzuordnen sind. Die Bedingungen der Anwendung solcher Schemen sind:

- Nichteignung der technologischen Grundausrüstung für die Durchführung der Rekultivierungsarbeiten
- Unvereinbarkeit der montangeologischen Bedingungen und der Parameter des Abbaus mit den Anforderungen aus Rekultivierung bzw. Folgenutzung
- Möglichkeit des Erreichens von besseren technisch-ökonomischen Kennwerten bei der konkreten Variante des separaten Schemas der Rekultivierung
- Notwendigkeit Durchführung der Rekultivierung zeitlich getrennt von Abbauarbeiten

In der technischen Etappe der Rekultivierung kommen zum Einsatz:

- angebaute und selbstfahrende Kanal- und Grabenbagger zur Ableitung von Oberflächenwässern,; angebaute und selbstfahrende Rodemaschinen für die Reinigung der Oberflächen von Gegenständen, Gebüschschneidwerkzeug und steinsammelnde Maschinen
- Bagger, Schrapper und Planiertrauben beim Herrichten der Unterschicht und der bodenbildenden Oberschicht
- Schrapper, Kipper mit einer Kapazität von 3-27 t bzw. 3,8-15,5 m³ bei der Förderung von Boden und Materialien zur Herstellung der Unterschicht sowie der bodenbildenden Oberschicht
- Bulldozer mit mechanischem oder hydraulischem Antrieb, wendbare und nicht wendbare Pflugeisen der Länge 2,5-4,5 m, die an einem Universalgeräteträger (Traktor) mit einer Motorleistung von bis zu 24 KW montiert sind für Planierarbeiten und Umsetzung der Gesteine auf eine Entfernung von bis zu 100 m

Die biologische Etappe der Rekultivierung der beanspruchten Flächen wird meistens vom Folgenutzer auf Kosten des Bergbauunternehmens unter Beachtung der ökologischen Anforderungen an die Reproduzierbarkeit der Bodenflächen durchgeführt. Das Klassifikationsverfahren der biologischen Rekultivierung der beanspruchten Flächen für die nachfolgenden Land-, Forst-, Erholungs-, sanitärhygienischen und anderen Folgenutzungen sind in Tab. 4.6 dargestellt.

Zwecks der Wiederherstellung der beanspruchten Flächen werden verschiedene bodenverbessernde Mischungen (Kalk, mineralischer Dünger, Asche, Stroh, Bioschlamm, Bitumenemulsionen, Abwässer) beigegeben und Gras-Hülsenfrucht-Mischungen ausgesät. Für die Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit werden eingesetzt:

- Mulch zur Strukturverbesserung (Stroh, Papier, Sägemehl, Torf, Bitumen, Feinkies, Glasfasern etc.)

- Stabilisatoren (wäßrige Lösungen organischer und anorganischer Stoffe)
- organikreiche Düngemittel (Knochen- bzw. Hornmehl usw.)
- bioaktive Präparate auf der Basis von Lignit und mineralischer Dünger (Ungarn)
- Braunkohlenaschen und mineralischer Dünger (Bulgarien)
- Stickstofffixatoren und Pilzmikroflora für die beschleunigte Stabilisierung der Struktur technogener Böden und der Erhöhung ihrer biologischen Aktivität (USA)

Rekultivierte Bergbaufolgeflächen werden landschaftlich gestaltet und den örtlichen Gegebenheiten angepaßt (Tschechien, Deutschland, USA). Die Rekultivierungsmaßnahmen werden in der Regel im Laufe der Abbauarbeiten durchgeführt. Die biologische Etappe der Rekultivierung wird von den Bodennutzern auf Kosten der Bergbauunternehmen realisiert. Dabei kommen Traktoren mit den anbaubarer oder anhängbarer Technik wie Pflüge, hydraulische Dreschmaschinen (für Hülsenfrüchte), Eggen, Kultivatoren, Auflockerer, Bodenfräsen und -walzen, sowie Düngemaschinen zum Einsatz. Des weiteren werden verschiedene Sämaschinen sowie Grabe- und Pflanzmaschinen verwendet. Sowohl die Saat- und Pflanzungspflege als auch die Bewässerung wird mit Hilfe von Sprinklern und Bewässerungsmaschinen durchgeführt. Die Ernte erfolgt mit Mähmaschinen, die auch in der landwirtschaftlichen Praxis verwendet werden.

Für die Einebnung der Oberfläche der Kippenkämme wird in der Regel ein Bagger vom Typ ESCH 10/60 verwendet, für das Lösen und Laden von Erdstoffen und Beförderung kommen Seilbagger vom Typ EKG - 4,6 und Großraumkipper zum Einsatz und für die Herstellung des Feinplanums der Oberfläche lassen sich Schrapperbagger und Bulldozer einsetzen. Die für die land- und forstwirtschaftliche Folgenutzung rekultivierten Flächen werden gewöhnlich durch Bildung von ununterbrochenen Waldmassiven oder Waldstreifen zur Erosionskontrolle und Wasserhaushaltsregulierung bzw. als Windschutzstreifen umgeben.

In der internationalen Praxis werden verstärkt mikrobiologische Rekultivierungsmethoden von Halden für eine landwirtschaftliche Folgenutzung bzw. für die sanitärhygienisch ausgerichtete Rekultivierung angewendet. Dabei wird ununterbrochen lokal angepaßte Bodenmikroflora in die Haldenoberfläche inokuliert. Die Bodenbildung geht dabei 2-3 mal schneller von statten. In allen Anwendungsfällen unterscheidet sich die Produktivität der Futtermittelproduktion auf den Rekultivierungsböden nicht von der in der Umgebung.

4.3.3 Einzäunung als Maßnahme der Förderung der natürlichen Wiederherstellung

In allen Regionen der Mongolei existieren große Viehbestände an Yaks, Pferde, Schafe und Ziegen. Das Vieh weidet vorzugsweise in den Tälern der zahlreichen Flüsse und Bäche und an Berghängen, die von der Steppengrasvegetation bedeckt sind. Mit der Förderung von Bodenschätzen nehmen die Anteile der Moose in der Zusammensetzung der Lebewesen auf der Bodendecke ab.

Es wurde beobachtet [10], daß schon bei der zweifachen Weidung der Schafe und Ziegen auf Anpflanzungen, die an Viehweidetrassen angrenzen, das Laub und junge Triebe der Unterholzarten abgefressen werden und diese Anpflanzungen nahezu vollständig abgeweidet werden. Junge nachwachsende Lärchen werden dabei fast völlig vernichtet. Die

Waldweidewirtschaft hat besonders negative Folgen für Flächen, die für die unterstützte Sukzession vorbereitet sind oder die sich in Aufforstung befinden. Dies ist vor allem dadurch bedingt, daß das Vieh während des Weidens unbeaufsichtigt bleibt. Das Vieh wählt selbständig seine Migrationswege in den Steppen und Wäldern bzw. abgeholzten Gebieten, grast intensiv an einigen Stellen und weniger intensiv an anderen. Die teilweise Vorbereitung von Flächen zwecks der Förderung der natürlichen Wiederherstellung zieht Veränderungen bei den etablierten Migrationswegen des Viehes nach sich.

Um Weideschäden an Jungpflanzen zu vermeiden, sollten solche Rekultivierungsflächen eingezäunt werden, vor allem, wenn sie sich in der Nähe von Weideflächen befinden. Die Zäune können aus lokalen Materialien (aus Rundstangen, Pflöcken und Weidenruten), die unmittelbar auf Abholzungsflächen oder in deren Nähe anfallen, hergestellt werden. Solche Zäune bieten einen sicheren Schutz der Relultivierungsflächen vor dem Vieh. Die Kosten einer solchen aus lokalem Material hergestellten Umzäunung beträgt zwischen 1,0 und 1,5 Arbeitertage je 100 m Zaun.

4.4 Schlußbemerkung

1. Es werden Maßnahmen der Wiederherstellung von durch Bergbau beanspruchten Flächen empfohlen, welche die betroffenen Flächen in einen Zustand versetzen sollen, in dem diese Flächen wieder volkswirtschaftlich nutzbar sind. Als Folgenutzungen sind dabei, entsprechend der Lage der Flächen in den naturklimatischen Zonen B und C, Forst- bzw. Weidewirtschaft vorgesehen. Diese Rekultivierungsarbeiten sind im Einklang mit der Abbauplanung über den gesamten Zeitraum der Bergbauführung zu planen. Als allgemeine Tendenz bei der Lösung des betrachteten Problems wird in vielen Ländern das Bestreben zur perspektivischen Planung und Projektierung der Rekultivierungsarbeiten gleichzeitig mit der komplexen Planung der Entwicklung des Territoriums, in dem sich die Lagerstätte befindet, beobachtet.
2. Für Bergbaufolgeflächen mit besonders wertvollen Böden sind das Anlegen von Gemüsegartenflächen, die Wiederaufforstung der geschädigten Flächen und deren Umzäunung auf 5 und mehr Jahre vorgesehen. Bei Notwendigkeit sind diese Flächen als Schutzgebiete lokaler oder gesamtstaatlicher Bedeutung entsprechend den Bedingungen und den Anforderungen der Rekultivierung, die in der Projektierungsaufgabe bestimmt und bei der Lizenzerteilung festgeschrieben werden, auszuweisen.
3. Rückstände und zeitliche Verzüge bei der Rekultivierung sind mit dem Vorhandensein von Restvorräten verbunden. Gerade aus diesen Gründen hat in dem bereits abgebauten Schwimmbaggerfeldern bislang praktisch keine Rekultivierung stattgefunden. Die Restvorräte an Gold werden in den Bergabtragungen der Fundgrube Tolgoit auf 6000-7000 kg und mehr geschätzt. Dabei besteht eine steigende Tendenz (Zunahme um 30-40 % vom summarischen Volumen der Gewinnung des Goldes um etwa 12000 Kilogramm jährlich).
4. Bei der Erarbeitung des Managementplanes des Abbaus jedes technogenen Objektes ist es empfehlenswert, die regionalen Richtsätze der technologischen Projektierung der nachträglichen Gewinnung der restlichen Vorräte aus technogenen Seifen unter der Berücksichtigung der sich kompensierenden Kosten für die Selbstwiederherstellung des Waldbestandes differenziert für die Erzbezirke Tolgojt und Ikh-Altat auszuarbeiten. Dabei sind die Wiederherstellung der

Flußbetten der Flüsse Ero und Bugunt zu berücksichtigen. Beim nachträgliche Abbau der Restvorräte sollte die Einschätzung der Kosten für die gesamte Rekultivierung an Hand der dargestellten Methodik erfolgen.

5. Es wurde die Kategorisierung der Abläufe (Schemen) der technischen Rekultivierung der Böden mit Unterteilung in vereinte, getrennte und kombinierte Schemen unter der Berücksichtigung der Folgenutzung (land- und forstwirtschaftlich, Bau, Erholung) vorgestellt. Zu der Gruppe der getrennten Schemen der Rekultivierungsarbeiten gehören die selbständigen technologischen Prozesse, die mit Hilfe spezieller, nicht bergbau-typischer Ausrüstung (d.h. in einem selbständigen produktionstechnologischen Zyklus) ausgeführt werden. Die Bedingungen der Anwendung solcher Schemen lauten:

- Nichteignung der haupttechnologischen Ausrüstung für die Führung der Rekultivierungsarbeiten.
- Erreichen höherer technisch-ökonomischer Ergebnisse der Arbeit des Unternehmens im Falle der konkreten Variante des getrennten Schemas der Rekultivierung im Vergleich zu der vereinten Rekultivierung.

Zu der Gruppe der kombinierten oder teilweise vereinten Schemen der technischen Rekultivierung gehören die Schemen, bei denen ein Teil des Arbeitsvolumens entsprechend dem vereinten Schema erfüllt wird und der andere Teil nach der getrennten Technologie, einschließlich der Planierung der Oberfläche, der Bildung des Rekultivierungshorizontes, der Abflachung der Abhänge, des Bau der Anfahrtswege, der hydrotechnisch, meliorativen und anderer Bauten sowie übriger Erdarbeiten, die nicht nur die maximale Produktivität der Grundstücke, sondern auch rekreative, ästhetische, sanitärhygienischen und andere Anforderungen zur natürlichen Umwelt gewährleisten, erfüllt wird.

6. Es wird empfohlen, die Maßnahmen zur Flächenwiederherstellung im Laufe der Abbauarbeiten auszuführen und dabei Gerätschaften zu nutzen, die beim Bergbau zum Einsatz kommen. So können z.B. für die Ebnung der Oberfläche der Haldenkämme Bagger vom Typ ESCH 10/60, für Lösen, Laden, und Befördern von Erdstoffen können Bagger vom Typ EKG-4,6 sowie Großraumkipper, für die Herstellung des Feinplanums Autoschraper und Planierraupen verwendet werden. Die rekultivierten Flächen werden in der Regel dann land- bzw. forstwirtschaftlich genutzt.

7. Die biologische Etappe der Rekultivierung wird von den Nachnutzern der Flächen auf Kosten Bergbauunternehmen durchgeführt. Dazu werden Traktoren mit anbaubaren bzw. anhängbaren Pflügen, hydraulischen Schälplügen, Eggen, Kultivatoren, Auflockerern, Bodenfräsen, Walzen, und Düngerstreuern verwendet. Außerdem kommen diverse Sä- und Pflanzmaschinen zum Einsatz. Für die Pflege der Saat und der Pflanzungen werden u.a. verschiedenen Sprinkler und Bewässerungsanlagen verwendet. Darüber hinaus kommen Ernte- und Mähmaschinen zum Einsatz, wie sie in der landwirtschaftlichen Praxis verwendet werden.

8. Zum Schutze der Pflanzungen ist es zweckmäßig Rekultivierungsflächen einzuzäunen. Die Aufwendungen für die Herstellung von Umzäunungen aus lokal vorhandenen bzw. gewinnbaren Materialien (Pflöcke, Rundstangen usw.) belaufen auf 1,0 bis zu 1,5 Arbeitertage pro 100 m Zaun.

5 Begründung der Auswahl ressourcenschonender Technologien in Verbindung mit der Rekultivierung von Bergbauflächen unter Berücksichtigung der natürlichen, technisch-technologischen und ökologischen Faktoren

5.1 Erarbeitung einer Methodik zur Bestimmung des Aufwandes abhängig von den Rekultivierungsvarianten

Als methodische Grundlage für die Bildung optimaler landschaftsökologischer Systeme im Bergbau soll die Methode der vergleichenden Einschätzung dienen. Gegenwärtige kultivierte natürliche Landschaften sind als optimal ausgeglichene landschaftlich-ökologische Systeme zu betrachten. Bei der Führung von Bergarbeiten ändert sich die Struktur dieser Systeme im Bereich der Bergbauflächen und der angrenzenden Territorien erheblich im Zusammenhang mit der Zerstörung der bestehenden natürlichen Verhältnisse. Dies zeigt sich besonders eindrucksvoll bei der Wiederherstellung von Flächen, die aus dem Kreislauf der bergbaulichen Nutzung ausscheiden:

- Tagebaue, Restlöcher und Halden, in denen durch die Goldgewinnung die natürlichen Bodenschichten zerstört sind, stellen eine besondere Form der Landschaft dar, die praktisch jeglichen Lebens beraubt ist.
- Abfluß von Grubenwässern.
- Cyanobakterien, die sich in den durch industrielle Abwässer vergifteten Oberflächengewässern bilden, kompensieren dem Menschen den Verlust des reinen Wassers und die Fischproduktion nicht, wenn man über die Erhaltung (bzw. die Bildung) beständiger und produktiver Vergesellschaftungen in den anthropogenen Landschaften unter Verwendung eines Teils der Produktion spricht. Ihre Kenntnis und geschickte Verwendung wird als die Grundlage der modernen angewandten Probleme der Ökologie verstanden.

Landwirtschaft: Landwirtschaftliche Nutzflächen stellen ein typisches Bild der einfachen Einflußnahme durch menschliche Tätigkeit auf Ökosysteme dar. Die Artenvielfalt der Flora wird dabei stark eingeschränkt bis hin zur Monokultur und die Fauna besteht fast ausschließlich aus landwirtschaftlichen Schädlingen. In der Marktwirtschaft haben die Ressourcen einen Wert und ihre unrationelle Nutzung ist unökonomisch. Dies fördert die Suche nach ökologisch begründeten Formen und Methoden der Führung der Landwirtschaft. In den USA zum Beispiel, ist das System eines ausgewogenen Nährstoffkreislaufs in den Böden realisiert, was dem Schlußteil des geschlossenen biologischen Kreislaufs entspricht. In Turkmenistan ist ein System zur Bildung einer nachhaltiger Weide-Phytocenose in Wüstengebieten entwickelt worden, was sehr wichtig für die Entwicklung der Viehzucht ist (N.T. Nechaeva, 1986).

Biokultur: Der Effekt der Züchtung von lebenden Organismen in Kulturen wird in der Mikrobiologie besonders eindrucksvoll demonstriert. Insbesondere die industrielle Züchtung von Wasserorganismen (Hydrobionten). Im weiteren Sinne wird mit Biokultur versucht, natürliche Gewässer zu meliorieren, was eine Einmischung in den Bestand aquatischer Ökosysteme zwecks Erhöhung der Produktion darstellt.

5.2 Auswahl der Varianten des Seifenabbaus und der nachfolgenden Rekultivierung sowie deren ökonomischer Vergleich

Die geologischen Lagerungsbedingungen der Seifen beeinflussen nicht nur die Wahl der Abbauweise der Lagerstätten, sondern auch den Charakter der Bodenzerstörung in den Bergbaugebieten. Folgende Arten von gestörten Reliefs werden als typisch betrachtet [2, 3].

Nr.	Benennung der Arbeiten	Bergmännische Aufschlüsse		Halden		
		Tiefe, m	Breite, m	Höhe, m	Breite, m	Neigungswinkel, Grad
1	Mutterbodenabtragung (mittels Bulldozer)	> 0,3	–	2-3,5	wird nicht begrenzt	18-50
2	Aufschlußarbeiten (Abtragung des Deckgebirges mittels Schwimmbagger)	3,5-7,0	60-70	15-18	50-65	45-60
3	Gruben zum Erschließen der Seife (für Schwimmbagger 2500 m)	6-7	40-50	10-15	–	35-45
4	Anlegen von Profilgräben	3,0-4,5	4,0-7,0	2,5-3,5	–	12-35
5	Gräben für die Umleitung der Flußläufe	1,5-3,0 ^{*)}	70	10-12	40	45-60

Tabelle 5.1 Technologische Parameter für einzelne Typen der bergmännischer Arbeiten

^{*)} schwankt je nach der Tiefe des Flußbetts zwischen 1,5 und 3,0 m

Als Hinterlassenschaft der Tätigkeit der Goldgräber sind die traditionellen historischen Goldbergbaugebiete der Mongolei durch kleinkuppelige Halden, untiefe Gruben, tiefe Schürfe bzw. Schurfschächte und Kunstteiche geprägt. Folgende bergbaubedingte Reliefarten werden beobachtet:

1. Abtragungsreliefs (Restlöcher, Gräben)
2. Akkumulative Reliefs (Außenhalden, Aufschüttungen, Dämme mit flachen und plateauartigen Reliefformen und in Form von kettenbildenden Schüttkegeln und Wällen mit trapezförmigem Querschnitt)
3. Akkumulative Reliefs, die durch die Aufbereitung der Golderze bedingt sind (flache, plateauartige, stufenförmige, kammartige und konischen Formen)

Die technogene Zerstörung der Landschaft beim Abbau im Tagebauverfahren ist durch abwechselnde Überhöhung und Absenkung der ursprünglichen Geländeoberkante gekennzeichnet. Als Beispiel sind in Abb. 5.1 die Lage der kleinkuppeligen Halden und der Plan der Erprobung von Schwemmhalden im Tal des Bachs Bural angeführt.

Beim Seifenabbau wird der Abraum hauptsächlich am Rande des Tagebaus abgelagert. Die Parameter der Außenhalden hängen von der Teufe des Erzlagers, der Art und Weise des Abbaus (selektive oder durchgängige Gewinnung), der Produktivität der Fundgrube und sonstigen Abbaubedingungen ab. Eine räumlich weit gestreute Ablagerung von Halden sollte dabei nicht zugelassen werden, da dies deren weitere wirtschaftliche Nutzung nahezu unmöglich macht und zu erheblichen Mehrkosten bei deren Rekultivierung führt. Allerdings sind weit gestreute Halden in den Lagerstättegebieten der Mongolei eher die Regel. Die Beschreibung der Halden, der (teils wassergefüllten) Restlöcher und die sonstigen technologischen Bildungen im Abbaugbiet der Lagerstätte Tolgoit sind in Tabelle 5.4 dargestellt

Im Abbaugelände der Lagerstätte Tolgoit, im Einzugsgebiet dreier Flüsse, sind die folgenden Zerstörungen und Veränderungen der geologischen Umwelt entstanden:

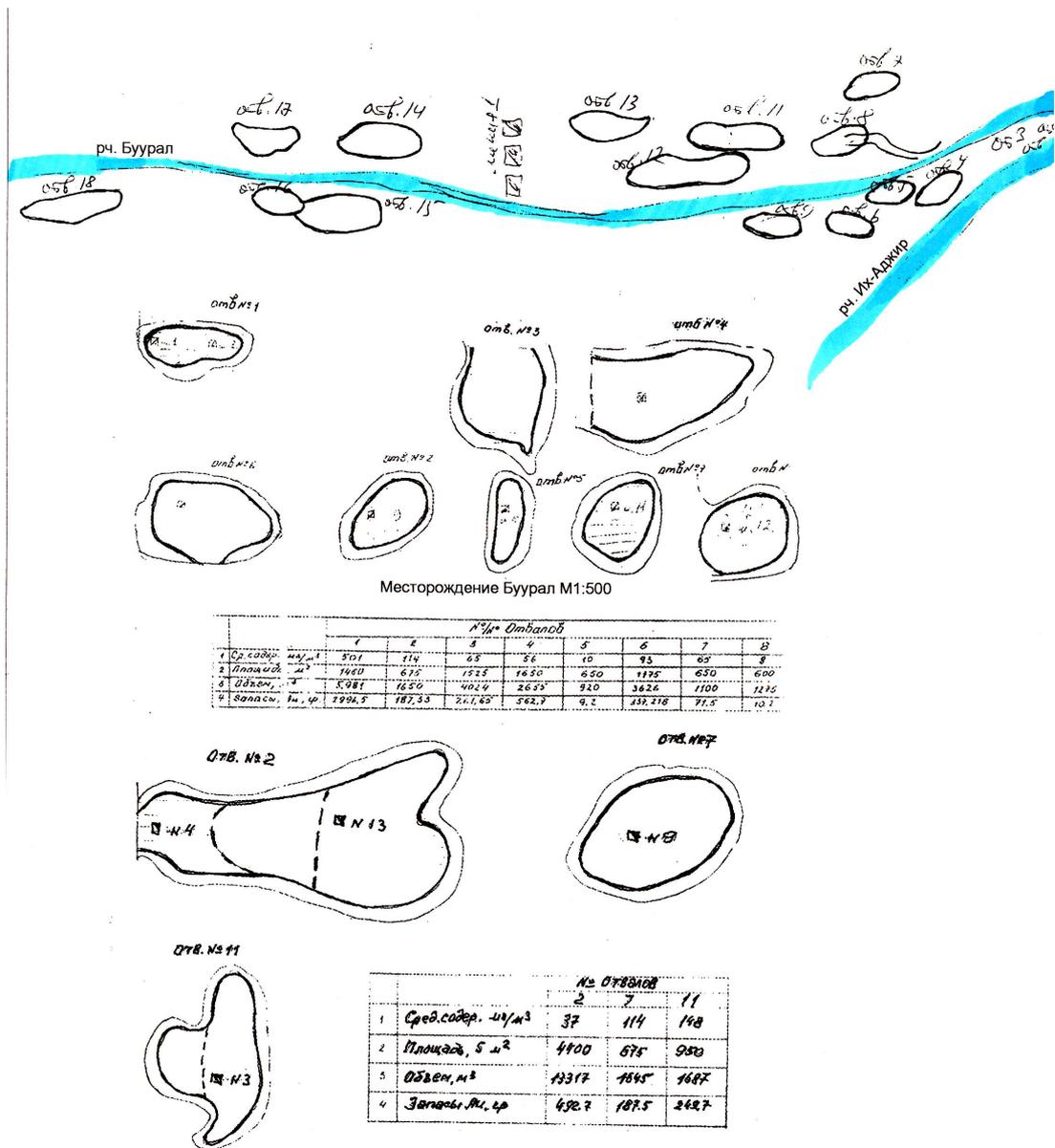


Abb. 5.1 Lage der kleinkuppeligen Halden des Fundortes Buural. Mongolische Erkundungsexpedition 1933. Gruppe 1, Maßstab 1:5.000

1. Im Laufe der Goldaufsuchungsarbeiten (seit 1900) Bildung der kleinkuppeligen Halden mit einer Höhe von 3 m, einer Breite von 2-4 m und einer Ausdehnung von 3-10 km (Abb. 5.1).
2. Beim Abbau der Seife mit Bagger und Bulldozer sind haufenförmige Haldenzüge mit einer Höhe von 3-6 m und einer Breite von 4-6 m mit der Ausdehnung von 2-15 km gebildet worden.
3. Beim Abbau der Seife mit Schwimmbagger wurden kuppelförmige Haldenzüge mit einer Höhe von bis zu 28 m gebildet, wobei mit Wasser gefüllte Restlöcher mit einer Tiefe von 10-15 m geschaffen wurden.

Die Abraumhalden sind in den Lagerstätten entweder in abgebauten Bereichen oder außerhalb der Konturen industrieller Vorräte gelegen. Die maximalen Höhen von alten Halden (unter der Voraussetzung eines standfesten Untergrundes) werden unter Berücksichtigung der Anforderungen der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes wie folgt empfohlen:

- für vorwiegend rollige Substrate 25 bis 30 m und
- für vorwiegend bindige Substrate 15 bis 20 m

Die räumliche Aufteilung der Halden wird von der Lage der Waschherde bestimmt. Es existieren außerdem Spezialhalden die aus der abbaubegleitenden Förderung von Außerbilanzzerzen resultieren und zeitweilig ohne Rekultivierung verblieben sind.

Die Formierung von Bergbaulandschaften vom Bergbau wird von einer Verstärkung der Kontrastverhältnisse begleitet, was sich deutlich auf die Erhöhung der Aktivierung des Stoff- und Energiewechsels sowohl innerhalb der entstandenen Landschaft, als auch zwischen der Bergbaulandschaft und den umliegenden Naturkomplexen auswirkt. Bei der Auswahl der Abbaumethoden und -systeme sowie der Art und Weise der Haldenbildung ist die Folgenutzung der Bergbauflächen zu berücksichtigen. Die Konstruktion der Halden beeinflusst ihre Parameter in hohem Maße (Abb. 5.2).

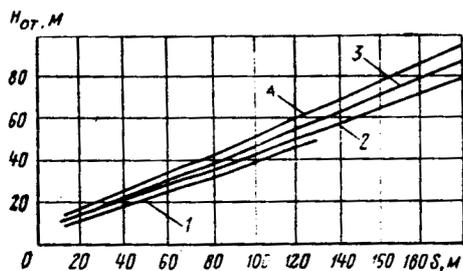


Abb. 5.2 Grafische Darstellung der Abhängigkeit der Fläche S , die unter den Bermen und Böschungen von Außenhalden (bezogen auf 1 m Umfang der Halde mit einer Höhe H) in Anspruch genommen wird: 1, 2, 3 und 4 bei einer Höhe des Bereichs 10, 15, 20 und 30 m entsprechend

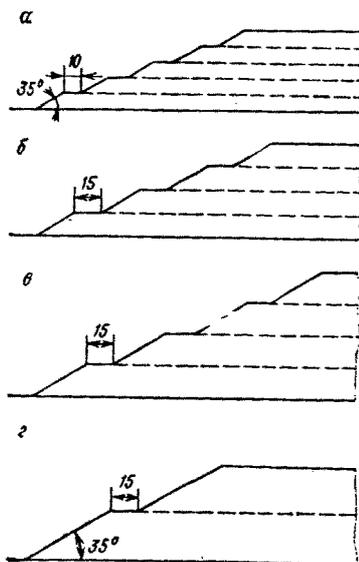


Abb. 5.3 Profil der Außenhalden bei einer Schichthöhe von 10, 15, 20 bzw. 30 m

Ausgehend von den Bedingungen der räumlichen Verteilung der negativen Auswirkungen der Tagebaue auf die Umwelt wird eine Kombination der Entfernung des Deckgebirges und des Aufbaus der Halden mit gleichzeitiger Begrünung der Halden empfohlen. Eine solche Vorgehensweise erlaubt es, die Kosten für Kompensationszahlungen für Flächenverbrauch und für die technische und biologische Rekultivierung zu verringern. Außerdem entstehen für die Volkswirtschaft keine unvermeidlichen Reingewinnverluste im Zusammenhang mit dem Verbleib der Flächen in der landwirtschaftlichen Nutzung. Somit wird eine rationalere Formierung der Bergbaufolgelandschaften erreicht.

Technologie des Haldenbaus und der Haldenschüttung unter Berücksichtigung ihrer Rekultivierung

Vorzugsweise sollten Halden konzentriert und auf großer Fläche in regelmäßiger Form angelegt werden, die den modernen Anforderungen der Landwirtschaft und Forstwirtschaft der Nutzung bzw. den Anforderungen an bauliche oder industrielle Nachnutzungen gerecht werden. Die Bildung von Halden unterschiedlicher Form und Größe, die unterschiedlich zusammengesetzt sind und über das Bergbaugesamt verstreut sind, sollte vermieden werden. Die Halden sollen so gebildet werden, daß sich über die gesamte von ihnen eingenommene Fläche ein ruhiges Relief ergibt. Das Anlegen der Halde ist zweckmäßigerweise mit Begrünung zu verbinden.

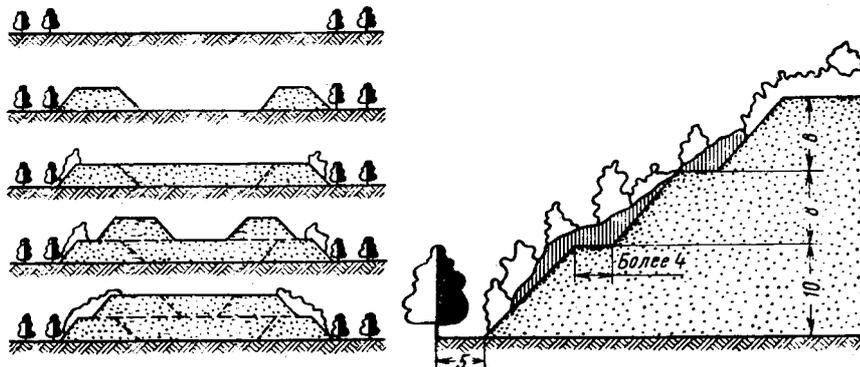


Abb. 5.4 Haldenschüttung mit einhergehender Begrünung

Nachfolgend werden die Varianten der Durchführung der Rekultivierung betrachtet, die gleichzeitig mit den Abbauarbeiten erfolgen, bei denen Randhalden gebildet werden und im anschluß an den Abbau in der Regel aufgeforstet werden. Das technologische Schema der Rekultivierung durch Aufforstung eines aufgelassenen Schwimmbaggerabbaus mit Innenkippen ist in Abb. 5.4 dargestellt.

Abb. 5.5 zeigt die durchgehende Technologien und die Art und Weise der Schüttung großer Außenhalden, wie sie aus der Praxis bekannt sind und für die Anlage und vollständige Verfüllung von Haldenflächen im Hinblick auf die nachfolgende Rekultivierung realisierbar sind. Nach den in Abb. 5.6a und 5.6b dargestellten Varianten wird für eine Verkürzung der Zeit der fehlenden Nutzung der abgelagerten Kippsubstrate im Zentrum der geplanten Kippfläche eine zweilagige Pilotaufschüttung errichtet. Der Unterschied zwischen den weiteren in Abb. 5.6 dargestellten Varianten liegt in der Anzahl und Verteilung der Pilothalden, die mit der

geforderten Schüttfront und der Kapazität der Halden unter Berücksichtigung der Forderungen an die Böschungswinkel in Zusammenhang stehen.

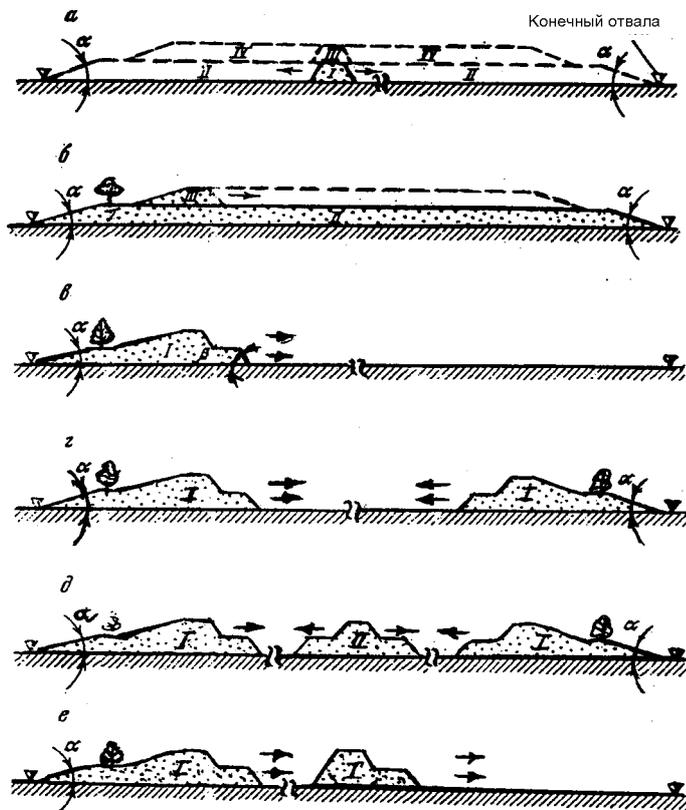


Abb. 5.5 Hauptschemen des Kippenaufbaus der Halden und der Auffüllung der Kippenfläche. a, b – zentral bzw. randlich gelegene Pilothalde mit anschließender Schüttung in Schichten (eine Schicht nach der anderen); c, d – eine bzw. zwei randlich gelegene Pilothalden und Schüttung in mehreren Schichten parallel; e, f – kombinierte Varianten

Art und Weise der Umleitung von Flußläufen und die Technologie der Rekultivierung (am Beispiel des Schwimmbaggergeländes von Tuul)

Zwecks Umverlegung des Flußbettes aus dem Gebiet der Abbaufäche wurde am oberen Ende des Umgehungskanals der Fluß mit einem kleinen Damm angestaut, um den Abfluß in das im Vergleich zum eigentliche Flußlauf hypsometrisch höher gelegene Kanalbett zu realisieren (Abb. 5.6a und b).

