

**Analyse und Bewertung von Naturgefahren als Grundlage für
ein nachhaltiges Naturgefahrenmanagement in
Gebirgssystemen SO-Kasachstans am Beispiel
des Ile-Alatau**



Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. rer. nat.)
an der Fakultät für Geowissenschaften
der Ludwig – Maximilians – Universität München

Vorgelegt von Alexandr Yegorov
im April 2007

1. Berichtstatter: Prof. Dr. O. Baume
2. Berichtstatter: Privatdozentin Dr. Carola Küfmann

Tag der mündlichen Prüfung: 25.07.2007

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Inhaltsverzeichnis..... | 3 |
| Verzeichnis der Abbildungen..... | 5 |
| Verzeichnis der Tabellen..... | 6 |
| Danksagung..... | 7 |
| 1. Einleitung und Zielsetzung..... | 8 |
| 2. Beschreibung der Untersuchungsgebiete..... | 10 |
| 2.1. Zur Auswahl der Gebiete..... | 10 |
| 2.2. Lage und Orographie..... | 11 |
| 2.3. Relief..... | 12 |
| 2.4. Geologie..... | 17 |
| 2.5. Klima..... | 20 |
| 2.6. Boden und Vegetation..... | 24 |
| 3. Forschungsstand..... | 28 |
| 4. Forschungsansatz und Methoden..... | 29 |
| 5. Ursachen, Charakteristik und Auswirkungen ausgewählter Naturgefahren im Ile-Alatau..... | 30 |
| 5.1. Lawinen..... | 34 |
| 5.1.1 Verbreitung der Lawinengefahr..... | 34 |
| 5.1.2 Charakteristik der Lawinenaktivität..... | 34 |
| 5.2. Muren..... | 38 |
| 5.2.1 Muren meteorologisch-klimatologischer Genese..... | 39 |
| 5.2.2 Muren glazialer Genese..... | 42 |
| 5.2.3 Durch Bergstürze ausgelöste Muren..... | 44 |
| 5.2.4 Verbreitung und Charakteristik der Murenaktivität..... | 44 |
| 5.3. Hangrutschungen und Bergstürze..... | 47 |
| 6. Risikoeinschätzung und –bewertung ausgewählter Naturgefahren im Ile-Alatau..... | 53 |
| 6.1. Lawinen..... | 53 |
| 6.1.1 Schadensfälle durch Lawinen im Ile-Alatau..... | 53 |
| 6.1.2 Berechnung und Kartierung des Lawinenrisikos..... | 55 |
| 6.1.3 Lawinenschutzmaßnahmen..... | 60 |
| 6.2. Muren..... | 63 |
| 6.2.1 Zonierung und Kartierung der Murengefährdung..... | 63 |
| 6.2.2 Murenschutzmaßnahmen..... | 67 |
| 6.3. Hangrutschungen und Bergstürze..... | 77 |
| 6.3.1 Schadensfälle durch Hangrutschungen und Bergstürze..... | 77 |
| 6.3.2 Kartierung und Bewertung der Gefährdung durch Hangrutschungen und Bergstürze..... | 84 |
| 6.3.3 Maßnahmen zum Schutz vor Hangrutschungen und Bergstürzen..... | 89 |
| 7. Szenarien und Empfehlungen für die Entwicklung eines nachhaltigen Naturgefahrenmanagements..... | 91 |
| 7.1 Konzeption für ein Naturgefahrenmanagement im Ile-Alatau..... | 91 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 7.2 | Maßnahmen zur Verhinderung der Entstehung von Naturgefahren..... | 95 |
| 7.3 | Maßnahmen zur Verminderung der Auswirkungen von Naturgefahren..... | 96 |
| 7.4 | Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit der Bevölkerung..... | 96 |
| 7.5 | Effektivität des gegenwärtigen Naturrisiko-Managementsystems im Ile-Alatau.... | 97 |
| 7.6 | Allgemeine Empfehlungen für eine erfolgreiche Umsetzung der vorgeschlagenen Konzeption zum Naturgefahrenmanagement im Ile-Alatau..... | 101 |
| 8. | Zusammenfassung..... | 103 |
| 9. | Literaturverzeichnis..... | 104 |
| 10. | Anhang..... | 108 |
| | Curriculum Vitae..... | 110 |

Verzeichnis der Abbildungen

| | |
|--|-----|
| Abbildung 1: Satellitenbild Ile-Alatau..... | 11 |
| Abbildung 2: Gebirgszug Ile-Alatau..... | 12 |
| Abbildung 3: Geologische Karte UdSSR, Nördliche Tien-Schan, Zentraler Teil des Ile- Alatau, Maßstab 1:200000..... | 18 |
| Abbildung 4: Legende zur geologische Karte..... | 19 |
| Abbildung 5: Jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge in den Bergen des Ile Alatau..... | 23 |
| Abbildung 6: Lawinenaktivität im Ile-Alatau..... | 36 |
| Abbildung 7: Summarische Lawinenvolumen in Mittelgebirgs- und Glazialzonen in Einzugsgebiet Kischi Almaty..... | 38 |
| Abbildung 8: Ursachen für Murabgänge im Ile-Alatau..... | 38 |
| Abbildung 9: Übersichtskarte des Murgangs im Tal Ulken Almaty vom 6. Juli 2006..... | 41 |
| Abbildung 10: Karte der Lawinengefahr im Gebiet Schimbulak..... | 57 |
| Abbildung 11: Lawinengefahr in den Einzugsgebieten Ulken- und Kischi Almaty..... | 58 |
| Abbildung 12: Karte der Lawinenrisiko im Zentral teil des Ile-Alatau..... | 59 |
| Abbildung 13: Karte der Rutschungsgefahr an der Nordabdachung des Ile-Alatau..... | 85 |
| Abbildung 14: Risikomanagement 1..... | 92 |
| Abbildung 15: Risikomanagement 2..... | 93 |
| Abbildung 16: Risikomanagement 3..... | 94 |
| Abbildung 17: Schema der Organisation des stationären Monitoring von Glazialmuren..... | 100 |
| | |
| Photo 1: Hochgebirgs-Gletscherrelief..... | 13 |
| Photo 2: Mittelgebirgsrelief..... | 14 |
| Photo 3: Hügelkettenrelief..... | 15 |
| Photo 4-7: Murenentstehungsort und Murenweg im Tal Kischi Almaty..... | 44 |
| Photo 8: Erdbeben in Taldy-Bulak..... | 50 |
| Photo 9: Erdbeben in Kargali..... | 50 |
| Photo 10: Akschar Bergsturz..... | 52 |
| Photo 11-13: Künstlich ausgelöste Lawinen in der Täler Kischi- und Ulken Almaty..... | 54 |
| Photo 14: schneebefestigenden Einrichtungen (Lawinenverbauung) am Berg Mochnatka..... | 61 |
| Photo 15: Lawinenschutzgalerie in den Schweizer Alpen..... | 61 |
| Photo 16: Moränenstausee..... | 64 |
| Photo 17: Murenbildungsgebiet (Kumbelsu)..... | 64 |
| Photo 18: umleitende Dämme (Ulken Almaty)..... | 67 |
| Photo 19: Durchlässige Murenschutzdamm (Esik)..... | 67 |
| Photo 20: Murenschutzdamm Medeu (Kischi Almaty)..... | 67 |
| Photo 21: stabilisiertes Flussbett (Ulken Almaty)..... | 67 |
| Photo 22: Kunajew Strasse nach Murengang 1921..... | 68 |
| Photo 23: durchlässige Damm auf F. Akschar..... | 74 |
| Photo 24: Grosser Almaty See..... | 76 |
| Photo 25: Natürlicher Bergsturzdamm am Grossen Almaty See..... | 76 |
| Photo 26: Wasserabzugskanal (Kischi Almaty)..... | 89 |
| Photo 27: Stützmauer (Kischi Almaty)..... | 89 |
| Photo 28: Steinefänger in Kischi Almaty Einzugsgebiet..... | 90 |

Verzeichnis der Tabellen

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabelle 1: | Monats- und Jahresmitteltemperatur der Luft (1936-2000)..... | 21 |
| Tabelle 2: | Monats- und Jahresdurchschnittsmenge der Niederschläge (1936-2000).... | 22 |
| Tabelle 3: | Verhältniss zwischen der Anzahl der Niederschläge und der absoluten Meershöhe (1936-2000)..... | 22 |
| Tabelle 4: | Mittlere maximale Anzahl der Tagesniederschläge (1936-2000)..... | 24 |
| Tabelle 5: | Charakteristische Parameter der häufigsten Naturgefahren im Ile-Alatau.. | 30 |
| Tabelle 6: | Verbreitung ausgewählter Naturgefahren in Fluss-Einzugsgebieten des Ile Alatau..... | 31 |
| Tabelle 7: | Volumen des von Lawinen umgelagerten Schnees im Tal der Kischi Almaty von 1966 bis 1990..... | 35 |
| Tabelle 8: | Charakteristiken der Lawinenaktivität in der Mittelgebirgszone im Tal des Flusses Kischi Almaty..... | 36 |
| Tabelle 9: | Angaben über die Schlammströme in Ile-Alatau..... | 45 |
| Tabelle 10: | Zeitliche Verteilung der Muren im Ile-Alatau..... | 45 |
| Tabelle 11: | Häufigkeit der Muren in Einzugsgebiete der Flüsse Kischi- und Ulken Almaty..... | 46 |
| Tabelle 12: | Die Murhäufigkeit im Ile-Alatau..... | 46 |
| Tabelle 13: | Rutschungsdeformationen im Ile-Alatau..... | 48 |
| Tabelle 14: | Todes- und Schadensfälle durch Lawinen im Ile Alatau (1951-2006)..... | 53 |
| Tabelle 15: | Lawinenrisiko in % in den Gebieten mit verschiedenen Parametern der Lawinengefahr..... | 56 |
| Tabelle 16: | Wert der Schutzmaßnahmen und entsprechend erreichbare Risikominderung..... | 60 |
| Tabelle 17: | Ökonomische Effektivität der Lawinenschutzmaßnahmen in Einzugsgebiet Kischi Almaty..... | 62 |
| Tabelle 18: | Vergleichende Charakteristik der geschätzten Volumina von Muren am Fluss Kischi Almaty an der Sperrstelle Medeu mit dem tatsächlichen Volumen der Mure 1973..... | 72 |
| Tabelle 19: | Von «Kazgidroprojekt» für den Bau der ersten Reihe von Murenschutzdämmen am Fluss Ulken Almaty berechnete Parameter der Muren..... | 72 |
| Tabelle 20: | Angaben über die Bildung der Hangrutschungen und der entstandenen Schäden am Nordabhang von Ile-Alatau in Jahren 1981 – 2004..... | 78 |
| Tabelle 21: | Die Fläche der Gebiete (km ²) mit mittlerer, starker und sehr starker Rutschungsgefahr in den Fluss-Einzugsgebieten an der Nordabdachung des Ile-Alatau..... | 86 |
| Tabelle 22: | Bezeichnungen zur Karte (Abb. 12) der Rutschungsgefahr und Bewertung des Rutschungsrisikos für die Gebirgsländer mit verschiedenem Grade der Erdrutschgefahr..... | 88 |

Danksagung

Ohne die Hilfe einer Vielzahl von Personen hätte diese Arbeit nicht entstehen können. Ich bedanke mich bei allen und bin mir bewusst, dass die folgende Aufzählung nicht vollständig ist, sondern nur die unmittelbar Beteiligten beinhaltet.

Zunächst möchte ich mich bei meinen wissenschaftlichen Leitern bedanken. Dies gilt insbesondere für meinen Erstbetreuer (Doktorvater), Professor, Dr. Otfried Baume (LMU München), der mir diese Möglichkeit eröffnete, mich mit wissenschaftlichen Forschungen in Kasachstan zu beschäftigen und an der LMU München zu promovieren. Zudem unterstützte er meine Forschungsarbeiten und hatte während meines Aufenthaltes in München immer ein offenes Ohr für meine Fragen. Mein herzlichster Dank geht zudem an Prof. Dr. Victor Blagoveshchenskiy (Institut für Geografie des Ministeriums für Bildung und Wissenschaft der Republik Kasachstan), der als geistiger Vater des Projekts und zweiter Doktorvater zu jeder Zeit und immer in freundschaftlicher Weise mit Rat und Tat zur Seite stand. Ihm verdanke ich die angenehme und produktive Atmosphäre, in der ich während der letzten sechs Jahre arbeiten durfte.

Meinen Dank möchte ich dem Direktor des Instituts für Geografie beim Ministerium für Bildung und Wissenschaft der Republik Kasachstan, Professor, Dr. Akhmetkal Medeu, und auch dem Ehrendirektor des Instituts für Geografie des Ministeriums der Bildung und Wissenschaft der Republik Kasachstan, dem Akademiemitglied, Professor Dr. Igor Severskiy für seine Unterstützung in meinen Forschungen in Kasachstan und die Gewährung der langfristigen Urlaube für die Zeit meiner Arbeit an der Ludwig Maximilian Universität, München) aussprechen.

Ich bin den Mitarbeitern des Institutes für Geografie, Dr. Viktor Popov, Dr. Irina Shesterova und Alexander Kokarev aufrichtig dankbar dafür, dass sie mich zum Erlernen der deutschen Sprache angeregt haben und zu meinem Praktikum an der Ludwig-Maximilian Universität München) beitrugen.

Dank geht an meine deutschen Kollegen Dr. Ute Fischer-Zujkov, Dr. Wilfried Hagg, Dr. Günther Michler, Dr. Mark Vetter, und auch an meinen Freund Jarkin Rehilla für die Hilfe meines Wohnungsarrangements in München, für die Ratschläge und Unterstützung, sowie für die freundliche Atmosphäre.

Für die Möglichkeit, Materialien für meine Forschungen nutzen zu können, bin ich u.a. folgenden Organisationen sehr dankbar: Kazselezaschita, Kazgidromet, Amt für Hydrogeologie und Verwaltung für Geologie (Almaty, Kasachstan).

Ebenso möchte ich mich für die Finanzunterstützung meiner Forschungen beim Deutschen Akademischen Austauschdienst (jährliches Stipendium 2002-2003, Wiedereinladung 01.2006-03.2007), bei meinen Eltern Boris Yegorov und Emma Krasnova, den Schwestern Lyudmila Yegorova und Vera Kustayeva sowie auch bei meinem Freund Maxim Sydykov bedanken.

Für die Hilfe bei Übersetzungen und Beratungen vom Russischen ins Deutsche geht Dank an das Übersetzungsbüro „Lexicon-Express“ in Almaty, besonders an Fr. Larissa Kolossovskaya und Fr. Olga Semenova.

Für die Doktorarbeitkorrekturen und Beratungen bin ich sehr dankbar der Privatdozentin Fr. Dr. Carola Küfmann und der Münchener Privatübersetzerin Lina Berova.

1. Einleitung und Zielsetzung

Die Sicherheit der Bevölkerung, der wirtschaftlichen Objekte und der Umwelt sind mit die Hauptbedingungen für die stabilen Entwicklung der Gesellschaft. Der Schutz vor negativen Auswirkungen von Naturgefahren ist eine der Hauptkomponenten der staatlichen Sicherheitsprogramme, auch in Kasachstan.

Die Erfahrung mit der Bewältigung der Folgen von Naturkatastrophen zeigt, dass trotz der Vervollkommnung der technischen und planerischen Maßnahmen weitere große Bemühungen mit dem Ziel der Erhöhung der Sicherheit der Bevölkerung, der wirtschaftlichen Objekte und der Umwelt notwendig sind. Selbst die Wirtschaft der hoch entwickelten Länder ist nicht in der Lage, die Finanzierung der Arbeiten zur Bewältigung der Folgen von Naturkatastrophen zu erhöhen und die durch sie verursachten Verluste zu ersetzen. Deswegen war es auch in Kasachstan notwendig, die staatliche Politik in Richtung der Lösung der Aufgaben zur Vorbeugung der Naturkatastrophen, die auf die Risikominderung und Milderung der Folgen gerichtet ist, zu ändern. Frühzeitig vorzubeugen und über die Bedrohung zu informieren, ist wirksamer, als unter den Bedingungen der entstehenden außerordentlichen Situationen Menschen zu retten und zerstörende Folgen zu bewältigen.

Auf internationaler Ebene wird seit einigen Jahren an einem Konzept für eine nachhaltige Entwicklung in Gebirgsräumen gearbeitet, das neben den natürlichen Faktoren auch das sozio-kulturelle, politisch-administrative, institutionelle und ökonomische Umfeld mit einbezieht. In Hinsicht auf eine nachhaltige Entwicklung müssen die verschiedenen, sich teils widersprechenden Nutzungsansprüche so abgestimmt werden, dass deren Auswirkungen die Interessen zukünftiger Generationen der Gebirgsbewohner nicht schädigen.

Das Aufzeigen derartiger Zusammenhänge bei der Ressourcennutzung, aber auch vor allem das Dokumentieren von Risiken gehört zu den Grundlagen eines Konzeptes nachhaltiger Entwicklung von Gebirgsräumen. Naturgefahren stellen oft ein beachtliches Risiko dar. Die müssen analysiert und bewertet werden, bevor entsprechende Managementmaßnahmen empfohlen werden können. Auf dieser Basis ist ein wirkungsvolles Risikomanagement also immanenter Bestandteil einer nachhaltigen Entwicklung, gerade oder besonders in Gebirgen.

Den Fragen der Naturkatastrophen und des Risikomanagements wurde in Kasachstan bis in die 90er Jahren keine gebührende Aufmerksamkeit zuteil und die Naturkatastrophen wurden als zufällige Erscheinungen betrachtet. Dies behinderte die Durchführung einer wirksamen Staatspolitik auf dem Gebiet der Vorbeugung und der Beseitigung der außerordentlichen Situationen und behinderte die Schaffung entsprechender normativer Rechtsgrundlagen.

Nach der Erklärung der UNO, die Jahre 1990-2000 als internationales Jahrzehnt zur Verminderung der Naturkatastrophen zu deklarieren, begann man in Kasachstan Grundlagen in der Staatspolitik auf dem Gebiet der Notfälle bei Naturkatastrophen zu legen. Zurzeit ist die Lage in der Republik Kasachstan auf dem Gebiet derartiger Notfälle jedoch noch fern vom optimalen Zustand. Dank der Initiative des Programms der UNO wurde ein „Bereitschaftsplan Kasachstans für Naturkatastrophen“ ausgearbeitet und genehmigt. Dieses für die Tätigkeit der zentralen, regionalen, sowie der lokalen Exekutivorgane der Republik Kasachstan grundlegende Dokument deklariert die Notwendigkeit der Einschätzung der Anfälligkeit der Gebiete für Naturgefahren, die Notwendigkeit der Ausarbeitung von Programmen und Plänen für die Vorbeugung „außerordentlicher Situationen“ sowie für das Reagieren im Falle der Entstehung und der Bewältigung der Folgen von Naturkatastrophen. Dabei versteht man unter „Vorbeugung“ einen Komplex von Maßnahmen (darunter auch ingenieurtechnische und andere Schutzmaßnahmen, sowie gesetzgebende Maßnahmen), die frühzeitig durchgeführt werden und auf maximal mögliche Risikoverminderung der Entstehung der „außerordentlichen Situationen“ sowie auf die Erhaltung von Menschenleben und Materialwerten gerichtet sind. Aber dennoch wird die Hauptrolle in der Vorbeugung derartiger „außerordentlichen Situationen“ den Präventivmaßnahmen zugeteilt, die bei der Bedrohung durch Naturkatastrophen durchgeführt werden müssen.

Trotz einer Offensichtlichkeit der Notwendigkeit der Verhinderung von Naturgefahren und der Schadenssenkung wurde der Bildung der wissenschaftlichen und methodologischen Grundlagen der Schutzmaßnahmen keine gehörige Aufmerksamkeit geschenkt. In entsprechenden Forschungen in dieser Richtung wurden jeweils nur einzelne Seiten des Problems behandelt. Eine komplexe Bearbeitung fehlt bis heute.

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation werden die wissenschaftlichen sowie die konzeptionellen und methodologischen Grundlagen der Analyse und Bewertung der Naturrisiken ausgearbeitet, die als Bestandteil einer Gesamtproblemlösung bei der Frage des Schutzes der Bevölkerung, der wirtschaftlichen Objekte und der Umwelt im Sinne eines Naturgefahrenmanagements gelten.

Als Untersuchungsobjekt wurde der Ile Alatau gewählt, der in Süd-Ost-Kasachstan das beherrschende Gebirge ist. Am Bergfuß des zentralen Gebirgszuges liegt die Metropole Almaty mit einer Bevölkerungszahl von ca. 1,5 Mio. Dieses Gebiet besitzt in der Entwicklung des internationalen Tourismus eine sehr große Perspektive. Insgesamt ist der Ile Alatau gut untersucht und es liegt umfangreiches Material zu den Naturbedingungen vor

In einem „klassischen“ landschaftsökologischen Ansatz sollen die Arbeitsschritte Analyse, Bewertung, Prognose durchgeführt werden. Mit einem für diese Region neuartigen integrativen und interdisziplinären Ansatz sollen also basierend auf einer regionalen **Analyse** der Naturraumstruktur zunächst die Risiken als Grundlage für die Landnutzung des Untersuchungsgebietes ermittelt und kartiert werden. Darauf aufbauend erfolgt dann eine **Bewertung** der Naturgefahren für verschiedene Landnutzungsarten. Ausgehend von den Nutzungsstrukturen unter den gegenwärtigen sozioökonomischen Rahmenbedingungen im politischen und ökonomischen Transformationsprozess in Kasachstan soll im nächsten Schritt der **Anwendung und Umsetzung** ein nachhaltiges Entwicklungs- und Managementkonzept für die Untersuchungsgebiete entwickelt werden. Handlungsempfehlungen für die Planung und das Management von Schutzgebieten, zu alternativen Möglichkeiten einer nachhaltigen und zugleich geoökologisch fundierten Nutzung in den Untersuchungsgebieten sowie Maßnahmen zur Minderung der jeweiligen Naturraumrisiken sollen dabei erarbeitet werden.

In der vorliegenden Arbeit werden die Naturrisiken in Form des Auftretens von Lawinen, Muren, Hangrutschungen, Bergstürzen sowie Steinschlägen analysiert. Danach wird die Gefahreinschätzung im Sinne einer Bewertung der natürlichen Prozesse durchgeführt und eine Gebietseinteilung des Territoriums nach dem Grad der Gefahr und des Risikos vorgenommen (Kartierung). Anschließend werden basierend auf der Analyse und Bewertung Maßnahmen zur Risikominderung der Naturgefahren und Empfehlungen für die Entwicklung eines Managementsystems von Naturrisiken ausgearbeitet. Die unter den Bedingungen des Ile Alatau erzielten Ergebnisse sollen als Beispiel für weitere Arbeiten in dieser Richtung in den Gebirgen des Nordlichen Tienschan und ganz Zentralasiens gelten.

2. Beschreibung der Untersuchungsgebiete

2.1. Zur Auswahl der Gebiete

Hochgebirge sind empfindliche Geosysteme, die einerseits ein hohes Ressourcenpotential (Wasser, Energie, biologische Diversität, Rohstoffe, Landwirtschaft, Erholung usw.), andererseits aber auch große Naturrisiken (Lawinen, Muren, Hangrutschungen, Bergstürze u. a.) in sich bergen. Sie bilden neben der meist traditionell vorhandenen Landwirtschaft ökonomische Investitionsräume u. a. für Energiegewinnung und Tourismus. Wegen ihrer hohen Sensitivität sind sie stark anfällig gegenüber Klimaschwankungen und stellen somit einen hervorragenden Indikator für die gegenwärtig ablaufenden globalen Klimaveränderungen dar. Diese besondere Situation der Hochgebirge als Ressourcen- und Risikoraum, aber auch als Naturschutzraum birgt ein erhebliches Konfliktpotential in sich, wenn es beispielsweise um geplante Investitionen geht. All diese Zusammenhänge spielen in den nach dem Zerfall der Sowjetunion unabhängig gewordenen Staaten, die sich in einem komplizierten Entwicklungs- und Transformationsprozess befinden, eine noch größere Rolle als in Europa. Die vorhandenen natürlichen Bedingungen zu untersuchen und sie im Rahmen des Transformationsprozesses in ihren Wechselwirkungen mit den sozio-ökonomischen und politischen Gegebenheiten ins Blickfeld zu nehmen, gehört mit zu den wichtigsten aktuellen Fragestellungen dieser Staaten, um nachhaltige Entwicklungskonzepte zu verfolgen.

Die Region des Nördlichen Tianshan ist seit der staatlichen Unabhängigkeit Kasachstans im Jahre 1991 durch verschiedene, z. T. unkontrollierte Entwicklungstendenzen gekennzeichnet.

Die wichtigsten Landnutzungsformen zu Sowjetzeit waren in Kasachstan die landwirtschaftliche Nutzung, insbesondere die in Kolchosen organisierte Weidewirtschaft, als auch in geringeren Flächenanteilen die forstwirtschaftliche Nutzung. Die wirtschaftliche Entwicklung in Kasachstan in den letzten 10 Jahren führte allerdings zum massiven Rückgang der Beweidungsintensitäten und -flächen. Andererseits stellt der Nördliche Tianshan eine Entwicklungsregion für den Tourismus dar, der insbesondere in den der Wirtschaftsmetropole Almaty nahe gelegenen Bereichen, mit un gelenktem, unkontrolliertem Ausbau der Infrastruktur verbunden ist.

Der Tianshan bildet eine wichtige Wasserquelle (insb. Verwendung von gletschergespeisten Wässern für Bewässerungszwecke) und besitzt eine Biodiversität, die in einer Reihe von durch die Kasachische Regierung ausgewiesenen Schutzgebieten erhalten werden soll. Allerdings liegen in den Schutzgebieten bisher keine Nutzungs- und Managementkonzepte oder ähnliches vor, die auch real umgesetzt werden könnten.

Von den Hochgebirgsregionen des Tianshan geht demgegenüber eine Reihe von Gefahren für den Menschen aus (Muren, Lawinen, Hangrutschungen, Bergstürze), die bis in die Gegenwart zu katastrophalen Ereignissen führten.

Die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen unter Beachtung der bestehenden Naturrisiken erfordert angepasste Landnutzungskonzepte unter Anwendung geeigneter Maßnahmen zum Erhalt der natürlichen Ressourcen und zum Schutz vor bestehenden Naturrisiken.

Die Untersuchungen des Gefährdungspotentials (Risiken) sollen in dieser Arbeit als Basis für eine nachhaltige Nutzung Beachtung finden. Als Ressourcen werden in diesem Zusammenhang naturräumliche Faktoren in den Hochgebirgen angesehen, die für eine direkte (Land- und Forstwirtschaft, Tourismus) oder indirekte Nutzung (insb. Naturschutz) eine Rolle spielen. Dabei gelten von den Geokomponenten die klimatischen und geologisch-geomorphologischen Faktoren als übergeordnete Steuerungsfaktoren für die Entwicklung des Ressourcenpotentials, während Wasser, Boden und Vegetation als unmittelbare Träger einer Nutzung zu verstehen sind.

Die Erfassung sowohl der Natur- als auch der Nutzungsrisiken zielt letztlich auf den Erhalt der ökologischen Stabilität und Diversität ab.

2.2. Lage und Orographie

Als **Untersuchungsraum** im Nördlichen Tianshan wurden das Gebirgssystem des Ile-Alatau ausgewählt (Abb. 1).

Abb. 1

Satellitenbild Ile-Alatau



Quelle: Archiv des Institut für Geographie

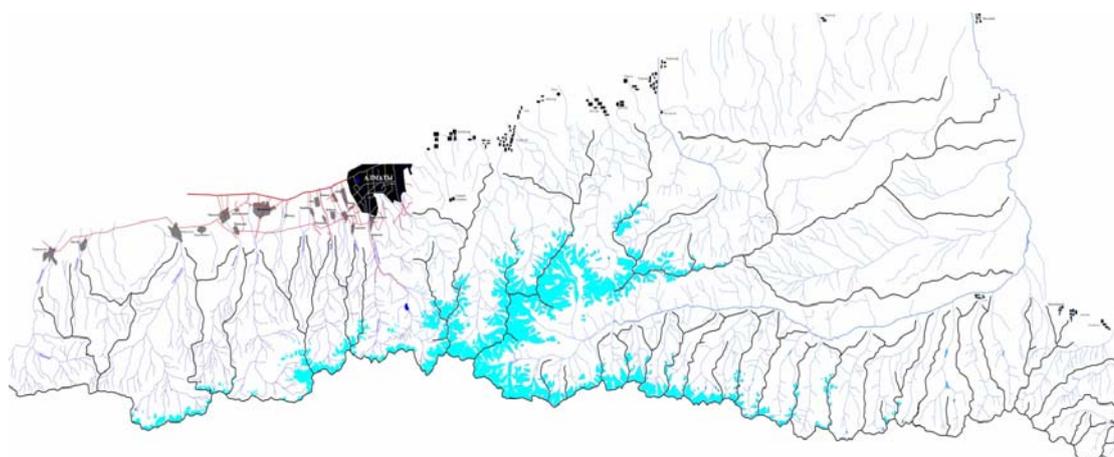
Der Ile-Alatau, der zentrale Gebirgszug des Nördlichen Tianshan, hat eine Ost-West-Ausdehnung von nahezu 380 km. Maximale Höhen werden im zentralen Teil mit ca. 5000m am rezent vergletscherten, hauptsächlich aus Graniten bestehenden Talgarmassiv erreicht. Westlich des Massivs überwiegen Gneise und kristalline Schiefer und die Höhen fallen bis auf ca. 2200 bis 2500m. Östlich treten Porphyre und Phorphyrite, Tuffe, Sandsteine und Konglomerate auf. Es werden max. Höhen von ca. 2500 bis 3000m erreicht.

Vom vergletscherten Talgarmassiv werden auch die größten Flüsse der Nordabdachung des Nördlichen Tianshans gespeist: Schilik, Esik, Talgar, Ulken- und Kischi Almaty.

Der Gebirgszug Ile-Alatau (Abb. 2) erstreckt sich entlang 43° nördlicher Breite auf 380 Kilometer vom Fluss Tschu im Westen bis zu dem Fluss Scharyn im Osten und ist im Norden durch die breite Ile Vertiefung beschränkt. Im Süden wird der Gebirgskamm steil zu engen Tälern der Flüsse Schilik und Tschonkemin, die ihn vom Gebirgskamm Kungey Alatau abtrennen, abgerissen. An den Ursprüngen dieser Flüsse werden die beiden Gebirgskämme verbunden und bilden damit den Schilik-Kemen Knoten. Im Westen nimmt die Höhe des Gebirgskammes auf 2200-2500 m, im Osten auf 2500-3000 m ab.

Die höchsten Gebirgsgipfel liegen im Zentralteil, wo der Gebirgskamm 130 km weit die Höhepunkte hat, die 4000 m überstreifen. Es werden hier 22 Gipfel mit einer Höhe über 4500 m aufgezählt. Zu ihnen gehören die Gipfel: Konstituzia (4580 m), Kantbastau (4647 m), Mustau (4555 m), Bogatyr (4626 m), Kopar (4760 m), Aktau (4760 m), Metallurg (4800 m) und andere. Da liegt auch der höchste Punkt des ganzen Gebirgskammes – Gipfel Talgar (4978 m).

Gebirgszug Ile-Alatau



Dieser Zentralabschnitt trägt den Name des „Talgar Gebirgsknotens“. Dort sind große Gebiete der Vergletscherung, die die großen Flüsse des Nordabhanges – Schilik, Esik, Talgar, Kischi- und Ulken Almaty speisen. Zum Westen und Osten des Talgar Gebirgsstockes sinkt der Gebirgskamm und seine Gipfel erreichen die Schneegrenze nicht. Vom Oberlauf des Kischi Almaty Flusses erstreckt sich zum Südosten der enge Meridiangebirkamm von 12 km, der den Ile Alatau mit gleichlaufendem Bergrücken Kungey Alatau verbindet. Die maximale Höhe dieses Gebirgskammes erreicht 4700-4800 m, seine Abhänge sind steil, die Gipfel sind fast ganz mit Eis bedeckt.

Im Westen bleibt bis zu den Oberläufen des Kastek Flusses die Höhe von über 3000 m. Im Weiteren geht dies in die Schetischol Gebirge über, die zu den Ränden bis 2000-1500 m sinken. Im ostlichen Teil bis zum Schilik Fluss schliesst der Gebirgskamm selbständige Gipfel mit Höhe von über 3000 m ein, dann sinken sie gleichmäßig. Der Ile Alatau erstreckt sich im Osten bis zum Turgen Fluss, und verteilt sich dann in drei Ausläufer. Der Nördliche von denen beginnt mit den Bergen Karasch und Bakai, die im Osten in zwei nicht grosse Gebirgsstöcke - Sogaty und Buguty übergehen, die Länge von Ausläufern bildet 120 km. Zu mittleren Ausläufern gehören die Berge Sarytau und Toraigyr mit der Gesamtlänge von 90 km und zum Süden – die Hochebene Dalaschik von der Ausdehnung 50 km. Diese Ausläufer begrenzen die Sogatinsk, Schalanasch, Assy und Schenischke Zwischengebirkvertiefungen. Außerdem gibt es am Nordabhang zwei Vorgebirgsstufen, die Prilawki genannt werden. Sie stellen die Kettenniedergebirge dar, teilweise mit der flacher Oberfläche. Am Fuße des Ile Alatau liegt die weite Vorgebirgsebene mit sehr geringer Neigung in Richtung der Ili Vertiefung.

2.3 Relief

Das Territorium des Ile Alatau ist durch komplizierte Verbindungen der Formen und Relieftypen von verschiedener Entstehung charakterisiert. Verschieden sind auch die Faktoren, die auf die Reliefbildung einwirken. Im Ile Alatau werden 7 Relieftypen ausgeschieden, die in zwei Komplexe vereinigt werden: Erosions- tektonische (Gebirgs-) und Akkumulations- tektonische (flache) [Schandajew M. Sch.,1978]. Im ersten Fall ist das tektonische Emporheben der Erdrinde große als der Prozess der Zerstörung, deshalb werden verschiedene Typen des Bergreliefs gebildet.

Als Relieftypen im Ile Alatau gelten die nachfolgend beschriebenen:

Hochgebirgs-Gletscherrelief. (Photo 1.) In der Regel liegt es in der obersten Zone des Gebirgskammes in Höhen von 3000 m bis 5000 m. Dies ist die Zone der maximalen Gebirgeerhöhung. Dieser Relieftyp besitzt den zentralen Teil vom Ile Alatau, der sich in der Breitrichtung über 160 km weit erstreckt. Der erschliesst die höchsten Gipfel des Gebirgskammes – der Bergspitzen Talgar (4978), Kopy (4600), Pogrebezkiy (4551) und andere. Sie zeichnen sich gut in den Gebirgen in Form der pyramidenförmigen Felsgipfel aus. Die Gebirgspäße liegen Höhen von über 3500 m und sind unzugänglich.



Photo 1: Hochgebirgs-Gletscherrelief
Quelle: Eigene Aufnahme. 2005.

Das vergletscherte Hochgebirge liegt in der Zone der rezenten Vereisung, deswegen sind die äusseren Reliefumrisse schroff, mit Steilabhängen (bis 40-50°) und zugespitzten Gipfel. Die Zone des Wasserscheidenkammes ist durch gezacktes Profil kenntzeichnet. Die Gebirgskammabhänge entlang ziehen ununterbrochene Ketten von Kare – riesengroße tassenförmige Vertiefungen, die durch die Gletscher gebildet wurden, mit Tiefen bis zu 800 m, manchmal tiefer als ein Kilometer im Durchmesser. Oft sind die Kare in mehrere vergletscherte Teile untergliedert. Im Winter werden sie mit grosser Menge von Schnee gefüllt und ihre Wände sind mit Schnee bedeckt. Durch sukzessive Rückverlagerung der Kare bilden sich steile Bergflanken und Grate sowie beim Zusammentreffen mehrere Kare bilden sich schroffe Berggipfel, Karlinge aus. Zu diesem Typ gehören viele Gipfel des Gebirgskammes.

In der Gletscherzone ist überall Permafrost verbreitet, hier geschehen viele zerstörende Prozesse: Murgänge, Steinschlagereignisse, die Massenbewegung des Schuttes im Bereich steilerer Abhänge. Es geschieht auch die Bildung der Frostmusterböden: Steinpolygone auf gering geneigten Oberflächen und Steinstreifen auf den Abhängen. Es entsteht das grosse Ansammeln der ältere und gegenwärtigen Moränen, die das reichliche Material für die Murgänge zu Verfügung stellen.

Vom Ende der Gletscher beginnen die breiten Gletschertäler – die Gletschertröge mit den steilen Abhängen und dem flachen Grund.