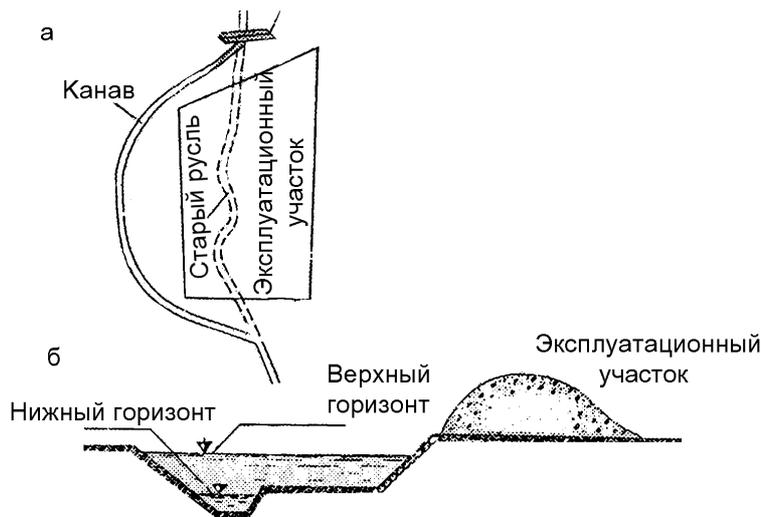


Abb. 5.6 Ableitungen des Flußbettes aus der Abbaufläche. Legende: A - Draufsicht; B - Querschnitt. A - Kunstgraben altes Flussbett Abbaufläche; B--unterer Horizont oberer Horizont Abbaufläche

Die Regulierung des Oberflächenabflusses wird durch die Einrichtung von Gräben für das Abfangen des Frühjahrshochwassers, die vorsorgliche Absenkung des Wasserspiegels in Wasserreservoirs, die Trockenlegung von Sumpfgebieten etc. erreicht. Die maximale Drainagetiefe beträgt 15 m. Beim Anlegen von Kanälen und dem Aufsplitten der Flußläufe entstehen durch die Erdarbeiten Beeinträchtigungen für die Wasserversorgung der Bevölkerung. Das Tal des Flusses Tuul ist auch die Hauptquelle für die Versorgung der Region mit Trink- und Brauchwasser. Neben der Wasserversorgung ist der Fluß reich an Ichthiofauna und das Tal bildet den Lebensraum für die vielfältigsten Tierarten. Die Weiden des Tales werden das ganze Jahr über als Viehweide genutzt. Im Projekt war die Umverlegung des Flusses auf einer Länge von 5,3 km vorgesehen. Die Kosten für Umweltschutzmaßnahmen und Kompensation von Umweltschäden wurden für die Abbaufläche Tuul der Lagerstätte „Zaamar“ („Shijir Alt“) auf 30 % der Gesamtinvestitionen (15,8 Mio. MNT) geschätzt. Beim Abbau der Seifen der Lagerstätte Tuul wird vorgesehen:

1. Wasserversorgung im geschlossenen Kreislauf ohne Ableitung industrieller Abwässer, wofür der Bau von Klärteichen vorgesehen ist.
2. Die maximale Unterbringung der Aufbereitungsrückstände und Abraumhalden im Tagebau.
3. Der Bau der Flußbettumleitung für das normale Wasserregime des Flusses.
4. Rekultivierung der Flächen, einschließlich:
 - selektive Gewinnung und Lagerung der Mutterbodenschicht (20-30 cm),
 - Einebnen der Aufbereitungs- und Abraumhalden,
 - Planieren der Haldenoberfläche und das Wiederauftragen der Mutterbodenschicht.

Über die gesamte Länge der Abbaufläche sind hydrotechnische Maßnahmen zur Ableitung von Wasser erforderlich (Abb. III). Die prognostische und langfristige Planung der Parameter der Ableitung des Flußbettes des Tuul sieht für den Zeitraum bis zum Jahr 2020 folgendes vor:

1. Anlegen einer Flußumleitung auf 2,3 km Länge mit Kopfdamm, Schutzdämmen und einem geschlossenen System der Wasserversorgung für den Schwimmbagger.

2. Flußableitungskanal mit einer Breite von 90 m, einer Tiefe von 1,6 bis 1,8 m und Böschungsneigungen von 1:2,5.
3. Der berechnete Durchfluß des Kanals beträgt 270 m³/s bei einer Fließgeschwindigkeit von 1,59 bis 1,78 m/s, was 10 % des maximalen Wasserabflusses des Flusses Tuul beträgt.

Die Kennziffer der Stabilität des Flußbettes K des Flusses wird vom Verhältnis der Durchschnittsbreite zur Durchschnittstiefe nach folgender Formel bewertet:

$$K = B^m : H \quad \text{Gl. 5.1}$$

B – Durchschnittsbreite des Flusses

H – Tiefe des Flusses

m – Größe des Debits, die der Fluß bilden kann, es gilt: $m = (S_0 : S_1)^{0,1}$ Gl. 5.2

S₀ – Anfangskraft der Bildungen von Flußablagerungen, kg/m²

S₁ – Bewegungskraft des Wassers in der Strömung, kg/m²

Nach den geltenden Richtsätzen ist für den Fluß Tuul die Nutzung von 7-10 % der durchschnittlichen Abflußmenge zugelassen.

Nach der technischen Spezifikation des Schwimmbaggers 250 M wird der Wassergesamtverbrauch mit 540 m³/h angegeben. Davon sind 52,1 m³/s reines Wassers ohne Berücksichtigung des Verlustes der Wasserfiltrierung und Verdunstung. Außerdem wird bei der Umleitung des Flußbetts das hydrologische Winter- und Sommerregime verändert, einschließlich des Frühjahrshochwassers und des Herbstfrosts, was zu negativen Erscheinungen wie Überschwemmungen, Eisbildungen und Veränderungen in den Permafrostböden führt. Entsprechend dem geltenden Gesetz „Über das Wasser“¹ ist die Veränderung von Flußläufen verboten, doch sind in der Praxis Verstöße gegen dieses Gesetz zu beobachten. Außerdem unternehmen die Bergbaubetriebe keinerlei Anstrengungen um Flüsse nach erfolgtem Abbau der darin gelegenen Seifen wieder in ihr altes Bett zurückzuführen und den ursprünglichen Wasserhaushalt wiederherzustellen.

Für die Bilanzeinschätzung des im Prozeß des Kreislaufs zu erneuernden Wassers und für die Prognose der Veränderungen des Wasserhaushalts werden die folgenden Gleichungen verwendet:

$$R = U + S \quad \text{Gl. 5.3}$$

$$W = P - S = E + U \quad \text{Gl. 5.4}$$

$$P = U + S + E \quad \text{Gl. 5.5}$$

R – Oberflächenabfluß über Flüsse

U – Unterirdischer Zufluß zum Fluß aus der Zone des aktiven Wasserwechselzone der Erdkruste

S – Oberflächenabfluß (bei Hochwasser)

W – Bruttobefeuchtung des Territoriums (im allgemeinen Bodenfeuchte)

P – atmosphärischer Niederschlag

E – Verdunstung

¹ Mongolisches Wassergesetz

Die Rekultivierung des Flußbetts des Flusses Tuul

Nach dem Abbau der im Flußlauf gelegenen alluvialen Seifen wird der Flußlauf im Bereich des ehemaligen Abbaus, der mit Spülhalden gefüllt ist, auf seinem ursprünglichen Niveau auf einer Breite von 50 bis 70 m wiederhergestellt. Dafür werden im Abbaufeld Tuul 9,6 laufende km Gräben angelegt, was ca. 1 Mio. m³ Erdarbeiten bedeutet, wenn man von 105 m³ auf 1 m Grabenlänge ausgeht. Die Ufer werden beidseitig auf einer Breite von 50 m mit Mutterboden angedeckt und es werden mehrjährige Pflanzen angesät bzw. wird die Fläche der natürlichen Sukzession überlassen. Dabei wird der Bedarf an Mutterboden auf 30 m³ pro laufenden Meter Grabenlänge geschätzt. Die Rechenparameter der Rekultivierung des Flußbetts der Flußableitung des Flusses Tuul sind in der Tabelle 5.3 dargestellt.

Nr.	Umfang und Wert der Arbeiten	Gesamtwert Tsd. MNT
1	Planieren der Fläche der Flußumleitung mit Bulldozer, 520.000 m ³ (Kosten pro Einheit: 12,9 MNT/m ³)	6.697,6
2	Umsetzung von Gebüsch 1.000 Stück (222,1 MNT/Stück.)	222,1
3	Planieren der Fläche zwischen der Flußumleitung und dem wiederhergestellten Flußbett mit Bulldozer, 150.000 m ² (Kosten pro Einheit: 2,51 MNT/m ²)	421,5
4	Aussaart auf den wiederhergestellten Flächen nach dem Planieren	252,0
5	Kauf von 300 kg Saatgut (bei dem Preis von 3.000 MNT/kg)	900,0
Insgesamt (1-5)		8.493,2
6	<ul style="list-style-type: none"> • Bargeldausgaben • Gehälter (Koeffizient der Nachzahlung K₀ = 8,7) • Sonstige Kosten*) (109,8 %) 	21.618,0 3.888,6
Insgesamt		29.120,0

Tabelle 5.2 Berechnungsgrößen für die Schätzung der Wiederherstellungskosten des Flußbetts des Tuul (für den Bereich Nr. 13 der Abbaufäche Tuul)

*) Unter Berücksichtigung der Kosten eines Dieselgenerators

Es sei vorausgesetzt, daß vor Abbaubeginn das Territorium einer Lagerstätte einen bestimmten ökonomischen Wert besaß, der sich aus der Nutzung der natürlichen Ressourcen (Boden, Pflanzendecke und Fauna) im Laufe einer langen Zeit unter den Bedingungen der Aufrechterhaltung des ökologischen Gleichgewichts ergab (Abb. 5.4). Bei der Begründung der Auswahl der technologischen Ausrüstung und der Technologie der Rekultivierung alter Halden und der Verfüllung von Restlöchern ist die Möglichkeit der nachträglichen Gewinnung von Restvorräten zu berücksichtigen. Bei der Auswahl der Technik und der Technologie der nochmaligen Aufarbeitung technogener Seifen wird auf die bekannten technologischen Typen der Seifen Bezug genommen:

- (1) ausgebeutete Schwimmbaggergelände (Tolgoit, Nariin, Sangiin, Samarchan, Ikh-Adjir, Ikh-Altat etc.) einschließlich der unter flachem Wasser lagernden Außerbilanzvorräte (südliche Flanke Ikh-Altat etc.),
- (2) einzelne Aufbereitungshalden, die beim selektiven Abbau der primären Seifen in der Region entstanden sind (Bolotny, Ikh-Ulent und Dund-Ulent, Uzkii, Gozon shar, Buural, Baga Adjir etc.) im Bassin der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit.

Für 13 selektiv abgebaute Seifen mit einer Gesamtfläche von 217,5 ha werden die Kosten der Rekultivierung im Falle der Ausführung der grundlegenden Arbeitsumfänge mit Bulldozer auf

mehr als 1,5-2 Mio. USD geschätzt. Bei Ausführung der Rekultivierungsarbeiten mittels Dragline steigen die Kosten tendenziell um das Zehnfache und mehr.

Nachfolgend werden die technologischen Schemen nach Neukonturierung (Abflachung) der alten Halden und die Gestaltung von Stufen zwecks Aufforstung am Beispiel von Abraumhalden mit hohen Schütthöhen dargestellt. Zum Beispiel erfordert die Neukonturierung (Ziel: maximaler Böschungswinkel von 18° und Errichtung einer 10 m breiten Zwischenberme) einer zweilagigen Halde (Mächtigkeit einer Lage = 20 m, Böschungswinkel 41°) 95.000 m³ Erdstoffe pro km Haldenumfang (Abb. 5.7).

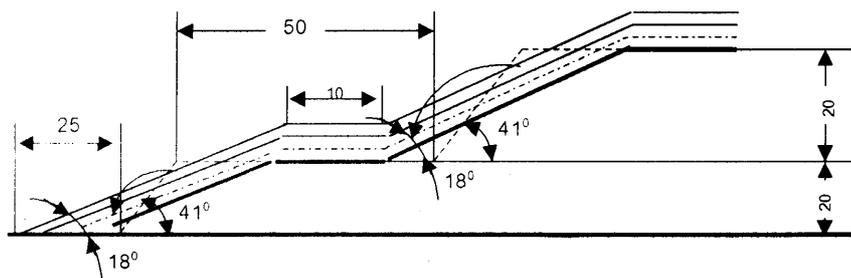


Abb. 5.7 Schematische Darstellung der Neukonturierung einer Halde mit Reduzierung des Böschungswinkels von 41° auf 18°

Die zulässige maximale Höhendifferenz zwischen zwei Schichten h_0 in Meter errechnet sich für mehrstufige Halden nach folgender Formel (in Abb. 5.9 werden die einzelnen Parameter schematisch veranschaulicht):

$$h_0 = (L - 2 \cdot 1,5) \operatorname{tg} \beta \quad \text{Gl. 5.6}$$

- L – Intervall zwischen den Bäumen (Abb. 5.8; L = 10 bis 12 m)
- 1,5 – Entfernung von den Pflänzlingen entsprechend bis zur Unter- und Oberkante der Böschung [m]
- β – natürlicher Böschungswinkel [Grad]

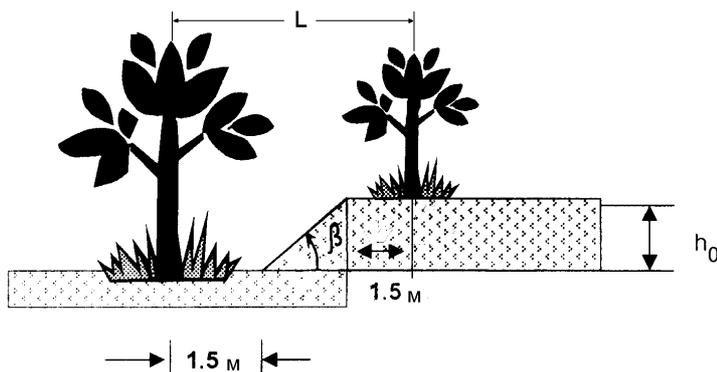


Abb. 5.8 Berechnungsschema für die maximale Stufenhöhe

Das Verhältnis der Haldenhöhe (h_0) zum Böschungswinkel β bei L bis zu 12 m zeigt Tab. 5.3. Eine graphische Darstellung dieser Abhängigkeit für L = 10, 11 und 12 m erfolgt in Abb. 5.9.

h_0 [m]	3,24	7,47	15,57	24,66
β [Grad]	20	40	60	70

Tabelle 5.3 Verhältnis von Haldenhöhe zum Böschungswinkel

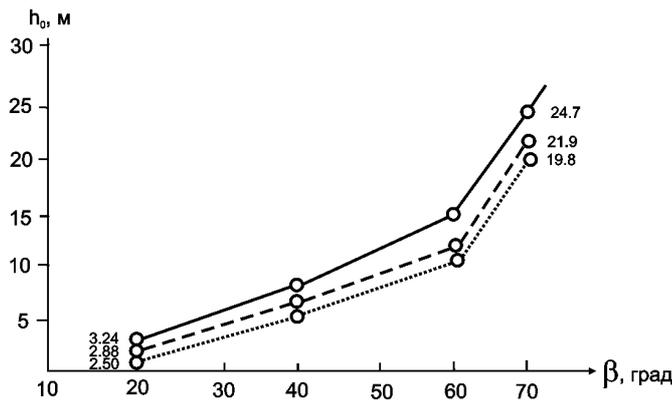


Abb. 5.9 Grafische Darstellung der Abhängigkeit die Haldenhöhe (h_0) und des Böschungswinkels (β) für Baumintervalle (L)

Die Anzahl der zusätzlichen Bermen N bestimmt sich aus dem Verhältnis:

$$N = \frac{h_0}{\Delta h} - 1 \quad \text{Gl. 5.7}$$

Bei zentraler Anlage der Hauptzufahrt und beidseitiger Schüttung von der Pilothalde errechnet sich die Zahl der zusätzlichen Zufahrtbermen wie folgt:

$$N_{\text{zus.}} = 2N_{\text{Zuf.}} \left(\frac{h_0}{\Delta h} \right) - 1 \quad \text{Gl. 5.8}$$

$N_{\text{Zuf.}}$ – Anzahl der Hauptzufahrten auf die Halde

Der Umfang der Bergbauarbeiten nimmt proportional mit dem Bau zusätzlicher Zufahrtsbermen zu. Die für den Erosionsschutz vorzusehenden technischen Maßnahmen sind in Tabelle 5.4 dargestellt.

Böschungscharakter	Böschungswinkel (Grad)	Maßnahmen des Erosionsschutzes
flach	4-5	Bodenschützende langjährige Gräser; Gebüsch und Bäume
schwach geneigt	6-10	Wasserableitungsgräben
geneigt	11-20	Aufforstung
steil	21-40	Terrassierung der Halde, Befestigung des Bodens mit chemischen Methoden und teilweise Rasenansaat

Tabelle 5.4 Maßnahmen des Erosionsschutzes

Die Begrünung der Haldenterrassen verringert die Erosion auf 50 %.

Möglich ist beim Abbau von Seifen auch, den Abraum innerhalb der Tagebaukontur zwischenzulagern und ihn nachfolgend in den abgebauten Bereich umzulagern. Dies erlaubt eine deutliche Verringerung der Rekultivierungskosten und der Kompensationszahlungen für die Inanspruchnahme von zusätzlichen Flächen. Verluste an landwirtschaftlicher Produktion werden dadurch verringert, da mehr Flächen in landwirtschaftlicher Nutzung verbleiben.

Die Planierarbeiten sollen die Bildung des Reliefs der Haldenoberfläche derart gestalten, daß langfristig stabile Böschungen, welche den Einsatz landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Technik gestatten, entstehen. Methoden des Planierens sind: durchgängige und teilweise Planierung oder das Anlegen von Terrassen (Abb. 5.4). Das durchgängige

Planieren sieht eine vollständige Höhenausgleich der gesamten Haldenoberfläche vor. Dabei wird für Feldkulturen eine maximale Flächenneigung von 1° (in einzelnen Fällen $2-3^\circ$) für eine forstwirtschaftliche Folgenutzung von 3° (in einzelnen Fällen bis zu 5°) angenommen. Das teilweise Planieren besteht im Einebnen der Haldenkämme, wobei Flächen von 8-10 m (in einzelnen Fällen 4 m) Breite entstehen, welche eine mechanisierte Aufforstung erlauben.

Methoden des Planierens der Haldenoberflächen

In der technologischen Etappe der Rekultivierung werden durchgeführt: die Einebnung und Terrassierung der alten Halden (Abb. 5.8 und 5.9), Planieren der hohen ($h_0 > 10$ m) konischen Halden mit Dragline (Abb. 5.11) und das Planieren von bis zu 10 m hohen Halden mittels Kleintechnik mit dem Einsatz von mobilen Seilscraperanlagen (Abb. 5.12). Für die Innenkippen erfolgen: Bulldozer-Scrapereinsatz zur Verfüllung der Tagebaue (Abb. 5.13), die forstliche Rekultivierung der Innenkippen in Kombination mit zweckbestimmten Wasserflächen (Abb. 5.14). Das Planieren mit Terrassen umfaßt die Bildung der geplanten Flächen mit verschiedenen absoluten Höhenlagen. Terrassen werden auf verschiedenen Höhen angelegt:

- Dies erfolgt mit Hilfe der bestehenden technologischen (Abbau-) Ausrüstung unmittelbar im Laufe der Haldenbildung. Die Kosten für die Rekultivierung reihen sich vollständig in den Selbstkosten der Goldgewinnung ein.
- Die Abflachung der Böschungen alter (liegender) Halden erfordert spezielle Ausrüstungen, die zusätzliche Zeit und Ressourcen und damit Kosten verursachen.

1. Haldenprofilierung mit Dragline

Zum Abtrag der Haldenkämme von mehr als 10 m Höhe kommen Draglines mit einer Spezialschaufel ohne Boden (Abb. 5.10) zum Einsatz.

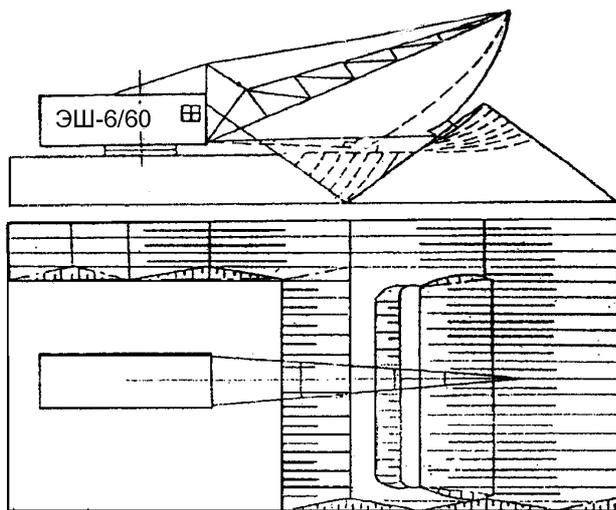


Abb. 5.10 Planieren kegelförmigen Halden mit Dragline und Spezialschaufel

2. Haldenprofilierung mit Kleintechnik

Zur Profilierung von Kippen des Seifenabbaus mit einer Höhe von weniger als 10 m eignen sich mobile Seil-Scraper mit einer üblichen 110 PS-Winde. Die erforderliche Leistung der Winde kann für die Kippenarbeit reduziert werden (Abb. 5.11).

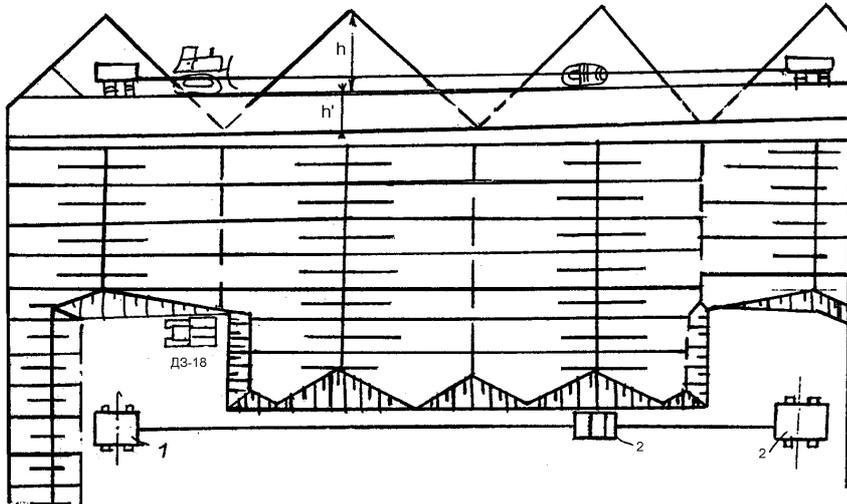


Abb. 5.11 Seilscraperanlage für die Arbeit auf Kippen. 1 - Winde vom Typ L-12, 2 - Mobile Haldenanlage vom Typ UPO-4.5

Eine Gegenüberstellung der Produktionskennziffern für die Abraumarbeiten mit Bulldozer auf der Basis des Traktors D-355A und mit Seilscraperanlage auf der Basis der Winde mit 110 PS Leistung für typische Seifenlagerstätten (Aufschlußbreite 70 m, Aufschlußmächtigkeit 5 m, Baggerfähigkeitsklasse der Gesteine 3) ist in der Tabelle 5.5 dargestellt.

Kennziffern	Bulldozer D-355A	Scraperanlage
Abraumvolumen auf 1 m Geländelänge, 1/m ³	430	410
Transportentfernung, m	130	90
Produktivität, m ³ /h	100	130
Investitionskosten, %	100	10 *)
Kosten pro Maschinenstunde, MNT	51.400 (35,5)	14.000 (9,65)
Spezifischen Kosten), MNT/m ³ (€/m ³)	540 (0,38)	123 (0,08)

Tabelle 5.5 Vergleich der Kennziffern von Bulldozereinsatz und Seilscraperanlage

*) Unter Berücksichtigung der Kosten für Diesel-Generator

Die dargestellte Methode des Abraumbetrages mittels Seilscraperanlage ist nicht nur ökonomisch vorteilhaft sondern auch aus technischen Erwägungen heraus die bevorzugte Variante für Böden mit geringer Tragfähigkeit bzw. für stark bindige Böden. Die Produktivität der Seilscraperanlage wird in diesem Fall um einige Male höher sein, als beim Einsatz von Bulldozern oder von Radscrapern was die Selbstkosten der Abraumarbeit verringert.

Rekultivierung von Schwimmbaggerfeldern mit Innenkippen

Für den Fall, daß die Innenkippen nicht 1-2 m über dem Grundwasserspiegel liegen, ist im Projekt eine Haldendrainage vorgesehen. Die Anlage der Innenkippen und ihre Planierung (als lokale bzw. durchgängige Verfahrensweisen) kann wie nachstehend dargestellt erfolgen:

1. Verlagerung des Abraums in die Innenkippe mit nachfolgendem Planieren für die Wiederaufforstung (bei selektivem Abbau) unter Einsatz von tagebautypischen Bulldozern, Radschapern und selbstfahrenden Radladern.

2. Durchgängiges Verfahren der Aufforstung von Schwimmbaggerabbauen mit Anwendung von Draglines für alle technologischen Prozesse: Abraumberäumung (Torf), Innenkippenbildung und deren Planierung (Abb. 5.12a und b). Abb. 5.13 veranschaulicht das technologische Schema der Innenkippenbildung mit nachfolgender Rekultivierung.

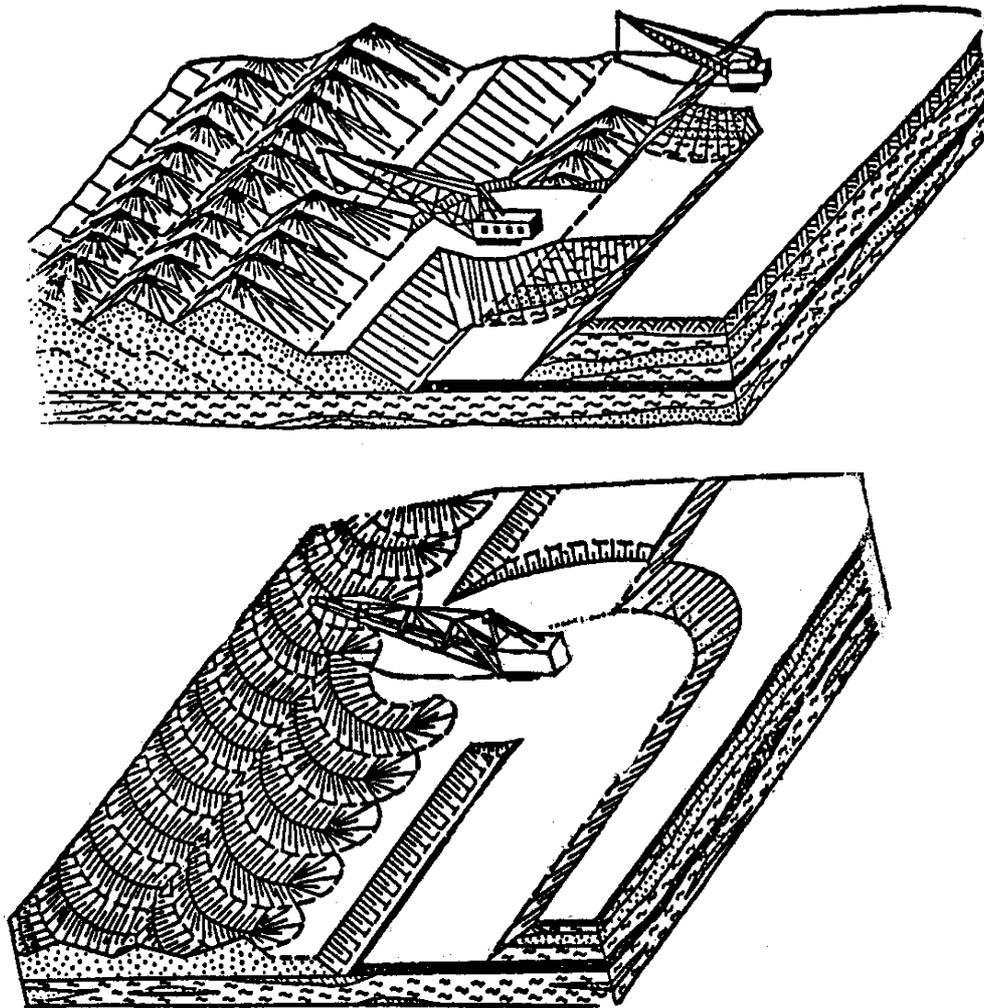


Abb. 5.12 Lineare mit Draglines angelegte Innenkippe im Schwimmbaggerfeld. a - kegelförmige Kippen (Rippen), b - fächerartige (glatte) Kippen

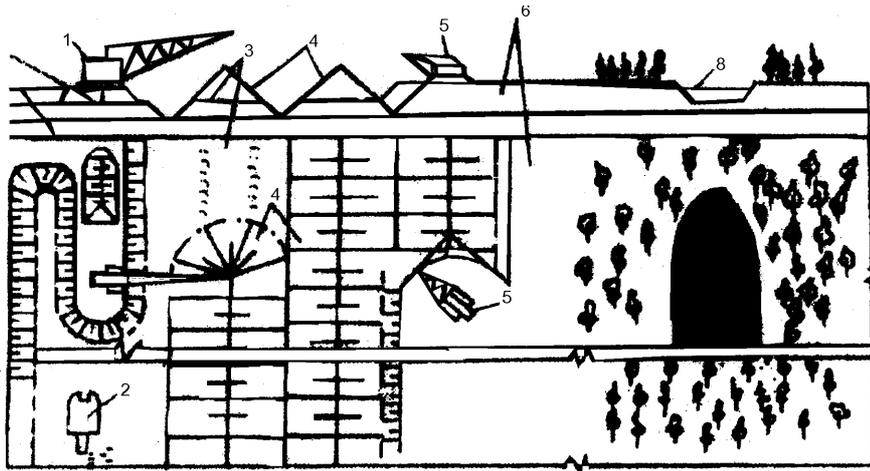


Abb. 5.13 Kontinuierliche technologische Schema der forstlichen Rekultivierung von Schwimmbaggerfeldern: 1 - Schürfkübelbagger, 2 - Schwimmbagger, 3 - Schwimmbaggerhalden, 4 - Innenkippen, 5 - Schürfkübelbagger, 6 - Rekultivierungsfläche; 7 - Wald, 8 - Teich

Auf der Aufforstungsfläche wird durch Anlage spezieller Oberflächengewässer das Wasserregime des Bodens wiederhergestellt und die Entstehung von Sümpfen ausgeschlossen.

5.3 Effektivität von Schutzaufforstungen auf sandigen Böden

In der Zone der Berg-Taiga (Zone B mit jährlichen Niederschlägen von > 300 mm) entwickeln sich der Pflanzenanbau und die Futterproduktion (Gras, Roggen-, Melonen- und Kürbisanbau), die Weidewirtschaft, der Gartenbau und Weinanbau. Es ist möglich, Erträge von 20-25 Ztr/ha zu erhalten.

In den arideren Zonen C und D herrscht Weidewirtschaft vor und die Forstwirtschaft spielt nur eine untergeordnete Rolle in Gebieten, wo es wurzelzugängliches und leicht mineralisiertes Grundwasser gibt. Die Meliorationsrolle des Waldes auf den Sanden drückt sich in der Verringerung der Temperatur durch den Wärmeverbrauch für die Verdunstung, die Vergrößerung der Luftfeuchtigkeit und der Stabilisierung der oberen Bodenhorizonte aus. Kiefernplantation schützen die Sande vor Winderosion. Der Lebensraum von Tieren, insbesondere Vögeln, bleibt erhalten. In Mittelasien wachsen zum Beispiel auf Sandböden über 300.000 ha Wald, hauptsächlich Kiefern. Die tatsächliche Holzmenge beträgt zur Zeit des Holzschlags bis zu über 250-300 m³/ha an wertvollem Holz (Tabelle 5.6).

Gebiet/Wachstumsbedingungen	Alter, Jahre	Mittlere Wuchshöhe, m	Mittlerer Stammdurchmesser, cm	Holzvorrat, m ³ /ha
Unterer Dnepr Sande:				
Frische Subnadelwälder	30	14,3	16,8	225
Frischer Nadelwald	53	13,0	18,5	119
Feuchter Subnadelwald	60	21,1	24,6	443
Don-Gebiet Sande:				
Trockennadelwald	55	11,0	11,3	94
Trockene Subnadelwald	58	14,6	16,6	238
Feuchte Subnadelwald	62	18,3	20,2	328
Mehrschichtige Böden im Bereich von Schuttfächern	65	23,2	23,8	527

Tabelle 5.6 Ertrag von Kiefernwäldern auf Sanden in ariden Gebieten[xx]

Es wird empfohlen, Waldstreifen in 3-5 Reihen und vorzugsweise nur aus Baumarten mit einer Haupt- und zwei Begleitarten anzulegen. Insbesondere werden Waldstreifen aus Hängebirken mit minimalen Kosten angelegt. Diese bieten ausreichend Windschutz, sind vollkommen lebensfähig und agronomisch wirksam auf ausgelaugten Böden.

Von den Laubbaumarten werden für die Aufforstung sandiger Substrate weiße Akazien und Pappeln am häufigsten verwendet. Beispiele der Produktivität solcher Wälder auf die sandigen Böden sind in der Tabelle 5.7 angeführt.

Baumart und Wachstumszeit	Beschreibung des Bodens	Mittlere Höhe/Durchmesser, m bzw. cm	Holzvorrat, m ³ /ha	Verwendung
Weiße Akazie (Unterer Dnepr) 25 Jahre 50 Jahre	Schwarzerden, feinsandig	16/19,6 26/41	124 330	Bauholz (Masten)
Weiße Akazie (30-40 Jahre)	Sandböden im Tersko-Kumsk Gebiet	12-16/16-20	140-160	
Pappel narinisch, kanadisch, euroamerikanisch, Hybride u.a. 12 Jahre 16-18 Jahre	wassernahe Sandböden	keine Angaben keine Angaben	120 120-140	Melioration Umweltschutz
Saksaul 30-40 Jahre	Sanddünen	keine Angaben	20-30t/ha	Brennholz, wichtigste Baumart in Wüstengebieten
Erle auf Flußterrassen 32 Jahre	Auf sandigen Wiesengebieten (in Wassernahgebieten der Steppenzone); auf Quarzsanden	18/25	228	Steigerung der Bodenfruchtbarkeit von nährstoffarmen sandigen Böden

Tabelle 5.7 Forstwirtschaftliche Produktivität verschiedener Baumarten auf sandigen Substraten

Die forstwirtschaftliche Produktion (Waldanpflanzung, industrielle Holzbearbeitung) sowie die Nadel- und Zweigverarbeitung der Kiefer, gewährleisten die Verwertung der forstwirtschaftlichen Produktion bis zu 70 %. Aber in der Wüste nimmt die Bedeutung der Waldanpflanzung für die Holzproduktion und ihrer Schutzfunktion bei der Stabilisierung von Dünen, Schutz von Feldern, Weiden usw. zu. Die Kosten für deren Anpflanzung sollen mit der Zunahme der Produktion in den Zweigen der landwirtschaftlichen Produktion kompensiert werden. Die feldschützenden Waldstreifen auf sandigen Böden erfüllen eine multifunktionale Rolle. In der Praxis betragen die langjährigen Ertragsmittel unter dem Schutz der Waldstreifen

für Luzerneheu 35 %, Heu 45 % und Wassermelonen 48 %. Der Maisanbau auf feinen Sanden nivelliert die Ernte des Winterroggens auf 2-9 ztr/ha, die der Luzerne auf 6 ztr/ha. In den Staubstürmen verringert sich die Deflation des Sandes um 6-30 Mal (Tabelle 5.8).

Bezirk, Wirtschaft	Kultur	Ertrag, Ztr/ha
Bezirk Kalacheva (Rußland)	Hafer, Heu	12,8 ± 1,5
Melonen-und Kürbisanbau	Heu	23,4 ± 2,2
Versuchsstation	Korn	6,5
Bezirk Kamischinsk (Dobrinskii)	Gerste, Korn	4,0
	Winterroggen, Korn	8,9
	Luzerne	18,0

Tabelle 5.8 Erträge landwirtschaftlicher Kulturen auf sandigen Böden bei Anlagen von Waldschutzstreifen [xxxx]

Als ausgesprochen rentabel hat sich die Anlage von Waldschutzstreifen beim Melonenanbau auf Sandböden bewährt: wenn die Größe der Anbauflächen 100 ha überschreitet, erreicht die Rentabilität 150-200 %. Die praktische Erfahrung der einzelnen Wirtschaften zeigt, daß man auf derartig geschützten Sandböden selbst hochproduktiven Gartenbau und Weinanbau (unter Umständen mit Bewässerung) erfolgreich betreiben kann. Der Weinertrag erreicht 50 Ztr/ha und mehr, und steht dem Ertrag auf festeren Böden nicht nach.

Waldschutzstreifen für sandige Weideflächen

Die Waldstreifen tragen zur Erhöhung des Ernteertrags der Gräser in den geschützten Zwischenräumen um 15-20 % bei. In Gebieten mit Schneeverwehungen ist die Ertragssteigerung noch deutlicher. Die Anpflanzung von Saksaul, Dsujgun, Cherkes und anderer Arten geben bis zu 5-6 Ztr/ha zusätzlichen Tierfutters. Dsujgun enthält in der Phase der Blüte mehr als 5 % Protein, 4 % Eiweiß, 17-18 % stickstofffreie Extraktionsstoff, 17,5 % Zellstoffe. In den waldlosen Bezirken Kasachstans, Mittelasiens leiden die Tiere in der Winterperiode durch die kalten Winde und Schneestürme. In Mittelasiens haben die Schafherden, die sich im Schutz der Saksaulstreifen befanden, im harten Winter 1968/69 fast nicht gelitten, aber auf den offenen Weiden sind 30-50 % des Bestandes umgekommen. In einem Viehzuchtzentrum für 1000 Schafe schützen ringförmig angelegte Dsujgun Waldstreifen 100 ha Weideland. Dabei verringert sich die Länge der täglichen Viehumtriebe auf bis zu 1,5-2 Kilometern. Gemäß der Information von VNIAMI hält 1 ha Schutzwaldanpflanzung im Alter von 5-6 Jahren neben der Farm 14.300 m³ Schnee auf.

Künstliche Waldweiden

Entsprechend den Haupttypen der Weidennutzung und den Besonderheiten der Schutzeigenschaften der Gebüsch, Sträucher und Bäume erfolgt die Flächenanordnung bei der Waldmelioration von Weideflächen (Tabelle 5.9).

Weidetypen	Entfernung zwischen den Streifen, m		Meliorations- und Futteranpflanzungen, m		Unterbringung der Pflanzen in der Kulisse, m	
	Längs	Quer	Entfernung zwischen den Kulissen	Breite der Kulissen	Zwischen den Reihen	Unterbringung in die Reihe
Ephemerische Weißwermuth-Weiden	50-200	1000-1600	20-25	3-4	3-4	1,0-1,5
Verschiedene Gräser und Dsujgun	75-100	nicht angelegt	25,0	20,0	3-4	1,0-1,5
Künstlich angelegte komplexe Weiden (Waldweiden)	100-200	1000-1600	25,0	30,0	3-4	1-2,0

Tabelle 5.9 Anordnung der Waldschutzstreifen zum Schutz von Weideflächen und Futteranpflanzungen für die Haupttypen der Weiden der Halbwüste

Die Wachstumsbedingungen für Wald auf den ephemeren Weißwermuth-Weiden sind günstiger im Vergleich zu den anderen. Ihre Produktivität beträgt nach langjährigen Angaben 3-6 Ztr/ha Trockenfuttermasse. Die Produktivität der verschiedenen Gräser-Dsujgunweiden ist gering. Darauf weiden wenige Schafe. Zum Beispiel wird ein Schaf durch 2 ha Weißwermuth-Weide, bzw. 6-8 ha dsujgunischen Weide ernährt. Auf einer künstlichen Weide von 100.000 ha waren Weideschutzstreifen und meliorative Futteranpflanzungen geschaffen und auf einem bedeutenden Territorium die Aussaat wertvoller Futtergräser vorgenommen worden, was als Berechnungsgrundlage der Rekultivierung der zerstörten Flächen für die Weidewirtschaft genutzt wird. In der Trockensteppe und der Halbwüste erlaubt die Schneehaltung auf den Flächen zusätzlich bis zu 500 m³ Wasser anzusammeln, was sich auf das Wiederansiedeln der Holzarten positiv auswirkt. Für die Anlage (Aussaat) der Schutzstreifen werden Sonnenblumen, Mais, Senf und Mohrenhirse verwendet. Sie werden in 2-3 Reihen im Abstand von 70 cm angelegt. Die Pflege der Schutzstreifen erfolgt gleichzeitig mit der Rekultivierung der Brachfelder.

Die Waldanpflanzungen schützen die Ortschaften vor Sandverwehungen und dienen zu Erholungszwecken. In einer Reihe von Fällen werden die Kieferanpflanzungen und die Anpflanzung weiterer Arten, die Phytonzide ausscheiden, welche patogene Keime zerstören, bei Kurbehandlungen verwendet. Ältere Kieferbestände erreichen in der Regel ein Alter von 100 Jahren. In den letzten Jahren hat sich die Bedeutung des Waldes als Holzquelle in der Steppenzzone etwas verringert. Das ist damit verbunden, daß durch die Nutzung der Forste 10-15 % der jährlichen Zunahme der Phytomasse entnommen wurde. Die restlichen 85-90 % verbleiben. Außer dem Verkaufsholz werden aus Kiefernbeständen auf den Sanden der Steppenzzone Rohstoffe für die Herstellung von Nadelbaum- und Vitaminmehl bis zu 10-15 t/ha, und auch Rohstoffe für die Arzneimittelindustrie, Pilze, Beeren und Harze gewonnen. Tabelle 5.10 gibt einen Kosten-Nutzen-Vergleich für Waldschutzstreifen wieder.

Kennziffer	Rubel/ha
Wert des Stammholzes	300-700
Kosten für Anpflanzung und Pflege	250-300

Tabelle 5.10 Kosten-Nutzen-Vergleich für Waldschutzstreifen auf sandigen Böden, Alter 50 Jahre [13]

5.4 Schlußfolgerungen

1. Es werden analytische Methoden zur Berechnung der linearen Parameter von Außenhalden für deren Projektierung mit einer beliebigen Kapazität und Höhe empfohlen. Für Halden mit einer Kapazität von bis zu 150 Mio. m³ und einem Verhältnis von Länge zu Breite $L : B = 2$ und Böschungsneigungen von 10-25° ergibt deren weitere Aufstockung bis zu einer Höhe von maximal 40 m einen Anstieg des spezifischen Volumens des Böschungsanteils um das 5-7,8 fache.
2. Es wird die kombinierte Methode der Abraumbeseitigung und der Kippenschüttung nach einer kontinuierlichen Technologie mit gleichzeitiger Begrünung der Kippen empfohlen, was die Kosten für Kompensationen für Flächenverbrauch und die Kosten für die bergbautechnologische und biologische Rekultivierung senkt. (Abb. 5.5a-d). Die vorgeschlagene Variante des kontinuierlichen technologischen Schemas der Aufforstung für die Schwimmbaggerfelder wird in der Kombination mit einem Wasserreservoir vorgestellt (Abb. 5.11).
3. Die Waldschutzstreifen tragen zur Ertragssteigerung bei Gräsern von 15-20 % in den so geschützten Flächen bei. In Gebieten mit Schneeverwehungsgefahr ist die Anpflanzung von Saxaul, Dsujgun, Cherkes und anderer Arten, die außerdem bis zu 5-6 Ztr/ha zusätzlich Futter für die Tiere geben, empfehlenswert. Die Waldanpflanzung schützen Ortschaften vor Sandverwehungen, dienen Erholungszwecken und bieten Deckung für das Vieh.
4. Im Hinblick auf die Anwendung des geltenden Gesetzes der Mongolei „Über das Wasser“ (Artikel 5) wird vorgeschlagen, einen Schutzstreifen in einer Entfernung von nicht weniger als 100 und 500 m von den jeweiligen Uferlinien zu schaffen und dadurch die Sicherheit der Flußökosysteme unter Berücksichtigung des kritischen Zustandes, in dem sich die kleineren und mittleren Flüsse in den Bergbaugebieten befinden, zu gewährleisten. Insbesondere der Lauf des Flüsse Tuul Eroo (mit der Ausdehnung von 7 km), Tolgoit (18,3 km), Bugant (11,3 km), Ikh und Baga Ulent (14,2 km), Gozon shar (8,7 km), der Bäche Neelkhii, Khailast und andere (mehr als 11,0 km), der Flüsse Ongiin gol (4,20 km), Baidrag (2 km) sind betroffen. Das Hauptflußbett der Flüsse ist zerstört, die Fließgeschwindigkeiten verringern sich und die hydraulischen Verhältnisse zwischen Oberflächen- und Grundwasser sind verändert.

6 Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen nach gewählten Abbautechnologien und der Rekultivierung der beanspruchten Böden

6.1 Gegenwärtiger Zustand

6.1.1 Der Einfluß von Tagebauen auf die Umwelt

Der oberste Teil der Lithosphäre, die ganze Hydrosphäre und die unterste Schicht der Atmosphäre der Erde befinden sich in der Zone des unmittelbaren Kontakts und des Zusammenwirkens mit den Menschen. Der Einfluß der Bergbaubautätigkeit auf die Umwelt im Allgemeinen ist in Anlage B.15 dargestellt. Charakter und Ausmaß des Einflusses ist in jedem konkreten Fall unterschiedlich, und wird durch die natürlichen und produktionstechnologischen Besonderheiten der entsprechenden Lagerstätte definiert.

6.1.2 Die Erschöpfung der Vorräte an Grund- und Oberflächenwasser

In den Bergbaugebieten der Flußniederungen wird die Verbindung zwischen ober- und unterirdischen Wässern zerstört und es verschwinden zahlreiche Quellen und kleine Flüsse. Dadurch tauen Dauerfrostböden auf und trocknen Sümpfe aus. Folglich hören viele Vegetationsarten auf, zu existieren. In der technischen Literatur wird diesbezüglich berichtet, daß in den Bergbauregionen, insbesondere in Kasachstan, in einzelnen Bergbaugebieten die Weide und andere Hygrophyten, wie der Hagebuttenstrauch und der Beifuß, im Begriff sind zu verschwinden.

Zerstörung von Oberflächengewässern

Eine theoretische Grundlage der Methode der Einschätzung der Oberflächenwässer ist das Prinzip der Betrachtung von Einzugsgebieten. Besondere Aufmerksamkeit ist aus ökologischer Sicht auf die Sicherung des Wasserbedarfs und die Sauberkeit von kleinen Flüssen (mit einer Ausdehnung bis zu 100 km) zu richten. Diese Flüsse können aufgrund der wirtschaftlichen Tätigkeit verschwinden oder verschmutzt, einige befinden sich bereits in einem kritischen Zustand. In der Praxis ist die Schaffung bzw. Ergänzung der Vorräte an Oberflächenwasser durch Bildung von Teichen und Wasserspeichern üblich, was sowohl negative als auch positive Folgen hat (Abb. 6.1).

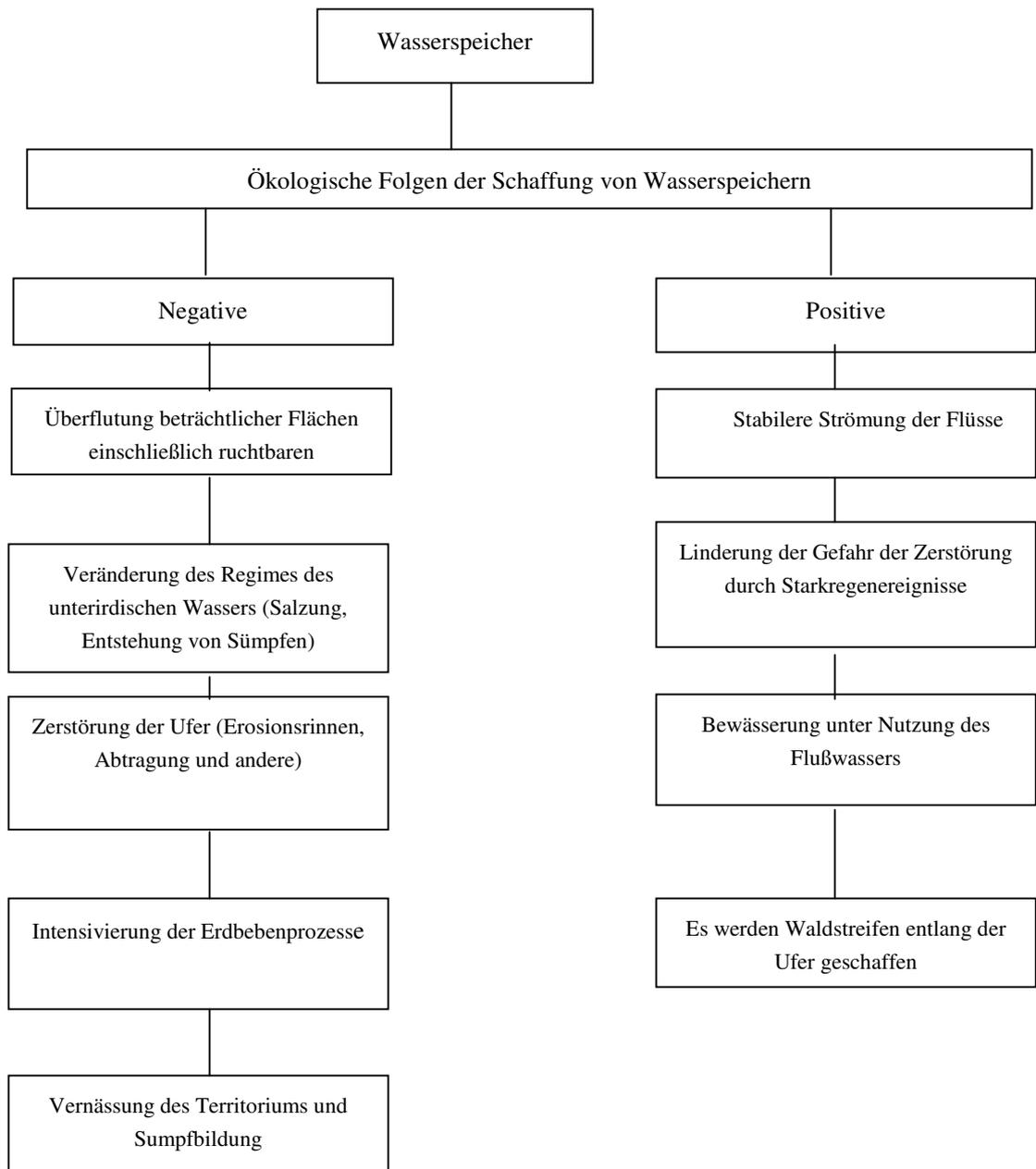


Abb. 6.1 Die ökologischen Folgen der Schaffung von Wasserspeichern

Die Schaffung von Oberflächengewässern und Talsperren in Flußtälem hat negative und positive Folgen. Ein Beispiel aus der Praxis: In Deutschland wurde im Tal des Flusses Saale ein Stausee von mehr als 30 km Länge geschaffen, der touristisch durch Schiffsverkehr erschlossen ist und außerdem ein Wasserkraftwerk speist. Andererseits hat der Bau der Dämme für die Bildung des Wasserspeichers auch negative Auswirkungen auf das Laichen der Fische, insbesondere in großen Flüssen.

6.1.3 Die Hauptkomponenten der technologenen Verschmutzung und die Bedingungen für deren Bildung

Die technogene Verschmutzung von Gewässern, der atmosphärischen Luft und des Bodens ist unmittelbar mit der Bildung fester, flüssiger, staub- und gasförmiger Abfälle des Bergbaus verbunden und ist chemisch unterschiedlich zusammengesetzt (Tab. 6.1).

Art der Stoffe	Phasencharakteristik	Schadstoffe bzw. negative Veränderungen
Feste	der Abraum, der in der Innen- und Außenkippen abgelagert ist; ein Teil der Bilanzvorräte, die bei der Förderung in den Abraum verlorengegangen sind; Arm- und Außerbilanzzerze; abgesetzte Sedimente	Verbindungen von Eisen, Aluminium, Schwefel, Natrium, Magnium, Kalium, Calcium, Silizium, Titan und Phosphor; Quecksilber und Zyanide, Mikroelemente
Flüssige	Wasser aus dem Tagebau und aus der Drainage, Abwässer der Hilfsproduktion	Schwebestoffe, biologischer Sauerstoffbedarf, Mineralölkohlenwasserstoffe, Phenole, Sulfate, Chloride, Karbonate, Hydrokarbonate, Tenside (oberflächenaktive Stoffe), Stickstoffverbindungen, Ionen von Schwer- und Leichtmetallen, pH, Bakterien
Staub- und gasförmige	Produkte der Verbrennung des Brennstoffes, der technologischen Prozesse, Ausgasungen und Abgase	Staub, Ruß, Stickstoff- und Kohlenstoffoxyde, Schwefeldioxyde, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Ammoniak, Formaldehyd, Phosphoranhydrid, Chlor, Benz(a)pyren, Mikroelemente

Tabelle 6.1 Charakteristik der Bergbauproduktion und der darin enthaltenen schädlichen Komponenten

In Abb. 6.2 ist das prinzipielle Schema der Demineralisation des Tagebauwassers in der Bergindustrie dargestellt. Auf dem Anteil der thermischen Methode zur Entsalzung kommen ungefähr 1,5 % aller mineralisierten Abwässer; die übrigen Volumina unterliegen der Reinigung durch die Membranmethode (Umkehrosrose 7 %, Elektrodialyse 96,5%).

Bodenverschmutzung mit Quecksilber

Bezüglich der Gesundheit der Menschen in den Goldgewinnungsregionen haben Quecksilber und Zyanide das größte Gefährdungspotential. Nach Forschungen von „Jaika“ (Japan) wurden im Becken des Flusses Boroo und des Flusses Kharaa mehr als 260.100 Quadratmeter durch Quecksilber verunreinigt [42]. Heutzutage wird in der Bodenablagerungen der Flüsse Boroo und Kharaa die Menge des Quecksilbers, die sich auf einer Flußlänge von 40 km angesammelt hat, auf etwa bis 2-3 t geschätzt. Die stärksten Verunreinigungen mit Quecksilber in den Bergbaugebieten der Flüsse Boroo werden im Tal Ikh-Dashir angetroffen. Die Verteilung der Quecksilbergehalte in den Bodenablagerungen entspricht im Großen und Ganzen dem Quecksilbergehalt im Flußwasser. Deren Verlagerung des Quecksilbers macht während der Strömung der Flüsse seit 1956 im Laufe von 50 Jahren ungefähr 10-15 km aus.

Gebiet	Länge, km	Mittlere Breite, m	Mittlere Tiefe, m	Hg-Durchschnittsgehalt, mg/kg	Insgesamt, t
vom Fluß Boroo bis Kharaa	23,1	2,5		69,4	1,4
vom Fluß Boroo bis Somon-Zentrum	40,5	5	0,2	41,3	3

Tabelle 6.2 Grad der Sedimentverunreinigung im Becken der Flüsse Boroo und Kharaa [42]

Gemäß den vorliegenden Informationen überschreitet der Quecksilbergehalt für 96 Sedimentproben, die entlang des Flusses Boroo entnommen wurden, den zulässigen japanischen Grenzwert von 0,15 ppm um durchschnittlich das 10- bis 20-fache, im Einzelfall sogar um das 25.000-fache. In den USA liegt der entsprechende Grenzwert in vielen Bundesstaaten bei 0,2 ppm.

6.1.4 Die Umweltstandards für atmosphärische Luft und Schadstoffemissionen

Die maximal zulässigen Konzentrationen (MZK) der atmosphärischen Verschmutzung werden durch zwei Kennziffern bestimmt: den einmaligen maximalen Wert und den Tagesmittelwert. Der einmalige Maximalwert ist ein kurzzeitiger Spitzenwert von maximal 30 Minuten. Maximalwerte werden für radioaktive, allgemeintoxische, krebserzeugende, mutagene und andere Parameter bestimmt. Sie sind für 114 Schadstoffe und 24 Kombinationen der Verschmutzung der atmosphärischen Luft begründet und bestätigt. In verkürzter Form ist das Verzeichnis dieser Werte für die häufigsten Arten der atmosphärischen Verschmutzungen in der Tabelle 6.3 dargestellt.

Stoffe	MZK, mg/m ³	
	Maximal, einmalig	Tagesmittelwert
Nichttoxischer Staub	0,5	0,15
Kohlenstoffoxyd	3,0	1,0
Stickstoffdioxid	0,085	0,085
Schwefelanzhydrid	0,5	0,05
Schwefelwasserstoff	0,008	0,008
Schwefelkohlenstoff	0,03	0,005
Schwefelsäure	0,3	0,1
Ammoniak	0,2	0,2
Azeton	0,35	0,35
Benzin (umgerechnet auf C)	5,0	1,5
Ruß	0,15	0,05
Phenol	0,01	–
Formaldehyd	0,035	–
Phosphoranhydrid	0,15	0,05
Chlor	0,1	0,03

Tabelle 6.3 Verzeichnis der MZK für die Hauptarten der atmosphärischen Verschmutzungen [45]

Enthält die atmosphärische Luft mehrere Schadstoffe mit gleichgerichteter Wirkung, ist die nachstehende Bedingung einzuhalten:

$$\frac{C_1}{MZK_1} + \frac{C_2}{MZK_2} + \dots + \frac{C_n}{MZK_n} \leq 1 \quad \text{Gl. 6.1}$$

C_1, C_2, \dots, C_n – tatsächliche Konzentrationen der Schadstoffe i. d. Atmosphäre, [mg/m³]
 $MZK_1, MZK_2, \dots, MZK_n$ – die maximal zulässigen Konzentrationen der Schadstoffe, [mg/m³]

6.1.5 Die Umweltstandards und Bedingungen der Abwassereinleitung

Bei der Abwasserreinigung von Schwebstoffen, Mineral- und Schwermetallsalzen, nicht auflösbaren Teilchen organischer Herkunft, Bakterien soll die Bedingung nach Formel 6.2 befolgt werden:

$$\frac{C_1}{MZK_1} + \frac{C_2}{MZK_2} + \dots + \frac{C_n}{MZK_n} \leq 1 \quad \text{Gl. 6.2}$$

C_1, C_2, \dots, C_n – Einleitungskonzentration der jeweiligen Schadstoffe, [g/m³]

$MZK_1, MZK_2, \dots, MZK_n$ – entsprechende maximal zulässige Einleitungskonzentration, [g/m³]

Die maximal zulässige Konzentration für Schadstoffe wird unter Berücksichtigung der Verdünnung nach folgender Gleichung berechnet:

$$qK_{st} + aQK_p = (q - aQ) \cdot K_n \quad \text{Gl. 6.3}$$

Q – normative Fließgeschwindigkeit des Gewässers in das eingeleitet wird, [m³/h]

q – normative Fließgeschwindigkeit der Abwassereinleitung, [m³/h]

K_{st} – Konzentration der jeweiligen Schadstoffe im Abwasser, [g/m³]

K_p – Konzentration der jeweiligen Schadstoffe an der Einleitstelle, [g/m³]

a – Koeffizienten der Vermischung

K_n – maximal zulässige Konzentration des Schadstoffs im Gewässer, [g/m³]

Die Direkteinleitung in Oberflächengewässer durch die Bergbauindustrie ist geregelt („Gesetz über das Wasser“). Für jede Einleitung sind konkrete Grenzwerte festzulegen (Tab. 6.4). Die entsprechende Einleitgenehmigung wird für die Zeit von 1-5 Jahren ausgestellt und periodisch verlängert.

	Fracht	Konzentration
Schwebstoffe	1,5-32	+0,25+0,75
BSB, mgO ₂ /dm ³	3-6	3-6
Mineralölkohlenwasserstoffe	0,05-0,3	0,05-0,3
Phenole	0,0005-0,01	0,001
Eisen	0,5	0,3
Mineralisation	1.000	1.000
Sulphate	100-500	100-500
Chloride	150-350	300-350
Tenside	0,1-0,5	0,1
Nitrit-N	0,01-0,04	0,02
Nitrat-N	10	10
PH	6,5-8,5	6,5-8,5

Tabelle 6.4 Zulässige Konzentrationen und Frachten für die Direkteinleitung von Tagebauwässern, [mg/dm³]

Entsprechend den sanitär – hygienischen Anforderungen an Trinkwasser der UNO [10] gilt:

- Studium der Qualität und des Umfangs des Wasserverbrauchs unter Berücksichtigung der Bevölkerungszunahme in den Regionen,
- Berechnung der Wasservorräte, Annahme von Maßnahmen zum Schutz und zur Vermeidung von Verschmutzung,
- Kontrolleinschätzung der Einwirkung neuer Bauvorhaben auf das Wasserökosystem und die Qualität des Wassers,
- Erarbeitung rentabler Technologien zur Verbesserung der nochmaligen Nutzung des Wassers, zur Reinigung des Quell- und Regenwassers, einschließlich der Erkundung und Untersuchung anderer Süßwasserquellen (besonders für die Entwicklungsländer),

- Schutz des Ökosystems, die Erarbeitung von Berechnungsmethoden des Wasserverbrauchs der Menschen, das Problem der finanziellen Bewertung des Wassers,
- Schutz der Waldflächen in den Einzugsbereichen der Flüsse, Schutz des Wassers vor Verschmutzung durch die Landwirtschaft,
- Beachtung der ökologischen Sicherheit bei der Organisation der Fischwirtschaft im Süßwassergebiet,
- Schutz vor Verschmutzung durch Abfälle tierischer Herkunft, Beachtung der Anzahl der Wassertiere,
- Ökologische Überprüfung hinsichtlich einer sicheren Umwelt für Neubauprojekte,
- Schulung von Experten und führenden Spezialisten zur Einschätzung der Vorräte, der Planung und der Nutzung des Süßwassers.

6.1.6 Die Methoden der Reinigung und die Desinfektion des Abwassers

[Anhang 4 xxx]

In der Praxis werden die in Abb. 6.2 dargestellten Methoden zur Reinigung der Abwässer von Schwebestoffen unter Nutzung der Gravitationskräfte (die mechanische Reinigung), der Veränderung ihres physischen Zustandes durch Einwirkung spezieller Zusätze (physikochemische Reinigung) und auch die Reinigung und die Entfernung von Mineralsalzen, von Salzen der Schwermetalle, von organischen und bakteriellen Verschmutzungen verwendet.

Die mechanische Reinigung wird verwirklicht durch Klären über Kaskaden von Absetzbecken, Dammsystem und Gräben (Abb. 6.2, 6.3 und 6.4), durch Filterung, Flotation und Zentrifugierung, physisch-mechanischer Koagulation, Ausflockung, Sorbtion, Elektrokoagulation, Elektroflotation und Elektroneutralisation.

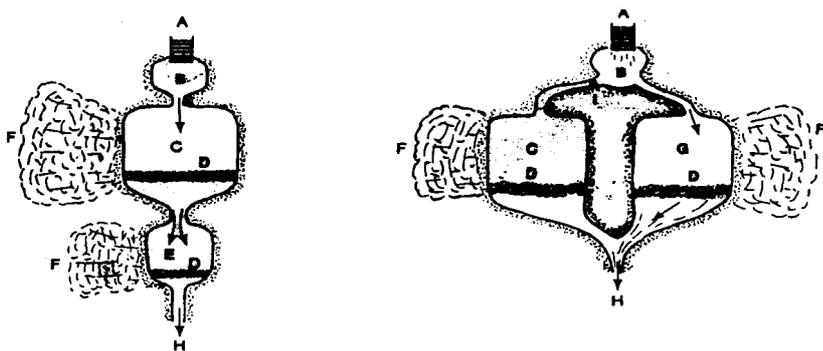


Abb. 6.2 Kaskade von Wasserkläranlagen: A-Zulaufgraben, B und C-Abwasser, D-Filtrierdamm, E und H –gereinigtes Wasser, F- Schlamm

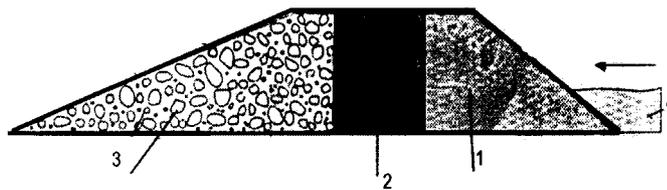
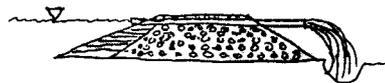


Abb. 6.3 Querschnitt durch Filtrierdamm; 1- feinkörnige Sande, 2- grobkörnige Sande, 3- Schotter, 4- Wasser

a)



b)



Abb. 6.4 Querschnitt durch einen Stützdamm mit Wasserableitungsrohr; a-unzureichend, b-normal

Die Entsalzung von Abwasser mit einem Salzgehalt von mehr als 1 g/dm^3 erfolgt durch Trennung und Reinigung von mineralischen Beimengen bis zum Handelsprodukt. Die thermische Reinigung basiert auf der Veränderung des Aggregatzustandes des gereinigten Abwassers (Destillieren, Gefrieren etc.). Die Membranreinigung (Umkehrosmose, Elektrodialyse) und reaktive Reinigung (Ionenaustausch, Fällern der Salze) ist ebenfalls anwendbar. Die Reinigung vom Schwermetallsalz erfolgt durch Überführung der löslichen Metallsalze in die feste Phase (Wasserneutralisation) und durch Abtrennung der flüssigen und festen Phasen. Die Reinigung von organischen Verschmutzungen erfolgt mit Hilfe von Mikroorganismen, die während ihres Lebensprozesses fähig sind, organische Stoffe in anorganische zu zerlegen. Als bakterizide Reinigungsmethoden werden verwendet: Chlorierung (flüssiges Chlor, Hyperchlorid, Natrium und Kalium, Chlorkalk), Ozonierung, Elektrolyse und Strahlung. Die Klassifizierung der Reinigungsmethoden sowie der und Desinfektionsverfahren von Abwasser sind in Abb. 6.5 dargestellt.

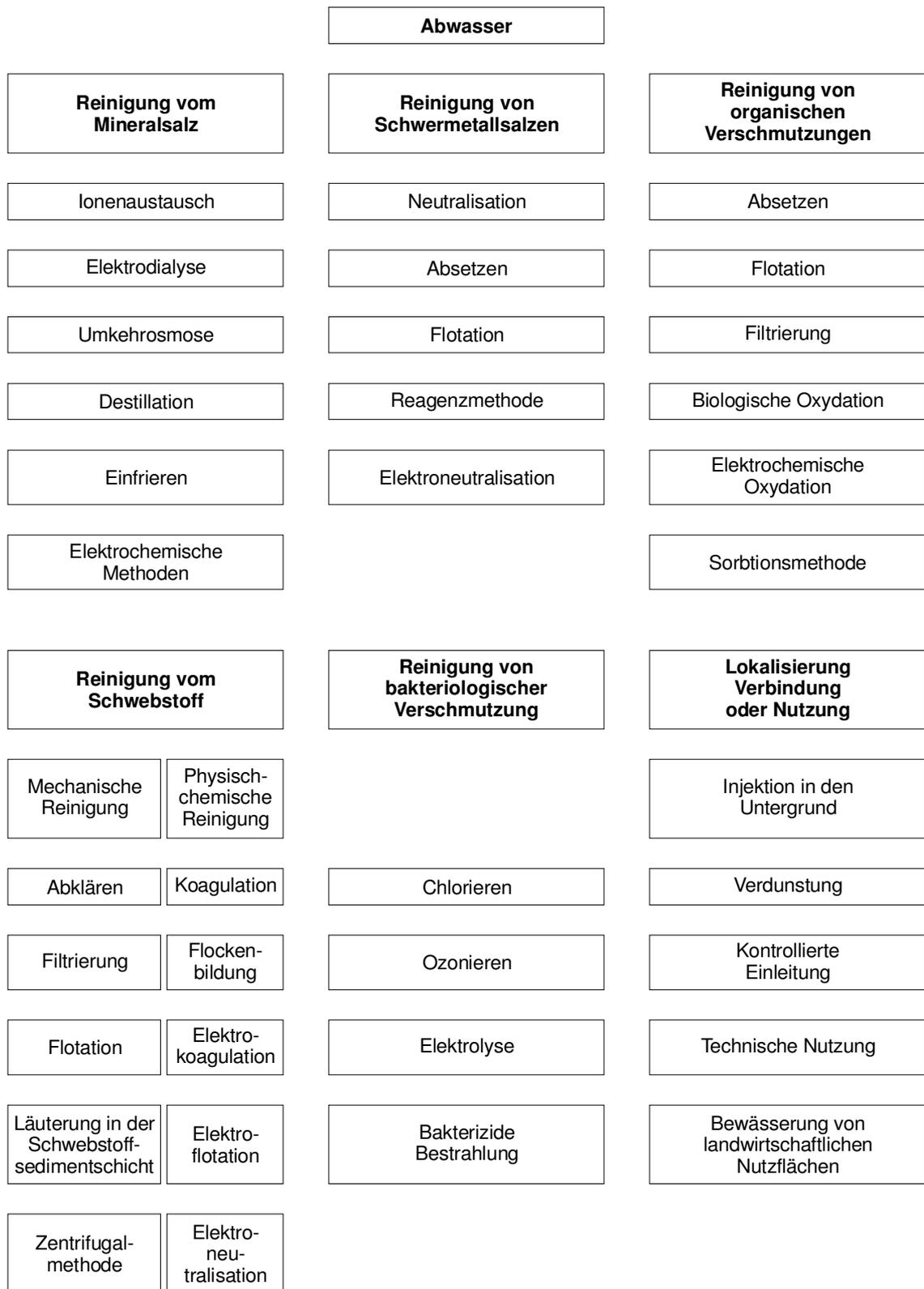


Abb. 6.5 Klassifikation der Hauptmethoden der Reinigung und Desinfektion von Tagebauabwasser

6.1.7 Technologische Schemen und Konstruktion der Wasserreinigungsanlagen

Die Klärteiche können einzeln und als Kaskaden mit zwei bis vier Sektionen, und auch in Kombination mit schnellen Sandfiltern verwendet werden. Die Reinigungsleistung des

Abwassers von Schwebstoffen beträgt 20-30 mg/l und in Kombination mit schnellen Sandfiltern bis zu 2-10 mg/l. Nachfolgend werden die technologischen Schemen der Filterung und der Desinfektion unter Nutzung vom Quarzsand dargestellt. Am meisten verbreitet sind offene einschichtige und Druckfilter, weniger verbreitet sind zweischichtige Filter, Kontaktklärung und Vibrationsfilter. Die Anwendung der Druckflotation, das industrielle Kultivieren von Makrophyten und ihre Anwendung in der Praxis gewährleisten die Einhaltung der Reinigungsziele (Tab. 6.5).