Die Seitenausläufer des Gebirgskammes haben auch mächtige Felsformen. An nordlichen, auch an südlichen Abhängen des Gebirgskammes liegt in den Höhen von 3000-3500 m. eine Serie der inaktive Karre (die keine Gletscher habenden). Sie sind in den Ursprüngen der Flüsse Asy, Turgen, in den Oberläufen von Ulken Almaty, Usynagasch, Karakastek und sonstiger Flüsse verbreitet. Am unteren Ende der ältere Gletschertäler wird auch die Akkumulation der Moränen, die steile Abstufungen von bedeutender Höhe und heufig die Wasserfallbildung beobachtet. Die Höhe solcher Abstufung, zum Beispiel, im Tal des Flusses Ulken Almaty bildet 500 m.

Mittelgebirgsrelief (Photo 2) bekam höchste Verbreitung im Ile Alatau und nimmt die Hochgrenzen von 1600-3000 m ein. Im zentralen Teil des Gebirgskammes schließt es sich unmittelbar an das Hochgebirgsrelief an, und im östlichen Teil ist durch mehr oder wenig selbständige Bergmassiven vorgestellt: Bakai, Sogaty, Toraigyr, Dalaschnik etc. Für das Mittelgebirge sind mehr ausgeglichene und weiche Konturen kennzeichnend, aber gleichzeitig ist es intensiv durch ein Netz grandioser Schluchten, die Tiefen von 800-1000 m und mehr erreichen, verteilt. Es wird hauptsächlich durch die maximale Menge der Niederschläge erklärt, die in dieser Zone fallen und zugleich mit den Gletschern, die wasserreichen Flüsse einspeisen, die steiles Fallen haben und außerordentlich energische Tieferosion durchführen. Die Abhänge dieser Täler sind sehr steil (30-40 °).



Photo 2: Mittelgebirgsrelief
Quelle: Eigene Aufnahme. 2005.

Innerhalb des Mittelgebirges gibt es auch viele fossile und inaktive Karre, die allmählich zerstört werden und mit Schotter oder Wasser gefüllt sind, was Seen bildet.

Die sich zum vorliegenden Typ beziehenden Gebirge sind gut durch das im Relief ausgedrückten Brüchen fast von allen Seiten begrenzt. Die Abhänge der Gebirge sind oft bis zum

Gipfel von dichter Berg-Wiesenvegetation, die Abhänge der Nordexposition im zentralen Teil des Gebirgskammes Wald-bedeckt.

Stufenförmige Hügelketten (Photo 3). Eine der Charakteristika der geomorphologischen Struktur des Ile Alatau ist die stufenförmige Struktur seiner Nordabdachung, d.h. das Vorhandensein von zwei gesonderten terrassierten Hügelketten (Prilawki). Das Relief der oberen Stufe stellt die kleinen Berge oder Ketten dar, die vom Hauptmassiv des Gebirgskammes in der Nordrichtung mit flachen oder stufenförmigen Oberflächen und mit den fließenden Umrissen abweichen. Ihre absolute Höhe bildet 1200-1700 m. Sie sind durch die Täler der Flüsse von Tiefe bis zu 300-400 m, die die Gestalt von Schluchten haben, zergliedert.

Oft treffen sich auch die breiten Täler mit flachem Grund (die Täler Kishi-und Ulken Almaty, Turgen). Ihre Abhänge sind steil von 25-30 ° und Berg-Wiesenvegetation bedeckt. Die grosse Menge der Ablagerungsgesteine hier bezeichnet auf vorige niedrigere Höhenschichtenlage dieser Gebirgszone, die in Folge der bergbildenden Prozessen auf die bedeutende Höhe erhoben wurde.



Photo 3: Hügelkettenrelief
Quelle: Eigene Aufnahme 2005.

Die untere Vorgebirgsstufe hat die Höhe von 900-1200 m. Die positiven Formen des Reliefs sind die nicht hohen Berge mit flacher oder hügelformiger Oberfläche mit allgemeiner Absenkung nach Norden. Sie sind durch die Flüsse und die Hohlwege der zahlreichen zeitweiligen Gewässer gegliedert. Neben der natürlichen, innerhalb des gestuften Vorgebirges, haben die künstlichen Formen des Reliefs eine grosse Entwicklung: die Karriere, die Kanäle, terrassenförmige Abhänge, die Wege, die Dämme, usw. Die Flusstäler des Hügelkettenzone sind breit, mit gut ausgebildeten Terrassen.

Kettenartiges, leicht kuppiges Bergland ist in einzelnen Zonen in den östlichen und westlichen Grenzgebieten des Gebirgskammes verbreitet: innerhalb des Toraigr Massives, der Vertiefung Schenischke, in den Bergen Kossybassy, im südwestlichen Teil des Gebirgskammes

und in anderen Gebieten. Sein Relief stellt oft asymmetrische Hügelhellen oder die Kette mit relativer Höhe bis zu 100, selten bis zu 200 m dar. Sie sind Trockentäler oder Hohlwege von Tiefen zwischen 50-70 m gegliedert. Der Nordabhang der Gebirge Kossybassy ist steil und stellt eine tektonische Stufe mit Höhe von mehr als 200 m dar, der südliche ist abschüssig. Im Norden des Sogaty Massives sind kurze asymmetrische Ketten verbreitet, die in Meridianrichtung liegen und von durchgehenden Trockentälern gegliedert werden. Im östlichen Teil des Gebirgskammes Toraigr sind symmetrische Ketten verbreitet, nach deren Achse gewöhnlich die standfesten Gesteinarten auftreten. Auf dem südlichen Abhang Toraigr sind die Berge als kurze Ketten mit relativer Höhe bis zu 100 m entwickelt.

Hügelland ist in zwei Gebieten verbreitet. Das erste ist der Ostteil der Sogaty Bergen, wo Hügelland Kyssylkyrka liegt. Elementare Formen des Reliefs sind durch isolierte Bergkuppen und die Hügeln mit kegelförmigen Gipfeln präsentiert. Ihre relativen Höhen sind 15-30 m. Hier sind die Kuppen intensiver zergliedert und haben den Charakter des Berglandes.

Eine etwas andere Entwicklung hat Scholaidyr, die im östlichen Teil der Sogaty Vertiefung liegt. Die positiven Elemente des Reliefs sind hier durch niedrige und abschüssige Hügel von der Höhe 10-15, manchmal bis zu 30 m präsentiert. Scholaidyr stellt den hochliegende Bereich der vorzeit flache Oberfläche dar. In seiner Entwicklung bleibt er mit ganzer Innengebirgsvertiefung merklich von umgebenden Gebirgen zurück und wird allmählich unter den Bruchstücken der letzten begraben.

Der zweite Erosions-tektonische Komplex vereinigt die Typen des Reliefs der Vorgebirgszone und der Gebirgsinnenräume des Ile Alatau, wo in Folge der negativen tektonischen Bewegungen die Bruchgesteine von großer Mächtigkeit vorliegen. Die Vereinigung der tektonischen Bewegungen und die Ansammlung von Lockermaterial, sowie intensive Erosionstätigkeit der Bergflüsse bestimmten die Formung verschiedener Typen des Reliefs.

Vorgebirgs-Akkumulationsebenen nimmt die Streifenzone der geneigten Ebene beim Fuß des Gebirgskammes ein. Ihre Höhe beträgt 600-700 m, die Oberfläche ist von den Flusstälern, den Hohlwegen und den Schwemmkegeln der Bergflüsse, die die geschlossene Vorgebirgsschleppe bilden, geprägt. Die Größe dieses Schwemmkegels hängt von der Mächtigkeit der Flüsse ab: je größer der Fluss ist, desto größer ist auch der Schwemmkegel. Die Länge der Schwemmkegel solcher Flüsse, wie Talgar, Essik, Turgen beträgt 10-15 km. und vom Schilik bis zu 25 km. Ihre Oberfläche ist etwas gewölbt, hat den Abfall von den Bergen zur Ebene mit 3-4 ° und ist durch die Flußbetten der Flüsse und die Kanäle ausgeteilt. In westlichem Teil des Vorgebirges sind trockene Hohlwege und die Flusstäler. Ihre Höhe ist etwas über 650-900 m; offensichtlich die Hebung des Gebietes, wovon wiederholte nivellierende Daten dieses Gebietes zeugen.

Intramontane Akkumulationsebenen: Zu diesem Typ werden das Relief der Schalanasch und Sogatinsk Vertiefungen gezählt. Erste von ihnen liegt zwischen den Gebirgskämmen Toraigr vom Norden und Kungey Alatau vom Süden und stellt die gehobene Ebene mit der Ausdehnung in Meridianrichtung von 22 km und 20 km. Breitenrichtung mit den absoluten Höhen von 1300-1500 m. Ihre Oberfläche ist nach Nordwesten geneigt und zeigt einförmiges Relief. Im Nordteil der Ebene zeichnen sich gut die Schwemmkegel der zeitweiligen Gewässer des südlichen Abhanges des Gebirgskammes Toraigr ab. Ihr östlicher Teil ist in nordöstlicher Richtung vom Tal des Flusses Scharyn, der die Tiefe bis zu 300 m erreicht, überschneidet. Eine ähnliche Struktur und Entstehung zeigt die Sogaty Ebene, die zwischen Sogaty und Toraigr Bergen liegt. Ihre Breitenausdehnung beträgt 35 km, die Meridianausdehnung - 15 km, die absolute Höhe ist 1000-1200 m.

Insgesamt ist die geomorphologische Struktur des Ile Alatau sehr kompliziert, was ein direktes Spiegelbild des komplizierten geologischen Baus des Gebirgskammes und der Einwirkung der vielfältigen exogenen Faktoren ist: des Klimas, der Flüsse, der Gletscher usw. Die Relieftypen wurden allmählich während der Zeit der gebirgsbildung des Ile Alatau gebildet, d.h. sie widerspiegeln den natürlichen Werdegang des Gebirges, als Ergebnis der Wechselwirkung der endogene und exogene Kräfte der Erde.

2.4. Geologie

Die geologische Bergbau des Gebirges des Ile Alatau ist sehr kompliziert und vielfältig. (Abb 3, 4). Die älteste Gesteine werden hier dem Proterozoikum zugerechnet (mehr als 550 mio. Jahre). Zu dieser Epoche gehören die Gneise, die Kristallinschiefer, die Quarzite, die in axialer Zone des Gebirgskammes verbreitet sind.

Zu den jüngeren, d.h. paläozoischen Bildungen gehören die Sand-Schiefer-Gesteine, die Kalksteine, die Konglomerate, die Sandsteine, die Aleurolithe etc. Außerdem Magmagesteine – Porphyrite auch weitverbreitet.

Daneben nehmen fast die Hälfte der Fläche des Gebirgskammes die paleozoischen, gut auskristallisierten Gesteine – die Granite, Granodiorite und Syenit ein. Darunter werden grobkörnige graue Granite, die erstanden im östlichen Teil des Gebirgskammes am öftesten vorkommen. Ihre bedeutenden Massive sind in Einzugsgebieten der Flüsse Talgar, Ulken Almaty, Aksay, Kaskelen verbreitet. Nach dem Alter werden sie nach G.Z.Medoev [Medojew G. Z., 1951] zu den kaledonischen Gesteinen gezählt. In den Bergen Karasch, Sogaty, in den Oberläufen des Flusses Schilik, im Gebiet von Kastek Gebirgspass und an anderen Stellen trifft man rote und rosige Granite.

Die Granite werden unter dem gegenwärtigen Klima leicht durch exogene Prozesse Zerstört. Die Erosionsprodukte - das grob detritische Schottermaterialle deckt die Abhänge und die Oberflächen der Berge in großer Machtigkeit. In der Vorgletscherzone bildet der Graniten die große Blöcken der modernen und vorzeitlichen Gletscherablagerungen.

Zu jungen känozoisch Gesteinen gehören nur lockere oder schwach verbundene gesteinbildungen, hier gibt es keine Granite oder sonstige Magmatite. Känozoische Ablagerungen des Ile Alatau bestehen aus drei Komplexen: rote Lehme, Feinschotter - Kies-Schotter Gemische und quartäre Glazio-fluviale Ablagerungen.

Die roten Lehme sind im ganzen Tienschan weit verbreitet. Im Ile Alatau sind sie überall an zu treffen, besonders im östlichen Teil des Gebirgskammes - in Bergen Buguty, in den Tälern der Flüsse Turgen, Assy, Schenischke vor. In diesen Ablagerungen fehlen Glazio-fluviale Ablagerungen, die das Bergrelief kennzeichnen. Die roten Lehme entstanden im Festland unter den Bedingungen des heißen Klimas und unter mehr oder weniger flachem Relief, worauf ihr lehmiger Bestand, die rote Farbe und der Gipsgehalt hindeuten. In denen sind die Überreste von Steppen-oder Savannen Tierarten entdeckt; wie Pferde, Giraffen, Gazellen, Schildkröten und andere, die in der Miozän lebten. Es zeugt davon, dass die roten Lehme zu den Miozän (gegen 35 Mio. Jahre) gehören.

Der zweite Komplex der känozoische Ablagerungen ist in den Tal des Flusses Scharyn im nordöstlichen Teil der Vertiefung Schalansch gefunden. Auf dem rechten Abhang dieses Flusses ist er durch richtige Reihenfolge der Schichten des strohgelben Tones und schwach verfestigtes schotter Gemische vorgestellt.

Solche Ablagerungsgesteine gibt es auch im Tal des Flusses Schenischke, in den Vorgebirgen des westlichen Teiles des Gebirgskammes. Sie liegen auf roten Lehmen und sind von oben mit glazio-fluviale Ablagerungen überdeckt. Ihr Alter wird aufgrund der in ihnen entdeckten Tierüberresten in das Pliozän (ca. 35 Mio. Jahre) datiert.

Diese Gesteine unterscheiden sich von den Miozänrotlehmen durch graue, dunklere Farbe, grössere Bruchstücke und durch Makroschichtung, die über Tage eine Mauerstruktur zeigt.

Nach der Herkunft stellt der Pliozänkomplex die Ablagerungen des Fluss-und Seentyps dar. Sie werden bei feucht, mäßig warmem Klima beim Vorhandensein des gegliederten Bergreliefs von kleiner Höhe gebildet.

Ministerium für Geologie UdSSR
Geologische Karte UdSSR

Maßstab 1:200000

Nördliche Tien-Schan, Zentraler Teil des Ile-Alatau



Legende zur geologische Karte

| | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|--|---|---|--|---|----------------|
| Quartär | Q_{IV} | Rezente glaziale, alluviale, limnische Ablagerungen. Schutt, Sand, Lehm. | Intrusionen | $\gamma\gamma 2O_3$ | Ordovizium. Granite, Gronodiorite. | | |
| | Q_{III+IV} | Oberes Quartär und rezente diluviale Ablagerungen. | | γO_3 | Ordovizium. Granite, Granosyenite. | | |
| | Q_{III} | Oberes Quartär. Glaziale und alluviale Ablagerungen, Blöcke, Kies, Sand und Lehm. | | ΓO_3 | Ordovizium. Granitoide. | | |
| | Q_{II} | Mittleres Quartär. Glaziale und alluviale Ablagerungen, Blöcke, Kies, Sand und Lehm. | | δO_3 | Ordovizium. Diorite, Gabbro. | | |
| Neogen | Q_I | Unteres Quartär. Glaziale und glazifluviale Ablagerungen, Blöcke, Kies und Löss. | ΓC_m | Kambrium. Granitoide. | | | |
| | N_2-Q_I | Ablagerungen des Neogen, Pliozän-Quartär und des Unteren Quartärs. Konglomerate, Sand. | δC_m | Kambrium. Basite. | | | |
| | N_2^{is} | Pliozän. Sand, Lehm und Konglomerate. | $v C_m$ | Kambrium. Gabbro. | | | |
| Paläogen | $N_2^{2-3}il$ | Mittleres-Oberes Pliozän. Sand, Kies, Konglomerate, Lehm und Tone. | ΓPL | Proterozoikum. Granitoide. | | | |
| | N_1 | Miozän. Sand, Lehm, Tone, Mergel und Konglomerate. | Vulkanogenesteine | | Saure Gesteine, meistens Laven. | | |
| | $Pg_{33} + N_{1kr}$ | Paläogen, Oligozän und Neogen, Miozän. Tone, Sand, Konglomerate, Mergel, Kalk. | | | Saure Gesteine, meistens Tuffe. | | |
| Pg | Silite, Argillite, Sandsteine. | | | Intermediäre Gesteine, meistens Laven. | | | |
| Karbon | Unteres Karbon | C_{1n} | | Namurian. Sandsteine, Schiefer, Aleurolithe. | | Intermediäre Gesteine, meistens Tuffe. | |
| | | $C_{1v2+3}n$ | | Porphyrite, Tuffe, Ignimbrite, Sandsteine. | | Basische Gesteine, meistens Laven. | |
| | Oberes Karbon | C_{1v2+3} | | Kalke, Konglomerate. | | Basische Gesteine, meistens Tuffe. | |
| | | C_{1t-v1t} | | Vulkanite, Konglomerate, Sandsteine, Aleurolith, Schiefer, Kalke. | | Wechselfolge saure, intermediäre und basische Gesteine, meistens Laven. | |
| Devon | Mittleres und Unteres | $D_{1-2}ks$ | | Tuff-Konglomerate, Porphyrite. | Quartäre Ablagerungen | | Glaziale |
| | | $D_{1-2}sg$ | | Konglomerate, Sandsteine, Porphyrite. | | | Glazi-fluviale |
| Ordovizium | Oberes | O_3 | | Oberes Ordovizium. Schiefer, Silite, Sandsteine. | | | Fluviale |
| | | O_2 | Mittleres Ordovizium. Schiefer, Silite, Sandsteine, Kalke, Konglomerate. | | | Limnische | |
| | | O_1 | Unteres Ordovizium. Schiefer, Silite, Sandsteine, Kalke, Vulkanite, Kieselsteine. | | | Deluviale | |
| Kambrium | Oberes | Cm_3 | Oberes Kambrium. Sandsteine, Schiefer, Silite, Kalke, Konglomerate Porphyrite. | | | Sturzhalde | |
| | | $Cm_{2-3}gs$ | Mittleres Kambrium. Schiefer, Silite, Sandsteine, Vulkanite, Kalke, Kieselsteine. | | | Kontaktmetamorphose | |
| Proterozoikum | Oberes | Pt | Effusivgesteine, Tuffe, Hornsteine. | | | Intrusivgesteine | |
| | | $Pt_{3-2}sf$ | Kristalline Schiefer, Kalke, Quarzite. | | | Quarzbildungsprozessen | |
| Proterozoikum | Unteres | $Pt_{3-1}dg$ | Kristalline Schiefer, Kalke, Quarzite. | | | Stratigraphische Grenzen (ungestört) | |
| | | | | | Lithologische Diskordanz innerhalb einer Schichtfazies | | |

Somit ist in den Eigenschaften der Gesteine dieses Komplexes der Beginn der jüngsten gebirgsbildenden Prozesse, die Verminderung der Aridität, die Befeuchtung und der Temperaturrückgang des Klimas an Grenze von Pliozän und der Quartärperiode gespiegelt.

Die Pliozänbewegungen unterbrachen den Prozess der Akkumulation der rotfarbigen Miozänschicht unter Bildung einer Fastebene auf paläozoischem Fundament. Es änderten sich die paläogeographischen Bedingungen der Sedimentation, und das Relief des Gebietes trat in die Phase der Gebirgsneubildung ein.

Zum dritten Komplex gehören die jüngsten Ablagerungen, die ca. Vor 1 Million Jahre vor unserer Zeitrechnung gebildet wurden. Es sind die Ablagerungen des Quartärs.

Die Holozänablagerungen liegen unter einer dichten Decke an der Vorgebirgsebene und in den Innengebirgsvertiefungen des östlichen Teiles des Gebirgskammes. Dann bilden sie die ganze Hügelkettenreliefzone des Nordabhanges vom Ile Alatau. Im Hochgebirge sind diese Ablagerungen hauptsächlich in den Flusstälern verbreitet. Nach der Herkunft sind sie die Fluss-, Gletscher- und Windbildungen. Das sind grobschollig, Gletscherfindlinge, Sand-Lehm-Ablagerungen und Lößgesteine.

Die holozänen grobklastischen Schotterablagerungen können nur unter den Bedingungen des Hochgebirgsreliefs beim Vorhandensein der mächtigen Bergflüsse, der Gletscher und der intensiven gebirgsbildenden Bewegungen gebildet werden. Sie zeugen von den dramatischen Ereignissen der letzten Etappe der Erdgeschichte, als das Hochgebirgsrelief endgültig formiert wurde. Die anthropogenen Ablagerungen weisen auch auf häufige Veränderungen der Klimabedingungen, den Wechsel von feuchten und trockenen Perioden, auf mehrfache Vereisung in den Gebirgen, auf ungleichmäßige Verteilung der gebirgsbildenden Prozesse hin.

2.5. Klima

Die Besonderheiten des Klimas im Ile Alatau ordnen sich dem Gesetz der vertikalen Zonalität unter. Äußerst grosse Vielfältigkeit der klimatischen Bedingungen ist durch bedeutende Zersplitterung des Reliefs, dem Vorhandensein der Gletscher, der Schneedecke, der Orientierung und die Neigung der Hänge etc. bedingt. Der für das Klima bedeutendste Faktor ist die Richtung des Gebirgskammes in Bezug auf westliche und nördliche Winde, die die feuchten Luftmassen bringen.

Die Feuchtigkeit erfolgt hauptsächlich durch westliche Luftströmung (Zyklonalwetter), besonders im Frühling und Herbst. Das Windregime bewirkt auch bedeutend die Gebirge, die das mechanische Hindernis für die Luftströme sind: sie halten die Feuchtigkeit auf, verursachen lokale Winde etc. Die kalte Luft kann den Gebirgskamm oft nicht überwinden und bleibt in den Vorgebirgen oder umströmt den Gebirgskamm an den Rändern. Die warmen Massen überschreiten den Gebirgskamm sehr leicht und von den Gebirgen fällt im Lee ein trockener warmer Fallwind ein, der die vorzeitige Schneeschmelze verursacht.

Daneben bilden sich in den Gebirgen lokale Winde, die in der Nacht von den Bergen nach unten (die Bergwinde), besonders in den Schluchttälern, und am Tag - im Gegenteil, - in die Berge, dabei noch die Talwinde bildend, wehen. Übliche Geschwindigkeiten solcher Winde sind 1,8 - 2,3 m/sek.

Die Zirkulationsluftmassen, die aus Nordwesten kommen, bringen die Feuchtigkeit, besonders in der Frühlingszeit. Sie sind in den Höhen von 3000 m häufig und verursachen die hohe Niederschläge und die Umlagerung des Schnees in den Bergen in Folge seines Überwehens an der Lee-Hängen. Außerdem bilden die Winde die Wächte an den Gebirgskämmen, in den Flusstälern. Damit tragen sie zur Bildung von Lawinen bei. Im Allgemeinen wehen die Winde nicht oft in den Bergen, und in den Vorgebirgen. Im Bereich der Stadt Almaty sind die Winde eine seltene Erscheinung.

Das andere wichtige Element des Klimas, ist die Lufttemperatur. Für Ile Alatau ist das kontinentale Regime, die grosse Amplitude der Tages- und Jahrtemperaturen, das Vorherrschen der warmen Jahresperiode gegenüber der kalten, besonders im Vorgebirgsgebiet, typisch.

Der wärmste Monat im Jahr ist in den Vorgebirgen, sowie in den Bergen bis zu der Höhe des Urotschistsche Medeu (1529 m) der Juli Monat (Tabl. 1), dessen Temperatur vom Gebirge zur Ebene von 18,1 ° (Medeu) bis zu 23,5 ° (Almaty) allmählich steigt. Höher als Medeu ist der wärmste Juli Monat mit der Temperatur 14 ° in Ust-Gorelnik (die Oberläufe des Tales des Flusses Kischi Almaty, Höhe 2254 m). In der Gletscherzone gibt es im Sommer in der Nacht sogar Fröste.

Tabelle 1.

Monats- und Jahresmitteltemperatur der Luft (1936-2000) [°C]

| Meteorolog. Station | Höhe, m | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Jahr |
|----------------------|-----------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| Schilik | 605 | -7,3 | -4,6 | 3,3 | 12,3 | 17,6 | 22,1 | 24,4 | 23,1 | 17,6 | 10,0 | 1,4 | -4,6 | 9,6 |
| Almaty Observatorium | 848 | -6,5 | -4,8 | 2,0 | 10,9 | 16,2 | 20,8 | 23,5 | 22,4 | 17,0 | 9,6 | 1,1 | -4,3 | 9,0 |
| Kaskelen | 900 | -5,6 | -4,9 | 0,5 | 8,3 | 13,6 | 17,9 | 20,3 | 19,3 | 14,1 | 7,2 | 0,9 | -3,6 | 7,3 |
| Malybai | 932 | -5,4 | -3,6 | 3,7 | 12 | 17,6 | 22,3 | 24,5 | 24,4 | 18,6 | 10,7 | 2,8 | -2,6 | 10,3 |
| Talgar | 1015 | -7,1 | -5,5 | 1,5 | 9,5 | 15,1 | 19,5 | 21,3 | 20,3 | 15,0 | 7,4 | 0,3 | -4,4 | 7,7 |
| Esik | 1088 | -4,7 | -4,1 | 1,4 | 9,8 | 14,9 | 19,5 | 22,2 | 20,9 | 15,8 | 8,6 | 1,1 | -2,8 | 8,6 |
| Kamenskoje Plateau | 1350 | -3,0 | -3,0 | 1,2 | 8,8 | 13,7 | 18,6 | 21,1 | 20,0 | 15,1 | 8,5 | 3,0 | -0,3 | 8,6 |
| Medeu | 1529 | -4,3 | -3,3 | 0,7 | 6,4 | 11,7 | 15,9 | 18,1 | 17,6 | 12,8 | 6,5 | 1,8 | -2,5 | 6,8 |
| Werhnij Gorelnik | 2254 | -6,1 | -5,6 | -2,0 | 3,8 | 8,4 | 12,4 | 15,0 | 14,0 | 9,8 | 4,4 | -1,1 | -4,2 | 4,1 |
| Grosse Almaty See | 2511 | -8,9 | -8,1 | -4,5 | 1,1 | 5,3 | 9,2 | 11,6 | 10,9 | 7,0 | 1,9 | -3,5 | -6,7 | 1,3 |
| Mynschilki | 3036 | -11,4 | -10,9 | -7,2 | -2,0 | 1,9 | 5,5 | 7,9 | 7,4 | 3,8 | -1,3 | -6,7 | -9,5 | -1,9 |
| Tujuksu * | 3420-3800 | -15,5 | -14,2 | -10,9 | -5,4 | -5,0 | 2,2 | 3,9 | 3,5 | 0,1 | -5,7 | -12,3 | -14,3 | -6,1 |

* Es wurde die Reihe der Beobachtungen ab 1964 benutzt

Nach den Daten des Kasgidromet und des Institutes für Geografie (IfG) MON RK

Die niedrigste Monatsdurchschnitttemperatur hilt in allen Höhen im Januar auf -6,5 ° (Almaty - Observatorium) und -11,4 ° (Mynschilki, Höhe 3036 m). Am wärmsten ist im Januar das Gebiet von Kamenskoje Plateau (1350 m) mit der Temperatur-3 °.

Insgesamt ist die durchschnittliche Temperatur in den Gebirgen niedriger als in der Ebene. Der Winter ist hier etwas milder, Tauwetter ist häufig. Die Tagesmitteltemperatur an solchen Tagen schwankt sich von 2 bis zu 10° sogar in der Höhe von 2500 m. Doch kommen hier die starken Fröste (bis zu-20,-30 °) vor. In den Bergen im Winter gibt es strahlungsorographische Inversionen, die Temperaturanstieg bis zu einer bestimmten Höhe verursachen. Zum Beispiel, im zentralen Teil des Ile Alatau ist es im Winter auf den Gipfeln und den Berghängen wärmer als in den Talniederungen, wo die kühle Luft akkumuliert. Solche Inversionen werden so oft beobachtet, dass sogar die vieljährige durchschnittliche jährliche Temperatur in den Bergen höher als in den Vorgebirgen (auf Kamenskoje Plateau - 8,6 °, in Almaty (das Observatorium) - 9,0 °) ist. Das Wintertauwetter verursacht die vorzeitige Schneeschmelze, und die Wässer dringen nicht in den gefrorenen Boden ein. Sie entwässern über Hohlwege und Täler.

Wegen der niedrigen Temperatur fallen die Niederschläge im Hochgebirgsland nur in festem Zustand. Es sammelt sich hier ständig Schnee und Gletscher an. Hier herrscht der ewige Bodenfrost. Die grosse Temperaturamplitude verursacht die Verstärkung der physikalische Verwitterung und die Zerstörung der Gesteine. Deshalb sind die Bergabhänge überall mit Schutt bedeckt. Die Jahresdurchschnittstemperatur ist bis zu der Höhe 2500 m positiv, höher - negativ. Die ganztägige Schwankung der Temperatur im Sommer bildet in den Gebirgen 9-10 °, auf den Vorgebirgen - 10-15 °.

Das Strahlungsregime in den Gebirgen des Ili Alatau ist sich je nach der Neigung und der Orientierung der Hänge stark verschieden. Die Unterschiede in den Tagessummen der Strahlung können bei wolkenlosem Himmel im Winter und Sommer bis 100-300 Kilokalorien / sm² erreichen.

Hier ist die direkte und global Strahlung im Winter größer und im Sommer geringer als auf dem benachbarten Umgebungen wegen der im Sommer höheren konvektiven Bewölkung. Eine wichtige Charakteristik des Strahlungsregimes ist die Dauer des Sonnenscheins, dessen jährliche Größe sogar in der Höhe von 2500 m über Meerspiegel 2000 Stunden übertrifft.

Die Niederschläge in den Bergen fallen ungleichmäßig. Ihr minimum ist in Schilik im östlichen Teil des Gebirgskamms 252 mm (Tab. 2). Nach Westen nimmt die Menge der Niederschläge etwas zu: in Turgen - 506 mm, in Almaty - 626 mm.

Tabelle 2.

Monats-und Jahresdurchschnittsmenge der Niederschläge (1936-2000) [mm]

| Meteorologische Station | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Jahr |
|-------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| Schilik | 18 | 15 | 20 | 29 | 32 | 26 | 18 | 12 | 12 | 22 | 27 | 21 | 252 |
| Kamenskoje Plateaue | 38 | 44 | 87 | 143 | 149 | 89 | 56 | 42 | 42 | 73 | 64 | 44 | 871 |
| Almaty (Observatorium) | 29 | 35 | 68 | 99 | 101 | 58 | 39 | 26 | 28 | 54 | 53 | 36 | 626 |
| Turgen | 19 | 25 | 48 | 69 | 91 | 56 | 44 | 21 | 29 | 38 | 38 | 28 | 506 |
| Talgar | 23 | 23 | 46 | 76 | 74 | 46 | 31 | 19 | 22 | 40 | 37 | 26 | 463 |
| Medeu | 29 | 31 | 74 | 115 | 173 | 111 | 63 | 39 | 47 | 59 | 65 | 37 | 843 |
| Ust-Gorelnik | 28 | 31 | 66 | 125 | 173 | 137 | 97 | 62 | 42 | 56 | 50 | 33 | 900 |
| Grosse Almaty See | 23 | 27 | 54 | 98 | 142 | 128 | 109 | 74 | 43 | 47 | 43 | 33 | 821 |
| Mynschilki | 21 | 22 | 48 | 96 | 149 | 154 | 138 | 92 | 47 | 46 | 40 | 28 | 881 |
| Tujuksu | | | | | | | | | | | | | |

Nach den Daten des Kasgidromet und des Institutes für Geografie MON RK

Außerdem ist der Zuwachs der Niederschlägemenge aus dem Norden nach Süden in die Berge ganz charakteristisch. In Almaty - 626 mm, im Urotschitsche Medeu - 843, in Ust-Gorelnik - 900 mm (Tab. 3).

Tabelle 3.

Verhältniss zwischen der Anzahl der Niederschläge und der absoluten Meershöhe (1936-2000)

| Meteorologische Station | Meershöhe, mNN | Niederschläge, mm |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| Almaty (observatorium) | 848 | 626 |
| Kamenskoje Plateaue | 1350 | 871 |
| Medeu | 1529 | 843 |
| Ust-Gorelnik | 2254 | 900 |
| Mynschilki | 3036 | 881 |
| Tujuksu | 3420-3800 | 800-1200 |

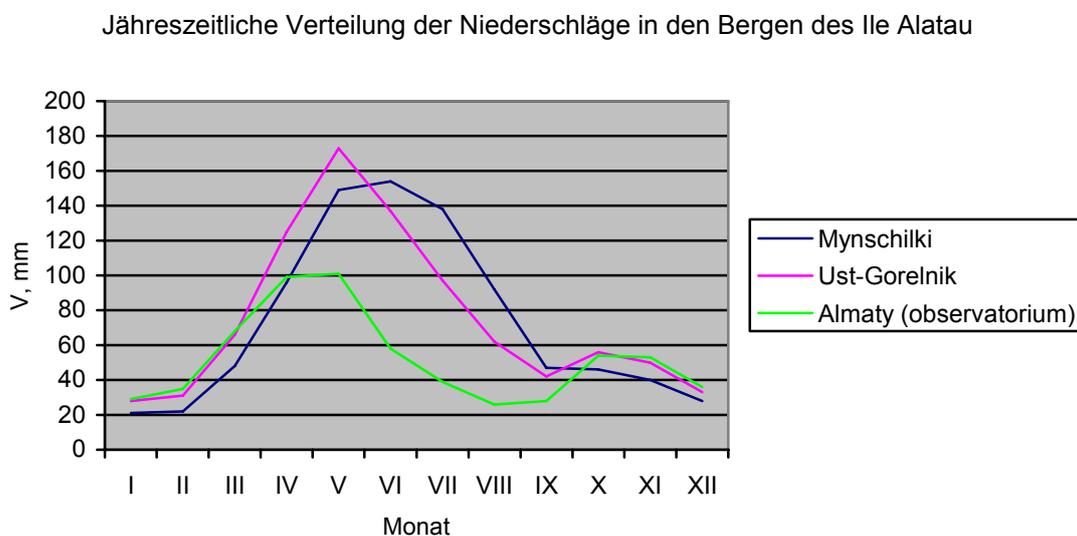
Nach den Daten des Kasgidromet und des Institutes für Geografie MON RK

Das Gebiet der Niederschlagsmaxima befindet sich zwischen 1500-2300 m Höhe. Höher, dank der Senkung der Temperatur und der Verkleinerung der Kapazität der Luftfeuchtigkeit, fällt die Anzahl der Niederschläge.

In der jährlichen Verteilung der Niederschläge sind zwei Minima charakteristisch: im Sommer und im Winter, und zwei Maxima: Hauptmax im Frühling und Nebenmax im Herbst. Es

ist nötig, die außerordentlich intensiven Niederschlägen in der Frühlingsperiode und am Anfang Sommer (Abb 5) zu betonen.

Abb. 5



Nach den Daten des Kasgidromet

In drei Monate (April, Mai, Juni) - auf dem Nordabhang des Ile Alatau in der Höhe mehr als 1000 m als auch in Almaty ist der Ausfall fast der hälften Menge der jährlichen Niederschläge (von 42 bis zu 48 %) beobachtet. Es wird mit zyklischen und thermischen Bedingungen der warmen Jahreshälfte erklärt. Der herbstliche Anstieg der Niederschläge ist unbedeutend, durchschnittlich für drei Monate - September, Oktober und November - fällt 16-20 % der jährlichen Menge. Noch geringer ist die Anzahl im Sommer und Winter. Es ist auch charakteristisch, dass es im beliebigen Monat des Jahres im Vorgebirge keine Niederschläge gibt, oder nur ganz geringen Mengen registriert. Solche Perioden sind normalerweise mit anomalen hohen thermischen Bedingungen kombiniert, welche oft atmosphärische Bodendürren verursachen.

Das große Interesse stellt Niederschlagsmaximum in einem Tag vor. Die Niederschläge oft stürmisch sind, und verursachen die großen Zerstörungen in den Bergen herbei: die Muren, die Überschwemmungen, die Schluchtunterspülung, die Zerstörung der Strassen und der Brücken, die Schneelawinen und andere unerwünschte und sogar katastrophale Erscheinungen, die bedeutenden Schaden der Infrastruktur bringen (Tab. 4).

In den Bergen des Ile-Alatau sind Starkniederschläge mit Sturm häufig vom Mai bis Juni. Die durchschnittliche Zahl der Tage mit Regengüssen in diesen Monaten beträgt 8-9, dass macht 75-95 % in Vorgebirgen und 45-65 % in der Zone der mittleren Höhen (Medeu).