Bauform der Reinigungsanlagen	Effektivität der Reinigung, [%]	Schwebstoffgehalt nach Reinigung, [mg/l]
Kläranlage	25-70	30-100
Teich-Kläranlage	50-95	20-30
Kläranlage + Teiche + Kläranlage	60-97	10-50
Kläranlagen mit Koagulation	60-80	20-80
Kläranlage + Filter	95-99	2-10
Kläranlage mit Schwebeschicht des Niederschlags	85-90	8-15

Tabelle 6.5 Bauform und Effektivität der Arbeit der Haupttypen von Wasserreinigungsanlagen

Das Niveau der Kennziffern der Abwasserreinigung, die technischen Kennziffern der Filter und die technisch-ökonomischen Parameter der Abwasserreinigung sind in der Anlage C zusammengestellt.

6.1.8 Fristverzug der Rekultivation bei Bildung und die Nachbehandlung von Seifen in Schwimmbaggerfeldern

Die Hauptgründe der Bildung der technogener Seifen sind nach [10]:

- die Unvollkommenheit der verwendeten technischen Mittel entsprechend den berggeologischen Besonderheiten der Seifen,
- die Störung des technologischen Zyklus der Wäsche,
- das Fehlen von Nuggetfängern usw.

Technogene Seifen entstehen im Laufe der Ausbeutung der Fundorte durch überhöhte Verluste des Goldes durch Regelverstoß bei der technischen Ausbeutung der Seifen als auch durch das Belassen von Pfeilern an den Rändern des Abbaus auf Grund der Unterschätzung deren Produktivität nach den Erkundungsergebnissen. Dies ist häufig der Fall bei reichen Seifen, die in der Vergangenheit mit niedrig-produktiven Methoden gefördert worden sind. Die technologischen Gründe für den Rückstand und den Verzug bei der Rekultivierung in den Goldgewinnungsregionen des Landes sind bekannt:

1. Vorhandensein des übernormativen restlichen Goldes in Grobkornwaschhalden aufgrund der traditionell angewendeten Wasserstrahl- und Schleusentechnologie der Goldgewinnung.
2. Im Falle des gleichzeitigen Abbaus und Rekultivierung werden die Aufbereitungsabgänge mit Abraum vermischt und Restgehalte gehen irreversibel verloren, was bei den 1900 begonnenen Bergbauarbeiten der „Mongolor AG“ und nachfolgend (ab 1974) bei dem mongolisch-sowjetischen Gemeinschaftsunternehmen „Mongolrostswetmet“ der Fall war.

Die statistischen Angaben zu den Terminverzügen der Rekultivierungsarbeiten für die Fundgrube Tolgoit (durch „Mongolrostsvetmet“ geführt) sind in der Tab. 6.6 dargestellt.

Seifen-lagerstätten	Zeitraum der Ausbeutung		Lizenz-fläche, [ha]	Fristverzug der Rekultivierungs-arbeiten, [Jahre]	Technogene Belastung, [Tausend m ³]	
	Anfang	Ende			Abraum	Erz
I. Baggerfelder						
1 Tolgoit-I	1974	1982	234,0	25		8.940,0
2 Tolgoit-II	1984	1988	230,0	17		41.119,0
3 Tolgoit-I	1989	1997	233,0	18		8.915,0
4 Shirokii	1998	1998	99,8	7		901,0
5 Ikh-Altat	1983	1999	348,0		60.300,0	1.5074,0
6 Ikh-Adjr	1984	1988	242,0	17		6.600,7
7 Samarhan-II	1982	1988	161,2	17		
8 Sangiin	1980	1983	273,1	22	2.400,0	1.067,0 ^{*)}
II. Selektiver Abbau						
1 Bolotnii	1978	1980	76,6	25	650,0	181,0
2 Nariin	1999	1999	11,4	6	38,0	23,0
3 Dund-Ulent	1983	1998		7		127,5
4 Baga-Ulent	1987	1987	388,3	18	1.708,0	165,9
5 Gozon shar	1996	2000	16,0	5	3.630,0	181,0
6 Ikh-Ulent	1988	1988	325,0		230,0	56,5

Tabelle 6.6 Ausgangsdaten über die Verzugsfristen der Rekultivierungsarbeiten (1974/2004)

*) Seit 1979 wurden im Zeitraum von 28 Jahren im Bergbaugebiet Tolgoit von „Mongolrostsvetmet“ 19 Seifen mit einer Gesamtsumme von 75-80,0 Mio. m³ abgebaut, darunter im Becken der Flüsse Tolgoit, Bugant und Eroo Es wurden mehr als 40 Mio. m³ Erz abgebaut und 12 t Gold gewonnen.

**) Abraum unter Berücksichtigung der Abraumhalden (restliche Erzvorräte unter hohen Kegelhalden).

Nach [27] wird eingeschätzt, daß die Restvorräte in technogenen Seifen mehr als 50 % vom gefördertem Vorrat bilden können. Nach Einschätzung von Spezialisten des Bergingenieurinstitutes der Mongolischen Staatlichen Universität für Wissenschaft und Technologie betragen die Goldvorräte in den technogenen Seifen in den Bergbaugebieten der Fundgrube Tolgoit „GU Mongolrostsvetmet“ mehr als 5 t.

Die Vorräte der technogenen Seifen in Schwimmbaggerfeldern zeigen, daß nur 55-60 % der Vorräte gewonnen wurden [31]. Die übernormativen Verluste sowohl im Anstehenden, als auch bei der Goldwäsche sind bei der Aufgabe der Erze in die Schurren des Schwimmbaggers (Streuverlust beim Entleeren der Schöpfkellen) während der Erzwäsche entstanden. Wenn die Aufgabeverluste nach Erfahrungswerten und die Verluste bei der Wäsche nach dem Ergebnis deren Beprobung bewertet werden, so kommt es bei der Abschätzung der Erzverluste im Anstehenden zu Über- oder Unterbewertungen (bei einer mosaikartigen Verteilung in der Abbaufäche). Auf die mosaikartige Verteilung der verlorenen Erze wirken folgende Umstände:

- Vorhandensein (in einigen Gebieten) von Dauerfrost wodurch die Reicherze an der Liegendgrenze der Erzkörper nicht gewonnen wurden.
- Verstöße gegen die technischen Regeln des Seifenabbaus, die bei offenem Tagebau durch Mangel an materiellem Interesse in der Erhöhung eines vollständigen Abbaus unter den Bedingungen einer unvollständigen Erkundung der Goldvorräte bedingt sind.
- Fehler bei der abbauvorbereitenden Beprobung der Erze.

In der Praxis der Vorratsberechnung werden die Erkundungsergebnisse um einen Faktor korrigiert, der nach den Abbauergebnissen von den am vollständigsten abgebauten Bereichen unter Berücksichtigung der Transport- und Aufbereitungsverluste berechnet wird.

Für die Bestimmung (Planung) des zeitlichen Verzuges der Rekultivierung besteht die Notwendigkeit der Einschätzung der restlichen Goldvorräte des technogenen Lagers durch die Methode deren Prognostizierung [32]. Nach [32] waren auf 16 Schwimmbaggern durch diese Berechnungsmethode überhöhte Schätzwerte für den Füllungsgrad der Eimer angenommen worden. Sie liegen um 1,0 und erreichen bei einzelnen Schwimmbaggern Werte von 1,23-1,37 [12]. Die maximalen durch Messung bestimmten Werte, waren gleich 0,70 bei Messungen der Schüttverluste auf Schwimmbaggern (bei der Durchführung der Arbeiten zur Einschätzung der Vorräte der technogenen Lager) in verschiedenen Regionen des Landes. Dabei wurden insgesamt 3278 Eimer entleert [12]. Dadurch war die Saisonproduktivität der Schwimmbagger Q_{saison} nicht nur überhöht, sondern auch unerfüllbar [5]. Auf diese Weise werden im Laufe der Ausbeutung der natürlichen Seifen in der Regel technogene Seifen mit wahrscheinlich industrieller Bedeutung gebildet, was die nachfolgende Rekultivierung des Baggerfeldes in allen Regionen aufhält. Andererseits soll der Schaden, der infolge des Verzugs bei der Rekultivierung entstanden ist, von den Bergbetrieben der Volkswirtschaft zurückerstattet werden.

6.1.9 Methodisches Herangehen bei der Einschätzung der Schäden, die infolge des Verzugs der Rekultivierungsarbeiten entstanden sind, unter Berücksichtigung des Zeitfaktors

Der tatsächliche Schaden vom Verzug der Rekultivierung wird durch den Wert der nicht erhaltenen Bruttoproduktion W_{wp} oder des Reingewinns $D3$ aus den Flächen bis zu deren bergbaulichen Inanspruchnahme bestimmt, die nach den folgenden Formeln berechnet werden:

$$W_{wp} = \sum S_i T_i B_i \quad \text{Gl. 6.4}$$

$$D3 = \sum S_i T_i D_i \quad \text{Gl. 6.5}$$

- B_i – Wert der nichterhaltenen Bruttoproduktion von 1 ha Fläche bis zur bergbaulichen Inanspruchnahme in dem Jahr, [MNT/ha]
- D_i – Wert des nichterhaltenen Reingewinns von 1 ha Fläche bis zur bergbaulichen Inanspruchnahme in dem Jahr, [MNT/ha]
- S_i – Flächenentzug, [ha]
- T_i – Zeitraum, für den die Produktivität der Flächen bewertet wird, [Jahre]

Wenn die Böden der Fläche S_1 ein Jahr lang nicht wiederhergestellt verbleiben, so wird diese Fläche nächstes Jahr gleich $2S_1$. Dann ist die nicht wiederhergestellten Fläche nach dem zweitem Jahr gleich $2S_1+S_2$ und im Laufe von drei Jahren = $3S_1+2S_2+S_3$ usw. Die Dauer dieser Periode beträgt 1-12 Jahre. In Tab. 6.14 sind die Werte der gemischten Flächen und der Trägheitskoeffizient bei der Menge der nicht wiederhergestellten Flächen, gleich 50 % und 100 %, je nach der Dauer des Verzugs der Rekultivierungsarbeiten, dargestellt. Wie aus Tab. 6.7 ersichtlich, haben sich die nicht wiederhergestellte Flächen in 10 Jahren der Tagebautätigkeit um das 10-fache, die angenommene Fläche der nicht wiederhergestellten

Flächen um das 55-fache, und der Trägheitskoeffizient des Verzuges um das 5,5-fache zugenommen, d.h. die mittlere Dauer, in der die Flächen nicht nutzbar sind, beträgt 5,5 Jahre.

Termine der Einschätzung, [Jahr]	Flächeninanspruchnahme, [ha]	Fläche der nicht wiederhergestellten Böden, [ha]	Gewichtete Fläche der nicht wiederhergestellten Böden, [ha]	Trägheitskoeffizient des Verzugs, [Jahre]
1	100	50-100	50-100	1
2	200	100-200	150-300	1,5
3	300	150-300	300-600	2
4	400	200-400	500-1.000	2,5
5	500	250-500	750-1.500	3
6	600	300-600	1.050-2.100	3,5
7	700	350-700	1.400-2.800	4
8	800	400-800	1.800-3.600	4,5
9	900	450-900	2.250-4.500	5
10	1.000	500-1.000	2750-5500	5,5
11	1.100	550-1.100	3.300-6.600	6
12	1.200	600-1.200	3.900-7.800	6,5
13	1.300	650-1.300	4.550-9.100	7
14	1.400	700-1.400	5.250-10.500	7,5
15	1.500	750-1.500	6.000-12.000	8

Tabelle 6.7 Die Bewertungscharakteristik des Schadens durch Verzug der Rekultivierungstermine

Die erhaltenen Analysenergebnisse haben es erlaubt, die Unvollkommenheit der verwendeten Methodiken für die Bestimmung der Einwirkungsstufe der Bergbauarbeiten aufzuzeigen und die Inkorrektheit der Einschätzungen sowie die Unterbewertung des realen Niveaus des Schadens offenbart.

In der internationalen Praxis wird in der Regel unmittelbar nach Inbetriebnahme des Bergbaus für die Betriebsdauer ein Managementplan der Schließung des Bergunternehmens entwickelt. Es gibt auch die Praxis der Ablauffolgeplanung der endgültigen Schließung des Unternehmens einschließlich realer Produktionstermine und daraus abgeleiteter Schadenskompensation infolge Verzug der Rekultivierung der in Anspruch genommenen Fläche nach empfohlener Methodik.

Inhalt des Schließungsplanes für Bergunternehmen

Im Managementplan der Schließung des Unternehmens sind folgende Fragen vorgesehen:

- Bestand des Unternehmens (Tagebau),
- Naturressourcen,
- sozialökonomische Faktoren,
- Überwachung der Umwelt.

Der Plan der endgültigen Schließung enthält die aktiven und passiven Tätigkeitsperioden sowie das Management der unmittelbaren Schließung bzw. des Überlassens der Bergbaufläche für jedes einzelne Objekt unter Berücksichtigung des ökologischen Zustandes und der sozioökonomischen Faktoren. Nachfolgend ist ein Musterprogramm dargestellt (Anlage B16).

Im Laufe von 5 Jahren bis zur Schließung des Bergunternehmens wird im Zusammenhang mit der beabsichtigten Schließung eine Untersuchung des Bergbaugebietes durchgeführt, bei der kompetente Organisationen beteiligt werden. Es werden Kostenpläne für die Schließung

aufgestellt und entsprechende Verträge vorbereitet und die Ausschreibung der erforderlichen Leistungen initiiert. In diesen Etappen wird ein neues Herangehen zur wirtschaftlichen Tätigkeit zur Nutzung der Bergbaugebieten gefunden, einschließlich der Nutzung der technologischen und Naturschutzressourcen der Region. In den nachfolgenden Stadien der Unternehmensschließung wird ein ausführlicher Plan über die Demontage der Ausrüstungen, den Abriß der Gebäude und Anlagen und der Umgestaltung der Infrastruktur ausgearbeitet.

Im Laufe der intensiven Tätigkeitsphase werden Halden rekonturiert und Restlöcher verfüllt. Es werden alle Verunreinigungsquellen festgestellt und Maßnahmen zur Beseitigung deren schädlicher Einflüsse durchgeführt. Ein Monitoringprogramm wird anhand der erforderlichen Überwachungsmaßnahmen (Lärm, Verunreinigung der Luft- und Gewässerareale usw.) unter Berücksichtigung der entsprechenden Umweltveränderungen entwickelt.

In der Tabelle 6.9 ist dafür eine Frist von 2 Jahren aufgezeigt. Doch entsprechend dem konkreten Überwachungsprogramm kann diese Frist verlängert werden. In Fällen, bei denen die notwendigen Bedingungen gewährleistet sind, erteilt die Firma oder der verantwortliche Vertreter die Zustimmung zur Schließung des Unternehmens. Das Dokument zur Schließung wird für jedes einzelne Bergbaugebiet und entsprechend den Aufgaben und Kriterien der Schließung nach den Daten der Überwachungskontrolle gestaltet. Die Beobachtungen werden in Arbeitsjournalen aufgezeichnet. Wenn ein Vermerk über die Übereinstimmung mit den Forderungen und den Kriterien der Schließung gemacht wird, dann wird angenommen, daß die Firma juristisch von der Tätigkeit der Schließung des Objektes und auch von der Verantwortung für die Landfragen befreit ist. Der Managementplan zur Schließung des Unternehmens wird in der Regel von unabhängigen Experten entwickelt und kann auch von Experten des ökologischen Managements der Fachverwaltung entwickelt werden. Ein derartiger Plan soll auf den Kosten und den Programmen der Schließung gegründet sein und deshalb den Anforderungen an seine Realisierung entsprechen.

Die Elemente des Managementplanes der Schließung

In Tabelle 6.8 sind Elemente eines Schließungsplanes für den Bergbau aufgezeigt.

Nr.		Aufgabenstellung
1.	Ergebnisse der Realisierung	Zusammenfassende Schlußfolgerungen in allen Fragen der Tätigkeit, einschließlich des Programms, der Ziele, der Aufgaben zur Schließung und Finanzfragen.
2.	Zustand und die Bedingung der Schließung	Geschichte des Unternehmens und dessen Tätigkeit, Aufgaben der Schließung und die Wechselbeziehung der Ziele und Aufgaben mit dem Zustand des Umweltschutzes und mit sozialökonomischen Fragen. Technologie und abschließende Etappen der Rekultivierung in den Bergbaugebieten.
3.	Naturressourcen	Verallgemeinerung der Charakteristik der Kennziffern (und der Parameter) des Zustands des Umweltschutzes und der sozialen Wirtschaft des Unternehmens. Zustand der natürlichen und technogenen Ressourcen in den Bergbaugebieten und ihr Einfluß auf die Programmaufgaben der Schließung des Unternehmens im Ganzen.
4.	Schließungsplan	Das methodische Herangehen zur endgültigen Schließung jedes Grundstücks und die Maßnahmen zur Beseitigung der negativen Einflüsse auf die Umwelt. Detaillierung des Programms der aktiven Tätigkeit. Revision und Kontrolle der Bergbauflächen, technologischen Ausrüstung der Rekultivierungsarbeiten, technischen Rekultivierung, Aufforstung, Management, technischen Services usw. Detaillierung des Programms der intensivsten Etappe der Tätigkeit, spezielle Standards der Überwachungsplanung (nach dem Kriterium der Schließung) usw. Zu erwartenden langfristigen Managementaufgaben, Präzisierung ihrer Realisierung, geplante Organisationsmaßnahmen und Bedingungen der weiteren Realisierung.
5.	Planung der Tätigkeit	Ausführliche Arbeitsprogramme, Zeitplan der Tätigkeit, Prozeduren und Protokolle der Übergabe des Programms zur Arbeitskräftefreisetzung. Richtsätze für Gesundheitsschutz und Sicherheit, Prozedur der Verträge und des Systems, ausführliche Kostenpläne.
6.	Die Kosten	Notwendigen Kosten für die Ausführung der geplanten Tätigkeiten.
7.	Maßnahmenplan	Etappenplan: Es werden konkrete Maßnahmen und Vorschläge (Überlegungen) anschaulich gezeigt; dabei wird der Endstand festgelegt.
8.	Technische Anlagen	In diesen Anlagen werden die vorgeschlagenen oder verwirklichten Expertengutachten und Untersuchungen, Techniken, Methodiken einschließlich der schöpferischen Ausarbeitungen zu den aktuellen Fragen beigefügt.

Tabelle 6.8 Die Elemente und der Plan der Schließung des Unternehmens [2]

Die Kosten für die Schließung und die Sicherheit des Finanzzustandes

Die Kosten für die Schließung können sich im Laufe der Abbaus der Vorräte vergrößern oder bei planmäßiger Durchführung der Rekultivierung je nach Abbauintensität verringern. Deshalb werden sie über den gesamten Betriebszeitraum in Etappen bis zur vollständigen Schließung verteilt. Grundprinzipien der Versorgung der Finanzsicherung sind:

- Aktien,
- Garantien,
- Vollmacht des Unternehmens (in Bezug auf das Tochterunternehmen),
- Pfand des Eigentums,
- Vertrauensfonds.

Die ersten 4 Formen können bei der Durchführung der Rekultivierungsarbeiten durch firmeneigene Mittel oder, bei einer garantierten Finanzierung, von ausländischen Finanzorganisationen verwendet werden. Die Vertrauensfonds für die geplante Periode werden jährlich als Rücklagen angesammelt. Dadurch wird die Möglichkeit der Kostendeckung für die Schließung aus eigenen Mitteln geschaffen. Die letztere Form wird in der Praxis von westlichen Firmen öfters verwendet. Für deren Realisierung wird ein Regulierungsgesetz benötigt, das die

strenge zweckbestimmte Nutzung solcher Fonds unter strenger Überwachung von beiden Seiten gewährleistet.

Bei der Ablauffolgeplanung des Managements für die Schließung werden die Kosten quantitativ abgeschätzt. Diese Einschätzung (Kostenpläne) wird der Bestimmung der Finanzgarantie bei der Lizenzierung der Bergbaugebieten zugrunde gelegt.

6.2 Empfohlene Maßnahmen

Für das Territorium der Mongolei sind 6 Naturzonen, 16 Gebiete und 47 biologisch-geographische Bezirke mit einer Gesamtfläche von 1.566.500 km² ausgehalten, die traditionell in folgende Ökosysteme eingeteilt werden:

1. Hochgebirgsgürtel	56.400 km ²	oder	3,6 %
2. Gebirgs-Taiga	70.00 km ²	oder	4,5 %
3. Waldsteppen-Khangai	238.00 km ²	oder	15,2 %
4. Steppen	53.70 km ²	oder	34,2 %
5. Gobi	36.700 km ²	oder	23,4 %
6. Wüsten	29.200 km ²	oder	19,1 %

Per 01.01.2002 gibt es:

- Landwirtschaftliche Gebiete (1.288.900 ha oder 82,4 % der Gesamtfläche der Mongolei)
- Gebiete forstwirtschaftlicher Nutzung (178.500 ha oder 11,4 %)
- Wasserschutz- bzw. und wasserwirtschaftlich genutzte Gebiete (16.800 ha)
- Besonders geschützte Gebiete (4,7 % der Gesamtfläche der Mongolei)

Die Naturzonen und -gürtel sind in 4 ökologische Zonen gruppiert:

- Hochgebirge (Zone A): über 2000 m über dem Meeresspiegel (bisher keine Abbaulizenzen erteilt).
- Gebirgs-Taiga (Zone B), wozu Waldberg- und Waldsteppensubzonen gehören (dafür sind mehr als 1427 Lizenzen, darunter 425 auf die Gewinnung der Bodenschätze registriert).
- Steppe-(Zone C): fruchtbare Braunerden bei Vorhandensein von ausreichend Licht und Wärme aber ungenügender Feuchtigkeit. Die Besonderheit der Steppen- und Halbwüstenlandschaft ist ihre Größe. Die Ausdehnung beträgt mehr als 600 km bei einer Breite von über 100 km. diese Zone schließt die Großen Mongolischen Steppe ein, die trotz ihrer reichlich strengen klimatischen Bedingungen über ein ressourcen-ökologisches und bioklimatisches Potential verfügt. Hier sind 830 Lizenzen auf die Erkundung und Gewinnung von Bodenschätzen, darunter 107 auf die Goldgewinnung registriert.
- Gobi (Zone D), es gibt mehr als 300 Gobis, darunter 33 größere wovon 24 zu Sonderschutzgebieten gehören. Darunter fallen 17 umfangreichere und 3 kleinere Naturschutzgebiete und 4 Naturdenkmäler. Hauptarten der Waldpflanzen ist der Saksaul dessen Höhe bis zu 3-6 m und manchmal 12 m erreicht und der ein gutes Sandfixiermittel darstellt. Hier sind 53 Lizenzen auf die Gewinnung der Bodenschätze, einschließlich Lizenzen für großen Fundorte, wie der Gold-Kupferfundort Oyutolgoi mit Goldvorräten von

mehr als 350 t, Olonovoot mit Goldvorräten mehr als 20 t und weitere, registriert. In der Region sind alte Flußläufe unter einer 100-250 m-Bedeckung entdeckt worden.

Aufgrund der Analyse der beim Tagebau verwendeten Technik und Technologie erfolgt eine Typisierung der Goldseifenabbaue nach deren Produktivität (Vorräten) und nach der Abbautiefe unter Berücksichtigung der Forderungen hinsichtlich der technologischen Projektierung und der Rekultivierungsarbeiten:

- Minimierung der summarischen Kosten der Kippenrekultivierungsarbeiten für die ganze Periode der Kippenschüttung.
- Die Fläche der jährlichen Rekultivierung (entsprechend der Folgenutzung) soll die Fläche der Neuinanspruchnahme durch den Bergbau nicht unterschreiten.
- Die Rekultivierungsarbeiten sollen unmittelbar nach der Kippenschüttung erfolgen, um einen minimalen Zeitabstand zwischen Flächeninanspruchnahme und -rückgabe zu gewährleisten, die teilweise in den geltenden staatlichen Standards enthalten ist.

Dabei ist der Rückstand der Rekultivierungsarbeiten in den Goldgewinnungsregionen des Landes mit den traditionellen und bis jetzt verwendeten, veralteten Ausrüstungen zur Gewinnung und Aufbereitung der Golderze verbunden. Deshalb werden beim Abbau der Seifen technogene Seifen gebildet und die Rekultivierungsarbeiten werden in allen Goldgewinnungsbezirken der Mongolei um über 3-10 Jahre verzögert, wodurch irreversible Schäden sowohl für die Umwelt als auch für die Volkswirtschaft des Landes entstehen können.

Es wurden ergänzende Bestimmungen zum Gesetz „Über die Bodenschätze“ ausgearbeitet. Diese sehen vor:

- a) im Laufe der Rekultivierungsarbeiten die technologischen Hauptausrüstungen des Tagebaus maximal auszunutzen,
- b) die Rekultivierung der zerstörten Flächen während der Frist der Ausbeutung der Vorräte der Lagerstätten zu bewerkstelligen und
- c) die Finanzierung der Rekultivierungsarbeiten auf Kosten der Bergbauunternehmen bzw. Lizenzinhaber zur Gewinnung der Bodenschätze durchzuführen.

Die Umsetzung der gesetzlich vorgeschriebenen Prinzipien könnte durch die Erstellung von objektbezogenen Schließungsplänen nach denjenigen international üblichen Standards realisiert werden (Tab. 6.15 und 6.16), die die konkreten ökologischen und sozialökonomischen Bedingungen berücksichtigen.

Die Rekultivierung von mit Quecksilber verunreinigten der Flußsedimenten

Das technologische Schema der Rekultivierung des Flußbettes der Flüsse Boroo und Kharaa sieht Dekontamination von Quecksilber in 3 Etappen vor:

- Umleitung des Flußbettes des Flusses Boroo (Abb. 1.3),
- Auskoffern der kontaminierten Sedimente mit anschließender Verwertung,
- Wiederherstellung des Flußbettes auf dem ursprünglichen Niveau, mit gleichzeitiger biologischer Rekultivierung.

Es ist eine umweltschutzgerechte Waldrekultivierung in den folgenden Varianten empfehlenswert:

- Durchführung der Wiederaufforstung in Kombination mit der Anlage von Teichen auf den Baggerfeldern nach den vorgeschlagenen technologischen Schemen der Rekultivierung (Abb. 5.14).
- Errichtung von Waldschutzstreifen auf Sandböden unter Berücksichtigung der Wahl der Waldtypen in Bezug auf die konkreten lokalen Bedingungen, insbesondere für die Gobi-Steppenzone (Zone C) kann die Anpflanzung des Saxauls vorgeschlagen werden (*Haloxylon ammodendron, cem chengood*), der typisch für Sand- und Salzböden ist und eine Höhe von 3-6 m erreicht. Die Wurzeln sind bis zu 20 m tief und befestigen den Boden, wobei sie die Bewegung des Flugsandes aufhalten. Bei künstlicher Baumanpflanzung des Saxauls ist es möglich, 2-3 Sommersämlinge aufzuzüchten.
- Die Bildung von künstlichen Sperren in der Umgebung des Tagebaus und der Kippen in Form von Anpflanzungen von Grünflächen erfordert in besonderen Fällen strenge Auflagen zum Umweltschutz und die Einrichtung von Sonderschutzgebieten nach der erfolgten Rekultivierung (Nationalparks, Wildreservate, ökologische Reservate) für die Erhaltung der meist repräsentativsten Ökosysteme. Hierunter zählt die Begrenzung mit Zäunen und Sperren bis zur Wiederherstellung der Pflanzendecke mit vorherrschenden lokalen Arten, damit sich im Alter von 7-10 Jahren das Biosystem selbständig entwickeln kann.

Als Objekt der Realisierung der Umweltschutzprojekte im Rahmen des Programms der Bildung nationaler Reservate auf rekultivierten Flächen in Bergbaugebieten wurde das Abbaugebiet von Zamaar (Abb. 4.3) ausgewählt. Auf der Karte der Bergbaugebiete (Maßstab 1:200.000) sind die künstlichen Sonderschutzgebiete dargestellt, die als Ergänzung zu den natürlichen Sonderschutzgebieten der Mongolei dienen. Zu deren Bestand gehören, wie oben erwähnt, 14 Naturschutzgebiete, 16 nationale Parks und 25 Wildreservate, einschließlich einer Reihe von Naturdenkmäler von nationaler und Weltbedeutung.

Methodische Empfehlungen zur Bildung eines regionalen ökologischen Überwachungssystems des Tals des Flusses Tuul im Bezirk Zaamar

Eine Hauptaufgabe des regionalen ökologischen Überwachungssystems „RÖÜS“/Toson-Zaamar ist eine rechtzeitige Warnung vor negativen Veränderungen des Zustandes des einzigartigen ökologischen Systems des Flusses Tuul unter der Einwirkung anthropogener Einflüsse der Region und die Befriedigung der Mineralrohstoff-, Wasser-, Wald- und anderen Naturressourcen, unter Sicherung des Schutzes, der Gesundheit und der Verbesserung der Qualität der Umwelt. Der Überwachung unterliegt das Naturterritorium Zaamar, deren Grenzen auf der Karte (Abb. 4.3) dargestellt sind. Dabei sind folgende Funktionen zu realisieren:

- Regelmäßige Beobachtungen der anthropogenen und natürlichen Faktoren, die auf die Umwelt einwirken,
- Sammlung, Aufbewahrung, Ergänzung und Bearbeitung der Beobachtungsdaten,
- Bildung und der Führung von Datenbanken,
- Einschätzung des tatsächlichen Zustandes (der Qualität) der Umwelt,

- Prognose der möglichen Veränderungen des Umweltzustandes aufgrund der Retrospektivanalyse der Beobachtungen.

Es ist empfehlenswert, die Beobachtungen des Verschmutzungsgrades der atmosphärischen Luft, des Bodens, und des Oberflächenwassers gemäß speziellen Programmen zu verwirklichen, insbesondere:

- Beobachtung der atmosphärischen Luft nach 33 Kennziffern, wovon 9 die Schwermetalle und Benz(a)pyren betreffen, die Auswahl der Proben für die Bestimmung der Schwermetalle, einschließlich Quecksilber, in 9 Abbaugebieten durch 13 Stationen.
- Beobachtung des hydrochemischen Regimes der Oberflächenwässer. Erfasst werden hydrobiologische Parameter in 6 Gewässern, die Proben werden auf 26 Bestandteile untersucht.
- Beobachtung des Bodenzustands nach 30 Kennziffern, einschließlich der Schwermetalle (u.a. Quecksilber), Fluor, Sulphat, pH-Wert, Mineralölkohlenwasserstoffe.
- Beobachtung der chemischen Zusammensetzung der atmosphärischen Niederschläge in der Regel nach 12 Parametern.
- Beobachtung des hydrochemischen und hydrobiologischen Regimes und der Verschmutzung des Flußwassers des Tuul und dessen 13 Zuflüsse sowie der hydrobiologischen Kennziffern in 2 Punkten auf 87 Vertikalen in 5 Horizonten nach 26 Bestandteilen.
- Beobachtung des Grundwassers und der Sedimentablagerungen entsprechend den geltenden Analysemethoden.

Das Monitoring umfaßt die folgenden Parameter:

- Hydrochemisches Monitoring der Flüsse und Staustufen: Säuregehalt, Durchsichtigkeit, Farbe, Mineralisierung, elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, BSB CSB, gelöster Sauerstoff, Schwebstoffe, wichtigste Ionen, Schwermetalle, Mineralölkohlenwasserstoffe, Phenole und Pestizide.
- Hydrobiologisches Monitoring der Gewässer nach Anzahl und Bestand der Arten (allgemein, nach Gruppen und vorherrschenden Arten), der Biomasse (Phytoplankton, Zooplankton und Zoobentos).
- Radioaktive Belastung der atmosphärischen Niederschläge auf 6 radiometrischen Stationen zur Bestimmung der summarischen Beta-Aktivität, und in einem Punkt nach Strontium-90.

Die Überwachung des Zustandes der Umwelt des Tals Toson Zaamar sieht vor, folgende Maßnahmen zu verwirklichen:

- Entwicklung eines Arbeitsprogramms zur Schaffung eines regionalen digitalen Kartenwerkes der Naturressourcen in den Bergbaugebieten.
- Ausarbeitung von Programmen der Führung der regionalen ökologischen Überwachung im Naturraum von Zaamar.
- Ausarbeitung der technisch-ökonomischen Begründungen und ökologischen Bewertungen der Bergbauunternehmen.
- Einführung und Adaptierung des Informations- und analytischen Netzes der Optimierung der nebenwirtschaftlichen Tätigkeit.

- Testinbetriebnahme von Elementen der kosmischen Überwachungssystems der Region, Ausarbeitung des Programms der kosmischen Überwachung.

Ausgehend von den Gesetzen der Mongolei „Über den Naturschutz“ und „Über das Wasser“ ist es notwendig, ein einheitliches System der staatlichen Überwachung des einzigartigen Ökosystems Toson-Zaamar und ein Zentrum der staatlichen Umweltinformation für die Region zu schaffen.