Die festen Niederschläge bilden daneben 25-35 % der jährlichen Summe zusammen. Mit der Vergrößerung der absoluten Höhe des Geländes wächst auch die Anzahl der Tage mit Schnee. In Almaty beträgt Sie 35, in Medeu 55 Tage und im Bezirk des Grossen Almaty Sees erreicht die Zahl der Regentage 66 Tage.

Für die Wasserbilanz des Ile Alatau spielt auch die Schneedecke eine wesentliche Rolle. Ihre Höhe wechselt je nach der Höhe des Geländes, der Bedingungen der Orographie und der Expositionen. Sogar in der Hochgebirgszone haben die sonnigen Hänge bedeutend kleinere Schneemächtigkeiten als schattige; sie werden im Frühling viel früher vom Schnee befreit und im Herbst später von Schnee bedeckt. Die mittlere Schneehöhe auf der Ebene beträgt 20-30 cm, in den Bergen wächst sie zu und in der Höhe von 3000 m erreicht sie 89 sm. Schneefall in der

Hochgebirgszone ist sogar im Sommer möglich. In den Vorgebirgen passieren die Schneefälle 6 Monate während der warmen Jahreshälfte, vorzugsweise vom April bis September.

Tabelle 4.

Mittlere maximale Anzahl der Tagesniederschläge [mm] (1936-2000).

| Meteorologische Station | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Jahr |
|-------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| Schilik | 6 | 6 | 7 | 10 | 11 | 11 | 8 | 6 | 7 | 10 | 10 | 7 | 21 |
| Almaty (observatorium) | 10 | 12 | 18 | 26 | 29 | 20 | 15 | 12 | 13 | 18 | 17 | 13 | 38 |
| Werhnij Gorelnik | 9 | 11 | 17 | 30 | 36 | 37 | 29 | 22 | 16 | 18 | 16 | 10 | 52 |
| Grosse Almaty See | 8 | 10 | 14 | 24 | 29 | 28 | 25 | 21 | 15 | 16 | 14 | 10 | 40 |
| Mynschilki | 6 | 8 | 12 | 21 | 27 | 29 | 28 | 24 | 14 | 14 | 11 | 8 | 39 |

Nach den Daten des Kasgidromet

In der Regel bleibt der erste Schnee nicht lange liegen. Die Zeit der Bildung der Schneedecke in den mittleren Höhenlagen beginnt im September, in den Vorgebirgen - Ende November. Die Schneeschmelze fängt auf der Ebene im Februar an, und in den Bergen - Ende März.

Mit Geländeöhe wächst auch die Dauer der Schneedecke - von 100 Tagen in Almaty bis zu 190 Tagen im Bezirk des Grossen Almaty Sees (2511 m) und bis zu 230 Tagen in Mynschilki. Je nach Reliefhöhe verschiebt sich das Datum der Feststellung der Schneedecke auf frühere Zeit, und das Datum der Schmelze - auf später.

Die Anzahl und der Charakter des Ausfalles der Niederschläge beeinflusst direkt die Formierung des hydrographischen Netzes und der natürlich-landschaftlichen Besonderheiten der Berge. Die verhältnismäßig grosse Anzahl der Niederschläge in den Bergen, häufige Regen und die Schmelze rufen das Hochwasser der Flüsse, nicht selten die katastrophalen Muren hervor. Die festen Niederschläge, die im Bereich der Fels-Gletscherzone fallen, bilden das ewige Eis.

Das Klima des Ile Alatau ist sogar auf kleine Entfernungen sehr variabel. Eine Besonderheit stellt die deutliche Differenzierung den Hochzonen dar. In der Vorgebirgszone ist das Klima verhältnismäßig mit trockenen, heißen Sommern und mäßig warmen, schneearmen Wintern, von sehr starken kontinentalen Charakter. Mittelgebirge unterscheidet sich durch gemäßigte heiße Sommer, die maximale Anzahl der Niederschläge und den milden warmen Wintern. Für die Hochgebirgszone ist der kühle feuchte Sommer und der strenge kalte Winter typisch. Es ist die Zone des ewigen Frostes, Schnees und Eises.

2.6. Boden und Vegetation

Boden und die Vegetation, wie auch alle anderen Elemente der Landschaft des Ili Alatau, sind den physisch-geographischen Gesetzmäßigkeiten untergeordnet, die hauptsächlich von der Höhe des Geländes abhängig sind, und sind in landschaftliche Höhenstufen gegliedert. Im Allgemeinen stimmen sie mit den Reliefstufen und den klimatischen Höhenstufen überein.

Die natürlich-landschaftliche Höhenstufung des Ile Alatau ist klassisch und ist so nirgendwo anders in Kasachstan zu finden. Sie ist im zentralen, im Höchstgebirgstiel des Nordgrates am deutlichsten ausgeprägt. An den Grenzgebieten wird das Klima trockener und die Zonen verschieben sich nach oben.

Nachfolgend wird eine kurze Charakteristik der Höhenstufen ab dem Vorgebirge vorgenommen [Schandajew M. Sch., 1978; Serpikow S. K., 1961; Schandajew M. Sch., 1972]:

Die Wüsten - Steppenstufe nimmt den Streifen der Vorgebirgsebene innerhalb der Höhen 600-800 m sowie westliche Ränder, und die Interbergtäler des östlichen Teiles des Gebirgskammes (Höhe bis 1200-1300 m) ein. Die Böden sind hauptsächlich Grauböden auf

Lößlehm. Agrikulturchemikalisch sind diese Böden bestens für eine künstlich bewässerte Landwirtschaft geeignet. Die Pflanzendecke der Wüsten- und Steppenzone besteht aus Gras und weist im Sommer projektivische Deckung von 40 bis 50% auf. Im Grasbestand dominieren gewöhnlich verschiedene Beifußarten sowie *Ceratocarpus Linnaeus*, seltener findet man Federgras. Darüber hinaus sind auch die Halbgebüsche *Kochia A.Roth*, *Krascheninnikovia Gueldenstaedt* etc., und im Frühjahr zahlreiche Ephemera und Ephemeroide (*Carex Linnaeus*, *Allium Linnaeus*, *Tulpen*) verbreitet. Die Wüstensteppen im natürlichen Zustand werden im Herbst und Frühling als Weiden mit geringer Futterkapazität verwendet. Doch ihre Verbreitungsgebiete sind vom Menschen fast vollständig umgewandelt worden und bilden heute eine Kulturlandschaft.

Grasreiche Kräuterwiesen und Steppen: Den oberen Teil dieser Zone nehmen grasreiche Kräuterwiesen ein, den unterengrasreiche Kräutersteppen. Die Hochgrenzen erreichen bis 900-1700 m. Grasreiche Kräuterwiesen liegen tiefer als die Waldzone und sind hauptsächlich auf den oberen Stellen, in den Stromgebieten der Flüsse Assy, Schilik, Usunkargaly, Karakastek und anderer Flüsse weit verbreitet. Die Böden dieser Wiesen sind Bergschwarzerden mit einer Mächtigkeit von 50-60 cm. Bei ausreichender atmosphärischer und Bodenbefeuchtung entwickelt sich hier geschlossene hochwüchsige Wiesenvegetation. Hierzu zählen u. a. Arten wie *Calamagrostis Adanson*, *Bromus Linnaeus*, *Elytrigia A.Desvaux*, *Dactylis Linnaeus*, *Dictamnus Linnaeus* etc. Außerdem kommen hier verschiedene *dicotyledonous* (*Dolden*, *die Glockenblumen*, *die Geranien* etc.) vor. Über den Tälern dringen diese Wiesen manchmal tief in die Waldzone vor und bilden breite Waldwiesen mit der reichen, kräftigen Vegetation. Die Gebüsche sind durch folgende Arten vertreten: Heckenrose, Weißdorn, Berberitze, Geissblatt, Sanddorn.

Grasreiche Kräutersteppen nehmen die unteren Prilawken und flachgebirgige Anhöhen der westlichen und östlichen Ausläufer des Grates ein. Unter diesen Steppen werden die bergigen dunkel-kastanienbraunen Böden gebildet, stellenweise humusarme Schwarzerden auf lössigen Subtypen. In den Steppen dominieren Federgras, *Elytrigia A. Desvaux*, *Helictotrichon* etc.). Grasreiche Kräutersteppen und Wiesen sind hochproduktive Weiden, an manchen Orten wird Heu geerntet. Der Boden dieser Zone ist teilweise beackert oder dient für Obst-Gartenkulturen. In den Gebieten mit kastanienbraunen Böden und Schwarzerde, als auch auf lössigen Subtypen entwickelt sich leicht die Erosion. Deshalb ist hier die Anwendung antierosionalen Maßnahmen obligatorisch.

Die Wald-Wiesenstufe: Der zentrale Teil des Ile Alatau ist bis zu einer Höhe von 1200-1300 m (untere Grenze) bewaldet, im Osten im Westen liegt die untere Grenze des Fichtenwaldes wegen des trockenen Klimas 600 m höher, und die Laubwälder werden von den Bergsteppen abgelöst. Die obere Grenze der Waldzone liegt bei 2600-3000 m. In den Oberläufen des Flusses Assy im Osten verschwindet die Waldzone. Die Gebirgswälder bilden meist mehr oder weniger unterbrochene Streifen. Öfters sind sie als isolierte Gruppen vertreten, gewöhnlich an den Nordhängen. Südliche und südwestliche Hänge sind oft mit dünner Steppenvegetation mit den Gestrüppen der Gebüsche - Berberitze, Geissblatt, Heckenrose usw. bedeckt, oder vegetationslos, und werden intensiv abgetragen. Die Tannenbäume wachsen in der Regel auf dunkelfarbigen Böden des Bergwaldstyps mit schwach ausgeprägter Podsolierung auf den steilen Hängen.

In der Waldstufe fällt die größte Niederschlagsmenge, deshalb zeichnet sie sich durch eine reiche Vegetation aus. Es dominiert hier die Tienschanfichte (Schrenks Fichte). In den feuchten Tälern, unter Fels, sind folgende Pflanzen vertreten: Moose, Schachtelhalm und die Farnkräuter. Auf den Waldwiesen entlang der südlichen Hänge wachsen hochgrasige Pflanzen, die hervorragende Weiden bilden. Die wertvollsten Futtergräser sind *Dacylis*, *Bromus*, *Elytrigia*, *Alopecurus*, *Phleum*.

Der untere Teil der Waldstufe in den tiefen Schluchten ist von lichten Wäldern bedeckt. Hier sind folgende Pflanzenarten anzutreffen: wilder Apfel, Birne, Aprikose, Birke, Espe, Weißdorn sowie Berberitze, Heckenrose, Johannisbeere usw.

Diese Laubarten sind hauptsächlich im zentralen Teil des Ile Alatau verbreitet. Unter ihnen wird der dunkelgraue Podsol gebildet. Die Nordhängen der Berge und die Flusstäler sind mit grasreichen Kräuterwiesen auf Gebirgstundraboden bedeckt. Diese verfügen über einen gut entwickelten Rasen-Horizont und weisen einen hohen Humusgehalt von 13-15 % auf. Die südlichen Hänge sind sehr trocken und steinig. Ihre Vegetation besteht aus lichten Wäldern, Steppen und Gebüsch (Turkestanische Artscha, Geißblatt u. a.). Lichte Fichtenwälder findet man an den schattigen Hängen.

Die subalpine Stufe liegt zwischen der alpinen und der Waldstufe, zwischen 2400 und 3200 m Höhe. Auf den flachen, diluvialen Lehmen der Kronendächer und der flachen Wasserscheiden ist der subalpine Gebirgswiesenboden entwickelt. Er verfügt über eine hohe Mächtigkeit und zeichnet sich durch einen hohen Humusgehalt von bis zu 20 % aus. Hier wachsen besonders kräftige Wiesen. Hier ist die kurzgrasige Gräserkrautvegetation entwickelt: *Geranie*, *Alchemilla*, *Phlomis*, *Alpenpoa* und andere Pflanzen, die für die Alpenzone typisch sind. Unter den Gräsern hebt sich das Bergriedgras heraus. Die Grasvegetation zeigt ein buntes Mosaik an Hochgebirgsarten. Hier befinden sich die ausgezeichneten Sommerweiden - Dschajljau.

In der unteren Grenze findet man die verdrängten Exemplare der Tienschan Fichte und zahlreiche Gebüsch der Turkestanischen Artscha (*Juniperus Turkestanicus*). Turkestanische Artscha ist eine sehr typische Pflanzenformation der subalpinen Stufe.

Hier kommen auch andere weidenartige Gebüsch und *Caragana* vor. In der subalpinen Stufe des östlichen Teiles des Gebirgszuges auf den flachen Oberflächen der Bergmassive und auch in westlichen Grenzgebieten findet man Wiesenkräutersteppen auf einem Boden mit hohem Humusgehalt. Hier wachsen u.a. Pflanzen wie *Wiesenpoa*, *Kaukasisches Federgras* etc.

Die Höhenstufe der alpinen Wiesen liegt zwischen 2600-3200 m und nimmt große Flächen ein, besonders in den östlichen und westlichen Grenzgebieten des Gebirgszuges. Das Relief ist von den Oberläufen der Flüsse geteilt. Die Hänge sind hier oft ganz mit Vegetation bedeckt. Hier wird im kalten und feuchten Klima der alpine Gebirgswiesenboden auf Schotterlehm gebildet. Dieser Boden verfügt über eine geringe Mächtigkeit (10-15 cm), hat jedoch gute Struktur und einen hohen Humusgehalt von 12-15 %, der Rasen ist dicht. In der alpinen Stufe wachsen kobresien-kryophile Wiesen sowie alpine Waldwiesen. Die Vegetation ist geschlossen, typisch für Niederkräuterwiesen, kräftig und reich auf sattfarbige Arten. Hier dominieren Gräser und Kräuter, besonders Kobresien, *Alchemilla*, *Geranien*, *Elytrigia* etc. Auffallend sind gelbe alpinen Mohn, blau-violetten Stiefmütterchen, *Gentiana* mit den großen blauen Glockenblumen, die *Primel*. Auf den Schotterorten kommt das niedrige flaumige Edelweiß vor. Die alpinen Wiesen in Ile Alatau sind weit verbreitet und dienen als hochproduktive Sommerweiden für die extensive Weidewirtschaft.

Die Felsen-Gletscherstufe ist die höchste Gebirgsstufe, sie umfasst den Gipfelteil des Gebirgszuges, der über 3200 m liegt. Es ist die Fels- und Gletscherzone, Zone des Schutts. Es fallen hier nur feste Niederschläge, das Klima ist hart und ungeeignet für die Entwicklung des organischen Lebens. Scharfe Kämme, die steilen steinigen Abhänge, Schnee und Eis geben dem glazialen Gebiet eine leblose Gestalt. Die Schuttfälle verhindern die Entwicklung von flachgründigen Böden. Deshalb ist die Vegetation sehr arm, die Pflanzen sind den harten Bedingungen angepasst. Die Felsen werden von Bakterien, Wasserpflanzen und Flechten besiedelt. Im Sommer tauen untere Gletschergrenzen auf und an einigen Stellen taut nur die obere Bodenschicht, und unten bleibt der ewige Bodenfrost. Hier befinden sich die Bereiche der Hochgebirgstundra, wo meistens Riedgräser vorkommen. Auf den südlichen Hängen auf Moräne und Schutt kommen Moose und Flechten vor.

Insgesamt stellt die Bodenkrautpflanzendecke des Ile Alatau eine komplizierte Kombination der vielfältigen Komplexe dar, die sich von den Halbwüstensteppen in den Vorgebirgen bis zu den alpinen Wiesen in den Bergen gegenseitig ablösen. Die größten Wiesenkrautressourcen findet man am Nordhang des Grates, während am südlichen Hang die

steinigen Oberflächen überwiegen, die Grasdecke ist locker und die Wälder besetzen als Inseln nur die schattigen Abhänge. Es ist eine weitere Gesetzmäßigkeit zu beobachten, und zwar die zunehmende Trockenheit des Klimas und der xerophytenreichen Pflanzendecke an den Rändern des Gebirgszuges. Dies ist besonders im östlichen Teil der Fall, wo eine wesentliche hypsometrische Verschiebung der Höhenstufen auftritt, die die untere Grenze dieser Stufen im zentralen Teil des Gebirgszuges (Waldstufe) übersteigt. Aus dem gleichen Grund kommen zum Beispiel die Halbwüstenformationen hier weit im Gebirge bis zu 2000 m vor, und die Steppen steigen noch höher hinauf.

3. Forschungsstand

Zu Fragen der Naturgefahren im Nördlichen Tianshan liegt eine Reihe von Grundlagenergebnissen vor. Unter den Naturgefahren mit zerstörender Wirkung nehmen die Lawinen eine besondere Stellung ein. Ihre Verbreitung und Häufigkeit übertreffen die der Muren, Bergrutsche und Steinschläge [I. Severskiy u. V. Blagoveshchenskiy 1983, 1990]. In Kasachstan sind 130.000 km² der Gebirge lawinengefährdet [I. Severskiy u. V. Blagoveshchenskiy 1983, 1990]. Die größte Lawinenintensität im Tianshan ist in dessen nördlichen Ile-Alatau zu beobachten, wo auch ihre Höhengliederung am deutlichsten ausgeprägt ist. In den unteren Gebirgspartien zwischen 1000-1600m liegt eine geschlossene Schneedecke mit einer Maximalhöhe von 0,3m maximal 2 Monate. Daher ist die Lawinengefährdung hier eher gering. Es gibt vor allem Hanglawinen mit flächenmäßig geringen Einzugsgebieten; sie treten nur in schneereichen Jahren, im Durchschnitt alle 10 Jahre auf.

Die größte Lawinentätigkeit ist im Bereich zwischen 1600 bis 3000m zu beobachten, mit Schneehöhen von 0,5 bis 0,7 m und mehr. Die Lawinentätigkeit (v. a. nach bedeutenden Neuschneefällen) dauert von November bis April, mit einem Maximum im März-April, bei bereits auftretenden Tauperioden. Es werden dabei auch die Mittelhänge erreicht, wo Straßen und Wanderwege entlang führen. In der nivalen Zone sind die günstigsten Vorraussetzungen zur Lawinenbildung im Mai-Juli mit höheren Niederschlägen und Lufttemperaturen sowie der maximalen Sonnenscheindauer [I. Severskiy 1980, 1983, 1992; I. Severskiy et al 2000].

Unter den Naturgefahren im Tianshan spielen auch die Muren eine große Rolle. Am häufigsten sind sie an der Nordabdachung des Ile-Alatau zu beobachten. Im Zeitraum von 1841 bis 1990 wurden hier mehr als 450 Murabgänge registriert; deren Genese zu 87% auf Starkregen, zu 11% auf glaziale und zu 1% auf seismische Ursachen zurückzuführen war [Medeuov u. a. 1993].

Ausgesprochen murengefährdet sind die Einzugsgebiete der Großen und Kleinen Almatinka sowie der Flüsse Talgar, Essik und Aksay und Kaskelen. Dort werden die Muren hauptsächlich durch Starkregenereignisse und Moränenstauseeausbrüche verursacht (Baume 2002). Die Hauptaktivität fällt auf den Zeitraum von Mai bis Juli. Murabgänge mit katastrophalem Ausmaß, die bis in die Vorgebirgsregion reichten, fanden in den Jahren 1841, 1887 und 1921 statt, wobei das Volumen des transportierten Materials jeweils 5-7 Millionen Kubikmeter erreichte.

Steinschlaggefährdete Gebiete erstrecken sich im Nördlichen Tianshan über eine Fläche von 470 km². Außerdem sind auch große Flächen von Rutschungen sowie Berg- und Felsstürzen bedroht. Es sind im Nördlichen Tianshan 144 Bergstürze mit einer Gesamtfläche von 327 km² bekannt. Unter ihnen sind der Bergsturz am Großen Almatinka-See und der Essik-Bergsturz am bedeutendsten [Medeuov u. a. 1998].

4. Forschungsansatz und Methoden

Die Herangehensweise in Arbeit entspricht der Methodik im Sinne der „klassischen“ Landschaftsforschung mit den Etappen: Analyse, Bewertung, (Prognose) sowie Anwendung bzw. Umsetzung. Es wurde darüber hinaus ein integrativer Forschungsansatz gewählt, der die komplexen und zugleich komplizierten Zusammenhänge zwischen Naturressourcen und – Risiken berücksichtigt.

Aufbauend auf der Ermittlung des Naturraumangebots und mit Hilfe einer auszuarbeitenden Bewertungsmatrix werden dann Naturraumpotentiale beurteilt und auf ihre Dynamik untersucht. Mit einer qualitativen Ermittlung von risikobildenden Prozessen soll auf Naturraumrisiken geschlossen werden.

Unter Berücksichtigung von Erfahrungen aus anderen Untersuchungsgebieten sollen aus den gewonnen Erkenntnissen Handlungsempfehlungen für die Planung und das Management der Schutzgebiete sowie zu alternativen Möglichkeiten einer nachhaltigen und zugleich geoökologisch fundierten Nutzung der Untersuchungsgebiete erarbeitet werden. Im Vordergrund steht dabei auch die Diskussion gleichzeitig zu ergreifender und vor Ort mit einfachen Mitteln tatsächlich zu verwirklichender Maßnahmen im Naturschutz sowie die Erarbeitung und Diskussion von Maßnahmen zur Minderung der jeweiligen Naturraumrisiken.

Das Methodenspektrum umfasst im Einzelnen:

- Auswertung vorhandener Daten-, und Kartenmaterialien
- Auswertung von Fernerkundungsdaten
- Umfangreiche eigene Kartierungen zu Naturrisiken
- Recherchen bei Behörden, Befragungen

5. Ursachen, Charakteristik und Auswirkungen ausgewählter Naturgefahren im Ile-Alatau

Unter den gefährlichen Prozessen in den Bergen Kasachstans sind die Schneelawinen, die Muren, die Erdrutsche, die Steinschläge und die Bergstürze sehr verbreitet. Sie können auch unter den endogenen Vorgängen als Erdbeben aktiviert werden. Die Überschwemmungen, die vom Regen und von Durchbrüchen der Seen herbeigerufen sind, werden hier unvermeidlich in Muren transformiert [Blagoweschenskiy W. P., 1978; Medeuow A. R., Nurlanow M. T., 1996].

Jeder dieser spontanen Prozesse wird von bestimmten Bereichen der Bedeutungsvolumina, den Häufigkeiten und der Verbreitung (Tab. 5,6) charakterisiert, die den zerstörenden Effekt bedingen.

Tabelle 5.

Charakteristische Parameter der häufigsten Naturgefahren im Ile-Alatau (Mittelwerte seit 1957)

| Prozess | Volumen (1000 m ³) | Häufigkeit (pro Jahr) | Verbreitung % der Fläche |
|------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Lawinen | 3-5 | 1-0,1 | 50-90 |
| Muren | 4-6 | 0,1-0,01 | 50-90 der Talböden |
| Erdrutsche | 4-6 | 0,1-0,01 | 10-30 |
| Bergstürze | 4-8 | 0,01-0,001 | 30-50 |

(nach Daten IfG, Almaty)

Verbreitung ausgewählter Naturgefahren in Fluss-Einzugsgebieten des Ile Alatau

| Einzugsgebiet | Höhe | Fläche , km ² | Lawinen Die Fläche der Lawinengefährliche- gebieten, km ² mit verschiedener Stufe der Lawinen Gefahr | | | Muren Die Länge der Strombetten (km) mit Muren verschiedenen Umfanges | | | Bergstürze Zahl der Bergstürze verschiedenen Umfanges, m ³ | | | | | Gestammte Fläche mit Bergstürze, km ² | Steinschläge Fläche der Abhänge mit Steinschlagge fahr, km ² | Erdrutschungen Fläche der Gebiete, die der Erdrutschgefahr unterworfen sind, km ² . | | |
|------------------|-----------|-----------------------------|--|-----------|------------|--|-----------|-----------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|---|---|-----------|----------|
| | | | Groß | Mittel | Gering | Klein | Mittel | Groß | 10 ⁴ | 10 ⁵ | 10 ⁶ | 10 ⁷ | 10 ⁸ | | | Gering | Mittel | Groß |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Karakastek | 1000-1500 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1500-2000 | 40 | 6 | 4 | - | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 2000-2500 | 76 | 20 | 8 | - | 10 | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | 2 | - | - | - |
| | 2500-3000 | 65 | 5 | - | - | 40 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 3000-3500 | 7 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Insgesamt | | 200 | 33 | 12 | - | 55 | 12 | - | 1 | - | - | - | - | 1 | 3 | - | - | - |
| Usyn-Agasch | 1000-1500 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1500-2000 | 23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 2000-2500 | 52 | - | - | 15 | 8 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 7 | - | - |
| | 2500-3000 | 22 | - | - | 5 | - | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 3000-3500 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Insgesamt | | 110 | - | - | 20 | 8 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 7 | - | - |
| Usynkargaly | 1000-1500 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 1500-2000 | 87 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 10 | - | - |
| | 2000-2500 | 96 | - | - | 43 | 5 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 15 | 10 | - |
| | 2500-3000 | 70 | - | - | 50 | 12 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 58 | - | 5 | 20 | 10 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 22 | - | - | 12 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| Insgesamt | | 344 | - | 5 | 125 | 27 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 25 | 10 | - |
| Schemolgan | 1000-1500 | 5 | - | - | - | - | - | 3 | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 | 2 | - |
| | 1500-2000 | 42 | - | - | - | - | - | 5 | - | - | - | - | - | - | - | 34 | 8 | - |
| | 2000-2500 | 26 | - | 5 | - | 2 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 20 | - | - |
| | 2500-3000 | 28 | - | 3 | 15 | 5 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 25 | - | - | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 12 | - | - | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| Insgesamt | | 139 | - | 8 | 34 | 7 | 15 | 13 | - | - | - | - | - | - | 4 | 36 | 30 | - |
| Kaskelen | 1000-1500 | 14 | - | - | - | - | - | 8 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | - |
| | 1500-2000 | 59 | - | - | - | - | 4 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 9 | - |
| | 2000-2500 | 48 | - | 35 | - | - | 3 | 8 | - | 1 | 1 | 1 | - | 6 | 3 | 5 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|---|
| | 2500-3000 | 59 | - | 5 | 20 | 10 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 68 | - | 10 | 15 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 42 | 10 | 15 | 5 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 3 | - | - | - | |
| Insgesamt | | 290 | 10 | 65 | 40 | 34 | 22 | 30 | - | 1 | 1 | 1 | - | 6 | 13 | 60 | 14 | - |
| Kyrgauldy | 1000-1500 | 8 | - | - | - | - | - | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | - |
| | 1500-2000 | 13 | 5 | - | - | - | 5 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - |
| | 2000-2500 | 10 | - | 8 | - | - | 2 | 3 | - | 2 | - | - | - | 4 | - | - | - | - |
| | 2500-3000 | 7 | - | - | 6 | 3 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 4 | - | - | 4 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Insgesamt | | 42 | 5 | 8 | 10 | 4 | 9 | 15 | - | 2 | - | - | - | 4 | 1 | - | 18 | - |
| Aksay | 1000-1500 | 7 | - | - | - | - | - | 5 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 3 | - |
| | 1500-2000 | 12 | 3 | - | - | 1 | 2 | 4 | - | 1 | - | 7 | - | 4 | - | 2 | 2 | 1 |
| | 2000-2500 | 19 | 6 | 7 | - | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | 6 | - | - | - | - |
| | 2500-3000 | 24 | - | - | 16 | 2 | 4 | - | 2 | 1 | - | - | - | 5 | 2 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 38 | - | - | 26 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 5 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 33 | - | - | 20 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - |
| | >4000 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Insgesamt | | 134 | 9 | 7 | 63 | 14 | 12 | 13 | 4 | 4 | - | 1 | - | 15 | 9 | 6 | 5 | 1 |
| Kargaly | 1000-1500 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | - | - |
| | 1500-2000 | 7 | 2 | - | - | 1 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 5 | 2 |
| | 2000-2500 | 7 | - | 6 | - | 2 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2500-3000 | 7 | - | - | 6 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | - | - | - | 5 | 1 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 9 | - | - | 7 | 2 | - | - | 1 | 1 | - | 1 | - | 5 | - | - | - | - |
| | 3500-4000 | 8 | - | - | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| >4000 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Insgesamt | | 44 | 2 | 6 | 20 | 7 | 6 | 9 | 3 | 2 | - | 1 | - | 10 | 2 | 5 | 5 | 2 |
| Ulken Almaty | 1000-1500 | 4 | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 2 |
| | 1500-2000 | 30 | 6 | - | - | - | 6 | 4 | 3 | 2 | - | 1 | - | 8 | 1 | 3 | 5 | - |
| | 2000-2500 | 33 | 5 | 20 | - | - | 8 | 3 | 2 | 2 | - | 1 | - | 10 | 3 | - | - | - |
| | 2500-3000 | 38 | - | 12 | 15 | 5 | 6 | 3 | 1 | 1 | - | 2 | 1 | 20 | 8 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 81 | - | 11 | 30 | 10 | - | - | 2 | - | - | - | - | 2 | 25 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 86 | - | - | 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27 | - | - | - |
| >4000 | 8 | - | - | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - | |
| Insgesamt | | 280 | 11 | 43 | 93 | 15 | 20 | 12 | 8 | 5 | - | 4 | 1 | 40 | 66 | 4 | 6 | 2 |
| Kischi Almaty | 1000-1500 | 7 | - | - | - | - | - | 6 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 2 | 1 |
| | 1500-2000 | 27 | 4 | - | - | - | - | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 1 | - |
| | 2000-2500 | 23 | - | 5 | 15 | - | 2 | 5 | 3 | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - | - |
| | 2500-3000 | 23 | - | - | 18 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | - | 1 | - | 5 | 4 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 19 | - | - | 11 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 17 | - | - | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | - | - | - |
| >4000 | 2 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | |
| Insgesamt | | 118 | 4 | 5 | 58 | 11 | 8 | 18 | 5 | 1 | - | 1 | - | 7 | 29 | 7 | 3 | 1 |
| Talgar | 1000-1500 | 13 | - | - | - | - | - | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1500-2000 | 41 | 4 | 16 | - | - | 10 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2000-2500 | 45 | - | 12 | 28 | - | 20 | 12 | - | 3 | - | - | - | 6 | 5 | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----|-----|----|-----|----|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|----|---|
| | 2500-3000 | 71 | - | - | 65 | 15 | 8 | - | - | 2 | 1 | - | - | 6 | 10 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 116 | 12 | - | 92 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | 24 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 114 | 12 | - | 76 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 32 | - | - | - |
| | >4000 | 44 | 4 | 4 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 16 | - | - | - |
| Insgesamt | | 444 | 30 | 32 | 281 | 45 | 38 | 32 | - | 5 | 1 | - | - | 12 | 87 | - | - | - |
| Esik | 1000-1500 | 14 | 8 | - | - | - | - | 12 | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 2 | 2 |
| | 1500-2000 | 40 | - | 5 | 30 | - | - | 8 | 3 | - | - | - | - | 3 | - | 2 | 5 | 3 |
| | 2000-2500 | 35 | - | - | 30 | 2 | 5 | 6 | - | 1 | 1 | 1 | - | 8 | - | - | - | - |
| | 2500-3000 | 36 | - | - | 28 | 8 | 10 | - | 1 | 2 | 1 | - | - | 10 | 7 | - | - | - |
| | 3000-3500 | 49 | - | 7 | 20 | 10 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 59 | 5 | 8 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | - | - |
| >4000 | 23 | - | - | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Insgesamt | | 256 | 13 | 20 | 143 | 20 | 20 | 26 | 4 | 3 | 2 | 1 | - | 21 | 29 | 5 | 7 | 5 |
| Turgen | 1000-1500 | 26 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 10 | - |
| | 1500-2000 | 65 | 16 | 16 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2000-2500 | 112 | 44 | 12 | 4 | 10 | 10 | - | 7 | 5 | 5 | 1 | - | 41 | - | 15 | 10 | 7 |
| | 2500-3000 | 196 | 64 | - | 36 | 20 | 15 | - | 3 | 1 | - | 2 | 2 | 39 | - | - | - | - |
| | 3000-3500 | 118 | 72 | 8 | 24 | 15 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | 9 | - | - | - |
| | 3500-4000 | 80 | 20 | 4 | 8 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | - | - |
| >4000 | 5 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | |
| Insgesamt | | 614 | 220 | 44 | 76 | 50 | 45 | - | 10 | 6 | 5 | 3 | 2 | 80 | 20 | 20 | 20 | 7 |
| Asy | 1000-1500 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 1500-2000 | 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | 2000-2500 | 180 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2500-3000 | 212 | 15 | 8 | 20 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 15 | - | - |
| | 3000-3500 | 26 | - | - | 12 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Insgesamt | | 426 | 15 | 8 | 32 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 15 | - | - |
| Sarybulak | 1000-1500 | 56 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1500-2000 | 136 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2000-2500 | 64 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2500-3000 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 3000-3500 | 4 | 2 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Insgesamt | | 194 | 2 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Schenischke | 1000-1500 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1500-2000 | 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2000-2500 | 190 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2500-3000 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 3000-3500 | 45 | 18 | - | - | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Insgesamt | | 485 | 18 | - | - | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

(nach die Daten IfG, Almaty)

Die gefährlichsten Vorgänge in Ile Alatau sind Schneelawinen und Muren. Dabei zeichnen sich die Schneelawinen durch eine große Reichweite und Häufigkeit aus, und die Muren werden mit großer zerstörender Kraft charakterisiert.

5.1. Lawinen

Die Schneelawinen werden praktisch in allen Gebirgen Kasachstans beobachtet, aber die intensivste Lawinentätigkeit wird auf dem Gebiet des Nordtienschans, besonders im Ile Alatau [Sewrskiy I. W., Blagoweschenskiy W. P., 1990] verzeichnet.

In Ile Alatau gibt es sechs Lawinentypen [Sewrskiy I. W., 1976; Kondraschow I. W., 1991]: die Lawinen, die mit dem Schneefall (50,7 %) verbunden sind, mit den Schneestürmen (1,8 %), mit der Schneeeigenschaftenänderung (0,8 %), mit Insolation (0,3 %), mit dem Tauwetter (18,9 %), und die gemischten Lawinen, die mit den Niederschlägen während des Tauwetters verbunden sind (27,5 %). Durch die Häufigkeit unterscheiden sich die Lawinen, die mit dem Schneefall verbunden sind, aber doch werden die maximalen Lawinenkapazitäten (bis zu 300 Tausend m³) bei den Lawinen des gemischten Typs verzeichnet.

5.1.1 Verbreitung der Lawinengefahr

In der Raumverteilung der Lawinengefahr tritt die Hochgebirgsstufe deutlich hervor.

Die lawinengefährlichen Territorien des Flachlandes besitzen die unteren Teile des Abhänge in den Höhen von 1000 bis zu 1600 m. Die Schneedecke bleibt hier nicht mehr als zwei Monate im Jahr und übertrifft selten 0,3 m, was die niedrige Lawinenaktivität und die schwache Lawinengefahr verursacht. Hier dominieren die Hanglawinenbahnen der kleinen Fläche, und die Lawinen werden nur in den schneereichen Jahren, nicht öfter als alle zehn Jahre beobachtet.

Am meisten aktiv sind Lawinenprozesse in der Mittelgebirgszone (1600-3000 m), wo die Höhe der Schneedecke 0,7-1,5 m erreicht. Die feste Schneedecke dieser Höhe wird nur auf den nördlichen und nordöstlichen Abhängen gebildet. Die Umfänge der Lawine erreichen 300 Tausend m³ und mehr. Wobei in der Mittelgebirgszone werden im Intervall der Höhen 2500-3000 m (53,9%) aller Lawinen abgegangen. Im Mittelgebirgsland (2200-2500 m) sind es nur 14,1 % der Lawinen. Doch sind die Lawinen hier am gefährlichsten, da diese Zone von den Leuten in die Winterzeit [Sewrskiy I. W., Blagoweschenskiy W. P., 1990] am meisten besucht ist.

Das Hochgebirgsland (über 3000 m) besitzt nach der Stufe der Lawinenaktivität den zweiten Platz. Darauf kommt 27,4 % der Lawinen.

Die Lawinenaktivität hängt häufig von der Orientierung der Hänge in bedeutendem Maße ab. Die höchste Lawinenaktivität zeigen die Abhänge der Nord-, östlichen und nordöstlichen Orientierungen. Der Gesamtvolumen der Lawinen auf diesen Hängen beträgt entsprechend 44,4 %, 20,0 % und 17,1 % vom gesamten Lawinenumfang [Sewrskiy I. W., 1976] zusammen. Auf den Abhängen der nordwestlichen, westlichen und südwestlichen Orientierungen ist die Lawinenaktivität bedeutend geringer. Die Kapazität des von den Lawinen versetzten Schnees auf diesen Abhängen beträgt 13,1; 3,4 und 1,8 %.

5.1.2 Charakteristik der Lawinenaktivität

Die Lawinentätigkeit beginnt schon im November, aber die zerstörende Wirkung der meisten Lawinen in dieser Periode ist nicht groß. Im November - Dezember, Januar und Februar herrschen die Lawinen vor, die mit Schneefall verbunden sind.

Die Lawinentätigkeit verstärkt sich erheblich vom März bis April. In dieser Zeit fällt die für den Winter maximale Niederschlagsmenge, es wird das intensive und langwierige Tauwetter

beobachtet, das zur Formierung der gefährlichsten Naßschnee-Lawinen führt [Kondraschow I. W., 1981].

So entfallen im März auf die Lawinen im Tal des Flusses Kischi Almaty 28 % der gesamten Lawinenanzahl. Der lawinengefährlichste Monat ist April, wenn 39 % aller Lawinen abgehen (Tab. 7), die in der Regel die Talebene erreichen.

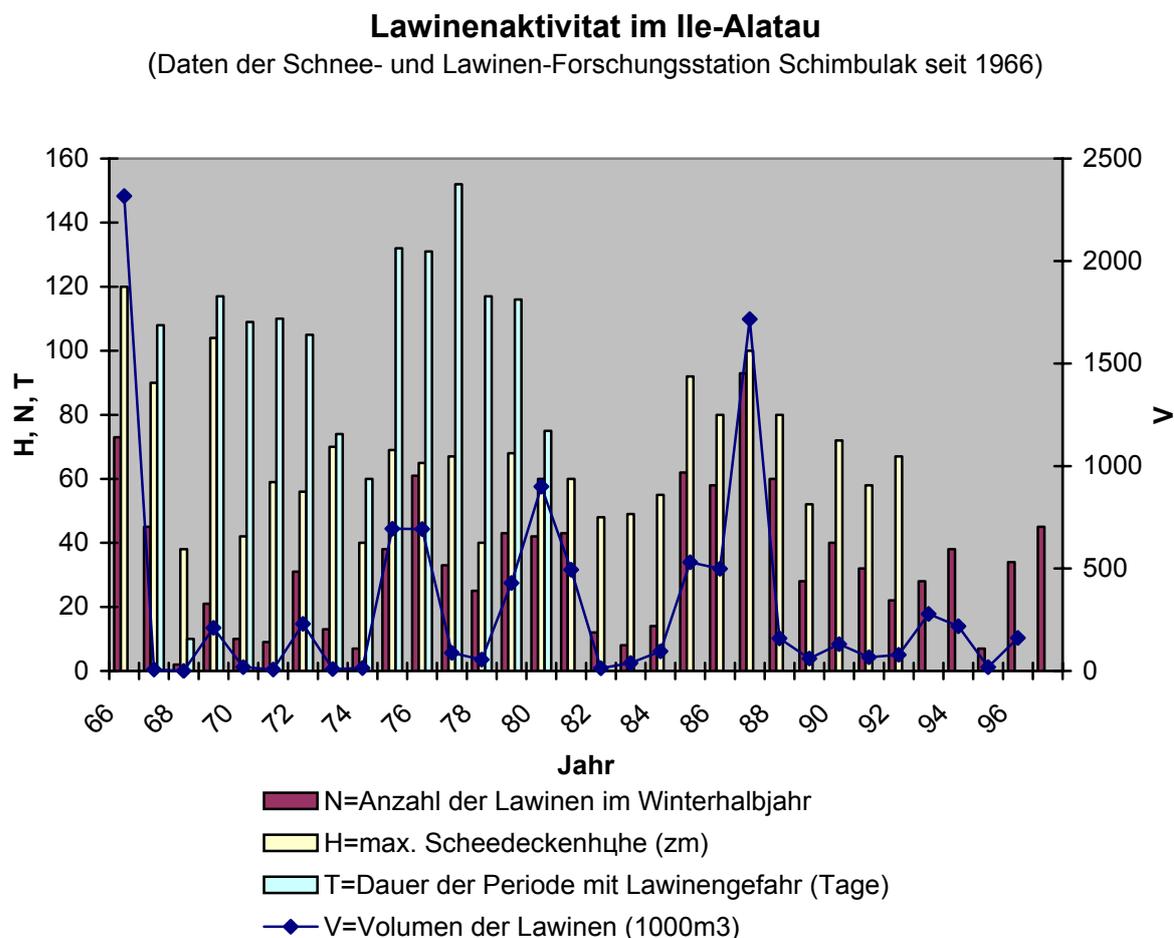
Tabelle 7

**Volumen des von Lawinen umgelagerten Schnees (1000 m³)
im Tal der Kischi Almaty von 1966 bis 1990
(nach Daten Schnee- und Lawinen-Forschungsstation Schimbulak)**

| Exposition | Monat | | | | | | | Insgesamt |
|----------------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|------|-----------|
| | XI | XII | I | II | III | IV | V | |
| Nord | 4,9 | 796,0 | 42,2 | 68,1 | 797,3 | 1867,7 | 0,6 | 2859,4 |
| Nord-östliche | 9,2 | 29,5 | 32,3 | 75,6 | 211,1 | 779,2 | - | 1136,9 |
| Östliche | 3,7 | 87,2 | 58,1 | 110,8 | 366,0 | 605,5 | 36,5 | 1226,8 |
| Süd-östliche | - | - | - | 3,0 | 125,0 | - | - | 128,7 |
| Süd-Westliche | - | - | - | 3,5 | 3,5 | - | - | 7,0 |
| West | 9,2 | 14,9 | 25,9 | 17,7 | 50,4 | 80,9 | - | 199,0 |
| Nord-westliche | 2,0 | 10,4 | 4,9 | 81,2 | 187,4 | 506,1 | - | 797,0 |
| Insgesamt | 28,1 | 2211,6 | 163,4 | 359,9 | 1740,7 | 3839,4 | 37,1 | 9390,2 |
| % | <1 | 3 | 3 | 6 | 28 | 39 | 1 | |

Im Hochgebirge (Glazialzone) bilden sich die idealen Bedingungen für Lawinnenniedergänge im Mai - Juli. In dieser Periode fallen viele Niederschläge, die Lufttemperatur erreicht hohe Werte, die Sonnenstrahlung erreicht maximale Werte und entsprechend werden vorzugsweise die Naßschnee-Lawinen gebildet.

Alle Parameter der Lawinenaktivität zeigen sehr starke jährliche Variabilität (Abb. 6). Besonders stark ändert sich die Integralkennziffer - die summarische Kapazität der Lawinen im Tal für den ganzen Winter. Dabei findet man keine bedeutenden Trends im Laufe der 33 Beobachtungsjahre.



Die Lawinenaktivität korreliert eng mit der Summe der Niederschläge in der kalten Periode (Tab. 8).

Tabelle 8.

Charakteristiken der Lawinenaktivität in der Mittelgebirgszone im Tal des Flusses Kischi Almaty

| Jahr | Summe der Niederschläge, mm | Anzahl der Lawinen | Volumen der Lawinen, (1000m ³) | Maximale Lawinenvolumen, (1000m ³) |
|---------|-----------------------------|--------------------|--|--|
| 1965/66 | 542 | 73 | 2317 | 350 |
| 1966/67 | 420 | 45 | 7 | 2,4 |
| 1967/68 | 270 | 2 | 0,3 | 0,2 |
| 1968/69 | 526 | 21 | 210 | 90 |
| 1969/70 | 322 | 10 | 19 | 15 |
| 1970/71 | 372 | 9 | 7 | 2 |
| 1971/72 | 397 | 31 | 230 | 54 |
| 1972/73 | 350 | 13 | 9 | 4,2 |
| 1973/74 | 322 | 7 | 14 | 10 |
| 1974/75 | 277 | 38 | 694 | 206 |

| | | | | |
|---------|-----|----|------|-----|
| 1975/76 | 404 | 61 | 692 | 140 |
| 1976/77 | 325 | 33 | 88 | 20 |
| 1977/78 | 284 | 25 | 55 | 10 |
| 1978/79 | 503 | 43 | 429 | 200 |
| 1979/80 | 404 | 42 | 900 | 180 |
| 1980/81 | 452 | 43 | 494 | 200 |
| 1981/82 | 204 | 12 | 13 | 8 |
| 1982/83 | 236 | 8 | 39 | 35 |
| 1983/84 | 356 | 14 | 96 | 30 |
| 1984/85 | 406 | 62 | 530 | 190 |
| 1985/86 | 270 | 58 | 498 | 170 |
| 1986/87 | 524 | 93 | 1717 | 300 |
| 1987/88 | 389 | 60 | 159 | 14 |
| 1988/89 | 208 | 28 | 61 | 24 |
| 1989/90 | 195 | 40 | 131 | 24 |
| 1990/91 | 241 | 32 | 67 | 10 |
| 1991/92 | 195 | 22 | 79 | 20 |
| 1992/93 | 219 | 28 | 278 | 144 |
| 1993/94 | 301 | 38 | 218 | 70 |
| 1994/95 | 223 | 7 | 19 | 15 |
| 1995/96 | 143 | 34 | 161 | 125 |
| 1996/97 | 166 | 45 | 59 | 10 |

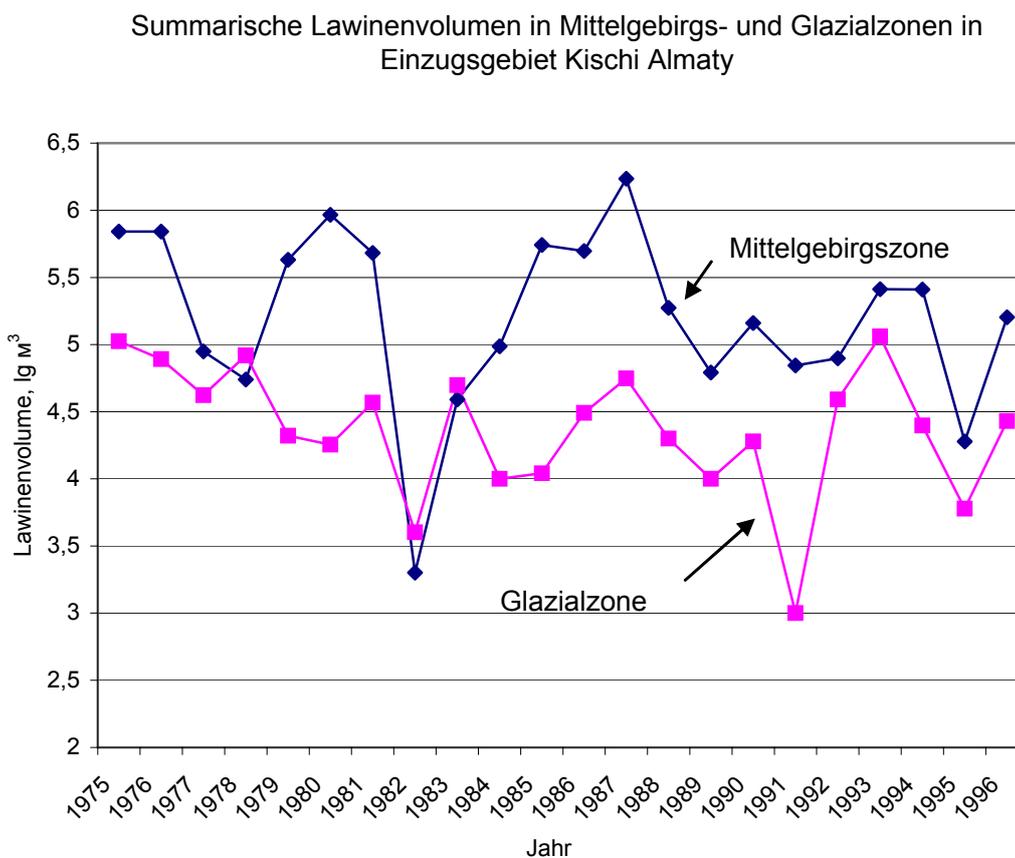
(nach den Daten der Schneelawinstation Schimbulak)

In den Wintern, in denen vom November bis April die Niederschlagsmenge 400 mm nicht überschritt, war die summarische Kapazität der Lawinen im Tal Kischi Almaty weniger als 200 Tausend m³, und die maximale Kapazität der abgesonderten Lawine - 54,0 Tausend m³. In den Jahren, wo die Niederschläge der kalten Periode zwischen 400-500 mm lagen, betrug die Summe der Lawinen 200-1000 Tausend m³, und der maximale Umfang der Lawine - 205 Tausend m³. In den schneereichen Jahren (Niederschlagsmenge in der kalten Jahreszeit über 520 mm) übertraf der summarische Umfang der Lawinen 1 Mio. m³; maximaler Umfang der Lawine betrug 350 Tausend m³.

In den 33 Jahren wurden Winter mit einer starken Lawinenaktivität 11 Mal verzeichnet. Nicht selten werden solche Winter 2 bis 3 Jahre in Folge beobachtet. Hohe Lawinenaktivität in Ile Alatau wurde in den Jahren 1966, 1967, 1969, 1975, 1976, 1979, 1980, 1981, 1985, 1986, 1987, 1993, 1994 beobachtet. Zu starken Lawinniedergängen kommt es im Durchschnitt alle 4 bis 5 Jahre. Die katastrophalen Lawinen wie in 1965-66 werden ungefähr alle 60 bis 100 Jahre registriert [Sewerskiy I. W., 1976]. Die maximale Zahl der Lawinen im Winter erreicht 140 (1978/79), und die Dauer der lawinengefährlichen Periode 200 Tage (1968/69).

Vergleicht man den Lauf der Lawinenaktivität in den Mittelgebirgs- mit dem in den Hochgebirgszonen (glazial) (Abb. 7), so stellt man fest, dass ungefähr in 30% der Fälle die Diversitätsrichtung des zeitweiligen Laufs der Lawinenaktivität in diesen Zonen beobachtet wird: Bei erhöhter Lawinenaktivität im Mittelgebirgsland wird in der Glazialzone eine geringere Lawinenaktivität beobachtet und umgekehrt. Dies ist auf die Unterschiede in den Bedingungen der Lawinenbildung (Niederschlags- und Windverhältnisse) in diesen Zonen zurückzuführen. Die Lawinenaktivität in diesen Zonen erreicht ihren Höchstwert zu verschiedenen Zeiten: März bis April in der Mittelgebirgszone, und Mai bis Juni in Glazialzone.

Diese Besonderheiten muss man beim Lawinenrisikomanagement berücksichtigen. Denn in der Glazialzone sind keine konstanten Stationen zur Beobachtung der Lawinensituation vorhanden, während die Anzahl der Bergsteiger und Touristen ständig zunimmt.



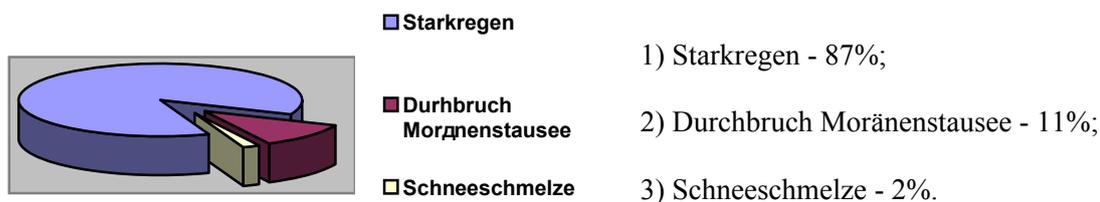
(Nach Daten des IfG, Almaty)

5.2. Muren

Im Ile Alatau unterscheidet man [Duisenow E.,1971] zwischen folgenden genetischen Murentypen (Abb. 8).

Abb. 8

Ursachen für Murabgänge im Ile-Alatau



(nach Daten IfG, Almaty)

Zu den natürlichen murenbildenden Faktoren gehören geologische, geomorphologische und seismisch-tektonische Besonderheiten, die Gesamtheit der hydrometeorologischen Bedingungen sowie der Zustand der Bodenpflanzendecke des Untersuchungsgebietes. Diese Faktoren

bestimmen die Intensität der exogenen Vorbereitung des Substrates jener Schichten, die an Murenprozessen beteiligt sind. Natürlich ist ihre Rolle nicht immer gleich und die Murenbildung wird durch viele zusätzliche Faktoren bedingt.

5.2.1 Muren meteorologisch-klimatologischer Genese

Den allgemeine meteorologische Situation kurz vor der Entstehung ähnlicher Muren ist häufig durch das Durchstoßen kalter Luftmassen aus dem Nordwesten gekennzeichnet, die erhöhte Feuchtigkeit bedingen. Sie vermischen sich mit der wärmeren Luft der südlichen Berggebiete und tragen zu starken Niederschlagsfällen auf großen Flächen bei. Diese meteorologische Situation wurde vor vielen Murenereignissen in den Berggebieten des Süd-östlichen Kasachstans beobachtet [Duisenow E.,1971].

Die Analyse der Niederschläge, die zu Murenbildung führen, erschwert sich dadurch, dass nicht genügend Beobachtungsstationen in den Mittel-und Hochgebirgszonen vorhanden sind.

Im senkrechten Schnitt sind die Niederschlagsparameter ungleichmäßig verteilt. So liegt die untere Grenze der Niederschlagszonen von 1 % der Sicherstellung ($H_1 \%$) in 75 % der Fälle in einer Höhe von über 1500 m und in 25 % der Fälle - über 2500 m. Dabei variiert die Dicke der täglichen Schicht der Niederschläge $H_1 \%$ im zentralen Teil des Ile Alatau in den Höhenlagen von 1000 bis zu 3000 m folgendermaßen: Im Einzugsgebiet des Kischi Almaty Flusses von 80-90 bis 70-80 mm, mit einem Maximum bei 106 mm; in der Höhe von 1350 m; in Einzugsgebiet des Ulken Almaty Flusses von 60-65 bis zu 45 mm., mit einem Maximum bei 70 mm. In der Höhe von 1500 m.

Die Anzahl der Regentage in diesem Gebiet beträgt im Durchschnitt entsprechend von 45 bis 56 und von 50 bis 52. Nicht selten werden in den Sommermonaten intensive lokale Sturm-Niederschläge beobachtet, was in der Hügelkettzone sowie in den Peripherieteilen der Gebirgskämme zu Hochwasser führt. Diese Erscheinungen sind für die Gebiete der westlicher und östlichen Teilen des Ile Alatau charakteristisch.

Die Abhängigkeit zwischen der täglichen Niederschlagsmenge und Murenerscheinungen konnte für die Gebiete Kasachstans nicht herausgefunden werden, was auf die Komplexität des Murenbildungsprozesse sowie auf andere Faktoren zurückzuführen ist. Die Bestimmung kritischer Niederschlagswerte, bei denen es mit einer großen Wahrscheinlichkeit zu Murenbildung kommt, ist eine Möglichkeit zur Murenprognose [Medeuow A. R., Kolotilin N. F., Keremkulow W. A., 1993].

So ist für die Murenbildung im zentralen Teil des Ile Alatau die Vergrößerung der ganztägigen Schicht der Niederschläge auf über 35 mm notwendig, was mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% zur Überschreitung der kritischen Intensität flüssiger Niederschläge führt. Bei der Vergrößerung der Schicht der Niederschläge auf über 50 mm liegt diese Wahrscheinlichkeit bereits bei 65%. Die Überschreitung der Intensität des Niederschlägeausfalles führt bei den im Übrigen gleichen Bedingungen zum Einsetzen des Murenprozesses in einem Punkt. Zu Murenbildung kommt es, wenn die Dauer der Niederschläge einen bestimmten Wert erreicht. Ein Kennwert für die Verteilung der Niederschläge in den Hochzonen ist die Höhe der Nullisotherme. Wenn also die Nullisotherme über 4500 m liegt, ändert sich die maximale im Einzugsgebiet des Flusses Kischi Almaty beobachtete Niederschlagsmenge nur geringfügig, was zu großflächiger Abflussbildung führt.

Da eine große Anzahl der Murenherde im Hochgebirgsland liegen, nah an der oberen Grenze der Mittelgebirgszone, sind die flüssigen Niederschläge, die bei bestimmten Temperaturverhältnissen fallen, eine wesentliche Bedingung ihrer Bildung. Die Forschungen vom Kasachischen Forschungsinstitut der Staatskomiteemeteorologie haben gezeigt, dass die Lufttemperatur am Tag des Niederschlagsfalls in der Höhe von 3000 m nicht unter 5°C, und die Summe der Temperaturen in 5 Tagen und Nächten nicht unter 35°C liegen darf.

Eine der größten durch Sturmniederschläge ausgelösten Muren wurde in Ile Alatau am 8. Juli 1921 registriert. Diese ging über den Tal des Flusses Kischi Almaty und zerstörte einen Teil der Stadt Wernyi (heutzutage Almaty). Dabei sind über 500 Bewohner ums Leben gekommen. Über 80 Menschen wurden verletzt [Gorodezkiy W. D., 1921; Schenschurist E. M., 1923]. Außerdem wurden über 150 Häuser, 224 Unternehmen, 18 Mühlen, 2 Lederbetriebe und die Tabakfabrik zerstört, sowie eine große Anzahl von Brücken, Straßen und anderer Objekte der Infrastruktur. Die Katastrophe begann gegen 9 Uhr Abend, als die erste Murenwelle mit der Höhe 4-5 Meter über die Stadtgrenzen kam. Nach einiger Zeit folgten in einer Serie Wellen, die Schlammmasse, gebrochene Baumstämme und die Findlinge mit der Masse bis zu 25 Tonnen mitrissen. Insgesamt wurden über 80 Wellen registriert. Das Gesamtvolumen der festen Masse belief sich auf über 3,5 Mio. m³, bei einer Durchflussmenge von etwa 1000-1500 m³/c.

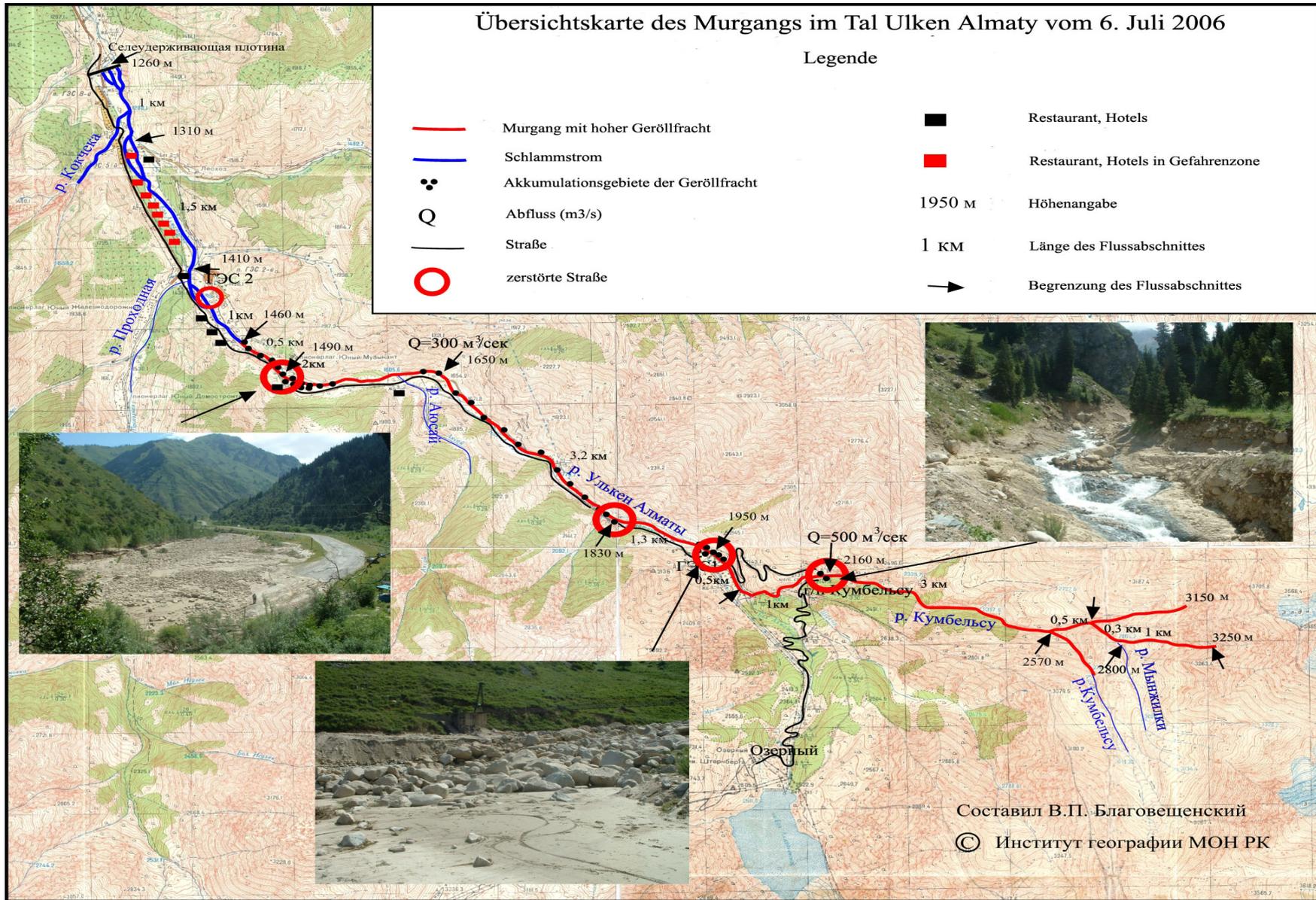
Als Hauptursache dieses Schlammstromes ist der Starkniederschlag, der in der ganzen alpinen Zone bis zu der Höhe von 3500 m fiel, zu nennen. In der Höhe von 1700 mm fielen 72 mm Niederschläge, und im Hochgebirge waren es über 100 mm [Palgow N. N., 1947]. Vom Starkregen war dabei die zentrale Zone des Gebirgszuges mit einer Ausdehnung von 150 Kilometern erfasst, vom Einzugsgebiet des Flusses Schilik und bis zum Fluss Kaskelen.

Der Schlammstrom vom 8. Juli 1950 auf dem Fluss Ulken Almaty gehört zu den größten im Ile Alatau: die Murenverdurchflussmenge erreichte 1000 m³/c, und der Volumen der Murenmasse betrug 1,5 Mio. m³ [Medeuow A. R., Nurlanow M. T., 1996; Degowez A. S., 1989]. Dem Schlammstrom ging eine dauernde Befeuchtung der Abhänge mit dem nachfolgenden Niederschlag von 40-60 mm voraus, was zum aktiven Wasserabhangabfluss führte. Dadurch gelangten feste Komponenten in den Strom, der dann über die Täler der Flüsse Kumbelsu, Ajussai, Prochodnaja und noch kleinere Bäche floss.

Zum letzten zerstörenden Murenabgang kam es am 6. Juli 2006 auf dem Fluss Ulken Almaty (Abb. 9).

An diesem Tag waren in der Hochgebirgszone des Ile Alatau 50 - 60 mm Niederschläge gefallen. Die Zone der Murenbildung war das Einzugsgebiet des Flusses Kumbelsu - der rechte Zufluss des Flusses Ulken Almaty. Bei der Überprüfung der Schlammstromspuren stellten die Mitarbeiter des Institutes für Geografie am 11. Juli fest, dass sich die Mure in der steilen Felsrinne des zweiten rechten Zuflusses des Flusses Mynschilki (rechter Zufluss des Flusses Kumbelsu) in der Höhe von 3250 m bildete. Das in Folge des Regengusses gebildete Hochwasser ergriff zunächst das in der Rinne liegende Schüttelbruchmaterial, dann begann es, die lockerbrüchigen Ablagerungen auszuwaschen, aus denen die Seitenwände des durch die Mure 1950 gebildeten Erosionsangriffes bestanden. Daraufhin setzte sich dieser Prozess fort in den Flussbetten der Flüsse Mynschilki und Kumbelsu. Die Spuren der entstandenen Schlammströme mit einer kleineren Mächtigkeit sind auch im Flussbett des ersten rechten Zuflusses Mynschilki und im Flussbett Kumbelsu zu finden.

4,8 km vom Ort der Entstehung an der Sperrstelle des Hydrostandes Kumbelsu in der Höhe von 2160 m erreichte der Schlammstrom seine maximale Mächtigkeit. Hier stieg sein Verbrauch (Durchflussmenge) auf ca. 500 m³/s, und die Höhe des Stroms erreichte 6 m. An diesem Ort vernichtete der Schlammstrom die kleine hängende hydrometrische Brücke und die Autoüberfahrt über das Flussbett Kumbelsu. Die Rollsteine, deren Größe 2 x 1,5 x 1 m³ erreichte, gelangten auf die Fahrbahn. Ohne an Kraft zu verlieren, lief der Schlammstrom nach unten über Kumbelsu und stieß nach einem Kilometer an einen abweisenden Schutzdamm aus Beton, der wieder einmal die Bauten des Wasserkraftwerkes No1 rettete. Am Ende des Dammes in der Höhe von 2160 m spülte der Schlammstrom eine Autoüberfahrt weg, wobei sich die Steinmasse auf der Fahrbahn zu beiden Seiten des Flussbettes ablagerte. Unter der Höhe des Wasserkraftwerkes No1 nahm die Kraft des Schlammstroms ab. Die Bereiche der Unterspülung wechseln sich hier mit den Ablagerungen vom Rollsteinmaterial bis zu 50 cm im Durchmesser ab.



In der Entfernung von 1,3 km vom Wasserkraftwerk No1 wusch der Schlammstrom 30 m Fahrbahn weg; 50 m Fahrbahn waren mit Geröll versperrt. 4,5 km unter dem Niveau des Wasserkraftwerks, der Mündung des Flusses Ajusai gegenüber, wurde der Verbrauch (Durchflussmenge) der Mure auf 300 m³/s geschätzt.

Die Höhe der Mure erreichte hier gegen 3 m. 2 km unter der Mündung Ajusai läuft das Flussbett in die Talerweiterung über. Hier wurde der Steinmaterial zu einem Großteil auf einer 1,5 km langen und bis zu 100 m breiten Fläche abgelagert. Auf einer Höhe von 1490 m spülte der Schlammstrom 40 m Fahrbahn weg und versperrte 50 m Weg mit der Masse. Unter 1460 m kam über das Flussbett Ulken Almaty schon das geschiebewässrige Hochwasser mit einer Tiefe bis zu 1 m, eine Mischung von Wasser, Sand und Lehm. Der Strom verteilte sich auf zwei abgesonderte Flußarme. Dieser Strom bildete die Rinnen bei zwei Brücken durch den Fluss Ulken Almaty, die zu Siedlung Kokschoky führen. Vor der Mündung des Flusses Teresbutak schnitt ein Flussarm des Stroms bei 1310 m den Hotelkomplex «Sarbas» von der Straße ab, damit entstand eine außerordentliche Situation. Die Besucher musste man mit dem LKWs KAMAZ evakuieren. Der geschiebewässrige Strom kam bis zum Murenbehälter zur Marke 1260 m. Das Gesamtvolumen des Schlammstroms betrug ca. 500 Tausend m³. Die Länge des Schlammstromweges belief sich auf 14,3 km.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass sich im Tal von Ulken Almaty über dem Murenschutzdamm im murengefährlichen Gebiet 11 Cafes, Restaurants und Hotels befinden, in denen sich gleichzeitig bis zu 1000 Menschen aufhalten können. Sollten im Tal weitere Schlammströme einlaufen, die vergleichbar groß sind (wie z.B. in Jahre 1950 und 1977), so werden unvermeidlich zahlreiche menschlichen Opfer zu beklagen sein.

Voraussetzung für die mit den Erdbeben in Hügelkettzone verbundenen Muren ist überflüssige Überfeuchtung der Böden, die durch seismische Impulse verstärkt wird. Gewöhnlich erreichen die Böden den hohen Grad der Wasserübersättigung bei Dauerniederschlägen der kleinen Intensität und bei starker Schneeschmelze.

5.2.2 Muren glazialer Genese

Schlammströme von diesem Typ werden gewöhnlich in den oberen Landschaftszonen des Hochgebirges gebildet und sind genetisch auf intensive Ablation der Gletscher zurückzuführen, die meistens Mitte oder Ende Juli bis Anfang August stattfindet. Ihre Entstehung ist hauptsächlich durch die Temperaturfaktoren bedingt, die Kryogenprozesse steuern.

Voraussetzung für die Entstehung der Schlammstromprozesses ist ein konzentrierter Wasserstrom im Flussbett des Schlammstromentstehungsortes. Das kann ein Durchbruch des Wasserbehälters sein oder der Abfluss, der sich in Folge der intensiven Ablation von Schnee und Eis in der Gletscherzone gebildet hat. Eine besondere Art der Gletscherschlammströme wird beim Herunterrutschen der wasserübersättigten Geschiebeböden [Medeuow A. R., Kolotilin N. F., Keremkulow W. A., 1993] gebildet.

Von den hydrometeorologischen Faktoren der Gletscher – Schlammstrombildungen sind thermische und hydrische Komponenten interessant.

Im Gletscher- Moränen - Komplex werden unter erhöhter thermischer Einwirkung Voraussetzungen für die Akkumulation des aufgetauten Abflusses und des Durchbruchs der Wasserbehälter geschaffen. Der Durchbruch der glaziologischen Wasser kann sowohl durch Aktivierung der thermokarstlichen Prozesse als auch durch die Vergrößerung des Wassers im Wasserbehälter oder Deformation des Eisdamms oder des Tunnels bedingt sein. Im letzten Fall kann es bei beliebigen hydrometeorologischen Bedingungen zum Durchbruch kommen.

Bei anomalen Temperaturverhältnissen werden die Gletscherschlammströme in den Gebirgsländern von Süd-Ost-Kasachstan und in anliegenden Hochgebirgsgebieten öfter beobachtet, als ähnliche Erscheinungen, die durch die Deformation des Eises [Medeuow A. R., Kolotilin N. F., Keremkulow W. A., 1993] bedingt sind.

Im Rahmen dieser Arbeit [Kowezkiy S. P., Gulina W. R., 1960] wurden kritische Werte der thermischen Charakteristiken bestimmt, bei denen es mit einer großer Wahrscheinlichkeit zu Gletscherschlammströmen kommt. Laut Forschungen und Berechnungen, welche in oben erwähnter Arbeit durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass wenn die Summe der Tagestemperaturen die mehrjährige Jahresdurchschnittstemperatur überschreitet, dies zu Durchbrüchen der Moränenseen führen kann.

In den Jahren 1961-1980 wurden im Ile Alatau 23 Durchbrüche des Moränensees festgestellt. Diese wurden in 96% der Fälle die Durchbrüche zwischen 10 und 20. August registriert. Die Summe der positiven durchschnittlichen Tageslufttemperaturen im Jahr des Durchbruchs (nach Angaben der Station Mynschilki) ergab 290°C. Die Gesamtheit der positiven Durchschnittstemperaturen 30 Tage vor dem Durchbruch lag in 88% Fällen über 212° C. Abgesehen von den Jahren 1961 und 1970, überschritt die Temperatur in allen Fällen die Norm um 8%.

Die Charakteristiken des oberirdischen Abflusses können auch zur Prognose des Durchbruches glazialer Wasserbehälter verwendet werden. Aufgrund der Veränderung hydrologischer Verhältnisse in den Gletscherbecken wurde die Prognose der glazialen Muren [Winogradow Ju. B., 1977] zusammengestellt. Die Überdeckung der Innengletscherkanäle verringert merklich den Abfluss und führt zur Ansammlung der Schmelzwässer in oberflächlichen Einzugsgebieten oder in Innengletscherbehältern, in denen es gewöhnlich innerhalb von wenigen Tagen zum Durchbruch kommt.

Ein weiterer Faktor für die Wässerungssteigerung des Gletscher - Moränenkomplexes sind flüssige Niederschläge, die zum Mehrabfluss und der Aktivierung der Thermokarstprozesse führen. Im Vergleich zu den thermischen Faktoren ist der Einfluss dieses Faktors auf die Bildung der glazialen Muren von geringerer Bedeutung. In glazialer Zone entfallen auf die tägliche Schicht der flüssigen Niederschläge die ersten zehn Millimeter, und die maximale Intensität liegt bei höchstens 1 mm/min.

Im Ile-Alatau wurden viele Murenkatastrophen glazialen Ursprungs registriert. Darunter sind die Muren entlang des Flusses Kungeisai (am 10. Mai 1944 und 22. Mai 1951), dem Fluss Ulken Almaty (19. August 1975), dem Fluss Kischi Almaty (20. August 1951, am 7. August 1956 und 15. Juli 1973), am Fluss Esik (6. Juli 1958 und 7. Juli 1963), und auch am Fluss Talgar (im Juli - August 1973 und 1974) [Karta selewoi opasnosti territorii Respubliki Kasachstan M 1:1000000.- Glaw. Upr. po gidrometeorologii RK. Almaty, 1996] hervorzuheben.