7 Zusammenfassung

1. Die auf dem Territorium der Mongolei ausgewiesenen 6 ökologischen Zonen, welche 16 Gebiete sowie 47 biologische und geographische Regionen beinhalten, verteilen sich auf 4 natürliche Zonen:
 - Hochgebirge (Zone A), wo bisher keine Lizenzen zur Förderung von Bodenschätzen erteilt wurden,
 - Mittelgebirge-Taiga (Zone B), hier sind mehr als 1427 Lizenzen registriert, einschließlich 425 für die Förderung von Bodenschätzen,
 - Steppe (Zone C), hier sind mehr als 830 Lizenzen erteilt worden, einschließlich 107 Lizenzen für die Goldförderung,
 - Gobi (Zone D) hier sind 53 Lizenzen zur Förderung von Bodenschätzen registriert, einschließlich der Lizenzen für großen Vorkommen, wie das Gold-Kupfervorkommen Oyutolgoi (mit Vorräten von mehr als 350 Tonnen Gold), Olonovoot (mit Vorräten mehr als 20 Tonnen Gold) und einer Reihe anderer. In der Region sind uralte Flußbetten in über 400-450 m Tiefe entdeckt worden.
2. Auf Grund der Untersuchung der Einwirkung der Goldförderung auf die natürliche Umwelt wurde eine Klassifikation der Bergbaugebiete durchgeführt. Diese wurden 4 Zonen hinsichtlich der Fähigkeit eingeteilt, inwiefern die verschiedenen Elemente der Rekultivierung des Ökosystems zur Selbstwiederherstellung und Selbstreinigung infolge technogener Einwirkungen unter Erfassung der Fristen und der Kostenniveaus zur Durchführung der Rekultivierungsarbeiten zum Tragen kommen.
3. Die Analyse des Zustandes der geschädigten Fläche zeigt, daß das kritische Zurückbleiben der Rekultivierungsarbeiten hinter den Abbauarbeiten in den Goldabbaugebieten des Landes durch die traditionell verwendeten, veralteten Förderanlagen und Technologien begründet ist. Dies brachte eine Anhäufung von technogenen Seifen und erheblichen Restvorräten mit sich. Dies hat wiederum dazu geführt, daß Rekultivierungsarbeiten erst in einem zeitlichen Abstand von mehr als 3-10 Jahren durchgeführt werden, was in den Goldabbaugebieten des Landes zu irreversiblen Umweltschäden und volkswirtschaftlichen Schäden geführt hat.
4. Es sind die negativen Auswirkungen der vom Menschen verursachten Verunreinigungen auf die Wasserobjekte und auf den Boden, welche mit der Bildung von festen, flüssigen und gasförmigen Abfällen verbunden sind und in deren Zusammensetzung verschiedene giftige Stoffe und Verbindungen in den Elementen der Umwelt enthalten sind, untersucht worden:
 - a) Wasserressourcen: Entwässerung der Abbaue, Liquidation oder Umleitung von Oberflächengewässern, Gewässerverunreinigung durch die Einleitung von Gruben- und Prozeßwässern, Aufbau von Anlagen zur mechanischen Wasserzuführung und von Klärteichen. Zu den resultierenden negativen Einwirkungen gehören:
 - die Erschöpfung der Wasservorräte
 - Veränderungen des hydrogeologischen und hydrologischen Regimes des Gebiets
 - die Verschlechterung der Qualität und die Verunreinigung von Gewässern
 - das Verschwinden von seichten Flüssen und Bächen

- b) Landressourcen: Abbau des Deckgebirges, Anlage von Gesteins- und Schlammhalden, Ingenieurkommunikation. Zu den resultierenden negativen Einwirkungen gehören:
- Degradation der Erdoberfläche und die Formierung von technogenen Reliefs
 - Flächenverbrauch und Produktivitätsverluste
 - verstärkte Bodenerosion
 - Verunreinigung und Versalzung der Böden
 - Verschlechterung der Lebensbedingungen für Organismen
5. Es ist eine Gesetzgebung empfehlenswert, welche die Förderung und Aufbereitung von Goldvorkommen ohne entsprechende Abbaupläne, die auf den geltenden gesetzlichen Anforderungen (Gesetze über den Schutz des Erdinneren) und nationalen (sowie internationalen) Standards beruhen, im ganzen Lande generell untersagt.
6. Es sind gesetzgebende Regelungen in Ergänzung zum geltenden Gesetz „Über die Bodenschätze“ zu erlassen. Das letztgenannte Gesetz sieht vor:
- a) Im Laufe der Rekultivierungsarbeiten ist die technologische Hauptausrüstung des Tagebaus maximal zu nutzen,
 - b) die Rekultivierung gestörter Flächen hat während des Abbaus der Vorräte zu erfolgen,
 - c) die Finanzierung der Rekultivierungsarbeiten ist durch entsprechende von den Lizenzinhabern bzw. Bergbauunternehmen zu bildende Rückstellungen zu gewährleisten.
7. Die Realisierung der in 5. dargestellten Prinzipien, kann mittels Erarbeitung eines langfristigen Bergbauabschlußplans nach den international üblichen Normen und Standards erfolgen. Die Pläne sollten Zeiträume vor und nach der Schließung beinhalten, objektspezifisch sein und die konkreten ökologischen und sozialökonomischen Faktoren berücksichtigen.
8. Besondere Maßnahmen des Umweltschutzes bei der Wiederaufforstung, als Hauptmethode der Rekultivierung in den Bergbaugebieten, sind in den folgenden Varianten empfehlenswert:
- a) Wiederaufforstung in Verbindung mit der Anlage von Teichen in aufgelassenen Baggerfeldern nach dem vom Autor vorgeschlagenen technologischen Schema zur Rekultivierung der Abbaugebiete.
 - b) Anlage von Waldschutzstreifen auf sandigen Böden unter Berücksichtigung der Wahl der Baumarten in Bezug auf die lokalen Bedingungen der konkreten Bergbauflächen, insbesondere für die Gobi- und Steppenzonen (Zone C). Dabei ist die Verpflanzung von Saxaul in Betracht zu ziehen.
 - c) Anlage von Schutzstreifen um die Tagebaue und Grubenbaue als Grünanpflanzung, dabei unter strengen Naturschutzregeln und -auflagen in besonders geschützten Gebieten (Nationalparks, Wildschutzgebiete, ökologische Schutzgebiete), für die Erhaltung der wichtigsten Ökosysteme sowie Einzäunung bis zur Wiederherstellung der Pflanzendecke.
9. Die entwickelte Methodik darf zur Schaffung von einem regionalen ökologischen Monitorings der Ökosysteme des Tales des Flusses Tuul, Zaamar und anderer Bezirke empfohlen werden. Es erfolgt die Kontrolle und die rechtzeitige Benachrichtigung über

negative Veränderungen des Zustandes des einzigartigen ökologischen Systems des Flusses Tuul infolge der Einwirkung anthropogener Belastungen der Region. Dabei werden die Interessen an Mineralrohstoff-, Wasser-, Wald- und anderer natürlicher Ressourcen mit der Anforderungen an den Natur-, Umwelt- und Gesundheitsschutz in Einklang gebracht.

Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

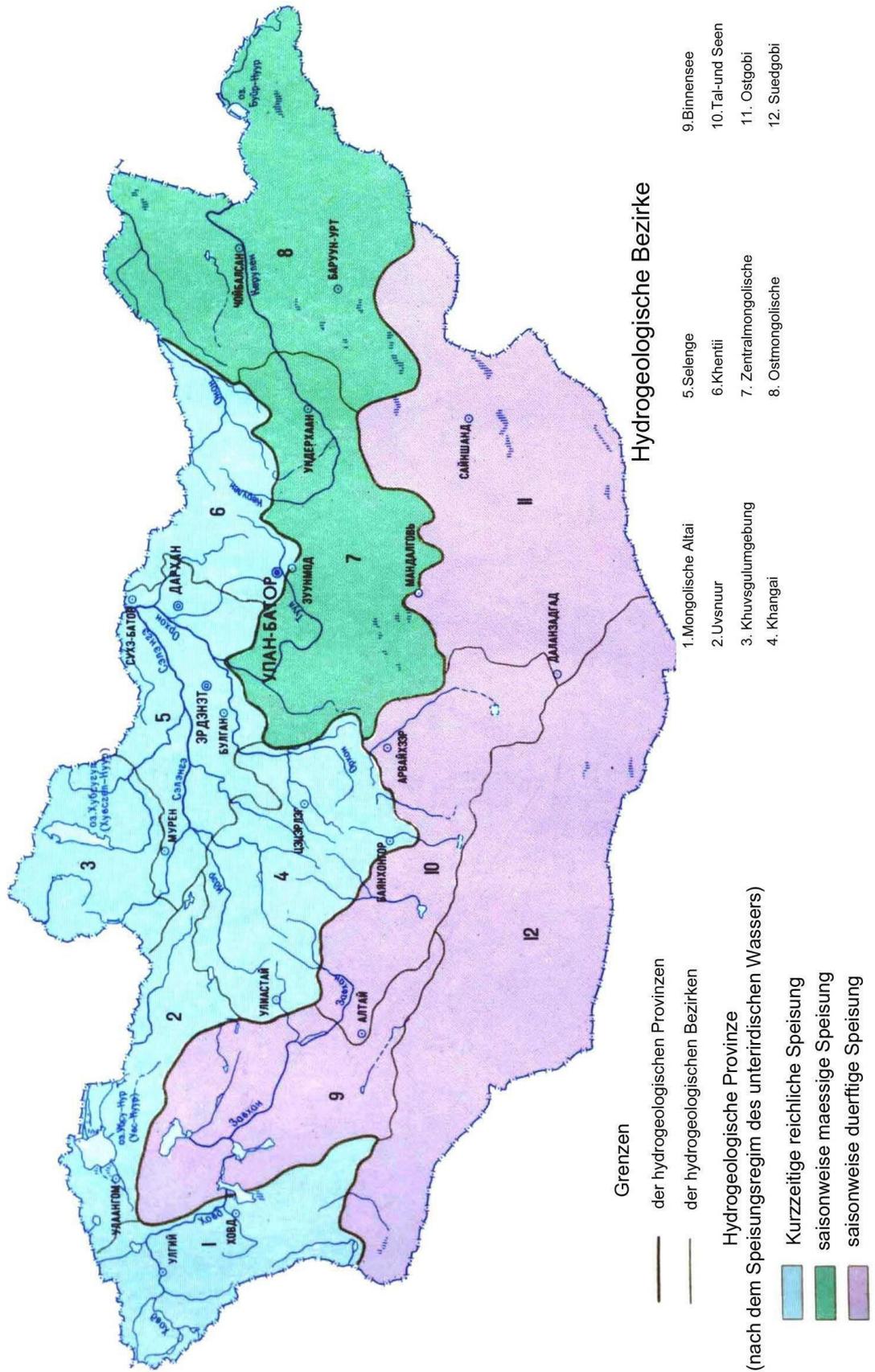
1. Alexeev S.V.: Pivovarov Yu.P. "Ökologie-Mensch"-M, 2001.
2. Ananizev K.V. Probleme der Bodenschätze und deren Umgebung. Aspekt M.: Progress 1994.
3. Antonenko L.K u.a Grundlagen Projektierung, Anbau und Nutzung des Schlammteiches. „Bergbau Zeitschrift“ 1990, 1.
4. Aronov V.I. Geowirtschaftliche Grundlagen der territorialen Entwicklung und der Planung. Nedra, 1989.
5. Assam R., Kappereich Ch. Geotechnische Bedingungen für die Rekultivierung der geschädigten Regionen. Geoökologie 2003, 2.
6. Bakarevic, N.E, Maccjuk.S.A, Möglichkeit der Rekultivierung der hochleistungsfähigen Böden in der Trodane-Steppe, weltweite Reserven und deren Nutzung. Nauka 1978, 8.
7. Batsukh, H. Geoökologie und Naturschutz, Ulanbator, 2004 .
8. Besernevic P.W u.a, Naturschutz während des Aufbaus und der Nutzung des Schlammteiches. B, Nedra, 1993.
9. Berg-Wirtschaft, Herausgegeben von Siegfried von Wahl. Band III. Verlag Glückauf GmbH. Essen.1991.
10. Bericht über die Wiederbewertung des Wirkungsstands zur natürlichen Umwelt. "Energie und natürliche Umwelt" Ulanbaatar. 1999, (Jargalsaihan.S).
11. Bericht der Ergebnisse der geökologischen Forschungsarbeiten im Becken der Flüsse Eroo, Bugant und Tolgoit. Mongolroszvetmet 1999/2000. Ulaanbaatar, 2000.
12. Bericht der Ergebnisse Analyse und Bewertung technogenne vorrette Behrbauggebiet seifen Bergbauwerk Tolgoit. "Mongolroszvetmet", .Ulanbator, 2003.
13. Bylikina V.I. Der Einfluss günstige Bewässerung und der Bearbeitungsmethoden des Grundes auf dynamische Mikroflora bei Asowschen Schwarzerdbiologischen Prozesse. M., Kolos, 1960, Seite 92-97.
14. Bigon M., Harner D.J, Ökologie ist besondere populär in der Gesellschaft. Buch 1.2.MIR 1989.
15. Bronshtein N.M Ökologische Ökonomie Methode rationale Steuerung M. Nauka, 1990.
16. Bessonov E.A. Technologie und mechanisierung bei hydroabbauverfauren.Handbuch für Bergingenieur. M: Zentr. 1999.
17. Chemezov V.V. Die rationale Ausnutzung der Ablagerungsvorkommen.-M.,Nedra, 1980, Seite 233.
18. Chemezov V.V. Die indirekte Einschätzung der nützlichen Komponenten im vom Schleppschaufelbagger unberührten Sand bei der Einbeziehung in die Ausnutzung den technogenen Lagerstätten. Kolzma. 2001, 4.

19. Chnikin F.V. Hydraulische Gewinnung der Seifenlagerstätte. M.: MGU. 1988.
20. Cigankov A.B. u.a. Methodische Empfehlung ökologische Expertise neue Bergbaumaschinen und Technologie für Gewinnung Tagebau Bedienung in Jakutin. Jakutsk: JaNZ, 1988.
21. Danilov-Danijan V.I., Losev K.C. Ökologische Forderung und beständiges Entwicklung. Lehrbuch. M: Progress, 2000.
22. Dambayev E.T. Die Waldlandschaften hinter dem Baikalsee, Ulaan-Ude: Verlag Staatliche Universität Burjatiens, 2000.
23. Das Rote Buch die MVR, Ulaanbaatar, Staatliche Druckerei, 1987.
24. DEBRIV Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein e.V.:Jahresbericht 2006.
25. Dejidmaa G. Karte der goldführenden Areale der Mongolei. 1996.
26. Derevo S.D.,Jasin V.A. Ökologische lehre und Psychologie. Rostow n/D: Fenik, 1996.
27. Der Bericht über die Einschätzung der restlichen Goldvorräte in den Bergableitungen des Tagebaus Tolgoit und "Mongolrostsvetmet", MGNiT, Ulaanbaatar. 2004.
28. Die Methodische Hinweise zur Entwicklung der Rekultivierung der beeinträchtigten Erden auf tätigen und geplanten Betrieben der Kohlenindustrie Perm.1991.
29. Die einheitliche Methodik der Bodenforschungen für die Kartierung der Grundhalden. M, COMECON. 1968.
30. Die Ökologische Gutachten und die Einschätzung der Entwicklung und der Planung,-M. Nedra, 1989.
31. Die Ökologischen Prozeduren der europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung. Ökologische Gutachten und die Einschätzung der Einwirkung auf die Umwelt –M.: Zentrooekoprojekt, 2001. Nr.1,2.
32. Die Sicherung der Flüsse vor Verunreinigung bei Ausbeutung der Lagerstätten.M.:1980.
33. Drebenstet. C. Vorlesungsskript.
34. Emeljanov V.I. Tagebau Gewinnung der Seifen Lagerstätten. M. Nedra, 1985.
35. Estin.K. Rekultivierung der Natur, die durch den Tagebau beeinträchtigt worden ist,-M, Nedra, 1981.
36. Eräev E.N. Ökologische Vielfältigkeit der transitiven natürlicher Zonen.Der Bote der Burjatischen Universität. Serie 3. Ulaan-Ude. 2004. Seite-217-224.
37. Einfluss der Bodenbearbeitung auf die mikrobiologischen Prozesse. M.: Kolos, 1960, - Seite 92-97.
38. Forstwirtschaft der MVR.
39. Galperin A.M Andere Ф.В. Tehnogennie Ablagerung und Schutz der Naturvorräte. B-1, M.: isd. MGGU, 2006.
40. Galperin A.M, Djakov J.N. Technologie der Hydroabbauverfahren und der Naturschutz. M. Nedra, 1993.
41. Gerhard Hansel. Die Umweltvertraglichkeits- Prüfung in westdeutschen Steinkohlenbergbau, Deutscher Mark Schneider. Verein e.v. 2000.

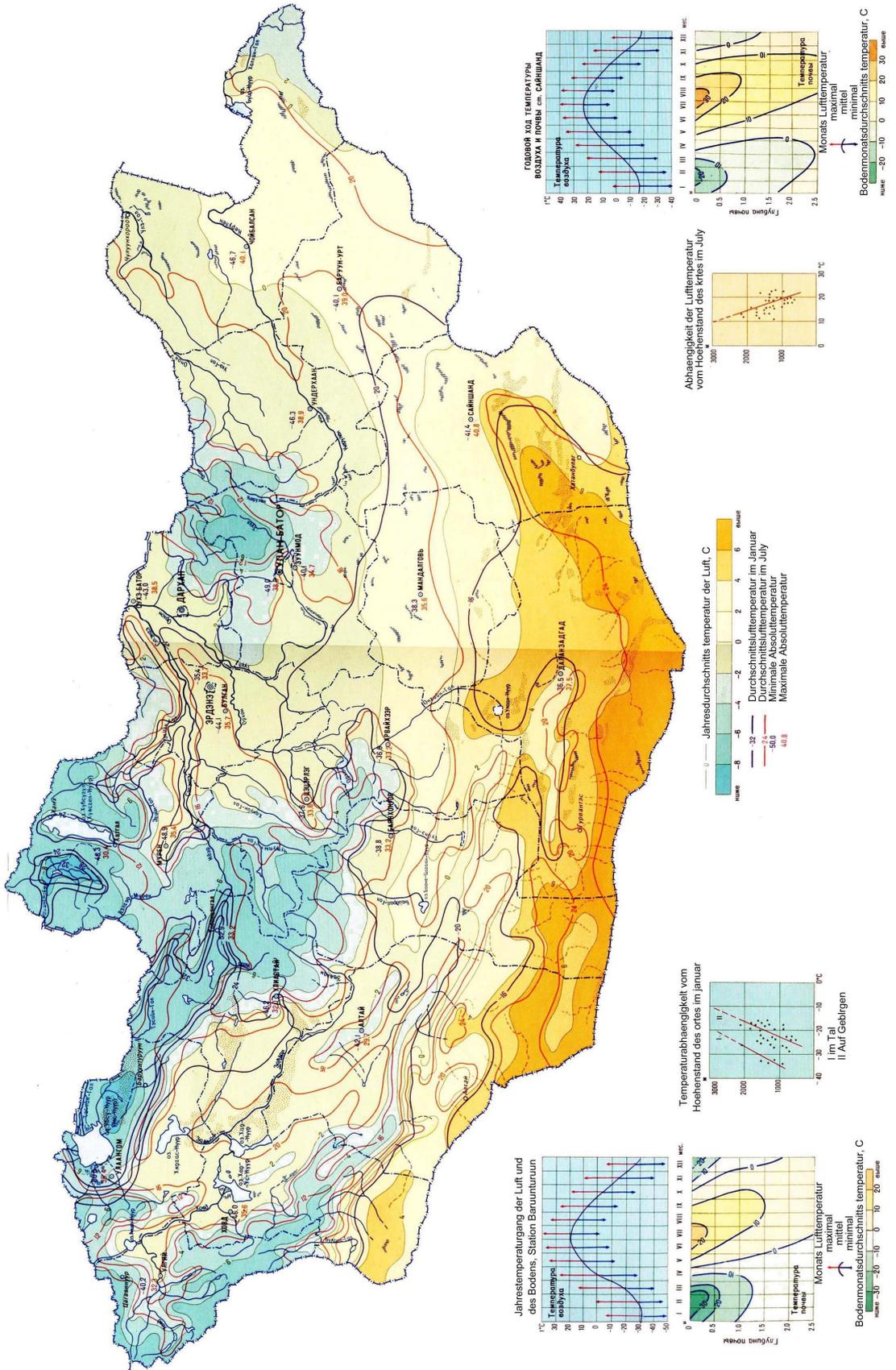
42. Girotechnik anlag., Handbuch für Projektarbeiter. M. Stroisdat. 1983.
43. Hydromechanisierung und umweltfreundliche Technologie. M. Nedra, 1993.
44. Gombosuren Ya. "Ökologisches Enzyklopädie", S.218, Ulaanbaatar, 2002.
45. Gombosuren Ya., Zurgaadai G., Zayat G. „Erfahrungen zur Rekultivierung durch die Bergbauarbeiten beschädigten Boden, Lehren“, Wissenschaftliches Werk des Berginstitutes. Ulaanbaatar, 2001.
46. Gor .D.j. Wiederaufbau und Schutz die kleinen Flüsse.M. Agraprom . 1989.
47. Gorlov V.D, Lösung praktische aufgaben für Ökologie Bergbau. Novokorkassk.– 1996-270c.
48. Geografische Atlas Mongolei. Ulanbator, 1974.
49. Gorshkov V.V u.a. Biotechnische Rehkultivierung Umwelt. M.: Progress. 2000.
50. Grinevuch V.V u.a. Prozess der Hydromechanisierung und Abbau die Seifenlagerstätten in Severo-Vostok. Magdan.1981.
51. Gurbadam A., Narhajid M.. Tsolmon Ch. Menschliche Ökologie. Ulaanbaatar. 2004.- 347 Seite.
52. Handbuch zur Ablagerungsausbeutung. M.: Nedra. 1973.-Seite 285.
53. Handbuch für Tagebau. Trubetskoi K.N., Potapov-M.P. Vinitski K.E. Melnikov N.N. Bergbüro, 1994.
54. Jaltaney J.M. Projektierung der Tagebau und Abbau die Seifenlagerstätten durch die Hydromechanisierung mit Schwimmbagger. M; MGU, 2003.
55. Jaltaney J.B. Schagow M.J. Praktikum für den Tagebau Arbeit. -M.: MGU, 2003.
56. James R. Winguard. Natur und Umweltgesetzgebung -Theorie und Praxis der Mongolei. Ulaanbaatar, 2001.
57. Kovalenko V.S. Schutz des Wasservorrates beim Tagebau Gewinnung. M.:MGU, 1991.
58. Kovalenko V.S. Rekultivierung durch Tagebau beschädigten gebieten. M. MGU.2006.
59. Kovalenko V.S. Shadov V.M, Talanikov V.V. Praktikum für Disziplin rationale Nutzung und Natur Schutz, M.:2006.
60. Komplets Aufbau den Lagerstätten nie metallische Rohstoffe. Handbuch der Wissenschaften. M.: 1992.
61. Khakduev P.J, Shirapov B.D, Anderes Beispiel für das Modellsystem des Regionen Die Modellierung und die Verwaltung der Prozesse der regionalen Entwicklung.M.:Phitmatlit. 2001. Seite-264-289.
62. Kogan I.Ya. Die Erfassung und der Kampf mit dem Verlust auf Schleppschaufelbaggern. Die wichtigen Fragen der Schleppschaufelbagger-flotte.- Yakutien. 1962.-Seite 77-103.
63. Koval L.P. Hydrologische und Bodenschutzrolle der Bergwälder. M.: Forstwirtschaft, 1979,-Seite 41-56.

64. Kudriashov V.A. Potemkin S.V. Grund der Planung und Abbau Seifenlagerstätten. M.:Nedra.1998.
65. Krasavin A.P. u.a. Die Wiederherstellung der verletzten Erden mit der Benutzung von bakteriellen.
66. Krasnopevzova V.I. u.a. Seltene Vegetations- arten des Nationalparks der Tunkinsk. Irkutsk. 2006.
67. Krasov O.I. Ökologische recht. Lehrbuch. M. Delo, 2001.
68. Lbov A.V, Khishikhtüv S.V. Die Einschätzung des Zustandes der Realisationen der Naturschutzbetrieben auf den Objekten der Bergindustrie der Republik Burjatiens / Die Grundlagen der interregionalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, Ulaan Ude. Verlag Staatliche Universität Burjatiens, 2000.
69. Leshkov V.G. Gewinnung die Seifenlagerstätten. M. Nedra. 1985.
70. Lvovich M.I, Weltwasserressource und deren Zukunft.-M.:1974.
71. Maymarsuren. P. Maygmarshav. I. Landschaftsmanejment. Ulaanbaatar 2000.
72. Mazur I.I., Moldavanovo I., Kurs der Ingenerökologie,M.: Die Hochschule, 1999.
73. Melnik L.G. Ökonomische Probleme die Wiedererzüugung der Naturmittel. Harkov, 1988.
74. Melnikov N.N. Die Rechengrundlagen Mechanisierung der Haldenbildung die Theorie und offenen Ausbeutung. 2.Ausgabe.M.,Nedra, 1979.
75. Milanova E.V u.a. Die Behrwachungskonzeptionen und des Problems der rationalen Naturnutzung//die geographische Prognostizierung und der Naturschutz, M: Der Verlag MGU, 1990,-Seite 4-6.
76. Mongolia mining Sector: Managing The Future. 2004. the World Bank.
77. Mongolisches Nationalprogramm "Gold" für 1989/2005. Ulaanbaatar.1989.
78. Nebel B. Wissenschaft und Umwelt. M. Mir 1993.
79. Netschaeva N.T. Aufforstung in Schutz. M.:Nauka.1986.
80. Norme Technologie für Projektierung der Abbau Seifenlagerstätten. M,: Nedra 1976.
81. Ochirbat P. „Strategie und Ökologie des Mineralschatzkomplexes der Mongolei“. Ulaanbaatar, 1998.
82. Ogrodnikov A.V. Grund der Bergwald der Mongolei. Verlag. Nowosibirsk „Wissenschaft“, 1981.
83. Odum.J, Ökologie. , Buch. I, II, Mir, 1986.
84. Ökologischer Verlust wegen der Abänderung des Flussbetts des Flusses Tuul und Maßnahmen zu deren Minderung.Ulaanbaatar, 2000 UZUH (L.Nacagdorj).
85. Ökologisch-ökonomische Strategie der Regionsentwicklung. Mathematische Modellierung und Systemanalyse auf dem Beispiel Baikal Region. Novosibirsk: Die Wissenschaften. 1990, Seite 50.
86. Peshkov V.G Theoretische und Praxistische Grundlagen für Erarbeitung Technologie Lagerstätten mit Schleppschaufelbagger, 1980.

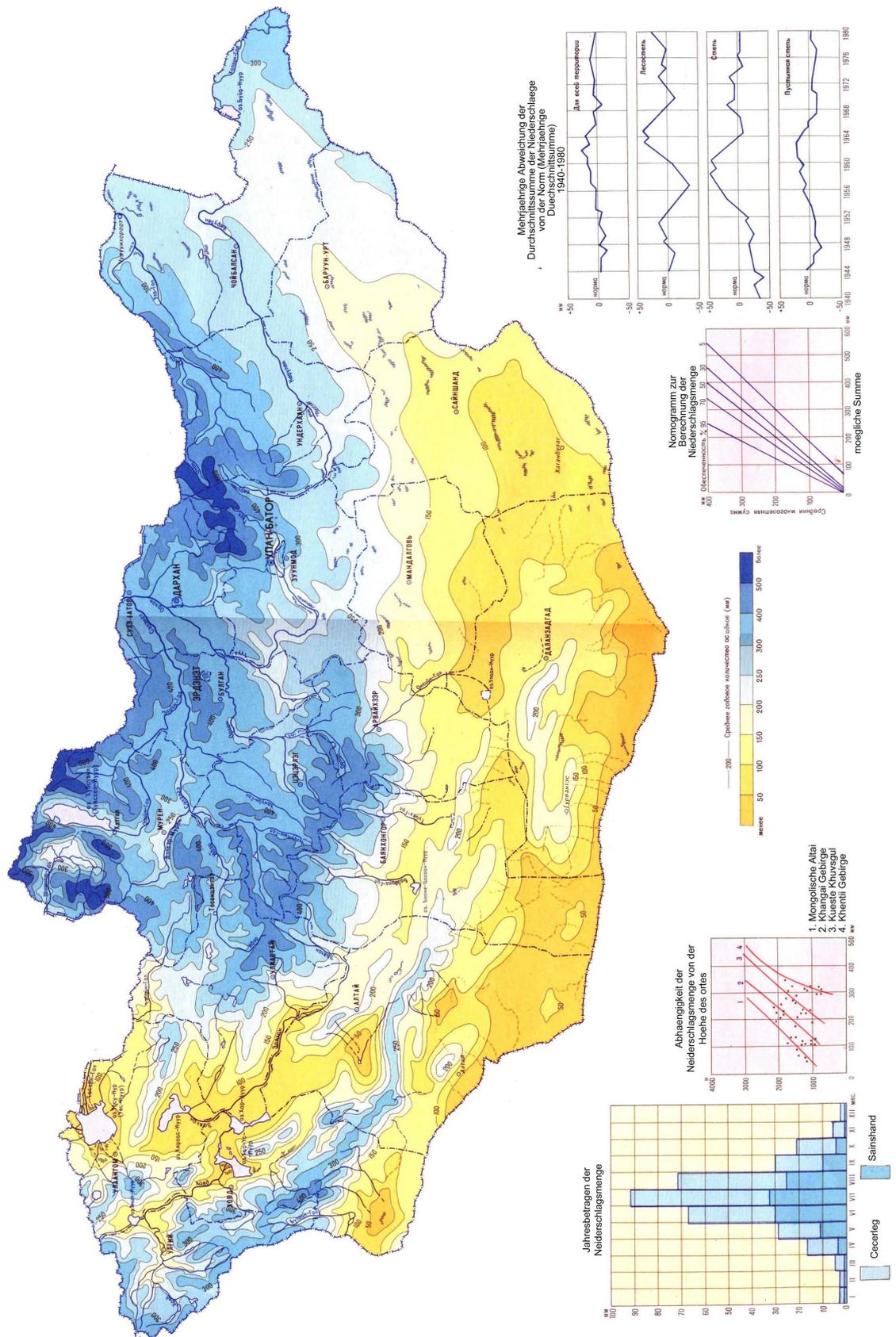
87. Projekt zur Reduzierung von ökologischen Schäden aufgrund der Veränderung die Flussbett des Flusses Tuul in Bergbaugebiet Zaamar. Ulanbaatar. 2000.
88. Potemkin C.V. Gewinnung der Seifenlagerstätte. M.: Nedra, 1995.
89. Prei V.K., Fishman G.P. Über die Extraktion des Goldes aus den Technogenen Lagerstätten von zentral Kolyma. Kolyma, 2003. 2. Seite 33-37.
90. Raymond L. Lowrie, Editor P.E. mining Reference Handbook. Published by the Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. 2002.
91. Sengedorj.T. Ökologische Gesetzte. Ulanbaatar. 1997.
92. Schutzaufforstung in der UdSSR. M."Agropromizdat", 1986.-Seite 255.
93. Shilo N.A., Grundlagen der Ablagerungslehre, M Wissenschaft. 1985. Seite 307.
94. Schagdar.Sch. Atlas die Mongolische Natur und Geographie. Ulanbaatar.1998.
95. Tagebau-Technik. Band II. Von einem Autorenkollektiv VEB. Verlag.1975.
96. Trubetskoi K.N., Potapov M.G., Vinicskii K.E u.a. Handbuch für Tagebau Gewinnung. M. :Gornoe Byro. 1994.
97. United Nations. ESCAP – Environmental and Development Series. Environment Impact Assessment Guidelines for mining Development. USE. New-York, 1992.
98. Untersuchung der Verunreinigung durch Quecksilber in der Umgebung von Boroo. Jaiko Tumenbayar B. Ulanbaatar, 2003.
99. Vasileva N.P. Wiederaufforstung auf Halden unter ästhetischen Gesichtspunkten Bergbaugebiet in Kirov. Lesowedenie.1981.
100. Vinogradov B.V. Grundlagen der landschaftlichen Ökologie. M. GEOS. 1998. Seite 418.
101. Vronskii V.A. Angewandte Ökologie. : Lehrbuch. Rostov. n/D.Fenik. 1996.
102. Wolf Muller/Paul-Martin Schulz. Handbuch Recht der Boden-Schatzgewinnung. Verlagsgesellschaft. Baden-Baden, Feniks. 1996.
103. World bank, Environmental Assessment Sourcebook 6 Volume II Sect oral Guidelines. Environmental Development. USA. Washington, 1991.
104. Wälder der MVR (Unter red. Smagina V.N). Stadt. Novosibirsk "die Wissenschaften", 1983.
105. Yaltanec I.M. Projektierung des Tagebaus, Hydromechanisierungs- und Schwimmbaggergewinnungs- Abbau die Lagerstätten. M: MGU, 2003.
106. Yaltanec I.M., Sshadow M.I. Praktikum für Tagebau Gewinnung. M: MGU, 2003.
107. Zelinskaya E.V., Scherbakova L.M., Gorbunova O.I. The effect of placers development on environment. Gornii journal, 1998, 5, 88-92.
108. Zurgaadai G. Rekultivierung der durch Bergarbeiten beschädigten Boden. Zeitschrift der Wissenschaft und Technologie, 2002.