Besonders gut untersucht ist eines der größten glazialen Muren (Photo 4-7), die am 15. Juli 1973 gebildet und nach dem Tal des Flusses Kischi Almaty geflossen sind. Im Sommer am 15. Juli 1973 um 17 Uhr 55 Minuten der Ortzeit, in Folge des Durchbruchs der Moränenseen in den Oberläufen des Einzugsgebietes des Flusses Kischi Almaty wurde die Glazialmure gebildet, der sich ins Flussbett von Kischi Almaty [Winogradow Ju. B., Sems A. E., Honin R. B., 1973] richtete. Der Schlammstrom erreichte den kleinen Damm im Urotschistsche Mynschilki, brach diesen durch und strömte nach unten über den Tal. Um 18 Uhr 15 Minuten erreichte der Strom im Urotschistsche Medeu den Murenschutzdamm und in 2 Stunden füllte diesen mit den Murenablagerungen mit einem Gesamtvolumen von 4 Mio.m³. Der maximale Aufwand des Schlammstromes erreichte 2-3 Tausend m³/s, mittlerer - 500 m³/s. Der Strom bewegte sich in Wellen, wobei alle Zeugen 4 Wälle mit der Breite von 20 bis zum 50 Meter und der Höhe von 3,5 bis zum 12-15 Meter erwähnen. Zum 18. Juli blieb es bis zum Oberpunkt des Dammkammes ca. 6 m. Dadurch drohte ein Dammüberlauf, was zur Bildung der noch gefährlicherer Mure geführt hätte, die bis zu der Stadt Almaty gelaufen wären. Nur die Sofortmaßnahmen zur Verminderung des Wasserspiegels im Murenbehälter retteten den Damm vor dem Durchbruch, und die Stadt Almaty vor den Vernichtungen.



Photo 4-7: Murenentstehungsort und Murenweg im Tal Kischi Almaty
Quelle: Eigene Aufnahme 2004.

5.2.3 Durch Bergstürze ausgelöste Muren

Die durch einen Bergsturz ausgelösten Muren kommen unter den Bedingungen des Ile Alatau seltener vor, und sind in der Regel durch Erdbebenfaktoren bedingt. Solche Fälle wurden im Jahre 1887 bei Wernenski Erdbeben registriert, obwohl die Durchbrüche der seismische Landrutschungen, die in den Flußbettteil niedergegangen sind, hier gering waren.

Bei den vom Bergsturz ausgelösten Muren unterscheidet man zwischen zwei Arten [Medeuow A. R., Kolotilin N. F., Keremkulow W. A., 1993]:

1. Muren, die durch den Niedergang der Grundwässer ausgelöst wurden, die auf mehr oder wenig lange Zeit die Kanäle vom natürlichen Flussabfluss sperren.
2. Muren, die durch einen Durchbruch der alten Bergstürze seismischen Ursprungs ausgelöst werden.

Ein typisches Beispiel für die erste Art sind Schlammströme über eine Reihe von Tälern im zentralen Teil des Ile Alatau, zu denen es in Folge eines Erdbebens kam. Ein Beispiel für die zweite Art ist der Durchbruch des Issyk-Sees (1963). Zur Issyk-Katastrophe kam es, als sich die riesigen Wasserwellen über ein Teil von seismischen Bergstürzen ergossen, und zwar durch das wellenartige Einströmen (über 25-30 Wälle) der Schlamm-Steinmasse aus der Scharsai-Mure in das Seebehälter.

5.2.4 Verbreitung und Charakteristik der Murenaktivität

Die maximale Murengefahr wird in den zentralen Teilen des Ile Alatau registriert, vor allem in den Einzugsgebieten der gegenwärtigen Vereisung und in den Moränenseen. Hier können sich alle 50-100 Jahren die Muren mit einem Volumen von einigen Millionen m³ möglich.

Im Zeitraum von 1841 bis 1990 wurden im Ile Alatau 450 Fälle der Murenniedergänge [Duisenow E., 1971; Degowez A. S.1989; Karta selewoi opasnosti territorii Respubliki Kasachstan M 1:1000000.- Glaw. Upr. po gidrometeorologii RK. Almaty, 1996] registriert.

Die Angaben über die größten Schlammströme sind in der Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9.

Angaben über die Schlammströme in Ile-Alatau [Duisenow E., 1971; Degowez A. S.1989]

| Einzugsgebiet | Datum | Ursache | Typ | Verbrauch m ³ /c | Volumen 1000.m ³ |
|---------------|------------|--------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Schemolgan | 19.08.1975 | Künstlich. | Schlammstrom | 430 | 80 |
| Kaskelen | 08.07.1921 | Regen | Schlammstrom | 615 | - |
| Kaskelen | 23.07.1980 | Durchbruch des See | Schlammstrom | 580 | 820 |
| Ulken Almaty | 1841 | - | - | - | - |
| Ulken Almaty | 08.07.1950 | Regen | Schlammstrom | 1000 | 1500 |
| Ulken Almaty | 19.08.1975 | Durchbruch des See | Schlammstrom | - | - |
| Ulken Almaty | 03.08.1977 | Durchbruch des See | Schlammstrom | 10000 | 3000 |
| Ulken Almaty | 03.07.1994 | Durchbruch des See | Schlammstrom | 100 | 180 |
| Kischi Almaty | 1841 | - | - | - | - |
| Kischi Almaty | 1854 | - | - | - | - |
| Kischi Almaty | 08.07.1921 | Regen | Schlammstrom | 920 | 3250 |
| Kischi Almaty | 10.05.1944 | Durchbruch des See | Schlammstrom | - | - |
| Kischi Almaty | 22.05.1951 | Durchbruch des See | Schlammstrom | - | 1500 |
| Kischi Almaty | 07.08.1956 | Durchbruch des See | Schlammstrom | - | - |
| Kischi Almaty | 05.07.1973 | Durchbruch des See | Schlammstrom | 7000 | 3800 |
| Kischi Almaty | 14.07.1999 | Regen | Schlammstrom | 200 | 20 |
| Talgar | 05.05.1947 | Regen | Schlammstrom | - | - |
| Talgar | 07.1973 | Durchbruch des See | Schlammstrom | - | - |
| Talgar | 08.1974 | Durchbruch des See | Schlammstrom | - | - |
| Talgar | 06.07.1993 | Durchbruch des See | Schlammstrom | 1340 | 2380 |
| Essik | 06.07.1958 | Durchbruch des See | Schlammstrom | - | - |
| Essik | 07.07.1963 | Durchbruch des See | Schlammstrom | 7000 | 5800 |
| Turgen | 07.04.1967 | Regen | Hochwasser | 73 | 2,4 |

Die murengefährliche Periode wird in den Bergen von Ile Alatau vom April bis zum August beobachtet. Das Maximum der Muren kommt auf den Mai (39,8 %) und den Juli (36 %). Bedeutend wenig sind die Muren im Juni (21,7 %) und besonders wenig (2,5 %) im August (Tabl. 10) registriert.

Die Häufigkeit der Murgänge variiert sehr stark je nach Entstehungsort. An einigen Orten werden die Muren jährlich, manchmal sogar mehrmals im Sommer (Akschar, Kokscheka) beobachtet. An anderen Orten können zwischen zwei Murgängen sogar zehn bis hundert Jahre liegen. In der Regel gehen in den häufig betroffenen Orten kleine Muren ab.

Tabelle 10

Zeitliche Verteilung der Muren im Ile-Alatau

| Tal | Anzahl registrierter Muren in % von der Gesamtanzahl im Jahr | | | |
|---------------|--|------|------|--------|
| | Mai | Juni | Juli | August |
| Kaskelen | 40 | 10 | 50 | - |
| Ulken Almaty | 20 | 20 | 50 | 10 |
| Kischi Almaty | 30 | 9 | 56 | 5 |
| Talgar | 20 | 20 | 60 | - |
| Essik | 29 | 71 | - | - |

(nach Daten IfG, Almaty)

Die Wahrscheinlichkeit der Muren verringert sich mit der Vergrößerung ihres Volumens. Die Untersuchungen der Häufigkeit großer Muren in den Einzugsgebieten von Ulken- und Kischi Almaty, bei denen dendrochronologische und lichenometrische Methoden [Nautschnyi ottschet Instituta merslotowedenija RAN, 1990] zum Einsatz kamen, zeigten, dass in den einen Tälern in den letzten 300 Jahren bis zu 10 Mal zu Murgängen kam, in anderen aber nur einmal (Tabl. 11).

Tabelle 11

Häufigkeit der Muren in Einzugsgebiete der Flüsse Kischi- und Ulken Almaty [Nautschnyi ottschet Instituta merslotowedenija RAN, 1990]

| Einzugsgebiet | nach 1965 | 1950 - 1956 | 1940 - 1945 | 1935 - 1940 | 1915 - 1925 | 1880 - 1905 | 1870 - 1875 | 1850 - 1870 | 1840 - 1850 | 1770 - 1780 | 1690 - 1710 | bis 1690 | Gesamte Anzahl der Muren |
|---------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|--------------------------|
| Kischi Almaty | x | | | | x | x | | | x | | | x | 5 |
| Kimasar | | x | | x | | x | x | | | | | | 4 |
| Kuigensai | | | x | | x | x | | | x | | x | | 5 |
| Schimbulak-Sarysai | | | | | | | | | x | | | | 1 |
| Tschertowo Uschelje | | x | | | x | x | | x | x | | x | x | 7 |
| Ulken Almaty | x | x | | | x | x | | x | x | | x | x | 8 |
| Prohodnaja | | | | | | | | | | x | | | 1 |
| Ajusai | | | | | | | | | | x | | | 1 |
| Kumbelsu | xxx | xx | | | x | | | x | x | | x | x | 10 |
| Sai 1 | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |
| Sai 2 | x | | | x | | | x | | | x | | | 4 |
| Sai 3 | x | | | | | | | | | | | | |

In der Tabelle 12 werden die Angaben über die Häufigkeit der Muren in anderen einzugsgebieten des Ile Alatau angeführt.

Tabelle 12.

**Die Murhäufigkeit im Ile-Alatau
[Blagoweschenskiy W. P., Yegorov A. B., Kokarev A. L., 2005]**

| Tal | Periode der Beobachtung | Zahl der Murenabgänge | Durchschnittliche Häufigkeit (Jahre) |
|---------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Kaskelen | 1921-1950 | 3 | 10 |
| Aksay | 1902-1950 | 4 | 12,2 |
| Akschar | 1962-1967 | 7 | 0,9 |
| Ulken Almaty | 1887-1953 | 6 | 11,2 |
| Maljutinskiy | 1936-1958 | 6 | 3,8 |
| Koktscheka | 1942-1956 | 18 | 0,8 |
| Kumbelsu | 1950-1953 | 2 | 2 |
| Prohodnaja | 1946-1967 | 2 | 10 |
| Osernaja | 1950-1955 | 3 | 2 |
| Sai 1 | 1950-1959 | 5 | 2 |
| Kischi Almaty | 1887-1997 | 20 | 4 |
| Beldebai | 1918-1921 | 2 | 2 |

| | | | |
|----------------|-----------|---|------|
| Gorelnik | 1887-1997 | 5 | 15,6 |
| Sarysai | 1921-1927 | 2 | 3,5 |
| Kimassar | 1921-1931 | 2 | 5,5 |
| Butak | 1921-1947 | 3 | 9 |
| Talgar | 1841-1997 | 7 | 17 |
| Lewyi Talgar | 1941-1961 | 6 | 3,5 |
| Sredniy Talgar | 1941-1961 | 3 | 7 |
| Essik | 1921-1965 | 4 | 10,2 |
| Scharsai | 1958-1963 | 2 | 3 |
| Kysylsai | 1958-1967 | 2 | 5 |

(nach Daten IfG, Almaty)

Auf den Grad der Aktivierung oder der Schwächung der Murprozesse hat der Zustand des Bodens und der Pflanzendecke einen großen Einfluss. Der Antierosionswirkung der Pflanzen in den Hochgebirgsländern äußert sich vor allem darin, dass der Boden durch 10 bis 15 cm lange Wurzelsysteme der alpinen und subalpinen Pflanzen befestigt wird. Dabei wird eine standfeste Rasenschicht gebildet, die die Flächen – Erosionsenergie der Wässer der stürmischen Niederschläge im bedeutenden Maße reduziert. Gleichzeitig sind die Höhen des Oberflächenabflusses von der Höhe und Dichte der Pflanzendecke, die die Infiltration regelt [Medeuow A. R., Kolotilin N. F., Keremkulow W. A., 1993], stark abhängig.

5.3. Hangrutschungen und Bergstürze

Die Murenprozesse entwickeln sich in allen geomorphologischen Zonen des Ile Alatau, am häufigsten brechen sie jedoch in Vorgebirgs- und Hügelkettenszonen aus, wo die lockeren känozoischen, sowie in der alpinen Zone, wo die Moränen- und fluvioglaziale Ablagerungen entwickelt sind. Hangrutschungen bilden sich in der Regel dann, wenn die Böden durch Niederschläge und Grundwasser befeuchtet werden sowie in Folge der seismischen Erscheinungen oder durch die Zusammenwirkung natürlicher und technogener Faktoren.

Im Ile Alatau sind 5 Typen der Rutschungsdeformationen festgestellt (Tabl. 13):

Rutschungsdeformationen im Ile-Alatau

| Typ | Geologischer Substrat der Hangrutschungskörper | Relief | Gründe der Prozessbildung | Art der Bewegung | Mechanismus der Entwicklung | Charakteristik der Oberfläche der Verschiebung | Morphologie | Geschwindigkeit der Verschiebung und Dauer | Häufigkeit des Prozesses |
|-----|--|--|--|---|--|--|--|--|--|
| 1 | Moränen- und Alluvial-Proluvial-Ablagerungen, polygene lößartige Gesteine. | Abhänge von gewölbt - Hohlform mit durchschnittlicher Steilheit von 30-45° und Höhe 300-400 m. Enge Wasserscheidekämme, Angipfelgebite der Abhänge mit Steilheit 45° und mehr. | Große Hangrutschungen - Abbrüche werden bei starkem Erdbeben, und kleinere als Ergebnis von: 1. Vibrodynamischer Effekt bei Murendurchlauf. 2. Auf Kosten der Befeuchtung Abhangssole durch Flusswasser. | Das Gleiten der Blöcke und Gesteinsmassen mit Mischung der Bruchstücke und weiterer Klumpen-Abbruch | Prozess entwickelt sich in 2 Etappen: Gleiten und Abbruch. | Verschiebung geschieht in einer Oberfläche der Verschiebung, und dann des Abbruchs. Die Transitzone im Unterteil des Abhanges hat die Steilheit 4-15°, und im Oberteil 45° und mehr. | Hangrutschungen - Abbrüche vom Frontaltyp. Die Bruchgrenze von rechteckiger Form. Die Form der Randhangrutschungen – Abbrüche ist undeutlich ausgedrückt. | Geschwindigkeit der Verschiebung – km/Stunde | Wiederholte Deformationen sind möglich, aber in wenigen Umfängen. |
| 2 | Lößartige Gesteine und Neogentöne | Es werden in Oberabhängen (200-250 m) von gewölbter Form, mit Steilhang von 30-40° gebildet. | Effekt der seismischen Einwirkung der Erdbeben auf überbefeuchtete Abhänge. | Das Gleiten eines Gesteineblockes oder einigen (kompliziert Abarten). | Das Grundgleiten der Hangrutschungsmassen geschieht in Form des Gleitens | Das Gleiten geschieht in einigen Gleitoberflächen. | Die Grenze des Oberflächebrüche-zirkförmige, hufeisenförmige. Der Hangrutschkörper ist hügelig, von stufiger Form, mit Rissen von Einsinken, Verdichtung, Ausdehnung, Gleiten. Die Länge bis zu 300-400 m, die Breite von 10-15 m bis 130-150 m, die Wandsteilheit bis 30-90°. | Die Gleitgeschwindigkeit – km/St beim Erdbeben, in sonstigen Zeiten – ist das Gleiten unterbrochen langsam mit Geschwindigkeit mm/Tag (m/tag). Innerhalb von einigen Jahren oder cm/Tag innerhalb von einigen Tagen. | Wiederholte Deformationen und sekundäre Gleiten geschehen in Folge der seismischen Einwirkung, in wasserreichen Jahren wegen der Tätigkeit des Menschen. |

| | | | | | | | | | |
|---|--|--|---|--------|--|---|---|--|---|
| 3 | Löße und lößartige Gesteine, seltener Neogenlehme. | Stufige Vorgebirgen werden an Abhängen mit der Steilheit von 25-40° und der Höhe von 50-250 m in Ober – und Niederteilen gebildet. | 1. Starke Sättigung der Lößgesteine mit Grundwässern aus den Bruchzonen. 2. Die Richtung der Erosionseingriffe fällt mit Steilrichtung a der Abhangoberfläche zusammen. | Strom. | Das Gleiten geschieht in zwei – drei Brüche. Die versetzte Massen bewegen sich im Puls – Aufwärts reime mit ungleichmäßig er Verteilung der Mächtigkeit in Profil. | Die Gleitoberfläche ist rundzylindrisch Die Höhe der Bruchwände ist von 3 bis 20 m., Steilheit von 55-85° | Die Hangrutschung von Löffel – oder Birnartiger Form, mit deutlicher Bruchgrenze. Die Abmessungen im Durchschnitt von 50 bis 180 m mit Ausdehnung bis 1 km., seltener mehr. Das Längsprofil des Rutschkörpers ist stufenförmig. | Die Anfangsgeschwindigkeit des Gleitens ist einige km/Stunde. Die Dauer von einigen Minuten bis 2-3 Tagen. | Wiederholte Entstehung der Hangrutschung an demselben ort ist beim Vorhandensein der notwendigen Gesteinsmasse am Abhang. |
| 4 | Löße und lößartige Gesteine, die in verschiedenen Lithologischen Gesteinen liegen. | Es werden in Mittel – oder Niederteilen des Abhanges, mit Höhe von 20-200 m, mit Steilheit von 25-40° gebildet. | Auf Grund der Überbefeuchtung von Oberflachwässern, der intensiven Oberflachabflusses und Seitenauswaschung in früher festen Abhängen oder an den Körper der größeren Hangrutschungen, als die Erscheinung von zweiter Bildung. | Strom. | Die Bewegung der Boden - Vegetationschicht passiert in Form der laufenden Masse, die in bedeutende Größe im Moment der flüssigen Niederschläge übergeht. | Die Mächtigkeit der Zone der vollen Wassersättigung ist 20-30 cm. Durchschnittliche Steilheit der Bruchwand ist 50-70°. Die Steilheit der Gleitoberfläche hat ähnliche Werte mit Abhangsteilheit. | In Bildungszone haben sie Ellipse, Birn- oder Tropfenformen. Die Ausdehnung der versetzenden Masse beträgt 10-40 m und mehr, Breite 10-30 m, Gleittiefe von 0,3-1,5 m. Die Volumen sind zehn und Tausende m ³ . | Von Metern bis km/Stunde. Die Dauer der Hauptbewegung – einige Minuten. | Wiederholte Hangrutschungen werden in alten Rutschgrenzen gebildet, als die Hangrutschungen zweiter Bildung. |
| 5 | Löße und lößartige Gesteine, die in verschiedenen Lithologischen Gesteinen liegen. | Es werden in Mittel – oder Niederteilen des Abhanges, mit Höhe von 20-200 m, mit Steilheit von 25-40° gebildet. | Auf Grund der Überbefeuchtung von Oberflachwässern, der intensiven Oberflachabflusses und Seitenauswaschung in früher festen Abhängen oder an den Körper der größeren Hangrutschungen, als die Erscheinung von zweiter Bildung. | Strom | Die Bewegung der Boden - Vegetationschicht passiert in Form der laufenden Masse. | Die Mächtigkeit der Zone der vollen Wassersättigung ist 0-30 cm. Durchschnittliche Steilheit der Bruchwand ist 50-70°. Die Steilheit der Gleitoberfläche hat ähnliche Werte mit Abhangsteilheit. | In Bildungszone haben sie Ellipse, Birn- oder Tropfenformen. Die Ausdehnung der versetzenden Masse beträgt 10-40 m und mehr, Breite 10-30 m, Gleittiefe von 0,3-1,5 m. Die Volumen sind zehn und Tausende m ³ | Von Metern bis km/Stunde. Die Dauer der Hauptbewegung – einige Minuten. | Wiederholte Hangrutschungen werden in alten Rutschgrenzen gebildet, als die Hangrutschungen zweiter Bildung. |

Zur größten Hangrutschkatastrophe kam es im Frühling 1887 während des Wernerskoje Erdbebens, als die starken Erschütterungen der Bodenfläche mit der großen Wassersättigung der Böden nach starkem Regen und Schneeschmelze zeitlich zusammenfielen. Nach Beschreibungen von Muschetow wurden durch den Erdbeben 200 Mio. m³ Boden verschoben.

Seit jener Zeit gab es keinen großen Erdbeben, jedoch kommt es nach starkem Regen in der Hügelkettzone ab und zu zu Erdbeben, die zu Menschenopfern und zur Zerstörung der Infrastruktur führen. So sind im Frühling 2004 in Folge der zwei Erdbeben 33 Menschen umgekommen (Photo 8, 9).



Photo 8: Erdbeben in Taldy-Bulak 15.03.2004
Quelle: Blagoveshchenskiy V.



Photo. 9: Erdbeben in Kargali 15.05.2004
Quelle: Eigene Aufnahme 2004.

Nach Dichte der Verbreitung der Hangrutschungen unterscheidet man in Ile Alatau zwei Gebiete: starke und mittlere Verbreitung. Im Bereich der starken Verbreitung sind über 50% Fläche von Erdrutschen bedroht. Dieser Bereich umfasst den Abhang des Zwischenstromlandes Ile Alatau in der Höhe von 1200 bis 1600 m. Hier kann man auch die größten Hangrutschungen beobachten. Das sind die Gebiete Gornyj Sadovod, Kamenskoje Plateau, Flusstal Kargaly.

Der Bereich der seltenen Verbreitung der Hangrutschungen liegt zwischen Murgangskegeln der Hauptflusstäler unter 1200 m. Die kleinen Erdrutsche sind hier an die erodierten Abhänge gebunden, die die flache Oberfläche zergliedern. Von den Erdrutschen sind hier unter 25 % der Fläche betroffen.

Zu Bergstürzen, deren Volumen einige hundert Millionen m³ erreichen kann, kommt es bei starkem Erdbeben in den Gebieten mit tiefgeliedertem Relief, zwischen zwei Bergstürzen liegen dabei mehr als 100 Jahre. Die höchste Konzentration der Bergstürze wird in der Mittelgebirgszone des Einzugsgebietes Ulken Almaty und Turgen festgestellt. Hier wurden ca. 18 Gesteinsstürzen registriert, fünf davon mit einem Volumen von über 1 Mio. m³.

Im Tal des Flusses Prochodnaja im Einzugsgebiet Ulken Almaty wurden in einem Gebiet mit der Länge von 7 Kilometer von der Mündung bis zu Höhe 2600 m einige große Bergstürze festgestellt. Einige davon hatten den Charakter von Erdrutschen. Die Ablagerungen dieser Einstürze bildeten die Stufen mit flacher Oberfläche auf dem Talboden aus. Auf einer dieser Stufen liegt der Kurort Alma-Arassan. Insgesamt ist mit den Einstürzen ca. des Talbodens in Längsrichtung gefüllt.

Ein gewaltiger Bergsturz bildete sich nach historischem Einbruch des linken Talhangs Ulken Almaty auf der 2500 m Höhe auf dem Talboden. Zum Bergsturz kam es während des starken Erdbebens vor ungefähr 2000 Jahren [Gorbunow A. P., 1989]. Über dem Damm wurde der große Almaty See gebildet. Der Volumen der Bruchgesteine belief sich auf 200 Mio. m³. Dieser Bergsturz gehört zu den weltgrößten Bergstürzen wie Ussoi auf Pamir und Uskaran in Peru. Die Länge des Sturzkörpers betrug 3000 m, die Breite bis zu 1000 m. Die vermutete Mächtigkeit beträgt bis zu 500 m.

Im Einzugsgebiet des Flusses Kisch Almaty wurde der größte Sturz im Urotschische Schimbulak registriert. Der Einsturzkörper teilt das Tal des Flusses Kisch Almaty in den Höhen von 2000-2200 m ab. An der Oberfläche dieses Einsturzes befinden sich die Einrichtungen der Bergskistation Schimbulak. Das Volumen des Einsturzes wird mit 20 Mio. m³ bewertet. Recht große Einstürze wurden auch zu rechter Wandseite des Flusses Kisch Almaty unter Worota Tjuksu, im Einzugsgebiet Gorelnik und Sarysai festgestellt.

Im unteren Talteil des Flusses Aksay, 5 km von der Mündung in der Höhe von 1400 m auf dem Talboden zu rechter Wandseite liegt der Körper des riesigen Akschar Bergsturzes (Photo 10) mit einem Volumen von ca. etwas Mio. m³, der sich während des Wernenskoje-Erdbebens im Jahre 1887 gebildet hat.

Zurzeit kommt es in den Ablagerungen dieses Bergsturzes ständig zu kleineren Erdrutschen, und nach Erosionseingriffen werden jährlich kleinere Murgänge gebildet. 1 km über dem Akschar links befindet sich noch ein weiterer großer Einsturz-Erdrutsch mit Volumen von 100 Tausend m³.

In den Tälern der Flüsse Mikuschin-Sai und Teskenu sind im Wasserbecken des Flusses Turgen Spuren der gewaltigen Einstürze der Erdrutsche erhalten geblieben. Festgestellt wurden 2 Einstürze mit einem Volumen von einigen hundert Mio. m³, deren Weglänge 6-7 Kilometer beträgt, sowie eine große Anzahl kleinerer Einstürze. Die Sturzfläche und die Verbreitung der Einstürze in der Zone 1500-3000 m nimmt in diesem Teil des Einzugsgebietes Turgen bis zu 1/3 der gesamten Fläche ein.



Photo 10: Akschar Bergsturz
Quelle: Blagoveshchenskiy V.

Steinschläge in Ile Alatau wurden im Einzugsgebiet der Flüsse Usyn-Kargaly im Westen bis zu Turgen im Osten festgestellt. Höchste Entwicklung erreichte dieser Prozess im Einzugsgebiet Talgar, in den Oberläufen Schilik, dort, wo die Gletscherformen des Reliefs am stärksten ausgeprägt sind. Die Gründe der Steinschlag­tätigkeit liegen in der Verwitterung. Außerdem können Windstöße, Gewitterentladungen, Erdbeben sowie unvorsichtige Menschenhandlungen und die Bewegung der Bergtiere einen Steinschlag unmittelbar auslösen.

Von Steinschlägen sind in dieser Zone in den Höhen über 2500 m bis zu 30 % der Fläche der Abhänge bedroht. Die Beobachtungen zeugen von der Saison- und Tageszyklizität der Steinschläge. Innerhalb von einem Jahr fällt ihre höchste Anzahl auf Sommerende, wenn die Felsen von dem Schnee und dem Eis befreit werden. Der Tageszyklus der Steinschlage wird hauptsächlich in der Höhe und der Exposition der Abhänge bestimmt. Gewöhnlich beginnt der Steinschlag in eineinhalber Stunde nach der Beleuchtung der Felsenbereiche mit der Sonne, wenn der Schnee, der die Steine festhält, auftauert. Beim sonnigen Wetter fällt die höchste Intensität der Steinschläge auf Mittag, und am Nachmittag werden westliche Abhänge steinschlaggefährlich. Im Regen und beim warmen Wetter wächst die Gefahr der Steinschläge.

Somit sind in Ile Alatau gefährliche exogene Prozesse weit verbreitet. Betroffen davon sind Mittelgebirgs- und Hochgebirgsgebiete über 2000 m, wo Schneelawinen, Einstürze und Steinschläge beobachtet werden. Die Erdbeben sind hauptsächlich in Hügelkettengebieten konzentriert. Von den Murgängen sind alle Hochgebiete bedroht. Die größten Murgänge verlaufen durch alle Gebiete von den glazialen bis zu den Vorgebirgszonen. Die gefährlichen Prozesse beschränken die Möglichkeiten zur Nutzung der Berggebiete von Ile Alatau.

6. Risikoeinschätzung und –bewertung ausgewählter Naturgefahren im Ile-Alatau

6.1. Lawinen

6.1.1 Schadensfälle durch Lawinen im Ile-Alatau

Für die Berechnung tatsächlicher Risikowerte von Lawinen, für die Analyse der Risikoquellen und Erarbeitung der Maßnahmen zur Gefahrenminderung sind die Angaben über die Verluste und Opfer sehr wichtig.

Insgesamt wurden im Ile Alatau seit 1951 bis 2006 29 mal Ausnahmestände registriert, die durch Lawinen ausgelöst wurden (Tabelle 14).

Tabelle 14

Todes- und Schadensfälle durch Lawinen im Ile Alatau 1951-2006

| | Datum | Ort | Zahl der Todesopfer | Zahl der Geschädigten | Anmerkung |
|----|------------|---|---------------------|-----------------------|--|
| 1 | 11.1951 | Talgargebirgspaß | 5 | 3 | Touristen |
| 2 | 11.1958 | Moräne des Tujuksugletschers | 1 | | Mitarbeiter des Instituts für Geografie |
| 3 | 03.1961 | Alpinistenstation, Pionerskij Gebirgspass | 1 | 1 | Touristen |
| 4 | 03.1966 | Süd-östliche Abhang des Komsomolspitze | 2 | 2 | Alpinisten |
| 5 | 03.1966 | Kamennyi rutschej | | 2 | Alpinisten |
| 6 | 03.1966 | Fiskulturkspitze | 1 | | Angestellte |
| 7 | 12.03.1969 | Gletscher M. Mametowoj | 3 | 3 | Touristen |
| 8 | 02.1970 | Tschertowo uschelje | 1 | 3 | Alpinisten |
| 9 | 03.1972 | Kokdschailjau | 8 | 3 | Touristen |
| 10 | 04.1975 | Kimassar | 3 | | Schifahrer |
| 11 | 03.1978 | Tschkalovspitze | 1 | | Schifahrer |
| 12 | 02.1980 | Gletscher Molodejnij | 7 | | Alpinisten |
| 13 | 11.1980 | Touristenstation Almatau | 1 | | Schifahrer |
| 14 | 03.1980 | Sowjetov Gebirgspass | 2 | | Touristen |
| 15 | 02.1984 | Die Oberläufe Kumbelflüss | 2 | | Mitarbeiter des Kasachfilm |
| 16 | 03.1986 | Moräne Tujuksu | | 1 | Mitarbeiter des Kasselesaschita |
| 17 | 07.11.1986 | Moräne Tujuksu | 6 | 2 | Touristen |
| 18 | 02.01.1987 | Schimbulak | 1 | | Tourist |
| 19 | 01.05.1990 | Strasse Medeu-Tschimbulak | 4 | | Alpinisten |
| 20 | 07.11.1990 | Touristenstation Almatau | 4 | 4 | Alpinisten |
| 21 | 03.1991 | Schimbulak | | 1 | Fußgänger |
| 22 | 04.1995 | Talgargebirgspaß | | 8 | Lawine zerstört den Stützpfeiler der Drahtseilbahn |
| 23 | 03.1998 | Moräne des Tujuksugletschers | | 1 | Mitarbeiter des Schnee- und Lawinen-Forschungsstation Schimbulak |
| 24 | 03.2003 | Alpinistenstation, Pionerskij Gebirgspass | 1 | | Schifahrer |
| 25 | 03.03.2003 | Süd-östliche Abhang des Komsomolspitze | 1 | 1 | Mitarbeiter des Kasselesaschita |
| 26 | 12.02.2005 | Strasse Medeu-Tschimbulak | 1 | | Mitarbeiter des |

| | | | | | |
|----|------------|---------------------|----|----|--------------|
| | | | | | KasVsrivProm |
| 27 | 08.01.2005 | Gletscher Molodejnj | | 1 | Tourist |
| 28 | 03.2005 | Tschimbulak | | 1 | Schifahrer |
| 29 | 01.2006 | Butak Tal | 2 | | Touristen |
| | Insgesamt | | 58 | 37 | |

(nach Daten IfG, Almaty)

Die Zahl der Betroffenen beläuft sich auf 95. 87 Menschen sind unter der Lawine begraben worden. 8 Menschen wurden verletzt, als die Lawine stürzte, die Seilbahn umwarf und die Insassen herausgeworfen, von der Lawine jedoch nicht mitgerissen wurden. Von den 87 Betroffenen konnten 29 Menschen gerettet werden. 58 Menschen (61%) kamen ums Leben. Die meisten Opfer (52 Menschen - 90%) waren Ski- und Bergtouristen. Nur 6 Menschen waren aus beruflichen Gründen dabei [Blagoweschenskiy W. P., Kondraschow I.W., Kokarev A. L. Yegorov A. B., 2004].

1967 wurde der Schneelawinendienst gegründet, und vor 1967 kam es zu sechs Notfällen mit insgesamt zehn Opfern. In jener Zeit gab es keine Lawinenprognosen oder Lawinenwarnungen. Zu anderen Unfällen kam es, obwohl im Gebiet die Lawinengefahr erklärt wurde, alle Betroffenen also informiert waren. Hierzu gehören alle 19 Notfälle nach 1967 mit insgesamt 49 Opfern. Dazu kam es entweder durch Vernachlässigung der Lawinengefahr oder durch Nichteinhaltung der Sicherheitstechnik. Dies betont noch einmal die Wichtigkeit des anthropogenen Faktors für die Bildung des Lawinenrisikos und zeigt, wie wichtig es ist, die Bergsteiger professionell vorzubereiten.

Folgende Unfälle gehören zu den traurigsten: Studentengruppe aus der Berufsschule im Tschertowo Uschelje im Monat März 1972 (8 Opfer); Bergsteiger, die durch die Lawine vom Gipfel im Februar 1980 gestürzt wurden (7 Opfer); Touristen aus Nowosibirsk, die am Gebirgspaß Sowjetow im November 1986 verschüttet wurden (6 Opfer); Bergsteiger, die an Frontalabstufung der Moräne des Gletschers Tjuksu im Mai und im November 1990 verschüttet wurden (8 Opfer).

Analysiert man die Daten, an denen es zu Unfällen kam, so stellt man fest, dass es zu den meisten Unfällen am Wochenende oder während der Studentferien kam. Es zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Anzahl der Unfälle und der Konzentration der Touristen in den Bergen. Gewöhnlich kommt es zu Unfällen an gut besuchten Orten: entlang der Wanderwege, Hochgebirgsreiserouten und an den Bergskitrassen.

Außerordentlich lawinenanfällig sind die Zonen des Hochgebirgstourismus in den Tälern der Flüsse Kischi- und Ulken Almaty. (Photo 11-13). Zu den meisten Lawinengänge kommt es beim Aufstieg zum Talgar Pass, in der „Tschertowo Uschelje“ auf dem Weg zum Gebirgspaß Abai, sowie im Bereich der ehemaligen Touristenstation „Edelweiß“ und in dem Urotschische Kokdschailau.



Gorelnik

Quelle: Eigene Aufnahme 2003.



Schimbulak

Quelle: Kasatkin N. 2003.



Touristenstation Edelweiß

Quelle: Blagoveshchenskiy V. 2002.

Photo: 11-13 Künstlich ausgelöste Lawinen in der Täler Kischi- und Ulken Almaty

Die Oberläufe der Flüsse Kimassar, Butak und die Abhänge entlang dem Weg von „Tjuksu Tore“ bis zu dem Gletscher Tjuksu sind besonders lawinengefährlich. Hier werden

Lawinenabgänge jährlich beobachtet. In der Schlucht Kotyrbulak (Bereich der Touristenstation „Almatau“) zerstörten die Lawinen nicht nur Wirtschaftsgebäude, sondern töteten auch Touristen. Im Ulken Almaty Tal verlaufen einige lawinengefährdete Bereiche entlang der Autostraßen, die zu den Gebirgspäßen Schysaly-Kesen und Osernyi führen, in der Nähe des Sanatoriums „Alma-Arassan“ [Yegorov A. B., Popow W. I., 2002].

In den Oberläufen der Einzugsgebiete der Flüsse Kischi und Ulken Almaty wird der Abgang der Schneelawinen am häufigsten beim Aufstieg auf die Höhe zwischen den Bergspitzen Pogrebezkiy (4231 m) und Lokomotive (4209 m) auf dem Weg zum Gebirgspäß Tujuksu beobachtet. Mehrmals wurde der Abgang der Schneelawinen während der Aufstiege der Bergsteiger auf die Bergspitzen Manschuk Mametova (4190 m), Molodeschnyi (4103 m), Abai (4010 m) und Fiskulturnik (4331 m) beobachtet. Fast jährlich lösen sich große Lawinen von den Abhängen der Gipfel Sowjetow (4317 m) und Ozernyi (4126 m) [Yegorov A. B., Popow W. I., 2002].

6.1.2 Berechnung und Kartierung des Lawinenrisikos

Lawinenrisiko ist ein Wert, der zeigt, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Lawinen Menschen oder Wirtschaftsobjekten Schaden zufügen können. Um das Lawinenrisiko in einem oder anderem Gebiet einzuschätzen, müssen drei Werte bekannt sein: Häufigkeit im Gebiet, die Wiederholbarkeit und die Größe der Lawinen.

In Bezug auf das Lawinenrisiko dient als Charakteristik der Häufigkeit der Koeffizient der Lawinengefahr, der das Verhältnis zwischen der Fläche der lawinengefährdeten Bereiche und der Gesamtfläche angibt. Die Wiederholbarkeit gibt eine durchschnittliche Zeitspanne zwischen den aufeinanderfolgenden Lawinen. Die Größe des Prozesses charakterisiert seine zerstörende Kraft, für die der Lawinenumfang von entscheidender Bedeutung ist. Die Koeffizienten der Lawinengefahr, die Wiederholung und die Umfänge der Lawinen sind die Werte, die man bei der Einschätzung der Lawinengefahr kennen muss. Die Methodik zur Bestimmung dieser Werte aufgrund der Daten über Relief und Schneedecke ist in den Arbeiten [Blagoweschenskiy W. P., 1983; Sewerskiy I. W., Blagoweschenskiy W. P., 1983; Blagoweschenskiy W. P., 1991] ausführlich dargelegt.

Das Lawinenrisiko (r) kann als mögliche Zahl der Menschen, die in der Lawine umkamen, oder die Anzahl der zerstörten Objekte der Infrastruktur, bezogen auf ein Gebiet, für ein Jahr bestimmt werden. Bei der Bestimmung des Risikos unterscheidet man individuelles und kollektives Risiko. Das individuelle Risiko (r_i) gibt die Todeswahrscheinlichkeit an für einen einzelnen Menschen, der sich ständig im gefährlichen Gebiet befindet. Das kollektive Risiko (r_k) zeigt die vermutliche Zahl der Opfer, bezogen auf ein Jahr und ein Gebiet. Zwischen diesen beiden Risikoarten besteht eine einfache Relation:

$$r_k = N r_i,$$

N ist die Zahl der Menschen, die sich in einer lawinengefährlichen Periode in einem lawinengefährlichen Gebiet aufhalten.

Die Größe des Lawinenrisikos ergibt sich aus dem Produkt der Wahrscheinlichkeit der Wechselwirkung der Lawine mit dem Objekt (p_o) (Menschen, Infrastrukturobjekt) und der Wahrscheinlichkeit der Beschädigung als Folge dieser Einwirkung (p_y) (Schädigung des Menschen, Zerstörung des Infrastrukturobjekts). Die Wahrscheinlichkeit (p_o) für einen Menschen oder einzelne Objekt wird nach folgender Formel berechnet:

$$p_o = K p_L 1/T,$$

K ist der Koeffizient der Lawinengefahr, p_L - die Wahrscheinlichkeit der Lawinenbildung, T - die Zeitspanne zwischen den lawinengefährdeten Wintern, das Jahr.

Die Wahrscheinlichkeit der Lawinenbildung (p_L) hängt von der Hangneigung (α) und der Höhe der Schneedecke (h) ab. Aufgrund realer Angaben über die Lawinenabgänge ergibt sich für diese Abhängigkeit [Blagoweschenskiy W. P., 1991] folgende Formel:

$$P_L = 0,64 / (1+e^{33-57\alpha}) (1+e^{4,9-4,1h}),$$

h ist die Höhe des Schnees, m.

Die Wahrscheinlichkeit der Beschädigung durch die Lawinen steigt erheblich mit ihrem Volumen. Laut Unfallstatistiken aus der Schweiz [Mitt. Eidgenoss. Inst. Schnee-Lawinenforsch. Davos. No 31-51, 1966-1986] kommen in den Lawinen mit einem Volumen von 100 m³ 20 % der Betroffenen, in den Lawinen mit einem Volumen von 1000 m³ bereits 80 % um. Die Wahrscheinlichkeit des Menschentodes in einer Lawine (p_r) wird in Abhängigkeit vom Lawinenumfang nach folgender Formel berechnet:

$$P_y = 0,95 / (1+e^{13,6-5\lg V}),$$

V ist der Umfang der Lawine, m³.

Aufgrund der Koeffizienten der Lawinengefahr, der Häufigkeit von Lawinen und ihres Volumens lässt sich das individuelle Lawinenrisiko berechnen, und mit den Informationen über die Besucherzahl in einem Gebiet, wird das kollektive Risiko berechnet.

Zum Beispiel liegt in Ile Alatau, in der höchst lawinengefährdeten Zone (Hohe zwischen 2400 und 3000 m) der Koeffizient der Lawinengefahr K bei 0,7. Auf den hier vorhandenen Grashängen (Neigung 35°) liegt bei einer Schneehöhe von 1,5 m die Wahrscheinlichkeit der Lawinenbildung (p_L) bei 0,6. Die Lawinen gehen in diesem Gebiet jährlich ($T=1$) nieder. Die Lawinenvolumen liegen über 1000 m³ ($p_y > 0,8$). In diesem Fall beträgt das individuelle Lawinenrisiko $r_i > 0,7*0,6*0,8=0,34$. Dies bedeutet, dass von 100 Menschen, die sich im Winter ständig in diesem Gebiet aufhalten, 34 Menschen Opfer der Lawinen werden können, falls keine Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.

In der Zone zwischen 1600 und 2000 m Höhe, wo die Hänge vom Fichtenwald bedeckt sind, können sich Lawinen nur auf kleiner Fläche im Bereich der Waldwiesen bilden. Ihr durchschnittlicher Volumen beträgt 100 m³, und der Koeffizient der Lawinengefahr liegt nicht über 0,1. Obwohl die Lawinen hier jährlich niedergehen, verringert sich das individuelle Lawinenrisiko auf 0,01.

In den Höhen unter 1500 m, liegt die maximale Schneehöhe gewöhnlich nicht über 50 cm. In diesem Gebiet wird die Lawinenbildung nicht öfter als einmal in 10 Jahren beobachtet. Der Koeffizient der Lawinengefahr liegt bei 0,25. Die Volumina der Lawinen liegen bei ca. 100 m³, das individuelle Lawinenrisiko bei 0,005.

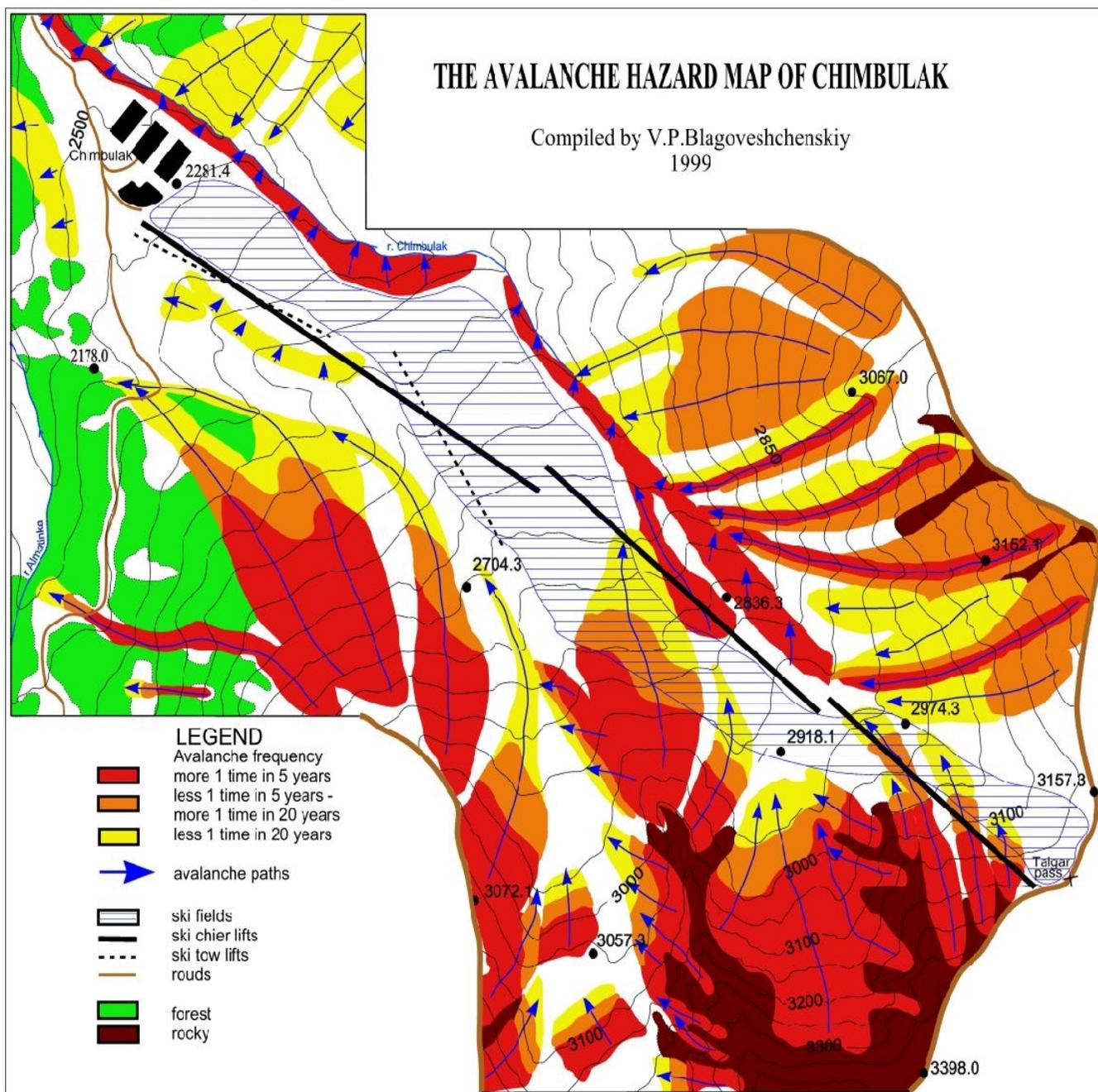
Mit dieser Methodik lässt sich das Lawinenrisiko für einen beliebigen Bereich der lawinengefährdeten Gebiete berechnen (Tabl. 15) und die Karte des Lawinenrisikos (Abb. 10-12) erstellen.

Tabelle 15.

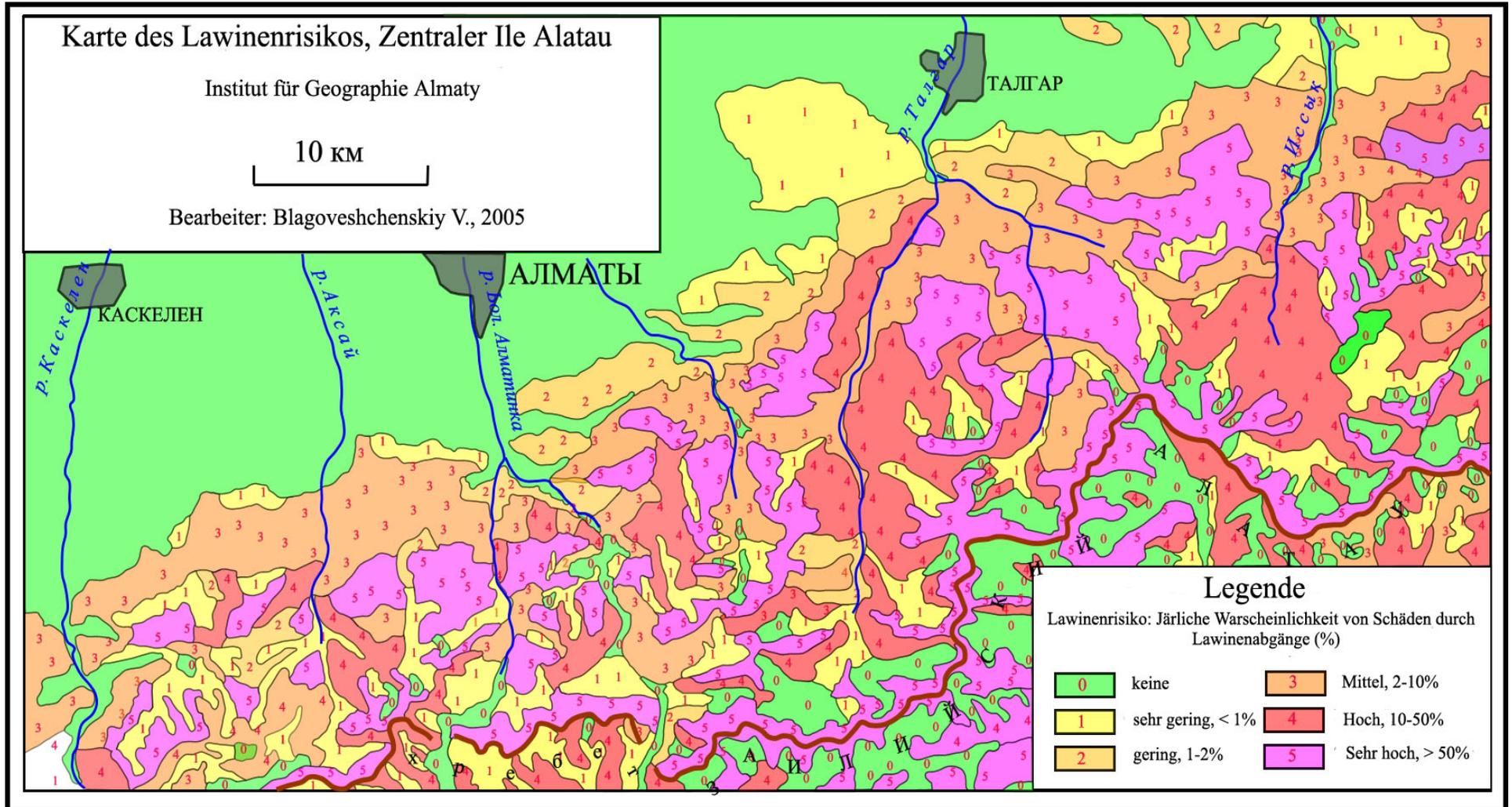
Lawinenrisiko in % in den Gebieten mit verschiedenen Parametern der Lawinengefahr.

| Lawinenvolumen (1000 m ³) | Koeffizient der Lawinengefahr | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|----------|-----------|-----------|-------|---------------------------------|----------|-----------|-----------|
| | Lawinenabgang 1x pro Jahr. | | | | | Lawinenabgang < 1x in 10 Jahre. | | | |
| | <0,1 | 0,1-0,25 | 0,25-0,50 | 0,50-0,75 | >0,75 | <0,1 | 0,1-0,25 | 0,25-0,50 | 0,50-0,75 |
| <0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,001 | 0,005 | 0,01 | 0,02 |
| 0,1-1 | 0,04 | 2 | 4 | 6 | 8 | 0,02 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| >1 | 2 | 4 | 10 | 15 | 20 | 0,05 | 0,2 | 0,5 | 0,8 |

Karte der Lawinengefahr im Gebiet Schimbulak



Karte der Lawinenrisiko im Zentral teil des Ile-Alatau



6.1.3 Lawinenschutzmaßnahmen

Nach der Bestimmung des Lawinenrisikos muss man entscheiden, ob dieses akzeptabel oder nicht akzeptabel ist. Akzeptables Risiko, so wie auch das Risiko, ist im Allgemeinen ein relativer Begriff und hängt im Endeffekt davon ab, inwieweit die Gesellschaft bereit ist, für die Sicherheit zu zahlen. In der Schweiz wird z. B. in den bewohnten Orten pro 100.000 Bewohner im Jahr ein Menschentod durch Naturgefahren zugelassen. Dort ist man bereit, von 10 bis zu 40 Mio. Schweizer Franken pro Jahr für die Verhinderung von Lawinenopfern [Avalanche Protection in Switzerland. Colorado, 1975; Merz, H. and Bohnenblust, H., 1993] zu zahlen.

Sollte das Risikoniveau aus diesen oder jenen Gründen unannehmbar sein, so werden Schutzmaßnahmen getroffen, um das Risikoniveau zu reduzieren und Schäden zu verhindern. Die Effektivität der Schutzmaßnahmen wird nach dem Verhältnis der Kosten ihrer Umsetzung zum Ausmaß des verhinderten Schadens [Merz, H. and Bohnenblust, H., 1993; Hagget R., 1990; Wilhelm, C., 1997; Wilhelm, C., Schmithusen F., Salm B. , 1992; Blagoweschenskiy W. P., Sewerskiy I. W., 1989] berechnet. Zurzeit lassen sich diese Werte nur ungefähr auf dem Niveau der Expertenschätzungen bestimmen. Den Wert der Maßnahmen kann man nur den Beschreibungen ähnlicher Schutzprojekte in anderen Bergregionen [Wilhelm, C., 1997; Wilhelm, C., Schmithusen F., Salm B. , 1992; Blagoweschenskiy W. P., Sewerskiy I. W., 1989; Yadroschnikow W. I., 1997; Margreth S., 1995; Stoffel L. 1996; Mitt. Eidgenoss. Inst. Schnee-Lavinenforsch. Davos. 1984] entnehmen. Der mögliche materielle Schaden ist auch nach dem Wert der Objekte zu bewerten, die von den Lawinen hätten beschädigt werden können. Die Zahl der verhinderten menschlichen Opfer wird anhand der Risikominderungszahl und der Besuchbarkeit der Region berechnet.

Die Maßnahmen gegen Lawinen lassen sich in vorbeugende, prophylaktische und präklusive einteilen. Zu Vorbeugungsmaßnahmen gehören: Erstellung der Karten lawinengefährdeter Zonen, sowie Lawinenprognosen und Lawinenwarnungen. Zu prophylaktischen Maßnahmen gehört die künstlichen Auslösung vom Lawinen, z.B. mit Hilfe von Sprengungen.

Zu präklusiven Maßnahmen gehören der Aufbau der Konstruktionen oder befestigenden Errichtungen an den Hängen: Erdstufen, Schilde, Zäune (Photo 14), sowie die Errichtung von Konstruktionen, die die Lawine von den zu schützenden Objekten ablenken: Dämme, Schutzgalerien (Photo 15).

Jeder Maßnahmentyp gewährleistet die Risikoreduzierung auf einem bestimmten Niveau. Dabei existiert eine Gesetzmäßigkeit: je niedriger das Niveau liegt, unter dem das Risiko vermindert werden soll, desto teurer sind die Schutzmaßnahmen. (Tabelle 16).

Tabelle 16

Wert der Schutzmaßnahmen und entsprechend erreichbare Risikominderung [Yadroschnikow W. I., 1997]

| Lawinenschutzmassnahme | Kosten, 1000 Euro | Lawinenrisiko, % |
|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| Lawinengefahrbewertung | 410-820 / km ² | 1-5 |
| Lawinenprognose | 1600- 4200 / km ² pro Jahr | 0,1-0,5 |
| Prophylaktische Lawinenauslösungen | 820 – 1600 / km ² pro Jahr | 0,01-0,05 |
| Waldpflanzen | 820000 / km ² | 0,005-0,01 |
| Schneebefestigenden Errichtungen | 82000000 / km ² | <0,001 |
| Lawinenschutzgalerien | 820000 / 1 km | <0,001 |



Photo 14: schneebefestigenden Einrichtungen (Lawinverbauung) am Berg Mochnatka
Quelle: Blagoveshchenskiy V. 2005.



Photo 15: Lawinenschutzgalerie in den Schweizer Alpen
Quelle: Eigene Aufnahme 2003.

Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen lässt sich auf zwei unterschiedliche Weisen bewerten: bezogen auf die verhinderten menschlichen Opfer oder auf das materielle Schaden. Für den ersten Fall werden die Kosten der Lawinenschutzmaßnahmen bestimmt, die die Erhaltung des menschlichen Lebens (C_h) gewährleisten. Die Einheit dafür ist Euro/Mensch. Die Effektivität des Schutzes materieller Objekte wird durch das Verhältnis des Objektwertes, das vernichtet werden kann, zum Wert der Maßnahmen bestimmt, die diese Vernichtung verhindern sollen. Dieses Verhältnis heißt Effektivitätskoeffizient (K_{ef}). Die Schutzmaßnahme gilt erst dann als effektiv, wenn $K_{ef} > 1$ ist. Die Effektivitätskennwerte verschiedener Maßnahmen werden beim Vergleich verschiedener Möglichkeiten verwendet, um die optimale zu wählen.

In der Tabl. 17 sind die geschätzten Werte der ökonomischen Effektivität der Lawinenbremsmaßnahmen in Einzugsgebiet des Flusses Kischi Almaty angeführt.

Tabelle 17

Ökonomische Effektivität der Lawinenschutzmaßnahmen in Einzugsgebiet Kischi Almaty

| Maßnahme | Kosten, 1000 Euro | Verminderung der Schäden, 1000 Euro und / oder menschlichen Opfer | Massnahmeneffektivität (C_h , K_{ef}) |
|---|----------------------|---|--|
| Kartenproduktion der Lawinengefahrzonen | 8,4 | Hängt von preis der planenden Einrichtungen an | Nicht bewertet |
| Schneelawinstation | 29/Jahr | 5 Menschen/Jahr | $C_h=5738$ euro/Mensch |
| Profilaktischelawinenauslösungen | 16,4/Jahr | 3 Menschen/Jahr | $C_h=54100$ euro/Mensch |
| Rettungsdienst | 16,4/Jahr | 2 Menschen/Jahr | $C_h=8400$ euro/Mensch |
| schneebefestigenden Errichtungen für Berg Mochnatka | 410 | 840 0,2 Menschen/Jahr | $K_{ef}=2,0$ $C_h=41000$ euro/Mensch |
| Damm in Sarkrama | 84 | 410 0,1 Menschen/Jahr | $K_{ef}=5,0$ $C_h=16400$ euro/Mensch |
| Medeu-Schimbulak Strasse bewaldung | 16,4 | 0,1 Menschen/Jahr | $C_h=3279$ euro/Mensch |
| Gasex-Einrichtungen für Ski-Gebiet Schimbulak | 410 | 0,5 Menschen/Jahr | $C_h=16400$ euro/Mensch |

Die Effektivität der zusammengestellten Karten für lawinengefährliche Zonen ist sehr schwer zu bewerten, da sie davon abhängt, wie das Gebiet in der Zukunft verwendet wird. Die auf den Menschenschutz gerichteten Maßnahmen fordern von 5738 bis zu 8,4 Tausend Euro für ein vorgebeugtes Opfer. Hierzu gehören der Schneelawinen- und Rettungsdienst sowie prophylaktische Lawinenauslösungen.

Insgesamt wird eine solche hohe Effektivität der Lawinenbremsmaßnahmen unter den Bedingungen des Ile Alatau mit relativ kleinen Kosten erklärt, da sie mit sehr billigen Mitteln verwirklicht werden. Beim Umstieg auf moderne Methoden können die Kosten um ein Mehrfaches zunehmen.

6.2. Muren

6.2.1 Zonierung und Kartierung der Murengefährdung

Hinsichtlich der Murengefahr kann man das Ile Alatau-Gebirge 9 Zonen unterscheiden:

1. *Die Hochgebirgszone mit der gegenwärtigen Vergletscherung.*

Das Gebiet ist von den Gletschern eingenommen, die durch Felskämme getrennt sind. Die Gletscherzunge ist von frischen Seitenmoränen umrahmt. Die Murengefahr ist in diesem Gebiet unwahrscheinlich, obwohl Vorgletscherseen mit dem Wasser überfüllt werden, das eben von diesen Gebieten im Sommer kommt. Der Durchbruch dieser Seen verursacht die katastrophalen Muren in den unten liegenden Gebieten. Jedoch laufen kleine Abhangsmuren hier jährlich gestreift Felscouloirs, Steilrinnen und steile Moränenabhänge hinunter. Dort bilden sich oft kleine Erdrutsche beim Eisschmelzen. Außerdem werden in der Gletscherzunge während der Schneeschmelze im Frühling oft die Wasser-Schneeströme gebildet. Allerdings bleibt ihr Volumen unter den Bedingungen des Ile Alatau unbedeutend (Volumen bleibt unter 100 m³) und sie stellen keine wirkliche Gefahr dar. Aber die Wahrscheinlichkeit derartiger Erscheinungen ist nicht auszuschließen. Dieses Gebiet erstreckt sich bis zu Hauptwasserscheide Ile Alatau (von Usunkargaly bis zu Turgen). Die untere Gebietsgrenze verläuft am Ende der Gletscherzunge, also in Höhe von 3400-3600 m.

2. *Die Hochgebirgszone der Verbreitung der jungquartär Vergletscherung, an den sich der Bereich der rezenten Vergletscherung anschließt.*

Die Talböden sind hier von Gletscher – Moränen Komplexe, „totem“ und fossilem Eis, von eishaltigen Moränen, von Blockgletschern belegt. Die Talhänge sind mit steinigem Lager mit den Ausgängen der Felsen abgedeckt. In diesem Bereich sind die Moränenseen, Stauseen, Einsturzseen, Karseen, Dammseen am gefährlichsten. (Photo 16).

Dass diese Seen mit Gletscherschmelzwässern überfüllt werden, die sich entlang der Moränendämme bilden, führt zu ihrem Durchbruch zu katastrophalen glazialen Muren. Solche Muren erreichen ein Volumen von Millionen Kubikmetern und laufen durch das ganze Tal bis zu dem Vorgebirgskegel. In diesem Gebiet bildeten sich katastrophale Muren an den Flüssen Ulken Almaty (1977) (Photo 17: Murebildungsgebiet Kumbelsu), Kischi Almaty (1973), Esik (1963). Ein Vorgletschersee kann auch in Folge der Bewegung eines pulsierenden Gletschers verdrängt werden, wie es in Einzugsgebiet des Flusses Schilik geschah, als der Gletscher Bogatyr in Bewegung kam.

Eine schnelle Degradierung der Vergletscherung führt dazu, dass die Fläche dieser Zone größer wird, und dass die Thermokarstprozesse in eishaltigen Gesteinen die Murentätigkeit aktivieren. Außerdem gehen hier ziemlich oft oberirdische Muren mittlerer Größe (von 10000 bis zu 100000 m³) nieder, weil erosive Seitenwände in den Moränen und Blockgletscher ausgewaschen werden. Jährlich werden auch kleine Hangmuren entlang der Steilhängen der Täler und der Moränen beobachtet. Es ist ein Gebiet mit sehr hohem Murenpotenzial. Diese Gebiete schließen sich unterhalb der Gebiete der gegenwärtigen Vereisung an und erstrecken sich bis zu einer Höhe von 2800-3000 m.



Photo 16: Moränenstausee
Quelle: Eigene Aufnahme. 2006.



Photo 17: Murenbildungsgebiet (Kumbelsu)
Quelle: Blagoveshchenskiy V. 2006.

3. Die Hochgebirgszone der jungquartär Vergletscherung ohne Gletscher in den Oberläufen der Täler.

In diesen Gebieten gibt es keine rezenten Moränen-Gletscherkomplexe.

Die Böden der Täler nehmen die vorzeitlichen Moränen und Blockgletschern ein sowie moderne aktive Hangblockgletschern, die Lockermaterial für Muren liefern, die Schauer oder intensive Schneeschmelze verursachen. Hier entstehen katastrophale Muren mit einem Volumen von über Million Kubikmeter selten, wie es entlang des Flusses Kischi Almaty 1921 geschah. Aber für dieses Gebiet sind kleine Hangs- und mittlere Flußbettmuren typisch, die seine Grenzen nicht überschreiten. Dieses Gebiet nimmt westliche und östliche Grenzgebiete der Hauptkammwasserscheide im Ile Alatau ein: Karakastek, Uzynagasch und Turgen. Auch die Nordverlängerungen der meridionalen Seitenausläufer dieser Gebirgskämme gehören dazu. Die Höhengrenzen dieses Gebietes liegen zwischen 2800-3000 und 3400-3600 m.

4. Die Mittelgebirgs - und Hügelkettenzonen der Einzugsgebieten des zentralen Teiles vom Ile Alatau (von Schemolgan bis zu Esik).

In diesem Gebiet bilden sich die Muren in den Oberläufen der Einzugsgebiete, sie erreichen hier ihr größtes Volumen von Millionen Kubikmetern. Neben Glazial- und Niederschlagsmuren erreichen die durch Durchbruch von Stauseen entstandenen Muren gewaltige Volumen in diesem Gebiet (See Esik in 1963, Umfang 5,8 Mio.m³). Im Westen dieses Gebietes (der Einzugsgebiet der Flüsse von Schemolgan bis zu Kargaly) sind Muren-Volumen etwas kleiner, mehrere Tausend Kubikmeter (Kaskelen, 1980). Hauptsächlich stellen die Durchlaufmuren, die aus den Vorgebirgsschwemmkegel austreten, die große Murengefahr in diesem Gebiet dar. Allerdings bilden sich hier eigene Flußbettmuren in den steilen Tälern der Seitenflüsse. Ihr Volumen erreicht manchmal Zehntausende Kubikmeter. Die Hangmuren sind hier nicht besonders verbreitet, da die Hänge hier gewöhnlich sehr vergrast und im unteren Gebietsteil (unter 2600 m.) noch bewaldet sind.

Dieses Gebiet lässt sich noch nach Muren-Gefahrengrad differenzieren. Flußbetten der Haupttäler zeichnen sich durch die größte Gefahr aus. Durch sie fließen mächtige Muren von den Oberläufen der Täler bis zu ihrem Ausgang auf die Vorgebirgsschwemmkegel. In den Talböden der Vorgebirgsschwemmkegel kann man Murengefahr als mäßig bezeichnen: hier kommt es manchmal zu Niederschlagsmuren mit einem Volumen von Zehntausend Kubikmetern (zum Beispiel die Täler der Flüsse Ajusai, Kimassar, Butak). Nun haben die Seitenhänge der Täler und die Wasserscheiden nur eine kleine Muren-Gefahrenstufe. Dort werden die kleinen Muren in Talwegen der steilen breiten Schluchten selten gebildet.

5. Die Hügelkettzone der Prilawken in Zwischenflussgebieten der Haupttäler des zentralen Teiles des Ile Alatau von Kaskelen im Westen bis zu Turgen im Osten.

In diesem Gebiet können auch Erdbebenmuren entstehen, die durch seismisches Erdbeben beim Erdbeben der Stärke 9 und mehr nach der Richter-Skala verursacht werden. Solche Muren mit einem Volumen von Hunderttausenden Kubikmetern wurden hier während des Erdbebens im Jahre 1887 beobachtet. Doch sind die derart gewaltigen Murenerscheinungen sehr selten, und können wie jedes seltene Ereignis nicht prognostiziert werden. Dabei ist zu beachten, dass zwei seltene Faktoren zusammenfallen, ein starkes Erdbeben und lang anhaltende Starkniederschläge direkt vor dem Erdbeben.

Zurzeit lässt sich die Murengefahr in diesem Gebiet durch recht häufige Muren mit einem Volumen von Zehntausenden Kubikmetern erklären, die durch einen starken Regen verursacht werden. In einigen Murenbildungsgebieten entstehen die Muren mehrmals pro Jahr (Akschar, Koktscheka). Dies alles bestimmt die hohe Muren-Gefahrenstufe dieses Gebietes.

6. *Die Mittelgebirgs- und Hügelkettzone im westlichen Teil des Ile Alatau: die Einzugs- und Zwieschenflussgebiete der Flüsse Karakastek, Uzynagasch und Uzynkargaly.*

In diesem Gebiet fallen wesentlich weniger Niederschläge als im zentralen Teil von Ile - Alatau. Durch die Flussbetten der Hauptflüsse laufen hier die durch Regen verursachten Muren mit einem Volumen von Zehntausenden Kubikmetern und Schwemmhochwasser mit Aufwand bis zu $250\text{m}^3/\text{s}$ durch. An den Seiten der Erosionstäler ist ein ziemlich dichtes Netz der kleinen Bildungsgebieten der Abhangmuren entwickelt. Insgesamt kann man die Murengefahr dieses Gebietes als mäßig bezeichnen.

7. *Gebiete, die in den Mittelgebirgs- und Hügelkettzonen des Einzugsgebietes vom Fluss Turgen liegen.*

Die Bedingungen für Murenbildung und die Muren-Gefahrstufe sind ähnlich wie in der Zone 6,

8. *Dieses Gebiet umfasst die Wasserscheideräume der östlichen Verlängerung des Ile Alatau, zwischen den Einzugsgebieten der Flüsse Turgen, Assy, Sarybulak und Schenischke (Oberteile der Gebirgskämme, über 2500m).*

Hier gehen in kurzen steilen Tälern kleine Flussbettmuren mit einem Volumen von Zehntausend Kubikmeter nieder. Die Murengefahr in diesem Gebiet wird als niedrig bewertet.

9. *Die Mittelgebirgs- und Hügelkettzonen der Einzugsgebieten der Flüsse Assy, Sarybulak und Schenischke liegen östlich von der Hauptwasserscheide des Ile Alatau, in seinem „Windschatten“.*

Hier fallen nur selten Niederschläge. Deswegen laufen Geschiebestrome in den Flußbetten der Hauptflüsse mit einem Volumen über 100 m^3 nur selten durch.

Für jedes dieser Gebiete kann man eine großmaßstäbige Karte der Murengefährdung erstellen. Es ist recht kompliziert, die Murengefahr im Ile Alatau als Ganzes zu kartieren, obwohl Informationen über die Murenverbreitung im Gebiet und ihre Häufigkeit und Größe vorhanden sind. Laut den vorhandenen historischen Angaben unterliegen alle Flüsse vom Ile Alatau der Murengefahr, sowie die meisten Nebenflüsse, dabei in allen Hochgebirgszonen (von 4000 bis zu 1000 m). Und katastrophale Muren, die in den Einzugsgebieten der Flüsse Kischi und Ulken Almaty 1887, 1889, 1921, 1950, 1956, 1973, 1977 und 1988 gebildet wurden, verursachten wesentliche Schäden mit Menschenopfern in Almaty. Die großen Muren wurden auch in anderen Einzugsgebieten des Gebirgskammes beobachtet, insbesondere an den Flüssen Aksay, Essik und Talgar in den Jahren 1887, 1921, 1947, 1950, 1956, 1963, 1975 und 1977. Heutzutage befinden sich in der Zone der mittleren Murengefahr viele Infrastrukturobjekte. Da die Bergsportarten und Tourismus immer beliebter werden, gibt es immer mehr Menschen, die sich ständig in murengefährdeten Gebieten aufhalten. Die katastrophalen Muren können solchen Städten wie Almaty, Kaskelen, Esik, Talgar, und auch anderen besiedelten Orten Schaden zufügen. Deshalb ist es sehr schwierig, die potentielle Menschenanzahl und Infrastrukturobjekten, die sich in dem Gebiet des Murenrisikos befinden, einzuschätzen, und entsprechend das individuelle und kollektive Risiko zu bewerten. Aber aufgrund der Archivdaten von Kasselesaschita (Kasachisches Amt für Murenschutz) kann man eine Analyse durchführen, um festzustellen, wie effizient Murenschutzmaßnahmen sind und ob Einsatz von Murenbremsvorrichtungen in den Bergen des Ile Alatau nützlich ist.

6.2.2 Murenschutzmaßnahmen

Bei Murenschutzmaßnahmen wird es zwischen prophylaktischen und präklusiven Maßnahmen unterschieden. Zu den Vorbeugungsmaßnahmen gehören: die Kartenerstellung der murengefährdeten Zonen, sowie die Prognosen und Benachrichtigungen über die Murengefahr. Zu den prophylaktischen Maßnahmen gehören Agrowaldmelioration, Melioration von Moränenseen, Verbot der Abholzung und der Viehweide etc.

Zu präklusiven Maßnahmen gehört der Aufbau der Murenschutzvorrichtungen: die Dämme, die Kanäle, stabilisierende Flußbetten, umleitende Dämme usw. (Photo 18-21). Kasachstan verfügt heute über große Erfahrung bei der Nutzung und die Durchführung der Murenschutzmaßnahmen zur Verminderung des Murenrisikos.



Photo 18: umleitende Dämme (Ulken Almaty)
Quelle: Blagoveshchenskiy V. 2006



Photo: 19 Durchlässige Murenschutzdamm (Esik)
Quelle: Eigene Aufnahme 2004.



Photo 20: Murenschutzdamm Medeu (Kischi Almaty)
Quelle: Eigene Aufnahme 2006.