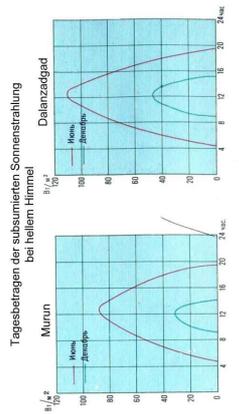
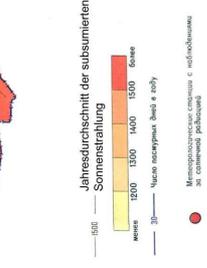
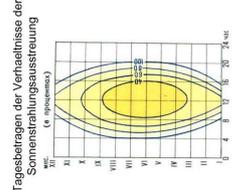
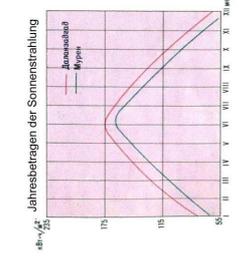
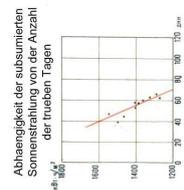
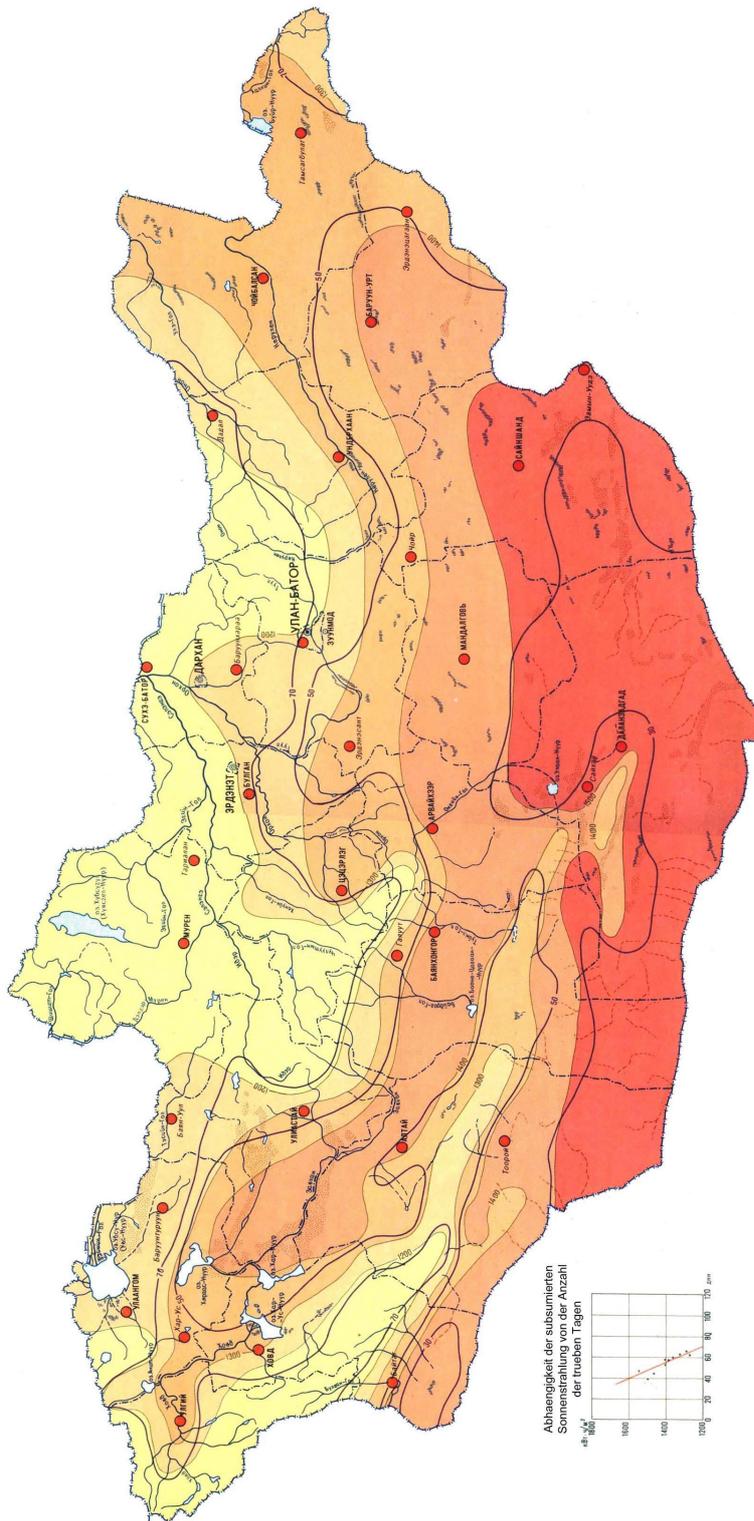
Anlage A.2 Hydrogeologische Einteilung in die Bezirke, Zonen; Maßstab 1:12000000



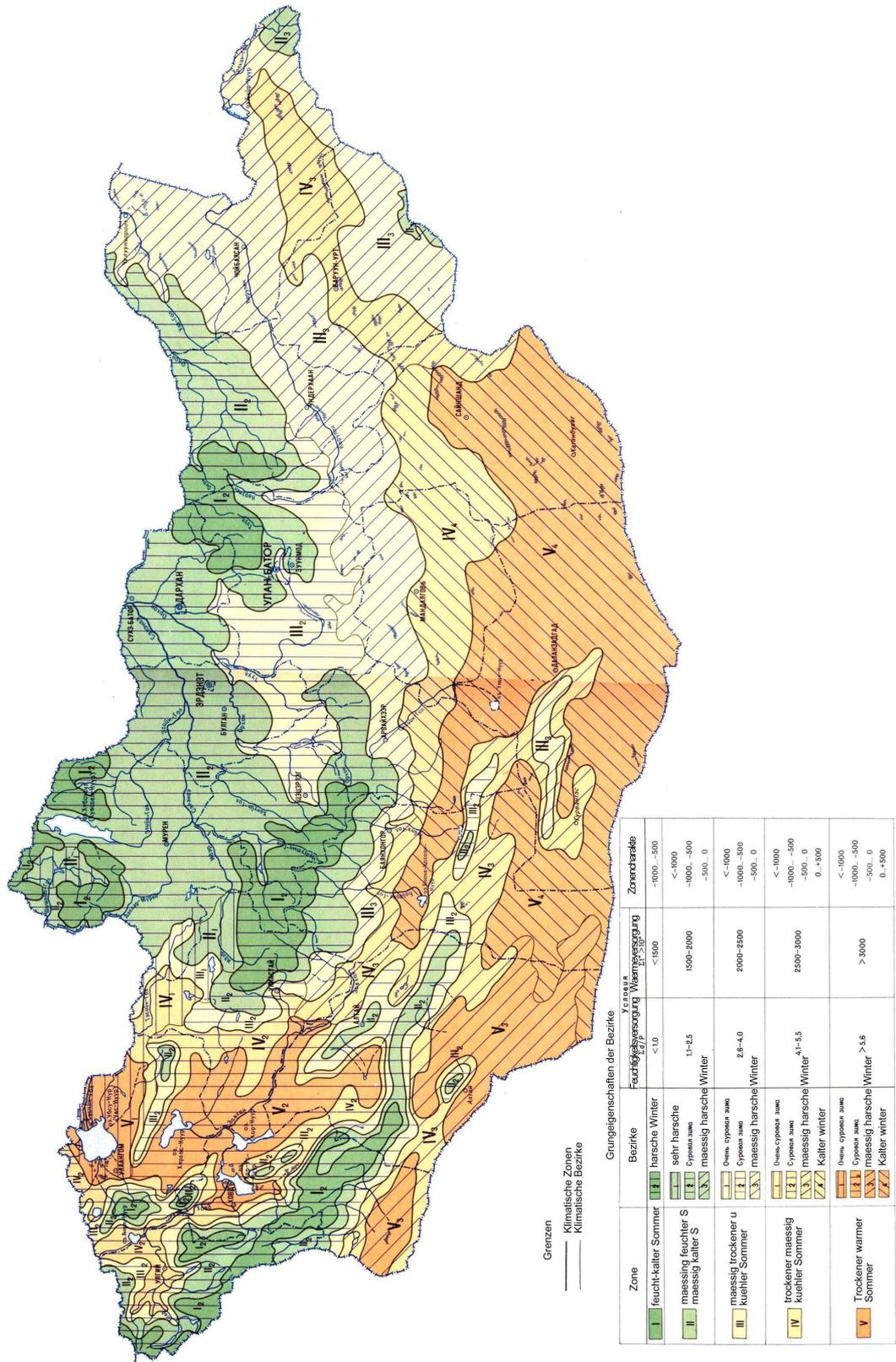
Anlage A.4 Lufttemperatur, Maßstab 1:600000 [47]



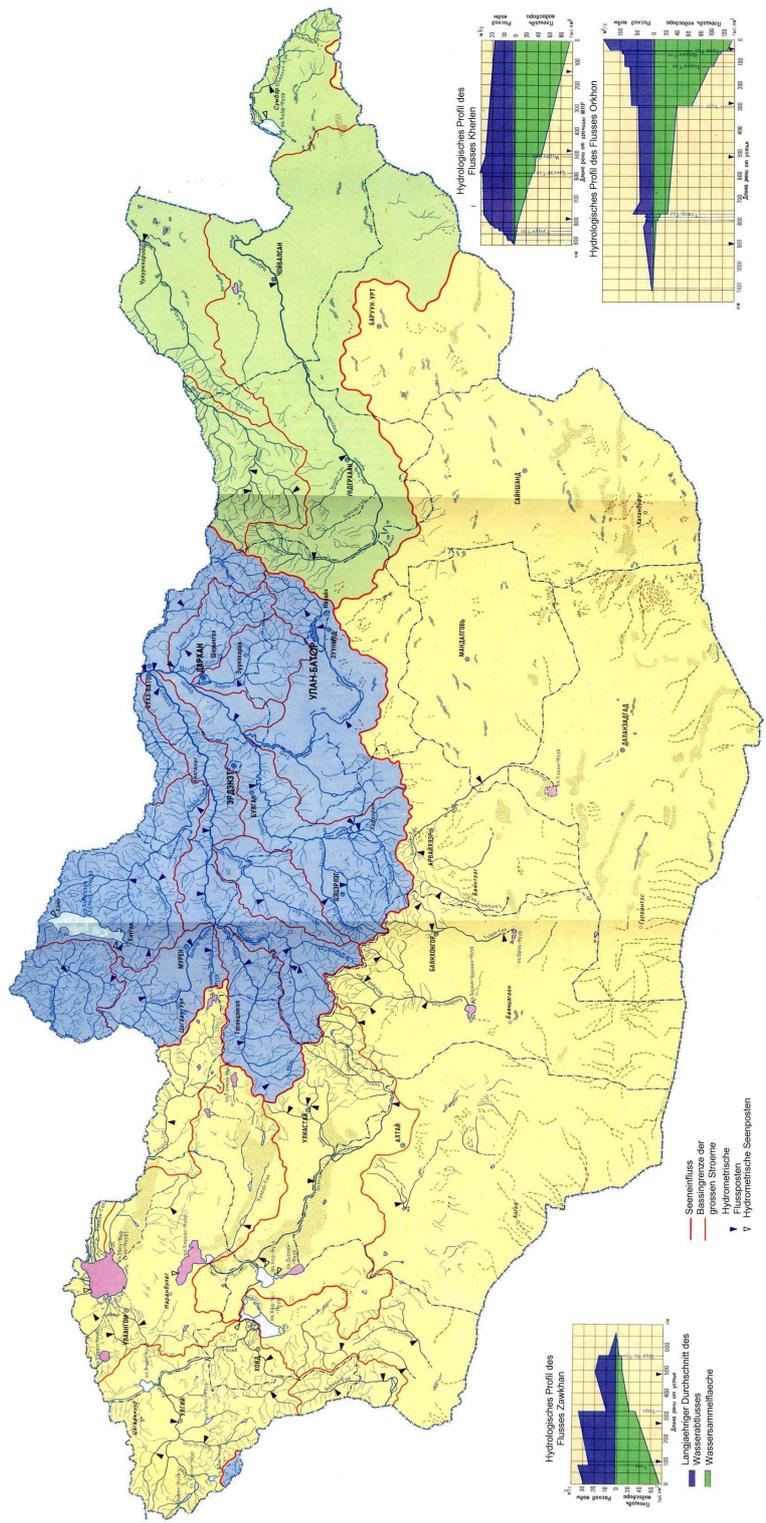
Anlage A.5 Atmosphärische Niederschläge. Jahr, Maßstab 1:600000 [47]



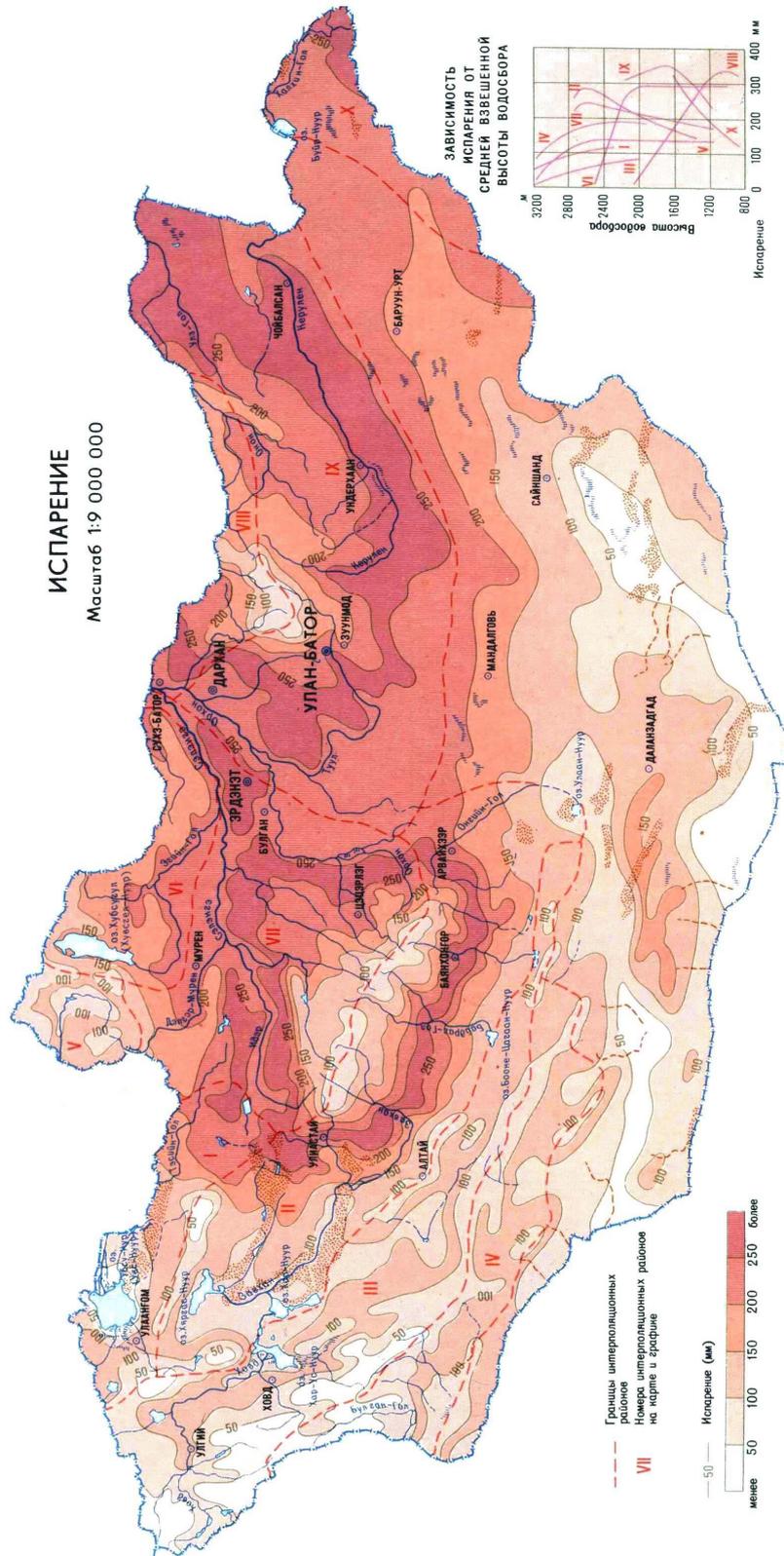
Anlage A.6 Summierte Sonnenausstrahlung. Jahr, Maßstab 1:600000 [47]



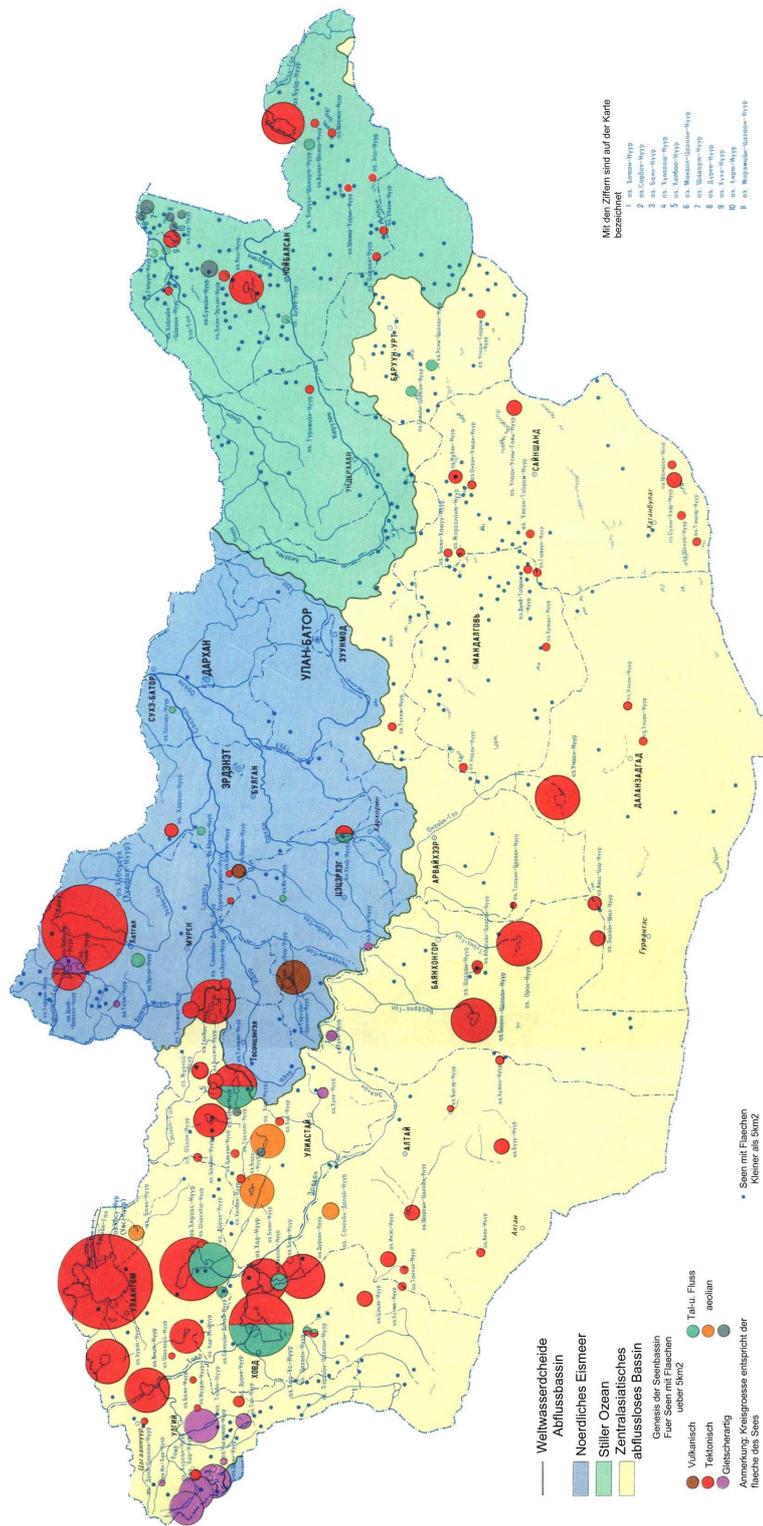
Anlage A.7 Klimatische Einteilung in Zonen/Bezirke, Maßstab 1:600000 [47]



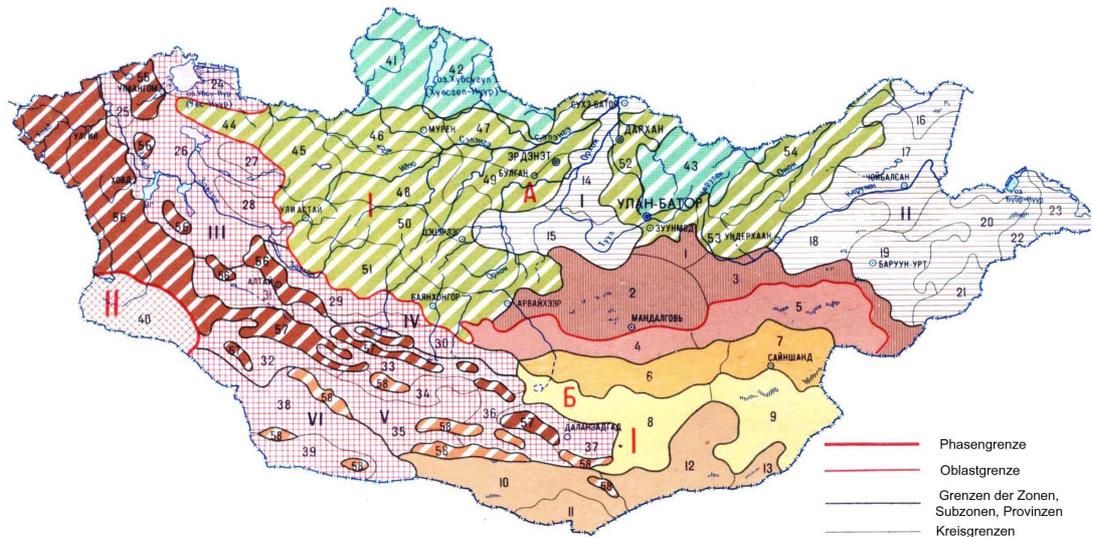
Anlage A.8 Hydrographisches Netz, Maßstab 1:4500000 [47]



Anlage A.9 Verdunstung auf dem Gebiet der Mongolei, Maßstab 1:9000000

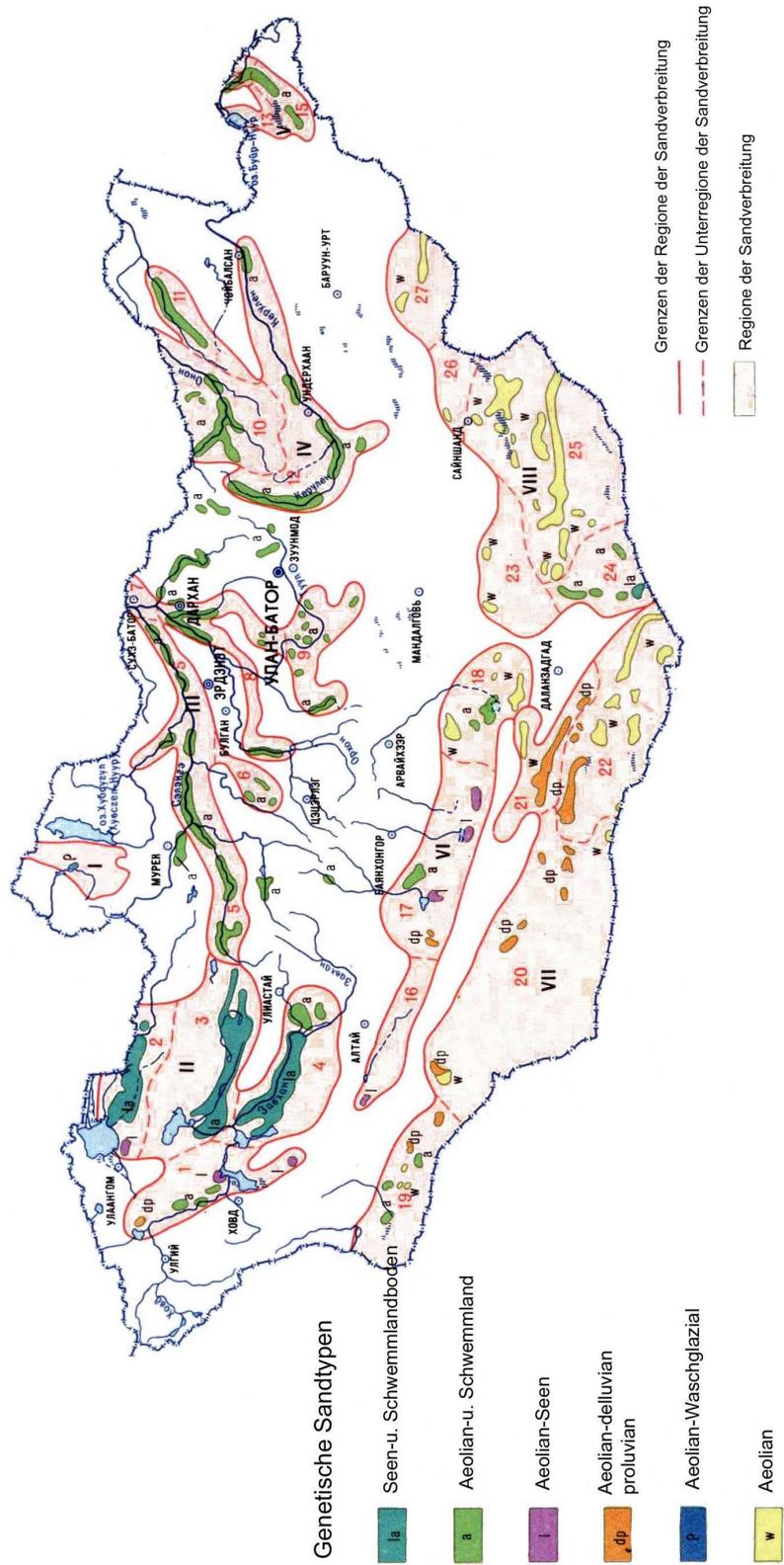


Anlage A.10 Binnenseen, Maßstab 1:6000000

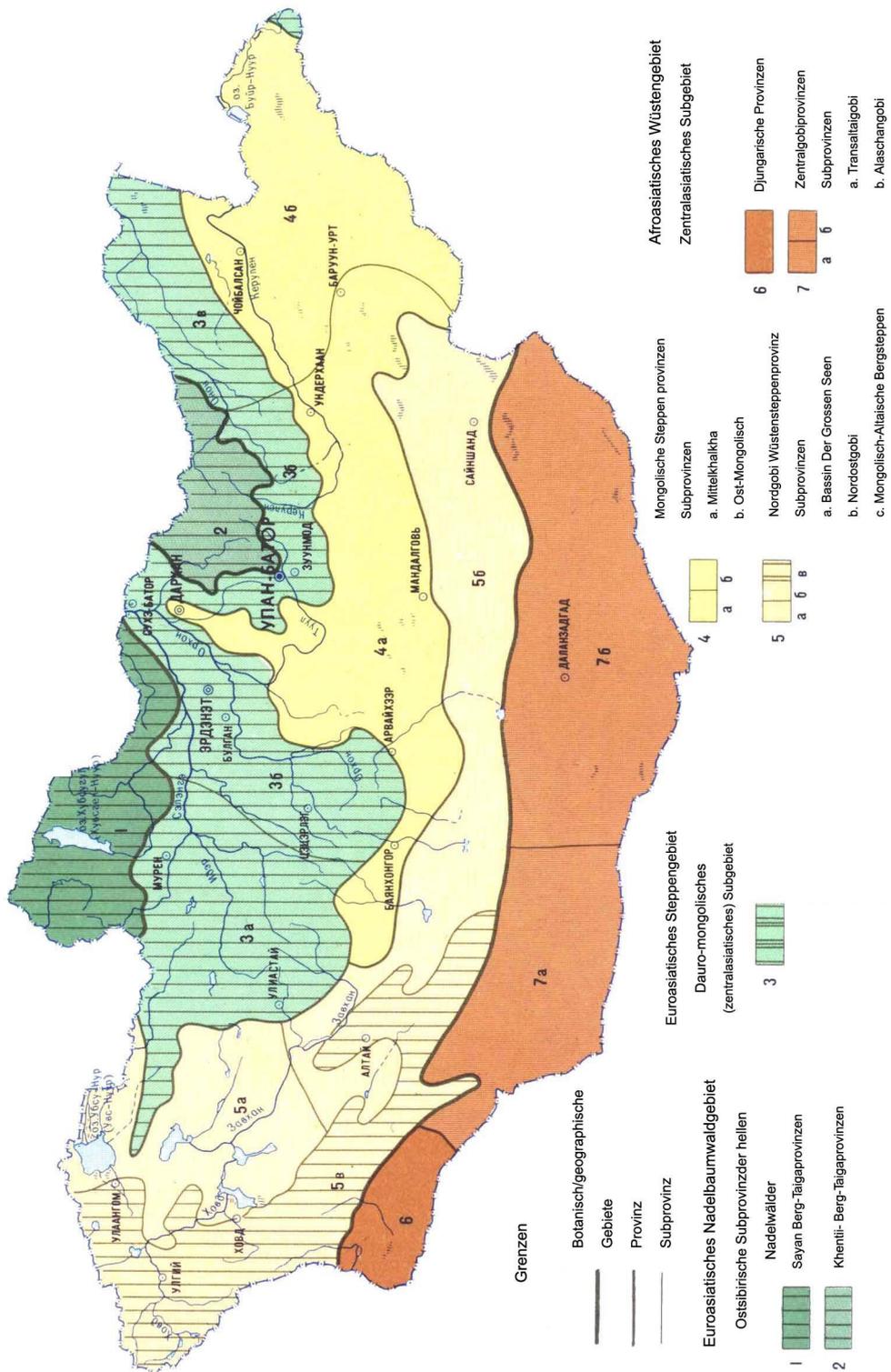


Boden und bioklimatische Phasen	Boden-und bioklimatische Gebiete	Typen der Strukturzonen		
		Breiten	Gemischte	Hoeihen
I Zentral	A Khangai	Zone Kastanienboden Окруза: 1, 2, 3	Khangaigebiet provinzen I orkhon-Tuul Kreise: 14, 15 II Ostmongolische Окруза: 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	a b Khangai u. Khentii a. noerdliche b. suedliche Окруза: a) 41, 42, 43 b) 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54
		Zonen und Unterzonen helle Kastanienboden Окруза: 4, 5 Braune Wuesten-u Steppenboden Окруза: 6, 7 Braune Steppen-u Wuestenboden Окруза: 8, 9 graubrauner Wuestenboden Окруза: 10, 11, 12, 13	Gobgebiete Provinzen III Bassin der grossen Seen Окруза: 24, 25, 26, 27, 28 IV Seentale Окруза: 29, 30 V Gobi-Altaiische Окруза: 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 VI Hinter Altaiische Окруза: 38, 39	Altai Окруза: 55, 56, 57 Gobi Окруза: 58
II Djungarische			Djungarische Phase Окруза: 40	

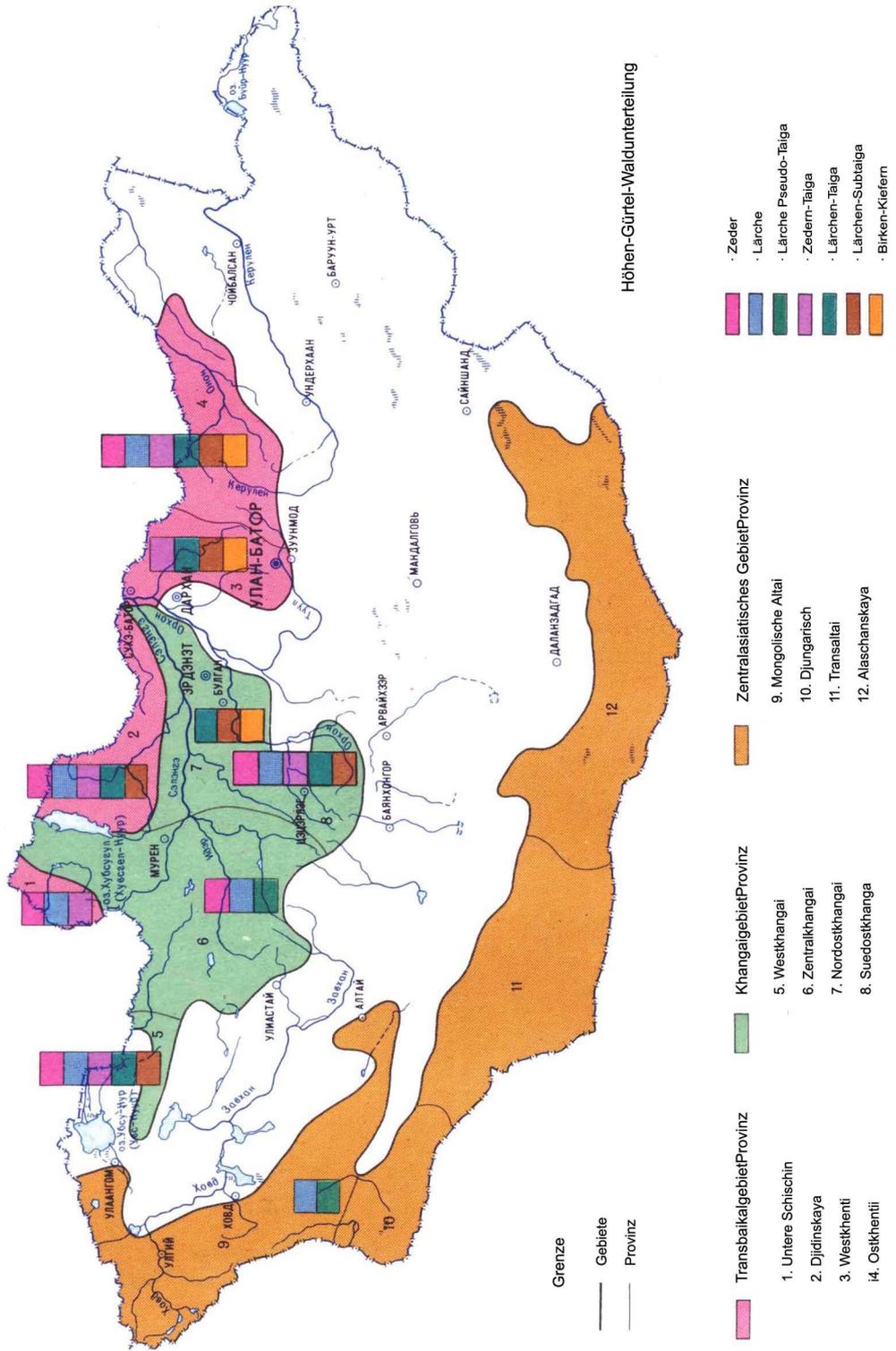
Anlage A.11 Boden-geographische Einteilung in die Bezirke, Maßstab 1:12000000



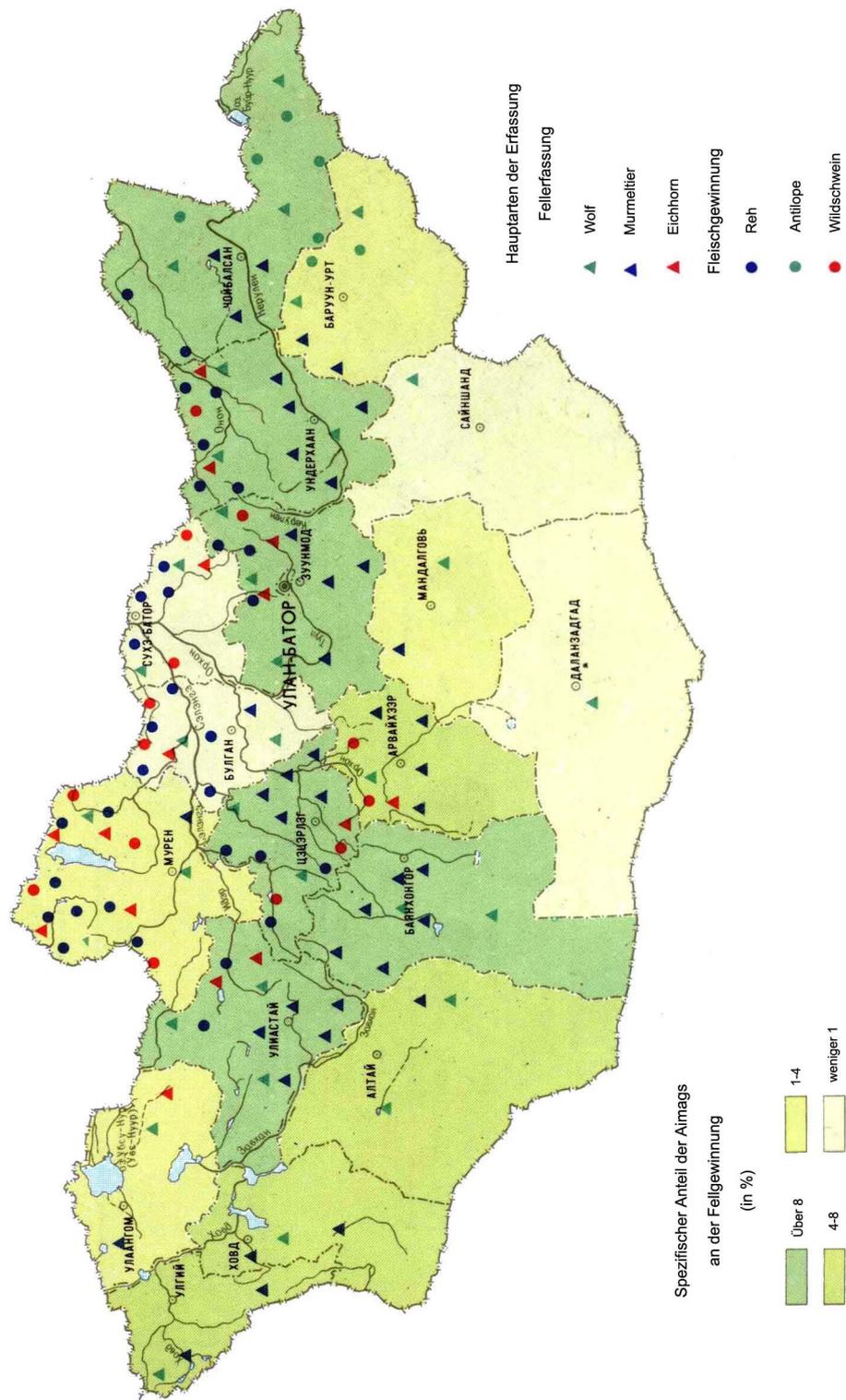
Anlage A.12 Einteilung in die Bezirke, 1:12000000