Photo 21: stabilisiertes Flußbett (Ulken Almaty)
Quelle: Eigene Aufnahme 2006.

Nach der katastrophalen Niederschlagsmure 1921 (Wernerskaja Katastrophe) begann man in Kasachstan, die Murenerscheinungen zu untersuchen. Dieser Strom mit dem Umfang über 3,2 Mio.m³ erreichte die Stadt (Photo 22) und fügte bedeutende Schäden zu (über 500 Menschen sind umgekommen, es wurde ein vierter Stadtteil zerstört). Die Verlegung der Hauptstadt Kasachstans nach Alma-Ata im Jahre 1929 führte zur schnellen Entwicklung der

Stadt, so dass die Frage nach dem Murenschutz aufkam. Die Mure von 1931 beschleunigte die Bearbeitung dieses Problems.



Photo 22 Kunajew Strasse nach Murengang 1921
Quelle: Archiv des Institut für Geographie

Das erste Projekt zum Schutz der Stadt Almaty vor Muren wurde 1934-1935 vom Allsowjetischen Institut für Waldmelioration erarbeitet. 1937 wurde es wegen der langen Zeit, die die Bewaldung der Einzugsgebiete der Flüsse in Anspruch nimmt, als unzulässig erklärt. Hinzu kam, dass Maßnahmen zur Waldmelioration die Muren der glazialen Ursprungs nicht verhindern konnten.

Das zweite Projekt zum Schutz der Stadt Almaty vor Muren wurde 1937-1939 erarbeitet. Entwickelt wurde es basierend auf den sorgfältigen Untersuchungen der Mure von 1921 sowie der ausländischen Erfahrung auf dem Gebiet des Murenschutzes, insbesondere der Stadt Los-Angeles. Die Analyse der Untersuchung der vergangenen Mure zeigte, dass die entscheidende Rolle im Mechanismus der Murenbildung nicht dem Flächenabspülen, sondern der Flussbetterosion zukommt.

Das dritte Projekt zum Murenschutz in Stadt Almaty wurde in den Jahren 1938-1940 erarbeitet. Es sah Stabilisierung aller Murennebenflüsse des Flusses Kischi Almaty mit dem System 822 Steinmauerdamm mit einer Höhe von 2 bis zu 5 m vor. In der Kombination mit umfangreichen Phytomeliorationsarbeiten von diesen Maßnahmen wurde geplant, die Bildung der stürmischen Muren in Einzugsgebiet des Flusses Kischi Almaty völlig zu verhindern. Als provisorischer Schutz wurde der Bau von vier Baugruben zum Murenempfang in der Gebirgsflussmündung von Kischi Almaty mit der Ableitung des Abflusses über kanalisiertes Flussbett des Esentai Flusses mit Niedergang von 600 m³/s geplant.

In 1940 war das vierte Projekt zum Murenschutz der Stadt Alma-Ata abgeschlossen. Hier traten Baugruben zum Murenempfang in den Vordergrund. Ihre Gesamtkapazität belief sich auf 2,4 Mio. m³ und Verwerfungsniedergang auf bis zu 800 m³ /s. Der zweite Weltkrieg hat die Umsetzung des Projekts verhindert. In 1951 wurde das Forschungsinstitut KazNIGMI gegründet.

Seine Hauptaufgaben waren Forschung und Erarbeitung hydrometeorologischen Methoden zur Prognose der stürmischen Muren. Die damaligen Wissenschaftler behaupteten, die Hauptfaktoren der Murenbildung seien stürmische Niederschläge bei erhöhten Lufttemperaturen in Kombination mit der starken Befeuchtung des Bodens. Diese Annahme war aber falsch.

Am 20. August 1951 entstand in den Oberläufen des Flusses Kischi Almaty am klaren sonnigen Tag ein glazialer Schlammstrom. Der Schlammstrom von 1951, der als Ergebnis des Abbruches der frontalen Moräne in den Oberläufen des Flusses Kischi Almaty entstand, hat die Vorstellung über die Ursachen der Murenbildung erweitert. Ab 1951 wurde ein Dienst gegründet, der die Veränderung des Wasserniveaus in Moränenseen, Niederschläge, Lufttemperatur und Stabilität der Moränenoberschwellen und Moränenablagerungen überwachen sollte.

Am 7. August 1956 wurde über demselben Tal des Flusses Kischi Almaty noch ein Schlammstrom des glazialen Typs registriert. Der mächtige Schlammstrom hat auf seinem Weg alle Brücken und eine Asphaltstrasse nach Medeu zerstört, und bog am Murenableitungsdamm in den Fluss Esentai ab, wobei seine Ufer zerstört wurden. Die meisten festen Komponenten des Schlammstromes wurden im Bergtal verteilt, dessen Aussehen sich dadurch stark verändert hat. Nur ein kleiner Teil mit einer Durchflussmenge von 50 m³/s erreichte die Stadt.

In Zusammenhang mit dem größten Murenabgang glazialen Ursprungs in 1956 in Alma-Ata fand die 4. Allsowjetische Konferenz über Muren statt, bei der das Projekt von Giprovodhoz MLW UdSSR über den Schutz der Stadt Alma-Ata von den Muren diskutiert und genehmigt wurde. Die endgültigen Fassung des Projektes sah Folgendes vor:

In erster Linie der Bau des Damms in Urotschitsche Medeu und Wasserscheide von Wesnowka (Fluss Essentai), die Verkleidung des Flussbettes von Essentai und Agrowaldmelioration;

In zweiter Linie – Stabilisierung des Flussbettes von Ulken Almaty und Dammbau im Bezirk von Wesnowskaja Damm und in Urotschitsche Mynschilki. Das Fassungsvermögen der Murenempänger, das vom Damm Medeu gebildet werden sollte, wurde auf 5,5 Mio. m³ angesetzt. Dieses Fassungsvermögen sollte für die nächsten 100 Jahre ausreichen. Es wurde angenommen, dass während dieser Zeit zwei Schlammströme wie in 1921 und etwa 10 kleine Muren abgehen werden, der Murenbehälter nur 1,5 Mio. m³ seiner akkumulierenden Kapazität verlieren wird, und 1,5 Mio. m³ als flüssiger Abfluss in den unteren Wassergang innerhalb weniger Tage nach dem Schlammstrom mit sicherem (bis zu 30 m³/s) Niedergang abgeworfen werden. Im Unterschied zu vorherigen Projekten wurde hier zum ersten Mal die Möglichkeit eines Murengangs mit dem Gletscherursprung berücksichtigt. Das Projekt sah auch die Durchführung der Meliorationsarbeiten vor, um den hydrotechnischen Vorrichtungen eine längere Lebensdauer zu gewährleisten. Gleichzeitig mit diesen Maßnahmen wurde die Gründung des operativen Dienstes für Murenwarnungen vorgesehen.

1959 wurde nach dem Projekt des Giprovodhos mit den Vorbereitungsarbeiten für den Bau des Damms Medeu begonnen. Die Idee, den Damm durch Bergsprengung zu bauen, rief zahlreiche Proteste hervor. In 1961 wurde der Bau eingestellt.

Die katastrophale Mure glazialen Ursprungs (1963) hat den Esik-See und mehrere Straßen in der Stadt Esik zerstört und brachte riesige (über 10 Mio. Rubeln und ca. 2000 Opfern) Schäden. Die Bildung des gewaltigen Schlammstromes war u. a. durch Schlammstrom (Fluss Scharsai) ausgelöst, der durch Einsturz der Moräne entstand. Dieser war durch Überbefeuchtung der Moräne mit unterirdischen Filtratwasser und Durchbruch der mit Wasser gefüllten Moränengrotten ausgelöst [Winogradow Yu. B., 1980]. Schlammstrom kam zum See Esik und infolge der rückgängigen Erosion war der natürliche Absperrdamm des Sees gebrochen und Wasser strömte ins Tal von 300 m Höhe. Es wurde eine neue Mure gebildet, die mächtigste von allen, die bis zu diesem Zeitpunkt in Kasachstan und UdSSR beobachtet und untersucht wurden. Innerhalb weniger Stunden hat sie auf die Ebene etwa 6 Mio. m³ schlammiger Masse gespült, und bildete dabei einen 8 km langen und bis zu 2,5-3,0 km breiten Schuttkegel.

Nach dieser Katastrophe wurde der Schutz der Stadt Almaty die Frage von erstrangiger Wichtigkeit. Der Schlammstrom 1963 hat zu Korrekturen in den Berechnungen für die Projektierung und den Baus der hydrotechnischer Murenschutzanlagen beigetragen. Bei Erarbeitung des Projektes von „Giprovodhoz“ hat man mit einem derart mächtigen Schlammstrom nicht gerechnet. Das Projekt wurde zur Korrektur ins Institut "Hydroprojekt" übergeben. In 1964 war das neue Projekt des Dammes «Medeu» entwickelt, bei dem die Konstruktion deutlich stabiler war. In diesem Zeitraum wurden im mittleren Teil des Tales des Flusses Kischi Almaty waren vier experimentelle durchlässige metallische Murenempfänger und in den Oberläufen des Flusses Damm Mynschilki gebaut.

In den Jahren 1964-1966 wurde von der Kasachischen Filiale des Institutes "Hydroprojekt" das Schema des Murenschutzes der besiedelten Gebiete des Ile Alatau erarbeitet. Dieses Schema bestimmte die murengefährdeten Gebiete und beinhaltete die Schutzmaßnahmen.

1969 haben die Akademie der Wissenschaft UdSSR und der Staatsbau UdSSR das Projekt über erstrangige Maßnahmen zum Schutz der Stadt Almaty behandelt und genehmigt, gleichzeitig wurden die Vorschläge der Gruppe von Wissenschaftlern aus Almaty abgelehnt: Diese hatten vorgeschlagen, anstelle des Dammes Medeu eine durchgehende Kaskade aus Murenhaltevorrichtungen zu bauen. 1973 war der steinige Damm mit Höhe von 110 m mit der Murenspeicherkapazität von 6,2 Mio. m³ fertiggestellt. 1973 gelang es nach dem großen Schlammstrom zum ersten Mal, den Volumen genau zu bestimmen: Vom Damm wurden 5,5 Mio. m³ der Murenmasse zurückgehalten, u. a. 4 Mio. m³ Sinkstoffe und 1,5 Mio. m³ Wasser. Über dem Damm hat er allen kleine murenhaltende Anlagen zerstört: bei Urotschitsche Mynschilki – ein 18 m habionen Damm, bei Touristenheim «Gorelnik» - zwei durchlässige metallische Murenempfänger mit einer Höhe unter 10 m. Das Bergtal wurde auf der Länge von 10 km wurde in einen tiefen Canyon umgewandelt – ein Murenbildungsgebiet mit labilen Hangsedimenten glazial alluvial-prolluvialen Ursprungs.

Weil in den Murenbehältern die Wasserbeckenanlage nicht fertig gebaut war, wurde sie von Murenablagerungen zu 2/3 gefüllt; danach begann eine verstärkte Filtrierung des Wassers durch den Stamm des Dammes, die seiner Stabilität droht. Nur die rechtzeitigen Maßnahmen konnten den Damm vor der vollständigen Zerstörung und einer möglichen Katastrophe gerettet.

Auf diese Weise hat die Mure von 1973 den geschätzten Ausmaß der Murenerscheinungen im Tal des Kischi Almaty wesentlich verändert, somit änderte sich auch das Konzept zu ihrer Bekämpfung. Und so wurde ein 7. Schema des Murenschutzes von Almaty erforderlich.

Um den Notzustand zu beseitigen und Almaty sicher zu schützen, wurden Maßnahmen zur Vergrößerung des Dammes auf 150 m Höhe und der Murenspeicherkapazität auf 12,6 Mio. m³ eilig ergriffen. Es wurde die Errichtung der Abfluss- und Ansammlungsanlagen vorgesehen, die den geregelten und sicheren Wasserablauf bis 30 m³ /s gewährleisten. Der Gesamtwert des Baus betrug 33,9 Mio. Rubel.

In den Oberläufen des Flusses Kischi Almaty in Urotschitsche Mynschilki ist der aufgeschüttete, 17 m hohe Damm mit Murenbehältern mit einer Kapazität von über 20000 m³ in der Höhe von 3000 m errichtet worden, der mittlere glazial-durchbrüchige Muren unmittelbar im Murenbildungsgebiet neutralisiert. Unter dem Damm befinden sich zwei durchgehende Anlagen zur Zurückhaltung der Muren, die aus den Nebenflüssen von Beldebai und Kasaschka herauskommen. Die Arbeiten zur Stabilisierung der Flussbetten von Essentai und Kimasar sind abgeschlossen; hier wurden die Anschwemmungsabsätze gebaut.

Durch den riesigen Anteil der festen Komponente im Schlammstrom waren die Forscher 1973 gezwungen, die Rolle der geologischen Faktoren bei der Murenbildung neu zu definieren. Die glazialen Muren von 1956, 1963 und 1973 haben die Forschung der Natur der Murenbildung, des Potentials der Muren, der Struktur, der Charakteristiken und der zerstörenden Kraft verändert. Das gesammelte Material über die Muren, die Ergebnisse aus der Forschung der Murenablagerungen und Murenformierungsboden haben die rein hydrologische Konzeption der Murenerscheinungen in Frage gestellt.

Alle vorherigen Projekte wurden ohne ausreichende technogeologische Begründung, ohne Durchführung der speziellen technogeologischen Forschungen von murengefährlichen Bassins und ohne Forschung ihrer hydrologischen Bedingungen durchgeführt.

Im August 1977 sind im Flussbett von Ulken Almaty zum ersten Mal innerhalb eines derart kurzen Zeitraums, im Laufe des Monats, riesige Schlamm- und Wassermassen von bis zu 6 Mio. m³ und mit maximaler Abflussmenge von 11000 m³/s abgegangen. Daraufhin ist zum 8. Mal die Notwendigkeit entstanden, das Projekt zum Murenschutz der Stadt Almaty zu revidieren. Für den Schutz des westlichen Stadtteils wurde auf dem Fluss Ulken Almaty ein 40 m langer Zellendamm aus Stahlbeton errichtet, mit den Vorrichtungen des Wasserablasssystems, die einen automatischen Ablass der Wassermassen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 45 m³/s vom jeden Horizont der Murenbehälter gewährleisten. Die Kapazität bei der Senkung der Murenbehälter-Oberfläche von 4° beträgt 14,5 Mio. m³. Der Gesamtwert des Baus beläuft sich auf 14,5 Mio. Rubel. Außerdem wurden zur Verhinderung des Durchbruchs am Großen Almaty-See die Arbeiten zum Aufbau des natürlichen Damms durchgeführt. Im Stadtbereich sind für sicheren Transitgänge des Hochwassers über den Fluss Ulken Almaty die richtungsstabilisierenden Arbeiten mit der Errichtung der Kaskade vom großen Sinkstoffauffang durchgeführt.

Es wurden auch die Arbeiten zum Schutz der Städte Esik, Kaskelen und Talgar durchgeführt. Der Gesamtwert der Murenschutzmaßnahmen (hydrotechnische, phitolmeliorative und technisch-betriebliche) belief sich auf 190 Mio. Rubel.

Zur Murenbekämpfung am Nordhang des Ile Alatau werden verschiedene hydrotechnischen Bauten verwendet. Heute ist bereits gewisse Erfahrung im Betrieb dieser Anlagen vorhanden, die unten angeführt wird.

Für den sicheren Murenschutz der Stadt Almaty wurden in den Tälern der Flüsse Kischi- und Ulken Almaty die mächtigen Schlammstromdämme gebaut.

Der Bau des Damms in Urotschische Medeu wurde 1966 begonnen; bis 1971 wurden die Arbeiten bis zu einer Projekthöhe von 110 m geführt. Der Bau einzelner Elemente setzte sich bis 1973 fort, und zum Zeitpunkt, als der katastrophale Schlammstrom abgegangen war, war von linksgelegtem Ufer die Wasserentnahmestelle noch nicht fertiggestellt. Die Murenerscheinungen 1973 führten zur Entstehung einer kritischen Situation infolge der Auffüllung des Murenspeichers mit Murenmasse ohne Ablass der Wasserkomponente.

Das Wesentliche in der Analyse der Funktion dieses Damms soll bei dem Abgang der katastrophalen Mure in 1973 dargestellt werden:

1. Zum ersten Mal in der Geschichte wurden in der UdSSR die Geschwindigkeit, der Niedergang, der Volumen und der Anteil der flüssigen und festen Murenkomponente bestimmt. Auf diese Weise wurde klar, dass die Muren dieser Region zu Schlammströmen gehören, die strömende nasse Masse darstellen. Diese Schlussfolgerung ändert grundsätzlich den Ansatz bei der Projektierung der Murenschutzanlagen.

2. Die Verringerung der Durchlasskapazität der Wassersammelkanäle von 800 m³/s auf 45 m³/s, sowohl Murenauffangdamm, als auch in der Stadt, d.h. der flüssige und feste Anteil verhalten sich wie 1 zu 6.

3. Die Ursachen der Entstehung des Murgangs 1921 im Bassin des Flusses Schimbulak mit einer sehr kleinen Fläche des Niederschlagsgebietes wurden geklärt.

4. Natürliche Messungen der Murenwerte haben bewiesen, dass die existierenden Methoden zur Berechnung der Murencharakteristiken keine korrekten Werte liefern. Bei der Projektierung der Murenschutzanlagen vertraut man eher seiner Intuition und Erfahrung (Tabl. 18).

**Vergleichende Charakteristik der geschätzten Volumina von Muren am Fluss
Kischi Almaty an der Sperrstelle Medeu mit dem tatsächlichen Volumen der Mure 1973.**

| Projekt und Jahr | Geschätzte maximale Murendurchflussmenge(m ³ /s) | Volumen (mio.m ³) | | | Ablassbare Wassermenge |
|--|---|-------------------------------|-------------|--------|------------------------|
| | | Murenvolumen | Komponenten | | |
| | | | Feststoff | Wasser | |
| Giprovodhos MSH UdSSR, 1955 r. (Schätzung) | 440 | 3,5 | 1,5 | 2,0 | 1,5 |
| Kasgidroprojekt, 1964 r. (Schätzung) | 860 | 7,1 | 2,5 | 4,6 | 3,7 |
| Kasgidroprojekt, 1974 r. (Schätzung) | 5000 | 8,9 | 7,4 | 1,5 | 0 |
| Mure 1973 r. (Messung) | 10000 | 5,5 | 4,0 | 1,5 | 0 |

Nach die Daten von Kasselesaschita

Der Bau des Damms im Tal des Flusses Ulken Almaty wurde im Jahre 1975 begonnen und 1980 abgeschlossen. Ursprünglich war der Damm mit einer Höhe von 30 m geplant. Die Sollkapazität der Murenbehälter war auf 4,5 Mio. m³ festgelegt. Doch der Umfang der Mure, die im August 1977 niedergegangen war, hat früher beobachtete Muren um ein mehrfaches überschritten, was die Vorstellung über mögliche Maßstäbe der Muren glazialer Herkunft wesentlich geändert hat. Deshalb war 1979 der Damm auf 10 m aufgebaut. Der Damm des Murenempfängers wurde ein Damm vom kombinierten Typ, mit einer Höhe von 40 m und einer Kammlänge von 422,3 m. Seine obere Hälfte besteht aus aufgeschüttetem Geröll und Schutt und dient zur Dämpfung der Stoßbelastung durch die Mure. Der untere Teil des Damms ist die einheitliche große stahlbetonzellige Konstruktion. Für den Fall, dass sich der Murenspeicher überfüllt, ist eine Ableitunganlage für einen Niedergang bis zu einer Durchflussmenge von 45 m³ /s vorgesehen. Die Murenwerte, die von «Kashydroprojekt» für die erste Stufe des Baus berechnet wurden, sind in Tab. 19 angeführt.

**Von «Kazgidroprojekt» für den Bau der ersten Reihe
von Murenschutzdämmen am Fluss Ulken Almaty berechnete Parameter der Muren**

| Fluss | Maximale Murendurchflussmenge (m ³ /s) | Murenvolumen (1000 m ³) |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| Kumbelsu – Damm | 855 | 2250 |
| Aksai – Damm | 487 | 698 |
| Prohodnaja - Flussmündung | 400 | 742 |
| Teresbutak – Flussmündung | 337 | 656 |
| Maljutinskiy - Flussmündung | 2270 | 4570 |
| Mure 1977 r. | 10900 | 6000 |

Nach Daten von Kasselesaschita

Der Abgang des glazialen Schlammstromes im Jahre 1977 änderte wesentlich die Vorstellung über den Ausmaß der Prozesse. Obwohl der Schlammstrom 1977 vom Durchbruch des Moränensees verursacht war und sich genau wie der Schlammstrom von 1973 nach dem Schema des Transport-Schiebeprozesses entwickelte, dauerte er einen Monat. Nach Meinung von

Winogradow (Winogradow J.B. Etüden über die Muren. L.: Hydrometeoverlag, 1980) sollte der Prozess der Murenbildung jedoch nach der Unterbrechung des Wassereingangs in der Murenbildungsgebiet beendet sein.

Es wurde offensichtlich, dass Erdrutsche eine wichtige Rolle bei der Speisung der Muren 1953 und 1973 gespielt haben. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind sie zum größten Teil gleichzeitig mit der Vertiefung des Flussbettes durch die Mure abgegangen, die sich nach dem Schema des Erosionstyps entwickelte. Es war notwendig, die Formeln zur Berechnung des maximalen Murenumfangs erneut zu überprüfen, und zwar unter Berücksichtigung der Moränenbodenumfänge und Speisung durch die unterirdischen Wässer sowohl bei Entstehung als auch bei der Bewegung. Deshalb wurde beschlossen, die Kapazität des Murenspeichers unter Berücksichtigung der natürlichen Parameter des Schlammstromes 1977 (max Durchflussmenge 10900 m³/s, der Gesamtumfang der Mure von 5,96 Mio. m³) zu vergrößern, und zwar durch Erhöhung des Damms auf 40 m. Nach Angaben von A.S.Degowez [Degowez A. S., 1989], hat der Murenbehälter wesentlich die Topografie und die Bedingungen des Murenabgangs verändert. Der Murenbehälter, der den Grund des Tales deutlich versenkt hat, soll die Geschwindigkeit der nachfolgenden Muren reduzieren.

Die Erfahrung mit den Dämmen in den Tälern der Flüsse Kischi- und Ulken Almaty hat gezeigt, dass ihr wirksamer Einsatz bei vorhandenen Wassersammelvorrichtungen möglich ist. Dieses Prinzip war bei der Projektierung und dem Bau der ähnlichen Murenhaltenddämme in den Tälern der Flüsse Uzynkargaly, Esik und Talgar berücksichtigt.

Neben großen hydrotechnischen Anlagen zur Murenbekämpfung werden in den Bergen des Ili Alatau werden auch andere Anlagen verwendet: durchgehende Murenempfänger, kleine steinige Dämme, murenrichtender Damm etc.

Durchlässige Murenempfänger werden zur Bekämpfung der Niederschlagsmuren auf kleinen Wasserläufern und in den Zuflüssen der Hauptflüsse breit eingesetzt. Sie wurden im Einzugsgebiet der Flüsse Kischi Almaty (Gorelnik), Aksai (Akschar), Kaskelen gebaut etc.

Beim Bau solcher Dämme muss man die Erosionsfähigkeit der Mure berücksichtigen und mit technischem Wissen die Anschlüsse der Grundlage und der Schultern festigen, um die Situation, zu der es beim Damm Akschar kam, zu verhindern: der Damm blieb nach dem ersten verhältnismäßig mächtigen Schlammstrom auf den instabilen, vom Schlammstrom angegriffenen Talwänden hängen (Photo 23).

Auch die durchgehende Anlage hat sich in Gorelnik während des Murenabgangs 1973 als unwirksam erwiesen. Der Hauptgrund für schlechtes Funktionieren und für Zerstörung der Anlage liegt darin, dass der Murenempfänger für die katastrophalen Ausmaße des abgegangenen Schlammstromes nicht geeignet war.

Wie die Erfahrung gezeigt hat, darf man durchlässige Murenschutzanlagen im murengefährlichen Tal des Hauptflusses nicht bauen, wo der Abgang der katastrophalen Muren möglich ist. Sie haben beim Murenabgang 1973 schlecht ausgewirkt, weil ihre Masse klein war, und das Fundament und die Schulternkupplung schlecht gebaut wurden. Deshalb ist es unklar, warum der durchgehende murenhaltende Damm für den Schutz der Stadt Kaskelen auf dem Fluss Kaskelen gebaut wurde, der zu den größten auf dem Nordabhang des Ili Alatau gehört.

Der Damm in Urotschische Mynschilki wurde im Jahre 1965 gebaut, um das durchgebrochene Hochwassers wie 1956 zu akkumulieren. Dieser steinschichtige Damm hat eine Höhe von 6,0 m und eine Kapazität des Murenbehälter von 32 Tausend m³.

Der Zeitpunkt des Dammdurchbruches vom Schlammstrom in Jahren 1973 - 18:06. Der Zeitpunkt, an dem die größte Durchflussmenge im Dammverschluss abgegangen ist 18:09. Zuerst kam zum Damm die Durchbruchswelle, die hauptsächlich aus kleinbrüchigen und sandigen Teilchen bestanden hat. Somit wurde eine Art kleiner Wasserspeicher gebildet, der die kommenden Murenwellen gedämmt hat. Nach einigen Minuten, als der Damm dem Andrang standhielt, hat sich eine große Menge abgewogener Teilchen aus dem Strom gelöst. Die Teilchen bildeten eine 1m dicke Schicht aus Kleinsand und Schuttablagerungen. Durch den Damm kam der gewöhnliche Wasserstrom, der am Ende den Damm aufgeweicht hat.



Photo 23: Durchlässige Damm auf F. Akschar
Quelle: Blagoveshchenskiy V.

Ein murenrichtender Damm wurde auf dem Fluss Kischi Almaty gebaut, noch vor den Muren von 1951 und 1956 gaben. Eine besondere Aufmerksamkeit bei Bekämpfung der Schlammströme war damals auf Niederschlagschlammströme gerichtet, wie z. B im Jahr 1921. Deshalb wurde ein murenrichtender Damm für den Murenverlauf durch die Stadt Almaty in 1934 gebaut. Der hat gute Wirksamkeit nachgewiesen und den Strom 1956 aus dem Flussbett von Kischi Almaty ins Flussbett von Essentai geleitet, dessen Ufer mit Stahlbeton verkleidet waren, und die Hauptbrücken für den Verlauf des Hochwassers bis zu 40 m³/s geeignet waren. Er hat den anschwellenden Strom ohne wesentliche Folgen durchgelassen. Die zerstörenden Einwirkungen wurden verhindert, die entstehen könnten, wenn der anschwellende Murenstrom durch den Stadtrand über ein enges, zusammengelegtes, leicht von den Ablagerungen aufgeweichtes Flussbett von Kischi Almaty vorbeigekommen wäre.

Um die Bevölkerung des Dorfes GÄS-1 und Gebäude zu schützen, die auf dem alten Schuttkegel von Kumbelsu gebaut sind, das über Flussbett von Ulken Almaty in einer Höhe von 5 m liegt, war eine massive 0,5m starke Betonwand mit einer Länge von 800 m und Höhe von 8-14 m gebaut. Diese Wand bringt den Winkel der Wechselwirkung der Anlage und der Mure auf 60 °.

Zum ersten Mal wurde die Betonwand von einer der größten Glazialmuren zwischen dem 3. und dem 31. August 1977 auf Probe gestellt. Nach Augenzeugenberichten hat die Wand Dutzenden von Wellen standgehalten, die darauf am 3. August gestürzt sind, obwohl der Schlammstrom vor der Wand eine 7-12 m dicke Murenmasse abgelagert hat. Die nächste Schlammwelle sollte über die Wand strömen. Aber die nächste Welle am 4. August strömte nicht über die Wand, sondern hat die Ablagerungen aufgeweicht und das Flussbett von Kumbelsu und Ulken Almaty um 3-5 m vertieft. Die Wand hat den Test bestanden und erfüllt immer noch ihre Aufgabe, Gebäudeschutz von GÄS-1 und anderen Bauanlagen vor Muren.

Die Baraggi (System von Sperrseen) in den Oberläufen des Schimbulak Flusses sind für die Stabilisierung des Flussbettes aus System von 4 steinschichtigen Dämmen mit einer Höhe

von 1,3-2,0 m geeignet. Diese Maßnahmen ermöglichen es, die Erosionsprozesse zu verlangsamen; zurzeit ist die ganze Erosionsfläche mit der alpinen Vegetation bedeckt.

In 1961 in der Schlucht Dikiy wurden 14 Erddämme mit einer Höhe von 1,3-1,5 m und mit einem stahlbetonbefestigten Niederabhang gebaut, um die Siedlung GÄS-2 vor anthropogenen Muren zu schützen, weil der Abhang beim Tunnelbau für GÄS -2 gestört wurde. Die oben genannten Maßnahmen stabilisierten die Entwicklung des Murenbildungsgebietes und beseitigten die Murenaktivität in diesem Ort.

Um Muren auf dem Nordabhang des Ile Alatau zu bekämpfen, wurden auch die prophylaktischen Methoden (die Melioration der Moränenseen) verwendet. Zum ersten Mal wurde die Notmelioration des Moränensees in der UdSSR in den Bergen des Ile Alatau durchgeführt. Um in 1964-1970 den Spiegel des Moränensees № 2 zu senken, das sich am Ende der Gletscher Tjuksu in den Oberläufen des Flusses Kischi Almaty befand, wurden die Saugheber erfolgreich eingesetzt. Leider wurden sie später eingestellt und konnten 1973 nicht mehr helfen. Saughebereinsatz ist erforderlich bei der grundlegender Melioration in der warmen Jahreszeiten.

Um die Bildung der Moränenseen zu verhindern, hat S.Niyazov (Niyazov B.S. Über die Aufgaben des Murenschutzes in Kasachstan. Die Hydrotechnik und die Melioration, 1975 geöffnete Dränagesysteme (Gräben und Kanäle) vorgeschlagen. Diese Methode ist am schnellsten und sehr wirksam.

Eine weitere Methode sind Explosionen. Die Explosionen wurden mit dem Sprengstoff von 300 bis 500 kg ausgeführt, was zu wesentlichen Veränderungen und Nebenwirkungen (Grottenabbruch, Versperrung der Moränenwässer etc.) führen konnte. Die Oberschwellen wurden schichtweise entfernt, die abgetragene Schicht war unter 0,5 stark. Auf diese Weise wurde der See № 13 in den Jahren 1975-1977 in den Oberläufen des Flusses Kumbelsu geleert, dessen Kapazität von 135 Tausend m³ in 1969 auf 200 Tausend m³ in 1974 gesteigert wurde.

In Einzugsgebiet des Flusses Esik, im Tal des Flusses Scharsai in 1977 begann infolge der Sperrung des unterirdischen Kanals des Abflusses, der Wasserstand des Scharsai Moränensees zu steigen, als Ergebnis wurden über 0,5 Mio. m³ des Wassers angesammelt. Es entstand die Gefahr der Bildung einer katastrophalen Mure, die zum oberflächlichen Fließen durch die Oberschwelle führte. Nach der Reinigung der oberflächlichen Kanäle von Steinen war es möglich die Ableitung aus dem See über 200 Tausend m³ Wasser, und dann weiter die spontane Funktion des Sees auf weiteren 220 Tausend m³ zu kontrollieren.

In beiden Fällen ist es bei der Notleerung der Moränenseen nicht gelungen, das Durchbruch zu verhindern, aber wenn die Mure über den Fluss Scharsai deutlich verringert war, so wurde die Mure über den Fluss Kumbelsu nicht nur nicht verhindert, sondern wegen der Störung des natürlichen Zustandes der Seeoberschwelle, als auch der Moränenablagerungen im großen und ganzen künstlich vergrößert. Deshalb darf man ohne Untersuchung der technisch-geologischen Bedingungen der Moräne selbst und der Oberschwelle keine Murenschutzmaßnahmen treffen, denn die Murenprozesse können dadurch noch verstärkt werden. Die technisch-geologischen Schürfungen muss man im Voraus in allen murengefährlichen Seen bis zur Entstehung der Murengefahr durchführen, damit rechtzeitig die besten Entscheidungen aufgrund der erforschten Bedingungen getroffen werden können.

Ein großes Risiko bei der Bildung der katastrophalen Mure auf dem Fluss Ulken Almaty stellt der Grosse Almaty See (Photo 24, 25) dar.



Photo 24: Grosse Almaty See
Quelle: Eigene Aufnahme 2006.



Photo 25: Natürlicher Bergsturzdamm am Grosse Almaty See
Quelle: Eigene Aufnahme 2004.

Die geostrukturellen Besonderheiten des natürlichen Bergsturzdammes vom Großen Almaty See (Bild 25) sind wenig untersucht. Vardugin V.N. [Bjulleten naučno-tehnitscheskoy informazii., 1976; Wardugin W. N., 1969; Wardugin W. N., Malmygin G. W., 1970] hat Folgendes bewiesen:

1. Der Dammkörper ist ein strukturellen Block dar, der von verschiedenen Intrusivgesteinen, die oben von Bergstützen bedeckt sind, welche in ihrer Zusammensetzung den Sohlengesteinen ähneln;
2. In dem Unterseedamm fehlen die Gesteine, die von den Oberläufen der Flüsse Kysylsai und Ulken Almaty im Falle einer Gletschergenese dorthin gelangen würden;
3. Das Material des Unterseedamm stellt eine chaotische Aufhäufung der großklastischen Gesteine ohne Matrixverfüllung dar;
4. Die Bruchstücke wurden nicht durch Gletscherexaration beeinflusst und haben homogene petrographischen Zusammensetzung.

Die Issyk Katastrophe zeigt, welche Gefahr in hochgelegenen natürlichen Dämmen besteht. Die Analyse der Murenbildungsfaktoren in den Oberläufen des Flusses Ulken Almaty zeigte, dass folgende vier Faktoren den Durchbruch des natürlichen Damms auslösen können:

1. Riesige Mure - mehrere Mio. m³, die in den Oberläufen des Flusses gebildet werden.
2. Sehr starke Niederschläge.
3. Bergsturz und Abbruch vom tektonischen Block Serkebulak.
4. Erdbeben.

Die Wiederholung solcher Katastrophen im Einzugsgebiet des Flusses Ulken Almaty ist möglich, da es riesige Mengen vom flüssigen (13 Mio.m³ - See) und festen Lockermaterial (gebildet innerhalb von zehn Mio.m³, nach der Einmündung des Flusses Kumbelsu). Nach Prognosen des Kasselezaschita kann der Schlammstrom beim Durchbruch des Sees Große Almaty einen Umfang von bis zu 100 Mio. m³ erreichen.

Die Effektivität der Murenschutzmaßnahmen und die Erfahrung bei der Nutzung der Murenschutzvorrichtungen sowie die vorhandenen Angaben über den Ablauf der Muren in den Bergen von Ile Alatau führen zu folgenden Schlussfolgerungen:

1. Es darf keine Projektierung vorgenommen und keine Bauarbeiten geführt werden, solange keine ausführlichen ingenieurgeologischen Untersuchungen zur Begründung der Errichtung hydrotechnischer Murenschutzvorrichtungen, der Melioration der Moränenseen und anderer Maßnahmen vorliegen.

2. Die Nutzdauer der Murenbehälter verringerte sich, da beim gleichen Umfang der Schlammsteinstrom um ein Mehrfaches mehr festes Material als Schwemmstrom bringt. Dadurch, dass beim Schlammsteinstrom die Bauten hydrodynamisch belastet werden, verfügt dieser über eine größere Zerstörungskraft. Es ist notwendig, vor Murenschutzbauten die Murenbehälter zum Murenauffang aufzustellen, da diese die Zerstörungskraft der Mure verringern und die Nutzdauer der Murenbehälter und des Murenschutzbaus erhöhen.

3. Die natürlichen Dämme und die Wasserbecken sind unzuverlässige Einrichtungen, da ihre Genese hauptsächlich tektonisch ist. Sie befinden sich im disjunkten Knoten der tektonischen Brüche, wo geodynamische Prozesse stattfinden, die letzten Endes zu Katastrophen führen können.

6.3. Hangrutschungen und Bergstürze

6.3.1 Schadensfälle durch Hangrutschungen und Bergstürze

Um das reale Risiko von Erdrutschungen zu berechnen, die Risikoursachen zu analysieren und die Maßnahmen zur Risikominderung zu erarbeiten, sind Informationen über die Bildung der Hangrutschungen in den Gebirgen von Ile Alatau, und auch über die durch diese Rutschungen entstandenen Schäden und Opfer (Tabelle 20) sehr wichtig.