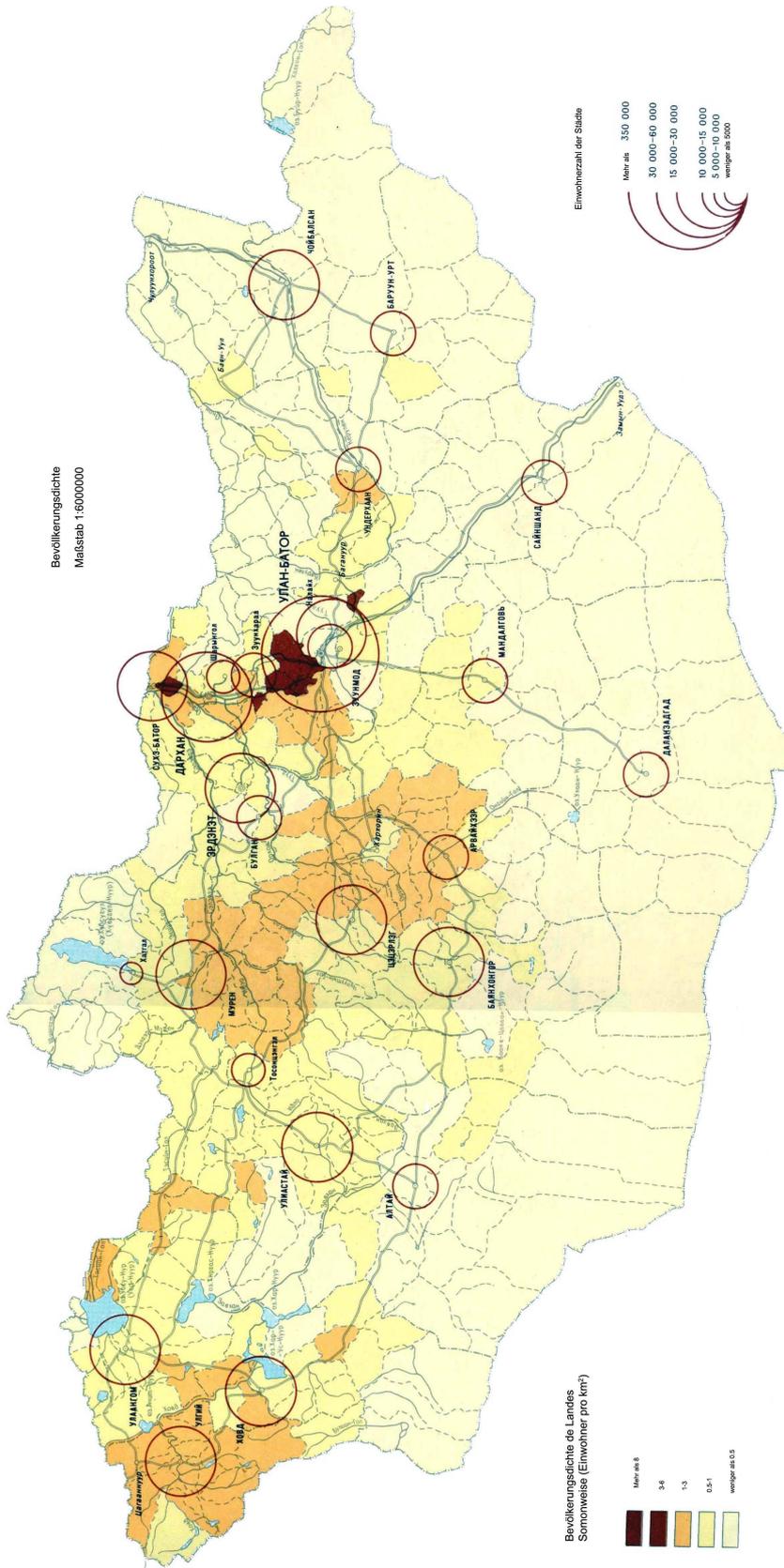
Anlage A.14 Botanisch-geographische Gliederung, Maßstab 1:12000000



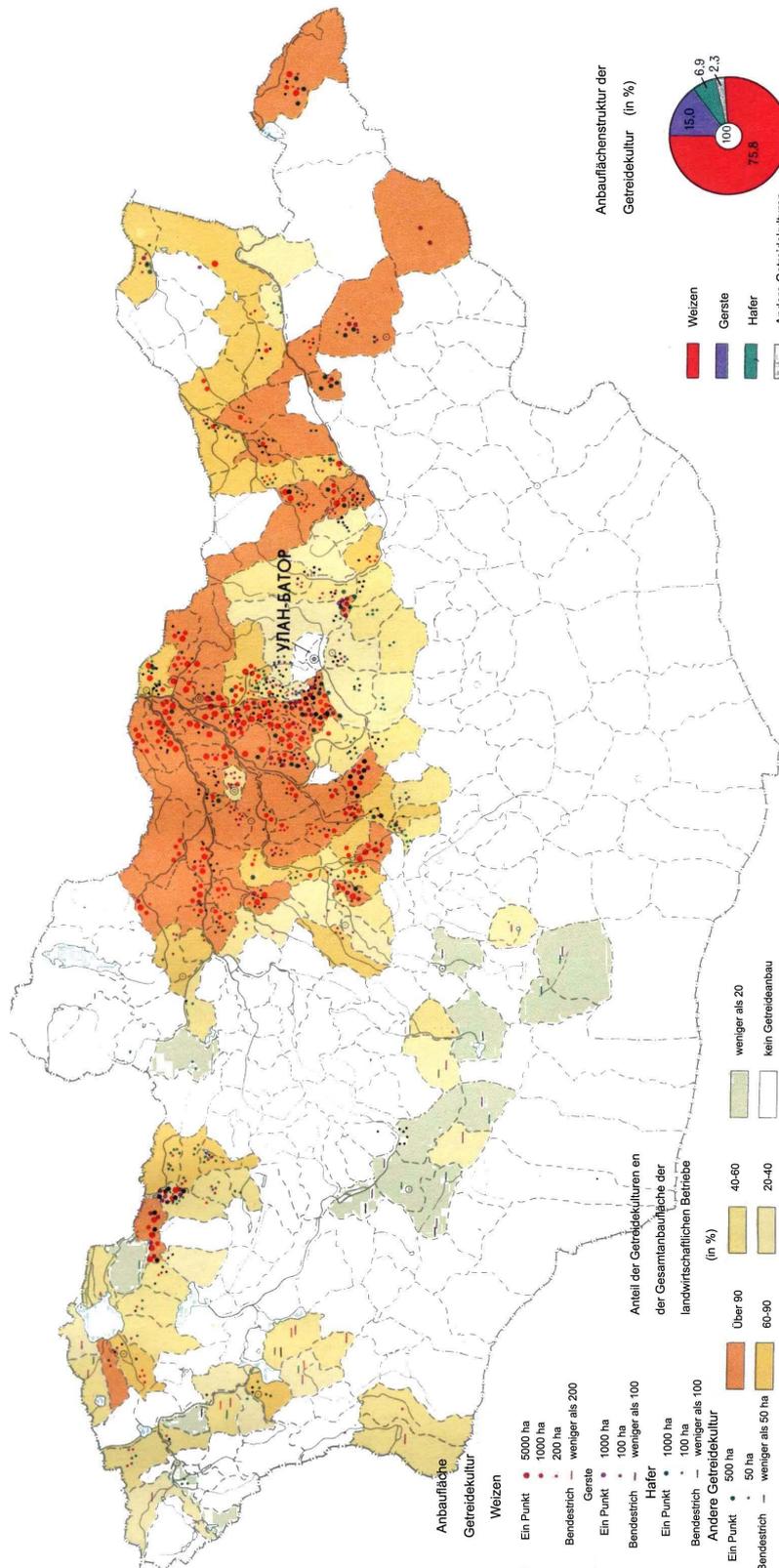
Anlage A.15 Waldpflanzeneinteilung in Bezirke, Maßstab 1:12000000



Anlage A.16 Jagdwirtschaft, Maßstab 1:12000000



Anlage A.17 Bevölkerungsdichte, Maßstab 1:6000000



Anlage A.18 Aussatfläche von Getreidekulturen, Maßstab 1:9000000

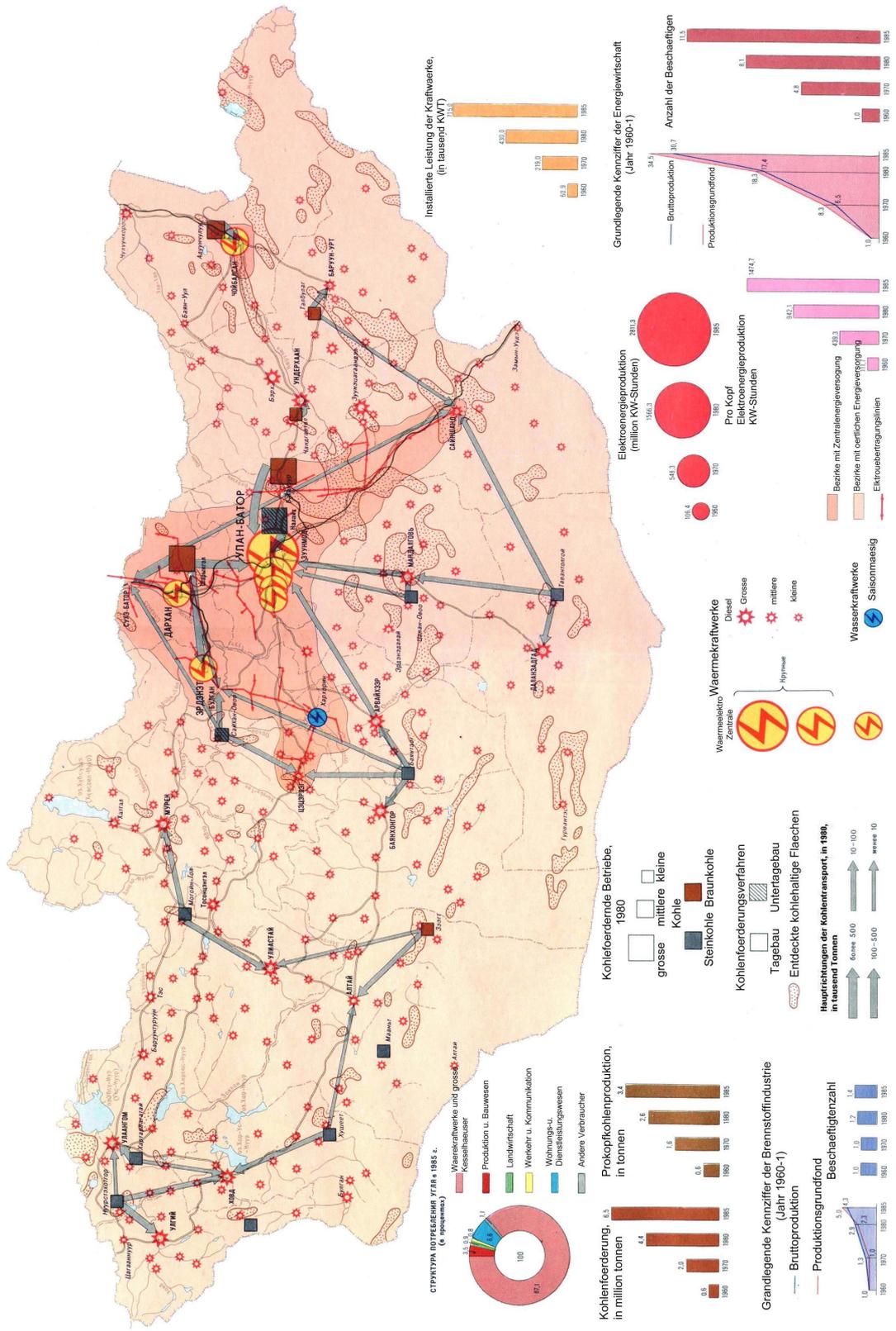


Abb.3.17

Anlage A.19 Brennstoff-und Energiewirtschaft, Masstab 1:6000000

B Tabellenteil

Zone		Landschaftsarten	Ökologische Bedingungen der Lebensführung der Bevölkerung	Charakter der möglichen Nutzung
1	2	3	4	5
A. Hochgebirge (> 1.600 m)	Bergtundra	1. Alpentyp, felsig mit alpinen Waldwiesen und Brachland 2. Bergtaiga, steinig mit Moos Flechten- und Strauchvegetation 3. Bergtaiga, mit Moos-strauchpflanzen	Ungünstig oder wenig günstig. $\Sigma t^{\circ} 10^{\circ} C \sim 1.200-1.400$, Anzahl der Tage bei $-25^{\circ} C$ erreicht 70-80	Bergtourismus und Lizenzjagd
	Untere Bergtundra	4. Alpenuntertyp mit seltenen Zedern-, Tannen- u. Birkenwäldern 5. Bergwaldtaiga, mit Zederlaubwäldern u. Hochgebirgssträucher	Wenig günstig. Bodenprofile durch Vereisung überprägt, Schneelawinen und -stürze; $\Sigma t^{\circ} 10^{\circ} C \sim 1.300-1.400$ Anzahl der Tage bei $-25^{\circ} C$ erreicht 70-80	Bergtourismus und Lizenzjagd, teilweise Sommerweide
B. Berg-Taiga	Berg-Taiga	6. Dunkelnadelwald mit Tannen- u. Zeder-beständen, Moose u. Zeder-Weißtannengras-wälder	Wenig bis mittelmäßig günstig. Taigarasenboden, örtlich mit Torf bedeckt; Graswaldboden, örtlich grün, tief vereist. $\Sigma t^{\circ} 10^{\circ} C \sim 1500-1700$, Anzahl der Tage bei $-25^{\circ} C$ erreicht 35-50 Vereiste und tief vereiste Taigaboden $\Sigma t^{\circ} 10^{\circ} C \sim 1.300-1.500$ Niederschlag 300-400 mm, Flüsse mittlere Wasserführung (Abfluß 5-9 l/s auf km ²)	Pelztierjagd; Sammeln von Zedernüssen und Beeren, reglementierte Forstwirtschaft, Bergtourismus, Lizenzjagd, teilweise Viehweide. Rekultivierung, Wassertourismus (Khuvsgul-See)
		7. Hellnadel-Blätterwald mit Kieferbäumen auf Grasdecke mit Strauchwerk		
		8. Hellnadelwald mit Beimischung von Birken u. Espen auf Graspreiselbeerdecke mit Rhododendron		
		9. Laub-Moos-Wald auf d. Hoch- und Flachebene		
		10. Moorwälder innerhalb der Bergsenken mit Wiesen und Sümpfen		
C. Steppen	Taugrassteppen-Steppen	11. Bergwaldsteppen mit Laub-Kiefer-Graswald	Mittelmäßig günstig. Braungrauer Waldboden, teilweise kastanien-farben. Kastanienbraune Schutt-böden. Ungenügende Feuchtigkeit, Flüsse mit geringer Wasserführung, Vor-handensein trockener Flußläufe	Forstwirtschaft: Holz- und Brennholzgewinnung, Pflücken wild wachsender Pflanzen. Landwirtschaft: Viehweide, Futtergewinnung (Heumagd), teilweise Ackerbau
		12. Bergtrockensteppen mit den Strauchwerk und Steppengebüsch		
	Hinter-Baikaltyp	13. Waldtaigaausläufer mit Laub-, Gras-Espen- und Preiselbeerwäldern	Günstig. Waldgrasboden, teilweise sandig, leicht steiniger Sand $\Sigma t^{\circ} 10^{\circ} C \sim 1.500-1.700$, Anzahl der Tage bei $-25^{\circ} C$ erreicht 30-40. Kastanienbraune Böden, Flüsse mittlerer und geringer Wasserführung. Alluvial-Wiesen-Sumpf-Gras-Frostboden, in den Tälern Schwarz-erdeboden. In den Bergtaigagebieten mit ausreichender und in den Steppen mit ungenügender Feuchtigkeit	Forstwirtschaft: Holz- und Brennholzgewinnung Landwirtschaft: Weideviehzucht, Futtergewinnung (Heumagd); Bodennutzung für Ansiedlung
		14. Bergtälersteppen, stellenweise mit Kiefern-wäldern		
	Tal	15. Bergtaigawälder	in den Steppen mit ungenügender Feuchtigkeit	Reglementierte Jagd auf Tiere, Vögel und reglemen-tierter Fischfang
		16. Taiga		
D. Goidwüste (500 m)	Halbwüste	17. Wiesenstrauchwälder mit Sümpfen und Seen		Schutz-Waldstreifen aus Saxaulbäumen auf Sand-böden, Bodennutzung für Ansiedlung
		18. Waldwiesensteppe		
Steppe	Steppe	19. Bergrücken	Nicht oder wenig günstig. Wanderdünen, Wandersand, sandig mit Sandstürmen, sandige bis halb-sandige Böden; Niederschläge < 100 mm; $\Sigma t^{\circ} 10^{\circ} C \sim 1.700-1.800$; Anzahl der Tage bei $-25^{\circ} C$ erreicht 40-50.	Traditionelle Kamelzucht, teilweise Gemüsebau, Lizenzjagd, 17 umfangreiche und 3 kleinere Naturschutz-gebiete sowie 4 Wildreservate
		20. Oasen		
		21 Sandwanderdünen		

Anlage B.1 Natürliche Ökosysteme der Goldabbauregionen [93]

*) die geographische Landschaft- Teil der Erdoberfläche, für die eine bestimmte Kombination des Reliefs, des Klimas, des Bodens, der Flora und Fauna usw. charakteristisch ist.

Nr.	Fischbezeichnung	Abflußlose Senken			Nördliches Eismeer			Amur			Termine des Fischfangs
		1	2	3	I	II	III	I	II	III	
		A	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	(Taimen)		x		x	x		x	x	x	ganzjährig
2	(Lenox) Forelle				x	x		x	x	x	ganzjährig
3	(Arctic cisco)				x	x					XII.1-IX.16
4	Khadary whitefish Felchen							x			VIII.1-XI.15
5	(Pidschjan whitefish) Felchen				x	x					X.20-VIII.1
6	(Round whitefish) Felchen				x						VIII.1-XI.1
7	(Arctic grayling) Äsche			x	x	x					VIII.1-XI.1
8	(Mongolian grayling) Äsche			x	x						ganzjährig
9	(Amur grayling) Äsche							x			ganzjährig
10	(Northern pike) Hecht							x			ganzjährig
11	(Amur pike) Hecht							x	x	x	ganzjährig
12	(Khovsogol grayling) Äsche						x				ganzjährig
13	(Roach) Plötze				x	x	x				VIII.1-IV.15
14	(Altai osmas)	x	x	x							
15	(Bid-mouth osmas)	x	x	x							
16	(Dace) Weißfisch				x	x	x				
17	(Orfe)					x	x				
18	(Amur ide)							x	x	x	
19	(Grass carp) Karpfen										x
20	(Flathead asps) Natter							x	x	x	
21	(Tench) Schleie						x				VIII.1-IV.15
22	(Amur barbel) Barbe							x	x	x	
23	(Stopped barbel) Barbe							x	x	x	
24	(Skygazer whitefish) Felchen							x	x	x	
25	(Mongolian redfish) Rotbarsch							x	x	x	
26	(Lookup)							x	x	x	
27	(Crucian carp) Karausche Karpfen						x				
28	(Golden carp) Goldene Karpfen						x	x	x	x	VIII.1-IV.15
29	(Carp) Karpfen						x	x	x	x	
30	(Amur catfish) Wels						x	x	x	x	
31	Ердийн хутар						x			x	ganzjährig
32	(River perch) Flussbarsch						x	x			VIII.1-V.15

Anlage B.2 Geographische Verteilung der Fischressourcen auf dem Territorium der Mongolei nach Einzugsgebieten

Typ der Zerstörung	Art der Zerstörung	Typ des Schadens	Goldgewinnung
1. Zerstörung			
Geo-mechanisch	Deformationen	Verdichtung der Oberfläche	+
		Lockern der Oberfläche	+
	Abbau	Schwimmbaggerfelder	+
		Tagebau	+
		Gräben	+
		Kanäle	+
	Halden	Deckgebirghalden	+
		Hydrotechnische Dämme	+
Bau/Technische Anlagen	Transport, Stromnetze, Rohrleitungen und andere	+	
	Ansiedlungen	+	
Hydro-dynamisch	Oberfläche	Veränderung der Flussströmungen	+
		Veränderung der Grundwasserspiegel	+
	Unterirdisch	Grundwasseranstieg	+
		Bildung von Grundwasserabsenkungstrichtern	+
Dynamik der Atmosphäre	Wind	Veränderung der Richtung und der Geschwindigkeit des Windes	+
Biosphäre	Tiere	Aussterben	+
		Verdrängung aus dem ursprünglichen Lebensraum	+
	Pflanzen	Aussterben	+
2. Verschmutzung			
Lithosphäre	Unlösliche Materialien		+
	Erdöl und Benzin		+
Hydrosphäre	Trübung der Oberflächenwässer		+
Atmosphäre	Staubentwicklung		+

Anlage B.3 Arten der technologischen Zerstörung und Verschmutzung, die bei der Goldseifengewinnung entstehen

Nr.	Bezeichnung des Vorkommens	Lage	Länge, [m]	Breite, [m]	Tiefe, [m]
1	Schwimm-baggerfeld Tolgoit	- Halde 1: von Westen (W) nach Osten (O)	130	35	13
		- 150 m von Halde 1 entfernt:			
		- von Nordwesten (NW) nach Südosten (SW)	100	20	10
		- vom Ende der Halde 1 250 m entfernt	500	12	10
		- von der Halde 50 m entfernt:			
		NO->SW	100	10	8-10
			130	10	8
		NW->SO	50	10	15
		NW->SO	1500	20	15
		SO->SW	1000	20	12
		NO->SW	450	20	15-20
		O->NW	1000	20	12
NO->NW	200	12	12		
NO->SW	600	12	10		
NO->SW	2.500	20	15		
		- Im Endteil entlang des Ufers			
2	Nariin (Teilbereich)	- Baugruben mit der Tiefe 10 m:			
		N->S	850	15	10
		NO->SW	900	13	8
		NO->SW	250	10	10
		NW->SO	150	10	8
		3 kleine Halden	10	20	10
			20	20	8-10
			10	20	10
		NO->SW	500	20	15
		NO->S	150	10	10
		O->SW	300	10	10
		NW->SO	500	15	20
NW->SO	300	10	10		
SW->O	50	50	15		
8 Halden (10x8x8)	10	8	8		
3	Gozon-Shar (siehe Schema 3.2)	NO->S	1500	25	15
		W->SO	20	25	15
		W->SO	20	25	15
		nach O auf 50 m	150	20	15
		NO->SW	200	20	10
4	Baga-Ulent	3 örtliche Halden: NO->SW	500	25	15
5	Dund-Ulent	Auf einer über 800 m breiten Fläche liegen 25-30 Halden, davon:			
		- 1. Gruppe der Halden:			
		NO->SW	35	10	20
		NO->S	40	10	15
		NO->S	500	20	10
		N->SO	30	20	10
N->S	120	60	8		
SW->O	100	8	10		
6	Buguntain-Ekh	Vollständig rekultiviert			

Anlage B.4 Parameter der Halden und der technogenen Bildungen in den Bergbaugebieten der Grube Tolgoit [24]

Nr.	Bezeichnung der Goldvorkommen (Region)	Tagebautyp	Einwirkungen auf		Bergbaufläche, [ha]	Parameter (Kennziffern) der Einwirkung
			Wasser	Boden		
1	2	3	4	5	6	7
I. Abbau mit mehrschauflige Schwimmbagger 250M in der Kombination von Schurfkübelbaggern vom Typ ESch-10/70, ESch-6/45 und Bulldozern SAT-D8 und auf der Basis DET-250 und andere						
1.	Tolgoit	Schwimmbaggerfeld	+	+	466,9	der Wasserverbrauch der Goldwäsche für den Zeitraum 1974-1997 beträgt 70 Mio. m ³ ; der Flusslauf des Tolgoit wurde auf einer Länge von 18,3 km zerstört, was 50-55% der Gesamtlänge im Abbaugebiet beträgt; die hydraulische Verbindung der Oberflächen- zu unterirdischen Wässern wurde verletzt; eine Gruppe aus 13 alten Halden mit insgesamt über 8,4 km Länge bei einer Breite 10-35 m und Höhe von 8-12 bis zu 15-20 m entstand entlang des Flusses Tolgoit; in den abgebauten Schwimmbaggerfeldern befinden sich 5 Teiche mit einer Größe von 450-500x50 m ² und einer Tiefe von bis zu 5-6 m; der Fluss wurde umgeleitet
2.	Ikh- Adzhir	Schwimmbaggerfeld	+	+	248	Verletzung des Betts des Flusses Gozon-Shar mit teilweiser Umleitung; der Wasserverbrauch der Goldwäsche für den Zeitraum 1974-1997 betrug 10 Mio. m ³ ; Restvorräte im abgebauten Feld von ~ 150 kg Gold; keine Rekultivierung
3.	Ikh-Altat	Schwimmbaggerfeld	+	+	348	(1) Umleitung des Flusses Eroo auf einer Länge von über 3,8 km; der Wasserverbrauch der Goldwäsche für den Zeitraum 1974-1997 betrug 14 Mio. m ³ . (2) keine Rekultivierung wegen des Vorhandenseins Restvorräten in der Höhe von über 320 kg Gold im abgebauten Feld
II. Selektive Gewinnung: Bagger-Bulldozer-Förderung mit Goldwäsche auf industriellen Geräten (Typen PKS-50, PGB-75, PGSch-50 u.a.) mittels Hydromonitor und Wascherden						
4.	Sangiin	GR-II	+	+		bis zu 18 m hohe Bergehalden; ohne Rekultivierung
5.	Bolotnoye	GR-I	+	+		
6.	Samarkhan	GR-II		+	9,6	Zerstörung von 193 m ³ Gehölz in Waldbeständen
7.	Uzkoye	GB-1	-	+		
8.	Dund-Ulent	GB-1	-	+	14,3	Zerstörung von 427,8 m ³ Gehölz in Waldbeständen
9.	Gozon-Shar*)	GR-1	+	+		keine Rekultivierung (Gold-Restvorräte >20 kg); Zerstörung von 1000 m ³ Gehölz in Waldbeständen; Größe des Tagebaus 1500 x 25 m mit einer Tiefe bis zu 38 m; 5 alte Halden der Breite 25 m und 10-15 m am Rand des Tagebaus; Kaskade von Wasserreservoirs mit Dämmen und starken Pumpen (Leistung 1200 m ³ /h); Flußbett von 2 Nebenflüssen zerstört
10.	Ikh-Adjir, restliche Blöcke	GB-1	+	+		Rekultivierung (vollständig abgebaut); Zerstörung des Betts der Flüsse Ikh-Adjir und Buural
11.	Baga-Adjir	GB-2	-	+		keine Rekultivierung erfolgt
12.	Naidvar	GB-2	-	+		keine Rekultivierung erfolgt
13.	Buural	GB-2	+	+		Gruben, Gräben und Bergehalden verblieben
14.	Glukharin I, II	GR-2	+	+		teilweise abgebaut, ohne Rekultivierung, Restvorrat 269 kg Gold
15.	Ikh-Ulent	GB-1	-	+	4,7	in den Abbauen Bugant, Baga-Ulent, Dund-Ulent und Ikh-Ulent ist auf einer Fläche von 1020 ha der fruchtbare Boden (304,2 Tsd. t Schwarzerde) zerstört; Zerstörung von 186 m ³ Gehölz
16.	Baga-Ulent	GB-1	-	+	4,3	1302 m ³ Gehölz; Abbau der Länge 200 m, Breite 40 m und Tiefe 6-8 m
17.	Buguntain Ekh	GR-2	+	+	30,4	Zerstörung von 2126 m ³ Gehölz; Rekultivierung erfolgt
18.	Nariin	GR-2	-	+		Schwimmbaggerabbaugruben Tiefe 10 m u. Breite 850 m; über 13 Halden mit der Gesamtausdehnung von 3160 m, Höhe durchschnittlich 8-10 m, teilweise bis zu 15-20 m
19.	Shirokii	GR-2	-	+		
20.	Altan	GB-1	-	+		Seife bisher nicht abgebaut (Gold in 3 Proben festgestellt)

Anlage B.5 Zustand der Einwirkung der Goldgewinnung im Bassin der Flüsse Eroo, Tolgoit und Bugant

*) Waldsteppenzone(B): die Bergwaldsubzone

GR - tiefliegende Seife (Typ I- schmal; Typ II - breit)

GB – oberflächennahe Seife (Typ I- schmal; Typ II - breit)

Nr.	Bezeichnung der Seifen, Jahre	Bergbaufläche, [ha]	Erzabbau und Goldgewinnung, [m ³] bzw. [kg]	Gold-Restvorräte, [kg]
A. Gruppe der Vorkommen Tolgoit				
1	Tolgoit (1974-1982, 1989, 1997)	466,9 (D)	17.855,0 4.316,1	a; b-104,2; c-363,2
2	Samarkhan 11 (1984-1988)	(D)	4.119,0 934,9	a; b; c-187,0
3	Shirokii (1998)	(D)	901,1 120,0	
4	Nariin (1999)	(D)	950,0 158,2	
5	Sangiin (1980-1983)	273,1 (D)	1.066,9 436,0	a; b-120(C1+C2); c
6	Buguntai WIS. INST.	109,7 (D)		a-670,1(C1); b-146,7(C1); c
7	Shavartai (1978-1980, 1984)	76,6 (p)	181,0 220,2	a; b; c
8	Uzkii (1986, 1987)	146,3	63,2	
9	Ikh-Ulent (1988)	48,2 (p)		
10	Dund-Ulent (1983, 1994-1998)			
11	Baga-Ulent (1987)	137,8 p		
12	Gozon-Shar (1995-2000)	16,0	181,0 1.019,7	15,0
13	Samarkhan-1 (1988)			
14	Niilekh	(P)	33,8	
15	Zusammenfließen der Flüsse Tolgoit Sangiin und Boloty			a; 6274,2 (C1+C2); c
B. Gruppe der Vorkommen Ikh-Altat				
16	Ikh-Adjir (1983, 1990-1999)			a (1338,1-C1); b-445; c
17	Ikh-Altat (1989-1999)	348,0	15.074,8 4.161,7	a; b-325,8; c-832,3
18	Sonstige			
22	Altan			a; b-34,8; c
	Summe		43.154,0 12.600	

Anlage B.6 Charakteristische Elemente und Arten der Bodenverletzung in den Bergabbauten des Bassins der Flüsse Eroo, Tolgoit und Bugant (Zustand vom 01.01.2000) [20]

Anmerkungen: a - Restvorräte aus Bilanzvorräten; b - Restvorräte aus Außerbilanzvorräten; c – Technogen bedingte Goldführung (Restvorräte) in den Bergbauschutzgebieten.

Parameter	Einheit	Menge
1. Volumen der Bergmasse	1000 m ³	62,7
2. Gestörte Flächen (Summe):	ha	124,0
a. Randhalden	ha	82,0
b. Flussumleitung einschließlich Kanäle und Dämme	ha	42,0
3. Gesamtvolumen Deckgebirge	1000 m ³	20,0
4. Gesamtvolumen Seifenerzgewinnung	1000 m ³	40,0

Anlage B.7 Grad der Zerstörung der Böden im Abbaufeld Tuul (Abbaudauer 32 Jahre)

Art der Arbeiten	Quelle d. Verschmutzung	Zahl der Arbeitsstunden pro Jahr	Höhe der Emissionsquelle, m	Schadstoffausstoß x)					
				Tatsächlich			Maximal zulässige Menge		
				g/s	mg/m ³	t/a	g/s	mg/m ³	t/a
Beräumung des Abbaufelds von Kleingehölz, Rodung, Abtragender Humus-schicht	Bulldozerarbeiten	312	2	0,008 0,003 0,022 $1,34 \cdot 10^{-3}$ $1,76 \cdot 10^{-3}$ $7,22 \cdot 10^{-5}$ $2,6 \cdot 10^{-9}$		$9 \cdot 10^{-3}$ $3,4 \cdot 10^{-3}$ 0,03 $1,5 \cdot 10^{-5}$ $1,98 \cdot 10^{-5}$ $8,1 \cdot 10^{-6}$ 2,92·109	0,09 0,02 1,53·10-5 2,17·10-5 0,09 6,3·10-4 1,8·10-5	$1,3 \cdot 10^{-5}$ $0,26 \cdot 10^{-5}$ $0,02 \cdot 10^{-5}$ $0,03 \cdot 10^{-5}$ $0,13 \cdot 10^{-5}$ 9,4·105 2,6·107	0,1 0,02 1,72·10-3 2,44·10-3 0,1 7,07·10-3 2,04·10-3
	Staubentwicklung von der Mutterboden-halbe	4392*)	2-10			1,43·10 ⁻⁵			
Deckge-birgs-abtrag	Staubentwicklung beim Aufhalten	3799	2-10			0,1 1,37			
	Staubabweh-rung	4392"	2-10			0,015 0,24			
Bau der hydro-technischen Bauten	Bulldozerarbeiten	552	2	0,008 0,003 0,022 $1,34 \cdot 10^{-3}$ $1,76 \cdot 10^{-3}$ $7,22 \cdot 10^{-5}$ $2,6 \cdot 10^{-9}$		0,016 $6 \cdot 10^{-5}$ 0,04 $2,6 \cdot 10^{-5}$ $3,5 \cdot 10^{-5}$ $1,4 \cdot 10^{-5}$ $5,17 \cdot 10^{-9}$	0,09 0,02 1,53·10-5 2,17·10-5 0,09 6,3·10-4 1,8·10-5	$1,3 \cdot 10^{-5}$ $0,26 \cdot 10^{-5}$ $0,02 \cdot 10^{-5}$ $0,03 \cdot 10^{-5}$ $0,13 \cdot 10^{-5}$ 9,4·10-5 2,6·10-7	0,18 0,04 3,04·10-3 4,31·10-3 0,18 1,25·10-3 3,62·10-5
Erdarbeiten	Bulldozerarbeiten	840	2	0,008 0,003 0,022 $1,34 \cdot 10^{-3}$ $1,76 \cdot 10^{-3}$ $7,22 \cdot 10^{-5}$ $2,6 \cdot 10^{-9}$		0,02 $9,1 \cdot 10^{-5}$ 0,07 $4,0 \cdot 10^{-5}$ $5,3 \cdot 10^{-5}$ $2,2 \cdot 10^{-5}$ $8,0 \cdot 10^{-9}$	0,09 0,02 1,53·10-5 2,17·10-5 0,09 6,3·10-4 1,8·10-5	$1,3 \cdot 10^{-5}$ $0,26 \cdot 10^{-5}$ $0,02 \cdot 10^{-5}$ $0,03 \cdot 10^{-5}$ $0,13 \cdot 10^{-5}$ 9,4·10-5 2,6·10-7	0,27 0,06 1,6·10-3 6,6·10-3 0,27 1,9·10-3 5,5·10-3
Bohr- und Sprengarbeiten	Bohrungen	2232	2		$1,27 \cdot 10^{-8}$	$5,17 \cdot 10^{-10}$ 1,02·10-5			
	Sprengarbeiten	25 Sprengungen pro Jahr	2		93000 27000	1142,72·10-5 52,9-3 2,3 0,7	3,06 1,74	$2,05 \cdot 10^{-3}$ $1,16 \cdot 10^{-4}$	$7,65 \cdot 10^{-5}$ $4,35 \cdot 10^{-5}$

Anlage B.8 Schadstoffausstoß in die Atmosphäre beim Seifenabbau

x) - Schadstoff - Kohlenoxide, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Ruß, Schwefelanhydrid, Formaldehyd, Benzopyrene, Staub, * Staubentwicklung nur in der warmen Jahreszeit

Art d. Arbeiten	Quelle der Verschmutzung	Zahl der Arbeitsstunden pro Jahr	Höhe der Emissionsquelle, m	Schadstoffausstoß x)					
				Tatsächlich			Maximal zulässige Menge		
				g/s	mg/m ³	t/a	g/s	mg/m ³	t/a
Transport	Lkw Ural	155	2	130000	25,4·10 ⁻⁵	3,25	101,6	6,8·10 ⁻³	2,54·10 ⁻³
				5,5·10 ⁻⁶		2,3·10 ⁻⁵	6,72·10 ⁻³	1,7·10 ⁻⁶	5,4·10 ⁻³
				0,02		0,08	4,7·10 ⁻⁴	0,01·10 ⁻³	1,95·10 ⁻³
				1,01		4,2	0,07	1,07·10 ⁻³	0,03
				0,03		0,12	0,013	0,03·10 ⁻³	0,05
				0,03		0,012	1,14·10 ⁻³	0,03·10 ⁻³	4,7·10 ⁻³
				8,7·10 ⁻⁵		3,6·10 ⁻⁴	2,02·10 ⁻³	0,05·10 ⁻³	8,4·10 ⁻³
				3,0·10 ⁻³		0,012	6,72·10 ⁻³	0,17·10 ⁻⁶	0,03
				3,45·10 ⁻⁸		1,4·10 ⁻⁷	1,34·10 ⁻⁵	3,36·10 ⁻⁷	5,6·10 ⁻⁵
				Förderung		Staubentwicklung von Bagger-halden	4392"	2-10	0,9
Rekultivierung		4868	2	0,008		0,014	0,09		1,58
				0,003		0,053	0,02		0,35
				0,022		0,38	1,53·10 ⁻⁵		0,03
				1,34·10 ⁻³		0,024	2,17·10 ⁻⁵		0,04
				1,76·10 ⁻³		0,31	0,09		1,58
				7,22·10 ⁻⁵		1,26·10 ⁻³	6,3·10 ⁻⁴		0,01
				2,6·10 ⁻⁹		4,56·10 ⁻⁸	1,8·10 ⁻⁵		3,2·10 ⁻⁴

Anlage B.8 (Fortsetzung)

Boden Bezeichnung und Profil-Nr.	Proben-tiefe	Humus	Stickstoff-gesamt	Karbo-nate	pH ₂ O	Gelöst			Mobil	
						Ca	Mg		P ₂ O ₄	K ₂ O
						mg-equivalent/100 g			mg/100 g	
Alluviale Wiesen	0-20	3,4	0,21	0,0	7,3	14,5	4,2	18,7	2,4	40,0
	20-40	2,7	0,18	0,0	7,0	7,4	2,2	9,6	2,3	12,0
	40-60	0,3	0,01	0,0	6,9	3,3	0,4	3,7	1,6	3,0
Alluviale Trocken-rasen	0-20	6,2	0,28	0,0	7,2	35,0	6,0	41,0	2,0	28,0
	0-40	4,1	0,24	0,0	7,2	30,1	4,5	34,6	2,1	27,0
	40-60	2,0	0,16	–	7,4	20,3	2,7	23,0	1,8	25,3
Alluviale Sumpf-wiesen	5-25	8,5	0,35	0,0	6,9	35,0	6,5	36,5	3,0	39,9
	30-50	6,3	0,30	–	6,8	30,0	6,8	35,8	2,6	43,1

Anlage B.9 Agrochemische Parameter der fruchtbaren Böden der Flussniederung des Flusses Tuul

Art der Beeinflussung und Ursprung	Parameter der Bewertung	Bewertungsformel
Feste Stoffe (Deckgebirge), Grobkornhalden	Gesteinskoeffizient (%)	$k_b^u = \frac{V_{usp}}{V} \cdot 100$
	Spezifischer Ertrag (m ³ /t) der Gesteine unter Berücksichtigung ihrer Nutzung	$k_u^u = \frac{V - V_{usp}}{D}$
	Koeffizient (Einheit), der das Verhältnis der beanspruchten und rekultivierten Flächen charakterisiert	$\gamma = \frac{S_r}{S_{otr}}$
	Grad der Einhaltung der maximal zulässigen Konzentration (ПДК) - ohne Dimension	$\gamma_i = \frac{X_{Fi}}{PDK_i}$
Flüssige Stoffe (Tagebau- und, Dränagewässer, Spülhalden)	Abwasserkoeffizient (%)	$k_b^B = \frac{q_1^B + q_2^B + q_3^B + Q_i^B}{Q_B}$
	Niveau der Nutzung der vom Tagebau erfassten Wässer für die Produktionsbedürfnisse	$k_u^B = \frac{q_1^B}{W} \cdot 100$
	Koeffizient des Wasserumlaufs (%)	$k_{ob} = \frac{V_{ob}}{V_{ob} + V_{pr}^B} \cdot 100$
	Grad der Einhaltung der maximal zulässigen Konzentration (ПДК) - ohne Dimension	$\gamma_i = \frac{R_{Fi}}{PDK_i}$
Staub- und gasförmige Emissionen in die Atmosphäre	Emissionskoeffizient (%)	$k_b^B = \frac{M_{yt}}{M_o}$
	Grad der Einhaltung der maximal zulässigen Konzentration (ПДК) - ohne Dimension	$\gamma_i = \frac{C_{max i}}{PDK_i}$
Mineralische Rohstoffe	Parameter der Nutzung der mineralischen Ressourcen (Einheit)	$k_{us} = \frac{Q_{is}}{Q_b}$

Anlage B.10 Kennziffern zur Einschätzung des Grades der Abfallfreiheit der bergbaulichen Produktion [49]

- V_{usp} - Volumen des verwerteten Deckgebirges, Tsd. m³/Jahr
 V - Gesamtvolumen Deckgebirge, Tsd. m³/Jahr
 D - Jahresrohstoffförderung, Tsd. t
 S_r - rekultivierte Fläche, ha
 S_{otr} - Abbaufäche (über den Gesamtzeitraum), ha
 X_{Fi} - tatsächliche Schadstoffkonzentration im Boden, mg/kg
 PDK - Maximal zulässige Schadstoffkonzentration, im Boden mg/kg (im Wasser mg/dm³, in der Luft mg/m³)
 $i=1,2$ - Index, der den jeweiligen Schadstoff bezeichnet
 q_1^B, q_2^B, q_3^B - Volumen der geförderten Wässer für die eigenen Produktionszwecke, landwirtschaftlichen Bedarf und nachgelagerte Industrie, Tsd. m³/Jahr

Q_i^B	- Volumen der geförderten Wässer zur Einleitung entsprechend den vereinbarten Qualitätsnormen (Direkteinleitung ohne Vorreinigung und Direkteinleitung mit Vorreinigung), Tsd. m ³ /Jahr
Q_B	- Volumen der beim Abbau geförderten Wässer, Tsd. m ³ /Jahr
W	- Gesamtvolumen der für die Produktionsbedürfnisse genutzten Tagebauwässer, Tsd. m ³ /Jahr
V_{ob}, V_{pr}^B	- Volumen des Kreislaufwassers und des zusätzlich eingespeisten Frischwassers, Tsd. m ³ /Jahr
R_{Fi}	- tatsächliche Konzentration des Schadstoffes i (Schwebstoffe, Erdölprodukte, Mineralsalze und andere) im Abwasser mg/dm ³
M_{yt}	- Gesamtmenge der wieder nutzbar gemachten Schadstoffe, t/Jahr
M_o	- Gesamtvolumen der gebildeten Schadstoffe t/Jahr
C_{max}	- maximale bodennahe Konzentration des Schadstoffes i in der atmosphärischen Luft (Staub, Schwefeldioxid usw.), mg/m ³
Q_{is}	- Menge der geförderten Arten der mineralischen Rohstoffe, Tsd. t
Q_b	- Menge der zu tilgenden Bilanzvorräte des mineralischen Rohstoffs, Tsd. t

Art der Naturschutzfähigkeit	Verzeichnis der vorrangigen Richtungen
Rationale Nutzung und Schutz der Bodenschätze	<p>Senkung der Abbauverluste, Einbeziehung in den Abbau von Außer-konditionsvorräten und komplizierten Schichten und Ablagerungen</p> <p>Gewinnung der Nutzkomponente aus verschnittener Bergmasse</p> <p>Selektiver Abbau und Nutzung von Begleitrohstoffen</p>
Rationale Nutzung und Schutz der Wasserressourcen	<p>Kürzung der Fremdwasserzuflüsse in die Abbauten, Verringerung der Verschmutzung des Wassers, das im Laufe der Abbauprozesse in Oberflächengewässer abgegeben wird</p> <p>Selektive Abgabe von – gemäß der Standards – reinen Wasser aus den Arbeitshorizonten</p> <p>Abfallfreie Reinigung der Produktionswässer von natürlichen und technogenen Verschmutzungen unter Verwertung der gebildeten Sedimente</p> <p>Komplexe Nutzung der gereinigten Wässer</p> <p>Anwendung der Wasserumlaufsysteme bei der Gewinnung der Bodenschätze</p>
Schutz der Atmosphäre	<p>Senkung der Staub- und Abgasbildung in der Produktion, Vervollkommnung des Verbrennens des Brennstoffes in den energetischen Anlagen, für die Umwelt unschädliche Lagerung der festen Abfälle und nachfolgende Rekultivierung</p> <p>Verhinderung von Schadstoffemissionen aus technologischen Prozessen</p> <p>Verwertung der Produkte aus Staub- und Gasauffanganlagen</p>
Schutz der Landressourcen	<p>Verstärkte Bildung von Innenkippen</p> <p>Erweiterung der Nomenklatur und des Umfangs der Verwertung fester Abfälle in der Volkswirtschaft</p> <p>Rekultivierung der beanspruchten Flächen mit der Bildung der Kulturlandschaften</p>

Anlage B.11 Die Hauptrichtung der Produktionsökologisierung [49]

Revier	Landinanspruchnahmen insgesamt	Betriebsflächen (Abraum, Kohle, Kippe) ¹⁾	Wieder nutzbar gemachte Flächen				
			davon				
			Insgesamt	Landwirtschaft	Forstwirtschaft	Wasserfläche n u. zukünftige Wasserflächen in rekult. Gelände	Sonstiges ²⁾
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	
Rheinland %	29.596,4 100,0	8.960,2 30,3	20.636,2 69,7	10.768,3 36,4	7.909,1 26,7	803,3 2,7	1.155,5 3,9
Helmstedt %	2.661,4 100,0	1.246,7 46,8	1.414,9 53,2	609,0 22,9	572,5 21,5	48,5 1,8	184,9 6,9
Hessen %	3.508,8 100,0	88,3 2,5	3.420,5 97,5	1.818,6 51,8	731,4 20,8	665,8 19,0	204,7 5,8
Bayern %	1.803,0 100,0	5,0 0,3	1.798,0 99,7	119,0 6,6	953,0 52,9	683,0 37,9	43,0 2,4
Lausitz %	82.973,4 100,0	34.177,6 41,2	48.795,8 58,8	9.276,0 11,2	29.669,6 35,8	3.877,3 4,7	5.972,9 7,2
Mitteldeutschland %	47.968,4 100,0	12.663,5 26,4	35.304,9 73,6	10.419,6 21,7	11.652,8 24,3	10.230,0 21,3	3.002,5 6,3
Deutschland %	168.511,6 100,0	57.141,3 33,9	111.370,3 66,1	33.010,5 19,6	51.488,4 30,6	16.307,9 9,7	10.563,5 6,3

Anlage B.12 Betriebsflächen und wieder nutzbar gemachte Flächen im Braunkohlenbergbau in Deutschland; Stand: Ende Dezember 2006

1) einschließlich Rekultivierungsrückstände und Risikoflächen

2) Wohnsiedlungen, fremde Betriebe, Müllflächen, Verkehrswege etc.

Kennziffer	Folgenutzung		
	Landwirtschaftlich-		Forstwirtschaft
	Ackerland	Heumaad, Weideland	
Mächtigkeit des entfernten Mutterbodens, m	Entsprechend den Projektvorgaben		
Max. Höhe des zeitweilig aufgehaldeten Mutterbodens, m	10,0	10,0	10,0
Mindestmächtigkeit des angedeckten Mutterbodens nach Setzung, m	0,30 0,40**	0,20	
Mindestgröße der Rekultivierungsfläche, ha	10,0	5,0	unbegrenzt
Max. Neigungswinkel der Haldenoberfläche, Grad	2	6	10
Max. Neigungswinkel der Haldenböschung, Grad	–	12	18
Max. Neigungswinkel der Tagebauendböschung, Grad	–	12	18
Bermen			
• Minimale Breite, m	–	–	12
• Maximale vertikale Höhe, m	–	–	15,0
• Maximale Bermenneigung quer zur Berme, Grad	–	–	2-3
• Maximaler Böschungswinkel, Grad	–	–	Winkel der standsicheren Böschung
Wasserrückhaltedamm:			
• Maximale Höhe, m	0,7	0,7	0,7
• Maximale Breite an der Basis, m	1,5	1,5	1,5
Mindestmächtigkeit der Haldenoberflächenschicht, die chemisch zu meliorieren ist, m	0,3***	0,3***	0,2***
Mindestmächtigkeit der aufgeschütteten Schutzschicht, m	Entsprechend den Projektvorgaben		
	Wasserwirtschaftliche	Erholungs-	Sanitärhygienische
Mächtigkeit des entfernten Mutterbodens, m	Entsprechend den Projektvorgaben		
Mindestgröße der Rekultivierungsfläche, ha	0,5	unbegrenzt	
Max. Neigungswinkel der Haldenböschung, Grad		Winkel der standsicheren Böschung	
Max. Neigungswinkel der Haldenböschung, Grad	–	20	20
Max. Neigungswinkel der Tagebauendböschung, Grad	8****	20	20
Mindesttiefe d. Wasserreservoirs im Tagebaurestloch, m	1,5	1,5	–
Bermen			
• Minimale Breite, m	–	6,5	6,5
• Maximale vertikale Höhe, m	–	15,0	15,0
• Maximal Bermenneigung quer zur Berme, Grad	–	2-3	2-3
• Maximaler Böschungswinkel, Grad		Winkel der standsicheren Böschung	
Wasserrückhaltedamm:			
• Maximale Höhe, m	–	0,7	–
• Maximale Breite an der Basis, m	–	1,5	–
	1,0	1,0	1,0
Mindestmächtigkeit der Haldenoberflächenschicht, die chemisch zu meliorieren ist, m	–	0,2*****	0,2*****
Mindestmächtigkeit der aufgeschütteten Schutzschicht, m	Entsprechend den Projektvorgaben		

Anlage B.13 Morphologische Parameter des technogenen Reliefs in Bergbaugebieten

- * in flachen Zonen der Oberflächengewässer, die in den Tagebaugruben geschaffen werden
- ** Für Halden, deren Oberfläche von Gesteinen mit geringem (in der Schwarzerdezone) gebildet wird.
- *** Für Halden, deren Oberfläche von nach der chemischen Zusammensetzung ungeeigneten Gesteinen gebildet wird.
- **** Größen der Flächen können sich je nach den konkreten Bedingungen ändern.
- ***** Es ist die Benutzung potentiell-fruchtbaren Gesteine möglich.

Verfahren und Varianten	Die Verwendungsbedingung			
	Eignung der Gesteine für Rekultivierung	Beabsichtigte Folgenutzung	Neigung der Oberfläche, Grad	Kennziffern der Feuchtigkeit
Mit dem Auftragen von Mutterboden auf wiederherzustellende Oberfläche				
Anpflanzung von Strauchwerk und Gehölz oder die Ansaat von mehrjährigen Gräsern	nicht sinnvoll	Landwirtschaftlich	≤ 12	0,30
		Forstwirtschaftlich, Erholung, sanitärhygienisch	≤ 20	0,25
Mineraldüngung, Anpflanzung von Strauchwerk und Gehölz oder die Ansaat von mehrjährigen Gräsern	nicht sinnvoll	Landwirtschaftlich	≤ 12	0,30
		Forstwirtschaftlich	≤ 20	0,30
		Erholung, Sanitärhygienisch	≤ 20	0,30
Melioration, Anpflanzung von Strauchwerk und Gehölz oder die Ansaat von mehrjährigen Gräsern nach den ersten 2 genannten Methoden	nicht sinnvoll	Landwirtschaftlich	≤ 12	0,30
		Forstwirtschaftlich	≤ 20	0,25
		Erholung, Sanitärhygienisch	≤ 20	0,30
Mineraldüngung oder Melioration, Hydroaussaat von mehrjährigen Gräsern oder Andecken von Rasenmatten	nicht sinnvoll	Erholung, Sanitärhygienisch	≤ 20	0,30
Organische Mineraldüngung oder Melioration, die Aussaat von bodenverbessernden Kulturen oder Anbau von Meliorationsfolgen	nicht sinnvoll	Landwirtschaftlich (Ackerbau)	≤ 3	0,35
Ohne Andecken von Mutterboden				
Anpflanzung von Strauchwerk und Gehölz, Aufforstung	nutzbar, beschränkt nutzbar	Forstwirtschaftlich, Erholung, Sanitärhygienisch	≥ 20	0,25
Anpflanzung von Strauchwerk und Gehölz mit Einbringen von Mutterboden in die Pflanzgruben	beschränkt nutzbar, nicht sinnvoll	Erholung, Sanitärhygienisch	≥ 20	0,25
Anpflanzung von Strauchwerk und Gehölz mit Einbringen von Mutterboden in die Pflanzgruben sowie Mineraldüngung und Melioration	nutzbar, beschränkt nutzbar	Erholung, Sanitärhygienisch	≥ 20	0,25
Hydroaussaat von mehrjährigen Gräsern oder Andecken von Rasenmatten	nutzbar, beschränkt nutzbar	Erholung, Sanitärhygienisch	≥ 20	0,30
Anpflanzung Waldgehölz und Beerensträuchern mit der Mineraldüngung und Melioration	nutzbar, beschränkt nutzbar	Forstwirtschaftlich	≤ 20	0,25
		Landwirtschaftlich	≤ 12	0,30
Anpflanzung von bodenverbessernden Kulturen und nachfolgenden Aufforstung mit wirtschaftlich wertvollen Baumarten	beschränkt nutzbar	Forstwirtschaftlich	≤ 20	0,25
Ansaat von mehrjährigen Gräsern und Mineraldüngung	nutzbar	Landwirtschaftlich (Weide, Heumahd)	≤ 12	0,30
		Landwirtschaftlich (Weide, Heumahd)	≤ 6	0,30
Ansaat von mehrjährigen Gräsern, Mineraldüngung, Melioration	beschränkt nutzbar	Landwirtschaftlich (Weide, Heumahd)	≤ 12	0,30
		Landwirtschaftlich (Weide, Heumahd)	≤ 6	0,30
Mineraldüngung, Melioration und Anbau von Meliorationsfolgen oder Aussaat bodenverbessernder Kulturen	nutzbar	Landwirtschaftlich (Ackerbau)	≤ 3	0,35
Einführung von bioaktivierte oder bakteriellen Präparate	nutzbar, beschränkt nutzbar, nicht sinnvoll	Landwirtschaftlich (Weide, Heumahd, Ackerbau)	≤ 12	0,35
		Landwirtschaftlich (Weide, Heumahd, Ackerbau)	≤ 6	0,35
		Landwirtschaftlich (Weide, Heumahd, Ackerbau)	≤ 3	0,35

Anlage B.14 Klassifikation der Methoden der biologischen Rekultivierung

*) Der Feuchtigkeitswert wird mittels Division der Jahressumme der Niederschläge durch die Jahressumme des Defizits der Luftfeuchtigkeit bestimmt. Bei Unterschreitung des Tabellenwertes ist eine Bewässerung erforderlich.

Element der Umwelt	Art der Einwirkung	Ergebnisse der Einwirkung
Wasserressourcen	Trockenlegung des Abbaus; Liquidierung oder Verlagerung von Oberflächengewässern; Einleitung von Tagebauwässern; Einrichtungen der Wasserentnahme für die technische und Haushaltsnutzung	Erschöpfung der Vorräte an Grund- und Oberflächenwasser; Zerstörung des hydrogeologischen und hydrologischen Regimes des Territoriums; Verschlechterung der Qualität und Verschmutzung der Gewässer; Verschwinden kleiner Flüsse und Bäche
Atmosphäre	organisierter und nichtorganisierter Ausstoß von Schadstoffen in die Atmosphäre	Verschmutzung und Verstaubung der Atmosphäre im Abbaubereich des Tagebaus und des naheliegenden Territoriums; Verkürzung der Nutzungsdauer der Gebäude und Ausrüstungen. Anstieg der Erkrankung der lebenden Organismen
Landressourcen	Durchführung verschiedener bergbaulicher Arbeiten; Errichtung von Gesteinshalden, Absetzanlagen und Ingenieurinfrastruktur; Industrie- und hochbauliche Maßnahmen	Degradierung der Erdoberfläche und Formierung eines technogenen Reliefs; Verringerung der produktiven Flächen und der Bodenproduktivität; Verstärkung der Erosionsprozesse; Verschmutzung und Versalzung des Bodens; Verschlechterung der Lebensbedingungen der lebenden Organismen
Erdkruste	Gewinnung von Bodenschätzen und der mineralischer Begleitrohstoffe; Abraumbeseitigung.	Drainage der natürlichen Gesteinsfolge; Ablagerung von Produktionsabfällen und Schadstoffen; Einleitung von Abwässern; Erschöpfung der Rohstoffressourcen; Zerstörung des geologischen Aufbaus und des geodynamischen Zustandes der natürlichen Gesteinsabfolge; Senkung des Grundwasserspiegels und Erschöpfung der Grundwasservorräte; Verschmutzung der Erdkruste; Beschleunigung des Karstprozesses; Verluste von Bodenschätzen bei deren Gewinnung

Anlage B.15 Einfluß von Tagebauen auf die Umwelt

Jahre vor und nach der Betriebsabschluß													
			Rekultivierung der beanspruchten Flächen				Intensive Tätigkeit		Passive Tätigkeit			Schließung	
-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Ökologische Planung: <ul style="list-style-type: none"> - Korrektur und Vervollkommnung des Plans je nach der Notwendigkeit - Vorbereitung der Verträge /Zusammenstellung der Ausschreibungsunterlagen/ 													
Abschluss des Bergbaus: <ul style="list-style-type: none"> - technische Rekultivierung gemäß Standard und Instruktionen - Schaffung und Errichtung einer Infrastruktur, Demontage der Objekte - Beräumung der restlichen Materialien 													
Management des Wassers: <ul style="list-style-type: none"> - Überwachung des Oberflächenwassers - Überwachung des Produktionswasser des Tagebaus - Überwachung des Abflusses aus den Spülteichen 													
Rekultivierung der Bergbaufläche: <ul style="list-style-type: none"> - Gestaltung der Halden und der Verfüllung der Restlöcher - Ansaat und Bepflanzung - Wiederaufforstung - Überwachung des Wachstums 													
Sozialökonomie: <ul style="list-style-type: none"> - alternative Kapitalinvestition - Arbeitsvermittlung für das freigesetzte Personal 													
Vorbereitung eines Berichts zur Schließung: <ul style="list-style-type: none"> - Entlassung aus der Zuständigkeit - Nachweis über das Ende des Interesses an den Flächen 													

Anlage B.16 Monitoringsprogramm zur Überlassens der Bergbaugesbietes

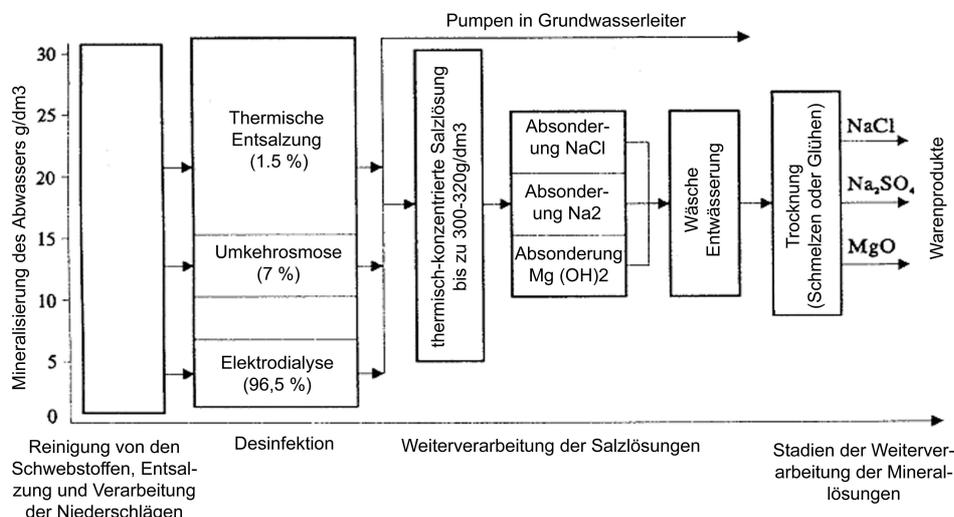
C Technologische Schemen/Konstruktionen von Wasserreinigungsanlagen

Kennziffern	Aufbau der Anlage			
	Teiche, schnelle Filter, Chlorierung	Kläranlage mit Schweb-schichtsedimenten Chlorierung	dünnschichtige Kläranlagen, schnelle Filter, Chlorierung	Filter mit aufsteigendem Strom, Chlorierung
Produktion, m ³ /h	300, 500, 1000	300, 500, 1000	300, 500, 1000	300, 500, 1000
Schwebstoffgehalt im Wasser, mg/dm ³				
- vor Reinigung	nicht begrenzt	> 150	nicht begrenzt	> 200
- nach Reinigung	5	10-15	5	5
Personaleinsatz, Person-Schicht/Tage	16, 18, 20	21, 24, 27	20, 23, 26	20, 22, 29

Anlage C.1 Kennziffern der Abwasserreinigung, technische Kennziffern der Filter, die technisch-ökonomischen Parameter der Abwasserreinigung

*) Dabei berücksichtigt man die chemische Verbindung des Abwassers und die Sphäre der möglichen Anwendung des entsalzten Wassers, einschließlich damit verbundenen hygienischen Aspekte der Verarbeitung und des Konsums.

Für die Abwasserreinigung von Schwermetallsalzen empfiehlt es sich, technologische Schemen einschließlich solcher mit 2 Regimen oder Zweiphasenneutralisation mit Erhalt des gereinigten Wassers und Ausfällung der gelösten Metallsalze und nachfolgender Verdichtung, Entwässerung und Verwertung der Niederschläge zu verwenden.



Anlage C.2 Prinzipielles Schema der Entsalzung des Tagebauwassers in der Bergbauindustrie

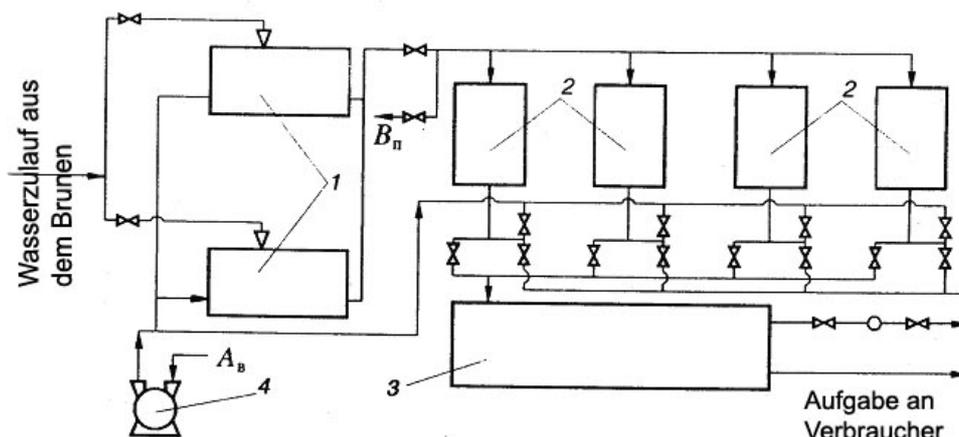
Beispiel: In Ippolitovsk (PO „Primorskugoli“, Russland) wurde eine Anlage zur Stabilisierung des aggressiven eisenhaltigen Wassers mit einer Leistung von 200 m³/h und zwei aufeinanderfolgenden Stadien mit physischen Methoden eingeführt (Abb. 6.7). Weiter geht das stabilisierte Wasser auf die Filter für die Enteisenung. Die erreichten Kennziffern der Reinigung: die Ionenkonzentration des Eisens verringerte sich von 6-10 mg/l bis zu 0,3 mg/l, der aggressive Kohlensäureinhalt von 50-60 mg/l auf 0 mg/l.

Zu den Reinigungsanlagen zur Beseitigung organischer Schadstoffe (BSB¹) 25-250 mg O₂/l, CSB²) 3,2-275 mg O₂/l, Mineralölkohlenwasserstoffe 0,15-17,5 mg/l) gehören horizontale und senkrechte Kläranlagen, Senkgruben, Biofilter, Biofiltrierungsfelder und biologische Teiche. Jedoch ist die Effektivität ihrer Arbeit ungenügend. Für zukünftige Anwendungen wird die raumsparende Anlage des Typs TABS (Rußland, Leningrader Region) empfohlen, die eine Mischeinrichtung, ein System von separat gelegenen Lüftungsanlagen und Kläranlagen mit aktiven Schlamm, Reagenzwirtschaft und Entwässerungsausrüstungen beinhaltet. Die Leistung der Anlage beträgt 160-1.650 m³/Tag (Tab. 6.8)

Konstruktion der Filter	Charakteristik der Filterscheidewände				
	Höhe der Filterkiesschicht, m	Höhe der Filterschicht, m		Korngröße des zu filtrierenden Materials, mm	
		Sand	Anthrazit	Sand	Anthrazit
Schnelle einschichtige offene	0,05-0,25	0,7-2,0	–	0,5-2,0	–
Schnelle einschichtige Druck	–	1,0-1,3	–	0,5-1,6	–
Schnelle zweischichtige	0,05-0,25	0,6-0,7	0,4-0,5	0,5-1,25	0,8-1,8
Kontaktklärung	0,1-0,28	2,0-2,3	–	0,7-4,0	–
Vibrationsfilter	Messingnetz	0,03	–	0,08-0,2	–

Anlage C.3 Technischen Kennziffern der körnigen Filter

Die Desinfektion von Abwässern mit bakteriellen Verschmutzungen (Kolititer 720.000 bis 2.000.000 unter Vorhandensein bedingt-pathogener Enterobakterien) erfolgt mittels Chlorierung, Ozonierung oder direkter Elektrolyse der zu reinigenden Abwässer auf den Wasserreinigungsanlagen. Der Nachteil der Chlorierung des Wassers besteht in der Verschlechterung der organoleptischen Eigenschaften des Wassers.



Anlage C.4 Technologisches Schema der Trinkwasseraufbereitung von eisenhaltigen, aggressiven Wässern; 1 - Stabilisierung des Wassers, 2 - Filter, 3 - Behälter für gereinigtes Wasser, 4 - Kompressor, Bn - Wasch- und Spülwasser, das zur Klärung geht, Av - Luft

¹ Biologischer Sauerstoffbedarf

² Chemischer Sauerstoffbedarf

Filtergeschwindigkeit, m/h.	Dauer des Filterzyklus, Std.	Waschintensität, l/cm ²	Relativer Spülwasserverbrauch, %	Anzahl der Spülgänge pro Tag	Konstruktion der Filter
5,5-8,0	8-12	13-15	10-15	2-3	Schnelle einschichtige offene
6-8	6-12	14-16	5-15	2-4	Schnelle einschichtige Druckfilter
8-10	8-12	13-15	10-15	2-3	Schnelle zweischichtige
4,5-6,0	8-24	14-16	10-18	1-3	Kontaktklängerät
12-15	0,5-1	4-6	1-3	27-48	Vibrationsfilter

Anlage C.5 Technologische Kennziffern der Abwasserfiltrierung

Kennziffer	Ausrüstungstyp und Anwendung					
	Industrielle Fabrikate (ON-10, FOB-FS-6, Zentrifuge)			Druckflotation	Dünnschichtfilter (ON-10, FT-15, FS-6, Zentrifuge)	Industrielle Kultivierung von Makrophyten
Leistung der Anlage, m ³ /h	200	300	600	300	300	300
Schwebstoffgehalt im Wasser, mg/dm ³						
Aufgabe	nicht begrenzt			1.000	nicht begrenzt	
Abgabe	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5
Beschäftigtenzahl	10	22	16	20	7	2

Anlage C.6 Technisch-ökonomische Kennziffer neuer Technologie zur Reinigung des Abwassers aus Bergbaubetrieben

Kennziffer	TABS-15	TABS-20	TABS-50	TABS-110
Maximal zulässige Verunreinigung des Ausgangswassers, [mg/l]				
organische Stoffe nach BSB ₅ ^{*)}	250	250	250	250
Schwebstoffe	600	600	600	600
Maximalwerte nach Reinigung, [mg/l]				
organische Stoffe nach BSB ₅	20	20	20	20
Schwebstoffe	30	30	30	30
Technologische Parameter				
Schlammabfuhr, [m ³ /Tag]	–	4,6	–	22-33
Materialverbrauch:				
Chlor, [kg/Tag]	1,1	1,5	3,75	8,26
Flocculant, [kg/Tag]	0,6	0,8	2,0	4,0
Leitungswasser, [m ³ /h]	6	6	6	6
Betriebsleistung, [kW]	–	32	–	47
Flächenbedarf, [m ²]	600	800	100	1.600
Montagedauer [Tage]	75	80	90	120

Anlage C.7 Technische Charakteristik der Anlagen vom Typ TABS

*) Biologischer Sauerstoffbedarf über 5 Tage