**Angaben über die Bildung der Hangrutschungen und der entstandenen Schäden am Nordabhang von Ile-Alatau
in Jahren 1981 - 2004**

| Nr. | Datum | Einzugsgebiet oder Bereich zwischen den Flüssen | Ort | Ursache | Schaden |
|--|-----------|--|---|---|--|
| 1981 | | | | | |
| 1 | Juni 1981 | Bereich zwischen den Flüssen Ulken und Kischi Almaty | „Kamenskoje Plateau“, Bergschitrasse „Dinamo“ | Dürchfeuchtung der anthropogen veränderten Hänge durch intensive Regengüsse und Schneeschmelze. | Keine Angaben |
| Für Jahre 1982 – 1992 gibt es keine Information über Hangrutschungen | | | | | |
| 1993 | | | | | |
| 2 | 27-29 Mai | Fluss Aksai | Territorium des Landhausmassives am linken Abhang | Dürchfeuchtung der anthropogen veränderten Deluviallehme durch Bewässerungswässer. | Abrutschung von drei Privatgrundstücken |
| 3 | Mai | Fluss Usyn Kargaly | Landhausmassiv „Aitek“ | Belastung der anthropogen geänderten Hänge. | Keine Angaben |
| Für Jahre 1994 – 1996 gibt keine Information über Hangrutschungen | | | | | |
| 1997 | | | | | |
| 4 | 12 Mai | Fluss Kischi Almaty | Stadt Almaty, Koktobe | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch intensive Regengüsse. | Hangrutschung sperrte die Autostrasse ab. |
| 1998 | | | | | |
| 5 | 3-4 Mai | Fluss Kischi Almaty | Stadt Almaty, Ostabhang des Berges Koktobe, Begalin Strasse, Haus 176 | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hängs durch Niederschläge und Bewässerungswässer. | Beschädigt vier Privatgrundstücken, die unten an den Abhängen liegen. |
| 6 | 18 Mai | Fluss Kischi Almaty | Stadt Almaty, Nord – Ostabhang des Berges Koktobe | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Wasser aus defektem Wasserleitungsrohr. | |
| 7 | 18 Mai | Fluss Kischi Almaty | Stadt Almaty, Mayakovskiy Str. | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hängs durch Wasser aus defektem Wasserleitungsrohr. | Hangrutschung sperrte den Bereich und die Autostrasse ab. |
| 8 | 19 Mai | Fluss Kischi Almaty | Linke Seite des Flusses Butak | Dürchfeuchtung der Hänge durch Niederschläge Wasser aus defektem Wasserleitungsrohr, Abhangüberlast | Zerstört Betriebseinrichtungen, auf Autostrasse die Siedlung Butak–Pionierlager „Prometey“, gesperrt |

| | | | | | |
|------|---------|---------------------|--|---|---|
| | | | | | Transportverkehr |
| 9 | 19 Mai | Fluss Kischi Almaty | Stadt Almaty, Nord-Ostabhäng Koktobe | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch Niederschläge und Bewässerungswässer. | Keine Angaben |
| 10 | 19 Mai | Fluss Kischi Almaty | Stadt Almaty, Nord-Ostabhäng des Berges Koktobe | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch Niederschläge und Bewässerungswässer. | Keine Angaben |
| 11 | 19 Mai | Fluss Talgar | Am Nordabhäng des linken Ufers des Flusses Pravyi Talgar bei der Seismischestation des Instituts für Erdphysik namens O.Ju. Schmidt. | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch viele Niederschläge. | Zugeschüttet der Teil des Territoriums von der Seismometerstation. |
| 12 | 19 Mai | Fluss Kischi Almaty | Im Bereich des Sportkomplexes „Medeu“ niedriger des Wasserabscheiders | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch Schmelzwasser und Niederschläge. | Die Stützwand zerstört, der Strassenbereich zugeschüttet |
| 13 | 19 Mai | Fluss Kischi Almaty | Im Bereich des Sportkomplexes „Medeu“ dem Wasserabscheider gegenüber | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch Schmelzwasser und Niederschläge | Die Stützwand zerstört, die Strasse in 30 Meter zugeschüttet, die Hangrutschmasse geriet in den Abscheider des reinen Wasser von Sportkomplex |
| 14 | 19 Mai | Fluss Kischi Almaty | Dem Sportkomplex „Medeu“ gegenüber | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch Schmelzwasser und Niederschläge. | Die Stützwand zerstört, der Strassenbereich zugeschüttet |
| 15 | 20 Juni | Fluss Talgar | | Dürchfeuchtung der natürlichen, des durch Strasse unterschrittenen Hänge durch intensive Niederschläge in April Mai 1998. | Zugesperrt die Strasse von lokaler Bedeutung. |
| 16 | 27 Juli | Fluss Esik | | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch starke Niederschläge | Hangrutsch ging in den See Alakol nieder. |
| 1999 | | | | | |
| 17 | 3 April | Fluss Kischi Almaty | Almaty, Berg Koktobe, Krainyaya Strasse, 32. | Dürchfeuchtung des zugeschütteten Grundes wegen Wasserausfluss aus Wasserleitung | Fußgängerzone zugeschüttet, Garage zerstört, Ferngasleitung und Umzäunung eines privaten Hauses beschädigt,. |
| 18 | 18 Mai. | Fluss Kischi Almaty | Almaty, Nord – Ostabhäng des Ostabhänges des Berges Koktobe | Dürchfeuchtung der Hänge in folge des Wasserabflusses aus Fernwasserleitung vom Fluss | |

| | | | | | |
|------|-------------|---|--|--|---|
| | | | | Butak. | |
| 19 | 13 Juni | Fluss Ulken Almaty | Bereich der Kosmostation | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Gesperrt die Autostrasse Almaty-Kosmostation. |
| 20 | 13 Juli | Fluss Ulken Almaty | Bereich Wasserkraftwerk-1 / Hydroelektrostation, linker Abhang des Tals | Dürchfeuchtung der Hänge durch Niederschläge | |
| 21 | 14 Juli | Fluss Kischi Almaty | Berg Mochnatka | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch intensive Regengüsse und Schneeschmelze. | Zugeschüttet der Bereich der Autostrasse Medeu-Schimbulak. |
| 22 | 14 Juli | Fluss Talgar | | Dürchfeuchtung des natürlichen Hänge durch Niederschläge von Regengusscharakter | Zugeschüttet der Bereich der Strasse Wasserkraftwerk - Talgar zum Sanatorium „SPUTNIK“. |
| 23 | 19 Juli | Fluss Kischi Almaty | Bereich der Eisbahnstation Medeu | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch Schmelzwasser und Regengüsse | |
| 24 | 12 Dezember | Fluss Kischi Almaty | Stadt Almaty, Berg Koktobe | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch Wasser aus defekter Wasserleitung | Ein Haus zerstört. |
| 2002 | | | | | |
| 25 | 6 Mai | Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar | Alatauer Dorfkreis in 1.5 km vom Sanatorium „Bereska“, der Bach Belbulak | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge. | Zugeschüttet die Trinkwasserquelle. |
| 26 | 6 Mai | Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar | Koktobe Landkreis in Strassenbereich Almaty – Kulsay – Sulusay | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch Niederschläge. | 18 km von Straßenfahrbahn beschädigt. |
| 27 | 6 Mai | Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar | Koktobe Landkreis, Dorf Sulusay | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch Niederschläge | Bedrohung an 13 Häusern. |
| 28 | 9 Mai | Fluss Aksai | Genossenschaft «Koklaisai» | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch Niederschläge und bewässerung | Zugeschüttet der Bereich der Landhausstrasse |
| 29 | 9 Mai | Fluss Kischi Almaty | Urostschische Medeu | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch dauerhafte Niederschläge | Deformation der Stützwand |
| 30 | 9-10 Mai | Überall an Nordabhang von Ile Alatau | Vorgebirgszone und „Prilavken“ | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch starke Niederschläge | |
| 31 | 10 Mai | Fluss Esik | 10.5 km der Autostrasse Stadt Esik - See Esik | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch dauerhafte Niederschläge | |
| 32 | 10 Mai | | Stadt Almaty, Almalykskaya Str.37 | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch Niederschläge und Bewässerungs- | Deformation der Stützwand |

| | | | | | |
|------|------------|---------------------|--|---|---|
| | | | | Wässer | |
| 33 | 14 Mai | Fluss Kischi Almaty | Autostrasse Almaty-Medeu, 500 m höher der Flussmündung Butak | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch dauerhafte Niederschläge. | Zugeschüttet der Bereich der Strasse Almaty- Medeu. |
| 34 | 17 Mai | Fluss Kischi Almaty | 500 m über Flussbett Flusses Bedelbai | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch starke Niederschläge. | |
| 2003 | | | | | |
| 35 | 1 Juni | Fluss Kaskelen, | Flussbett des Flusses Kassymbek, 7 km der Autostrasse Kaskelen – Kalkbetrieb | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch starke Niederschläge | Gesperrt der Bereich der Autostrasse |
| 36 | 2 Juni | Fluss Kaskelen | Grundstrasse oben über Fluss Kassymbek | Dürchfeuchtung der unterschrittenen Hänge durch starke Niederschläge | Gesperrt der Bereich der Grundstrasse |
| 37 | 6 Juni | Fluss Talgar | Bach Schimbulak | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Gesperrt das Bachbett, mit nachfolgender Wasserspeicherung und dem Durchbruch des Hangrutschdammes. |
| 38 | 7 Juni | Fluss Kischi Almaty | Butakovskay Str, Haus 19 | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch Niederschläge und Bewässerungs-Wässer | Ein Haus zerstört. |
| 39 | 7 Juni | Fluss Kischi Almaty | Stadt Almaty, Aserbekov Str, Haus 38 | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch starke Niederschläge | Die Tore abgerissen, die Gasleitung beschädigt. |
| 40 | 7 Juni | Fluss Kaskelen | 10-er km der Autostrasse Stadt Kaskelen - Kalkbetrieb | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch starke Niederschläge | Die Strasse gesperrt |
| 41 | 13 Juni | Fluss Talgar | Fluss Kotyrbulak, Bereich von Forstwirtschaft | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch starke dauerhafte Niederschläge | |
| 42 | 23 Juli | Fluss Talgar | Autostrasse Pionierlager Talgar - Sanatorium „Sputnik“. | Dürchfeuchtung der Hänge durch Niederschläge | Zugeschüttet der Straßenrand der Strasse Talgar - Sanatorium „Sputnik“. |
| 43 | 22-24 Juli | Fluss Esik | Im unteren Teil des Murenbildungsgebiet Scharsai | Dürchfeuchtung der Hänge durch Niederschläge | In Folge des Hangrutschprozesses bildete sich die Mure. |
| 44 | 24 Juli | Fluss Kischi Almaty | im Bereich der Eisbahnstadion „Medeu“. | Dürchfeuchtung des natürlichen, von Strasse unterschrittenen Hänge durch starke Niederschläge | Teilweise gesperrt die Autostrasse im Bereich der Eisbahnstadion „Medeu“. |
| 45 | 25 Juli | Fluss Talgar | Murenbildungsgebiet beim Gletscher Ordshonikidze | Dürchfeuchtung der Hänge durch starke Niederschläge | Gesperrt die Mündung des Flusses Levyi Talgar |

| 2004 | | | | | |
|------|-------------|---|---|--|---|
| 46 | 10 März | Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar | Bereich der Steinbruch zur Marmorförderung ZAO "Taskum" | Dürchfeuchtung der von Explosion gemilderten Hänge durch Niederschläge | |
| 47 | 14 März | Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar | Wasserbecken des Bergbaches Taldy-Bulak | Dürchfeuchtung des alte Erdrutscheskörper. | Zerstört 2 Wohnhäuser, Menschenopfer (33 Menschen) |
| 48 | 15 April | Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar | Bereich der Steinbruch zur Marmorförderung ZAO "Taskum" | Dürchfeuchtung der von Explosion gemilderten Hänge durch Niederschläge | |
| 49 | 27 April | Bereich zwischen den Flüssen Aksai und Kaskelen | Urotschistsche Koklaisai | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Gesperrt Autostrasse |
| 50 | 29 April | Fluss Esik | Ostabhäng des linken Flussufers | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Schmelz- und Untergrundswässer | |
| 51 | 26-29 April | Fluss Kischi Almaty | Linker Abhang des Berges Koktobe | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch starke Niederschläge und Bewässerungs-Wässer 26-29 April. | Zusammengestürzt der große Bereich der Autostrasse, die zu Einfamilienhäusern am östlichen Bergabhang führt |
| 52 | 7-10 Mai | Bereich zwischen den Flüssen Aksai und Kaskelen | überall | Von 7. bis 10. Mai es hat überall geregnet | Alle Zonen der Bewohnung und Wirtschaftstätigkeit |
| 53 | 9 Mai | Fluss Talgar | Wasserkraftwerk | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Potenzielle Gefahr |
| 54 | 10 Mai | | Kotyrbulak, Bereich der Steinbruch "Taskum" | Dürchfeuchtung der von Explosion gemilderten Hänge durch Niederschläge | |
| 55 | 10 Mai | Fluss Aksai | 6 -er km der Strasse Kordon – Landhausmassiv | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Die Strasse gesperrt |
| 56 | 10 Mai | Fluss Aksai | Urotschistsche Koklaisai | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Die Strasse gesperrt |
| 57 | 11 Mai | Fluss Aksai | 6-er km der Strasse | Dürchfeuchtung der Hänge durch Niederschläge | Die Strasse gesperrt |
| 58 | 13 Mai | Fluss Kargaly | Gartenbaubetrieb „Alma“ | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch starke Niederschläge und Bewässerungs-Wässer | 2 Menschen umgekommen, 3 Häuser, 2 Wirtschaftsbauten zerstört |
| 59 | 13 Mai | Fluss Kaskelen | Marmorsteinbruch | Dürchfeuchtung der Hänge durch Niederschlagswasser. | |
| 60 | 13 Mai | Fluss Kaskelen | Mündung des Flusses Koscha | Dürchfeuchtung der gestutzten Hänge durch Niederschläge | Gebogen 5 Stutzen der Kraftstromleitung |
| 61 | 13 Mai | Fluss Kaskelen | Fluss Kassymbek | Dürchfeuchtung der gestutzten Hänge | Gebogen 1 Stutze der |

| | | | | | |
|----|------------|---|---|---|---|
| | | | | durch Niederschläge | Kraftstromleitung |
| 62 | 22 Mai | Bereich zwischen den Flüssen Ulken- und Kischi Almaty | Bereich des Gartenbaubetriebes „Rodnitschok“ | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs durch Wasser aus defekter Wasserleitung | Bedrohung an die 17 Häuser |
| 63 | 24 Mai | Fluss Talgar | Nordabhang des Berges Verbljud | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Bedrohung den Landhäusern |
| 64 | 25 Mai | Fluss Talgar | Ostabhang des Berges Verbljud | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Gesperrt der Strassenbereich |
| 65 | 25 Mai | Fluss Talgar | Ostabhang des Berges Verbljud | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | Abgebrochen der Wasserleitung, 2 Stützen beschädigt, der Straßenbereich zugeschüttet, der Irrigationskanal gesperrt |
| 66 | 1 Juni | Fluss Kaskelen | 8-er km der Strasse Kaskelen -Siedlung Izvestkovij | Dürchfeuchtung der natürlichen, gestutzten Hänge durch Niederschläge | Gesperrt 5 km. der Strasse |
| 67 | 1 Juni | Fluss Kaskelen | 13-er km der Strasse Kaskelen -Siedlung Izvestkovij | Dürchfeuchtung der natürlichen, gestutzten Hänge durch Niederschläge | Gesperrt der Strassenbereich |
| 68 | 12-15 Juni | Fluss Esik | Schlucht Schirokoe | Dürchfeuchtung der natürlichen Hänge durch Niederschläge | |
| 69 | 17 Juli | Fluss Kischi Almaty | Westteil des Bergabhanges Kuktobe | Dürchfeuchtung des anthropogen veränderten Hangs bei Wasserausfluss aus Wasserleitung | Gesperrt der Strassenbereich |
| 70 | 20 Juli | Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar | Einzugsgebiet des Flusses Taldy-Bulak | Dürchfeuchtung der Verschüttung, die sich auf den Weg der Auslaufquelle am 13 März 2004 bildete | |

(nach Angaben vom Institut für Geographie)

6.3.2 Kartierung und Bewertung der Gefährdung durch Hangrutschungen und Bergstürze

Die Aktivität und die Ausmaße der Erdrutschbildung hängen von der Zusammensetzung und physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Bodens ab sowie von der Reliefszergliederung und der Neigung der Hänge. Die Verteilung dieser Parameter in Ile Alatau entspricht der Hochzonalität, deshalb unterscheidet sich auch die Erdrutschgefahr je nach Hochzone. Die Verbreitung der Erdrutsche, die dem Anteil der betroffenen Fläche entspricht, sowie die Häufigkeiten und die Ausmaße der Erdrutsche lassen sich der Karte entnehmen, die die Gebiete mit verschiedener Erdrutschgefahr zeigt: Hierbei wird nach geringer, mittlerer, starker und sehr starker Gefährdung unterschieden (Abb. 13).

Ein großer Teil der Gebiete mit starken und sehr starken Intensitätsstufen der Erdrutsche liegt im Flachland, Zone der so genannten „Prilawken“ mit lößartigem Lehmboden.

In der Mittelgebirgszone liegen Gebiete mit starker Erdrutschgefahr nur an der Grenze mit der Hügelkettzone. Im übrigen Teil der Mittelgebirgszone wird nur geringe Erdrutschgefahr verzeichnet, da dort die Oberfläche der Hänge von diluvialen Ablagerungen bedeckt ist. Hier werden nur selten kleine Erdrutsche mit Umfang weniger als 1 Tausend m³ gebildet. Ein anderer in der Mittelgebirgszone häufiger Typ der Erdrutsche sind die Erdrutsche mit Abbrüchen auf den Abhängen der Erosionssenkungen. Der einzige Bereich mit sehr starker Erdrutschgefahr in der Mittelgebirgszone ist das Plateau in den Oberläufen des Flusses Turgen, das mit rotfarbigem Lehm bedeckt ist.

In der Hochgebirgszone wird ebenfalls eine geringe Erdrutschgefahr verzeichnet. Die Erdrutsche werden hier oft an den Hängen der Moränen mit Bodenfrost oder auf dem Eiskern gebildet. In der Gletscherzone, wo die Abhänge vom Eis und Firn bedeckt sind, werden die Erdrutsche nicht gebildet.

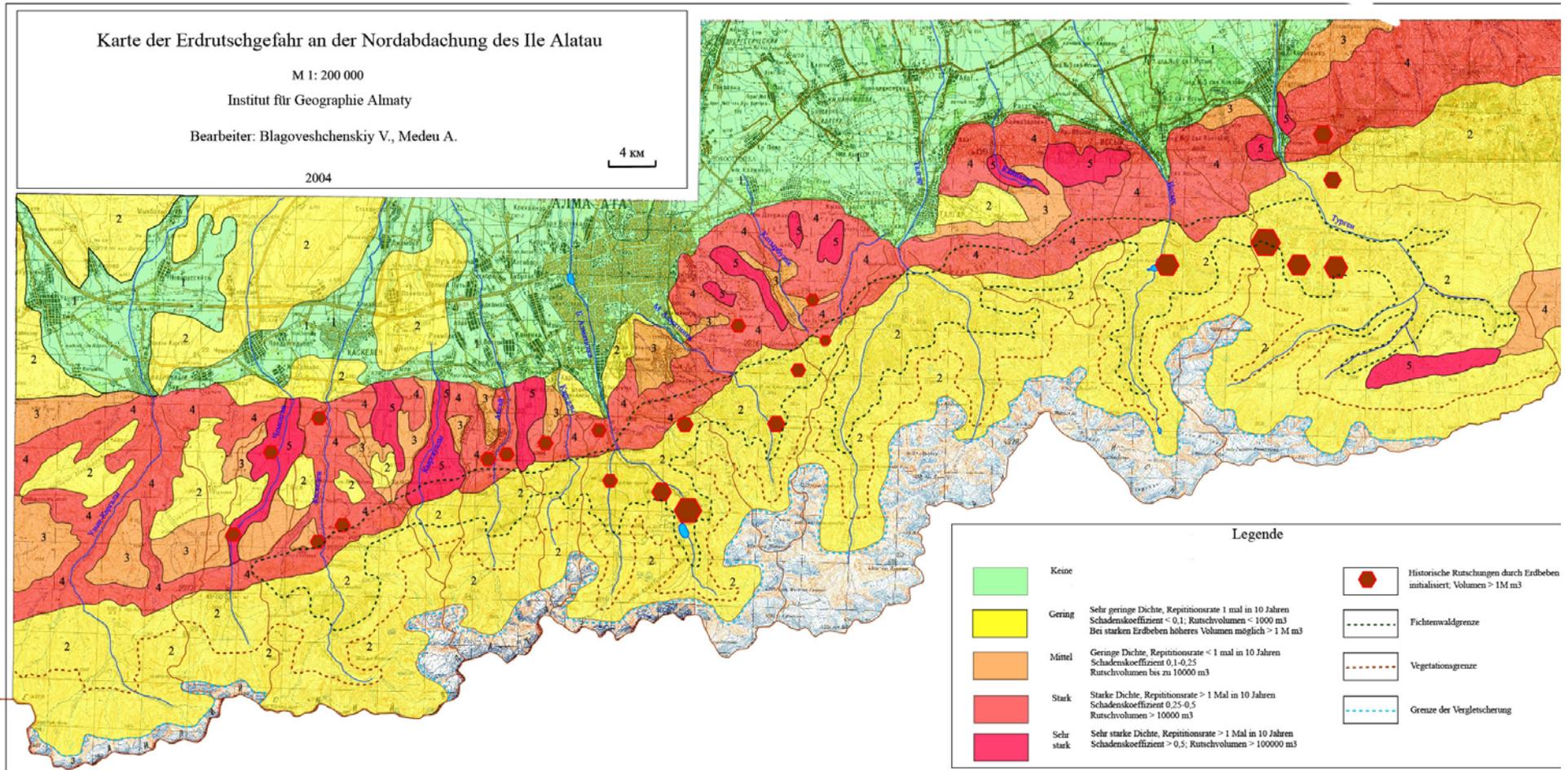
Die größten Erscheinungsformen der Erdrutschprozesse in Ile Alatau sind seismische Erdrutsche und die Fliessendeerdrutsche, die in allen Einzugsgebiete des Nordabhanges Ile Alatau auftreten. Sie unterscheiden sich durch große Ausmaße und geringe Häufigkeit. Sie sind hauptsächlich mit der Mittelgebirgszone und maximaler Tiefenerosion des Reliefs verbunden. Die Länge solcher Erdrutsche erreicht 5 km, die Fläche - 10 km², der Umfang - 200 Mio.m³ und mehr.

Unterschiedliche Erdrutschgefahr in den Einzugsgebieten ist hauptsächlich durch geomorphologische Besonderheiten bedingt. Die Verteilung der Gebiete mit verschiedener Intensität der Erdrutschgefahr in den Einzugsgebieten der Flüsse am Nordabhang des Ile Alatau ist in Tabelle 21 gezeigt.

Im unteren Teil des Tales des Aksai Flusses sind die Abhänge zu beiden Seiten vom lößartigen Lehmboden bedeckt. Auf der Länge von 10 km über dem Ausgang des Flusses aus den Bergen wird starke Erdrutschgefahr auf der Fläche von 18,8 km² verzeichnet. Die linke Talwand und die Wasserscheide sind von den Landmassiven bedeckt. 2004 sind einige Erdrutsche auf die ungenutzten Bereiche abgegangen. 10 km vom Abgang aus dem Gebirge über die rechte Talwand befindet sich der große seismische Erdrutsch Akscharskij, der 1887 bei einem Erdbeben gebildet wurde.

In Bereich zwischen den Flüssen Aksai und Kargaly ist sehr starke Erdrutschgefahr im Tal des Flusses Tastybulak auf der Fläche von 13,1 km² verzeichnet. Grundstücke mit starker Erdrutschgefahr sind mit dem Nordabhang des vorzeitlichen Erdrutschsystems verbunden, der das Tal Oidschailjau schließt. Die Erdrutschgefahr in den Wasserscheiden und im unteren Teil des Tales Oidschailjau ist mittleren Grades.

Abb. 13: Karte der Rutschungsgefahr an der Nordabdachung des Ile-Alatau. M 1:200000



Die Fläche der Gebiete (km²) mit mittlerer, starker und sehr starker Rutschungsgefahr in den Fluss-Einzugsgebieten an der Nordabdachung des Ile-Alatau

| Einzugsgebiet oder Bereich zwischen den Flüssen | Grad der Rutschungsgefahr | | |
|---|---------------------------|-------|-------------|
| | sehr stark | stark | mittelstark |
| Schemolgan | 25,4 | 15,0 | 18,5 |
| Schemolgan-Kaskelen | | 4,0 | |
| Kaskelen | | 76,0 | 4,0 |
| Kaskelen-Aksay | 36,5 | 35,0 | 25,9 |
| Aksay | | 18,8 | |
| Aksay-Kargaly | 13,1 | 5,7 | 6,6 |
| Kargaly | | 10,2 | |
| Kargaly-Ulken Almaty | | 2,5 | |
| Ulken Almaty | | 18,5 | |
| Ulken Almaty-Kischi Almaty | | 21,3 | 16,0 |
| Kischi Almaty | | 26,3 | |
| Kischi Almaty-Talgar | 20,5 | 107,1 | 12,3 |
| Talgar | | 10,5 | |
| Talgar-Essik | 22,1 | 109,3 | 23,4 |
| Essik | | 45,8 | |
| Essik-Turgen | | 29,2 | 6,6 |
| Turgen | 23,0 | 42,6 | |
| Insgesamt | 140,6 | 577,8 | 113,3 |

Im Tal des Flusses Kargaly wird die hohe Stufe der Erdrutschgefahr im mittleren Teil des Tales verzeichnet, wo es das enge V-Querprofil hat. Die Länge dieses Bereichs beträgt 4 km, die Fläche 10,2 km². Hohe Erdrutschgefahr ist auch auf dem Abhang der tektonischen Stufe im Bereich zwischen den Flüssen Kargaly und Ulken Almaty festzustellen. Hier sind die zahlreichen alten Erdrutsche (Alter mit 100 Jahre) erhalten geblieben. Auf die Oberfläche dieser Erdrutsche werden heute regelmäßig die verhältnismäßig kleinen Erdrutsche geschüttet. Zurzeit wird dieser Hang mit Landhäuschen bebaut. Im Mai 2004 hat ein Erdrutsch ein Haus zerstört. Dabei sind zwei Menschen ums Leben gekommen.

Im Tal Ulken Almaty wird die starke Erdrutschgefahr nur im unteren Teil des Tales von Murenschutzdamm bis zu der Flussmündung Prochodnaja und im Tal des rechten Zuflusses, des Flusses Kasaschka, verzeichnet. Die Gesamtfläche des stark gefährdeten Gebiets beträgt 18,5 km². Besonders gefährlich sind die Einzugsgebiete der linken Nebenflüsse Ulken Almaty – Kokscheka und Maljutinskiy. In diesem Einzugsgebiet befinden sich große seismische Erdrutsche, die in 1887 gebildet wurden. In den Mittel- und Hochgebirgszonen des Einzugsgebietes Ulken Almaty ist die Erdrutschgefahr gering. Auf den Abhängen werden die kleinen Erdrutsche mit einem Volumen von bis zu Tausenden m³ gebildet. Außerdem erhöhen Wassererosions- und Schlammstromerosionformen die Erdrutschgefahr: Auf ihren Wänden entstehen nämlich kleine Erdrutsche. Die größten Schlammstromerosionsbahnen sind im Einzugsgebiet des Flusses Kumbelsu und auf westlichem Abhang des Pik Sowjetow gelegt. Ein sehr großer vorzeitlicher Erdrutsch mit Einsturz befindet sich im Oberteil des Einzugsgebietes Ulken Almaty im Bereich des Großen Almaty Sees.

Im Bereich zwischen den Flüssen Ulken- und Kischi Almaty des Gebiets mit starkem Grad der Erdrutschgefahr strecken sich vom Streifen nach den Nordabhängen der tektonischen Abstufungen zwischen den Tälern Ulken Almaty und Poganka, und in den Oberläufen den Einzugsgebiet Remissowka und Kamenka auf der Fläche mit 21,3 km². Auf den Abhängen dieser Abstufungen sind die Spuren der großen alten Erdrutsche erhalten geblieben. Im mittleren Teil des Einzugsgebietes Remissowka und Kamenka ist die Erdrutschgefahr mittelgroß. Auf der

Vorgebirgsebene wird geringe Erdbehrtschgefahr verzeichnet. Dieses Gebiet ist von Gärten und die Landgrundstücken besetzt, ein Teil davon befindet sich in Erdbehrtschgefahrzone.

In Einzugsgebiet des Flusses Kischi Almaty ist das Gebiet mit starker Erdbehrtschgefahr 26,3 km² groß. Es erstreckt sich vom unteren Teil des Tales von der Brücke bis zu Medeu und im Tal seines rechten Zuflusses, des Flusses Butak. In den letzten Jahren kam es im Bereich des Eislaufstadiums Medeu mehrmals zu Straßenbeschädigungen und Einzäunungen durch die Erdbehrtsche mit Einstürzen. In den Mittel- und Hochgebirgszonen des Einzugsgebietes Kischi Almaty ist die Erdbehrtschgefahr gering. Die kleinen Erdbehrtsche werden in diluvialen Ablagerungen auf den Talabhängen und auf den Abhängen der Murenwege gebildet. Die größte Murenerosionsbahn, die vom Schlammstrom in 1973 gebildet wurde, erstreckt sich vom Damm Mynschilki bis zu Medeu.

Eine sehr große Fläche nehmen die erdbehrtschgefährlichen Bereiche auf den "Prilawki" in Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar ein. Besonders starke Erdbehrtschgefahr wird in den Tälern der Flüsse Schirokaja Tschel und Prjamucha beobachtet. Die Gesamtfläche aller Gebiete mit starker Erdbehrtschgefahr beträgt 107,1 km², mit sehr starker Gefahr - 20,5 km². Den Bereich zwischen den Flüssen Kischi Almaty und Talgar nehmen Gärten, Landgrundstücke, den Siedlungen und Sanatorien ein. Hier wird das höchste Risiko der außerordentlichen Situationen, die mit Erdbehrtschen verbunden sind, verzeichnet. Im März 2004 hat der große Erdbehrtsch im Bezirk der Siedlung Taldybulak ein zweistöckiges Wohnhaus und eine Baracke zerstört. Dabei sind 33 Menschen ums Leben gekommen. Zurzeit ist die Situation auf den Abhängen des Berges Koktobe in der Umgebung von Almaty gefährlich.

Im unteren Teil des Tales Talgar und seiner Nebenflüsse haben die Bereiche mit starker Erdbehrtschgefahr eine Fläche von 10,5 km². Im Mai 2004 zerstörte ein großer Erdbehrtsch vom nordöstlichen Abhang des Berges Werbljud ein Haus, die Wasserleitung sowie Stützen der Stromleitungen.

Ein weiteres großes erdbehrtschgefährliches Gebiet mit einer Fläche von über 170 km² liegt in der Zone der "Prilawki" in Bereich zwischen den Flüssen Talgar und Essik. Besonders hoch ist die Erdbehrtschgefahr in den Tälern der Flüsse Kainasar und Rachat. Hier kommt es hauptsächlich zu kleinen, aber auch zu großen Erdbehrtschen. Die Gesamtlänge der Talbereiche mit sehr starker Erdbehrtschgefahr beträgt 4 - 6 km, die Fläche 22,1 km².

Im Einzugsgebiet des Flusses Esik nehmen Bereiche mit starker Erdbehrtschgefahr eine Fläche von 45,8 km² im unteren Teil des Einzugsgebietes von der Stadt Esik bis zu dem gleichnamigen See ein. In den Gebieten, die höher als der See liegen, kann man die Erdbehrtschgefahr als gering bewerten, obwohl dort die Bildung der recht großen Erdbehrtsche auf den steilen Abhängen der modernen Gletschermoränen möglich ist. Ein Erdbehrtsch im Einzugsgebiet des Flusses Scharsai im Jahr 1963 hat beispielsweise die Entwicklung des katastrophalen Schlammstromes eingeleitet und zum Durchbruch des Damms am See Esik verursacht. Im Einzugsgebiet Esik sind einige große vorzeitige seismische Erdbehrtsche und Einstürze, einschließlich beim Esik See und bei Akkol See verzeichnet.

In Bereich zwischen den Flüssen Esik und Turgen ist eine Fläche von 29,6 km² von starker Erdbehrtschgefahr betroffen. Im unteren Teil des Einzugsgebietes des Flusses Turgen vom Dorf Turgen bis zu Forellenzucht ist das Tal des Flusses sehr breit. Starke und sehr starke Erdbehrtschgefahr wird hier auf einer Fläche von 32,0 km² auf beiden Talwänden und in den Einzugsgebieten der Nebenflüssen verzeichnet. Hier entwickeln sich aktiv große Erdbehrtsche auf rotfarbigem neogenem Lehm. Auf dem restlichen Teil des Einzugsgebietes Turgen ist die Erdbehrtschgefahr schwach, abgesehen vom Einzugsgebiet des rechten Nebenflusses Kairak und Bartugul. Der mittlere Teil dieser Einzugsgebiete in den Höhen von 2400 - 2600 m weist flachen Relief auf und ist vom Neogenlehm ausgebildet. Die großen Erdbehrtsche nehmen hier eine Fläche von 33,6 km² ein, wodurch starke und sehr starke Erdbehrtschgefahr besteht. Im Mittelgebirgsland des Einzugsgebietes Turgen in den Tälern der linken Nebenflüsse – Teskensu und Mikuschin-sai sind einige vorzeitliche sehr große seismische Erdbehrtsche verzeichnet.

Die Gesamtfläche der erdrutschgefährlichen Gebiete auf dem Nordabhang des Ile Alatau beträgt 2812,6 km². Gebiete mit der starker und sehr starker Erdrutschgefahr liegen hauptsächlich in der Hügelkettzone. Die Gesamtfläche der sehr stark gefährdeten Gebiete beträgt 140,6 km², die der stark gefährdeten 577,8 km². Die Erdrutschgefahr mittleren Grades wurde auf der Fläche von 113,3 km² registriert. Die Gebiete mit geringer Erdrutschgefahr nehmen 60,9 km² in der Niedergebirgszone und 1920 km² in der Mittel- und Hochgebirgszone ein.

Für die Berechnung des Koeffizienten des Erdrutschgefahr, kann man, wenn alle notwendigen Angaben vorhanden, die für die Berechnung der Lawinengefahr verwendete Methodik anwenden (Tabelle 22).

Tabelle 22

Bezeichnungen zur Karte (Abb. 12) der Rutschungsgefahr und Bewertung des Rutschungsrisikos für die Gebirgsländer mit verschiedenem Grade der Erdrutschgefahr.

| Legende | Grade der Erdrutschgefahr | Charakteristik des Erdrutschgefahr | Koeffizienten des Erdrutschgefahr |
|---|---------------------------|--|-----------------------------------|
| 0 | Kein | Ebene Oberfläche oder die Oberflächen die von der kristallinen, festen Bergarten. | Kein |
| 1 | Gering | Das Netz von zerstreuten kleinen und seltenen Erdrutsche. Weniger als 10 % der Fläche ist der Rutschgefahr unterworfen, die Umfänge der Erdrutsche übertreten 1000 m ³ nicht, die Häufigkeit der Bildung der Erdrutsche ist seltener als 1 Mal in 10 Jahre. Das Gebiet mit ist schwachgegliederte Relief besteht aus Tonen und Lößtonen und auch Gebiete mit tiefgegliedertem Relief, schwachbedeckt mit Lockergesteinen. | 0,01 |
| 2 | Mittel | Dezentralisiertes Netz der gegenwärtige mittlere und großen Erdrutsche. Dem Rutschgefahr ist mehr als 50 % der Fläche unterworfen, die Umfänge der Erdrutsche übertreten 1000 m ³ , die Häufigkeit der Bildung der Erdrutsche ist ungefähr 1 Mal in 10 Jahre. Die Territorien mit tiefgegliederte Relief, mit den breiten Talböden von Tonen und lößartigen Tonen bedeckt. | 0,04 |
| 3 | Hoch | Das dichte Netz der seltenen mittleren und grossen Erdrutsche. Rutschgefahr ist mehr als 50 % der Fläche unterworfen, die Umfänge der Erdrutsche übertreten 1000 m ³ , die Häufigkeit der Bildung der Erdrutsche ist seltene als 1 Mal in 10 Jahre. Die Territorien mit tiefgegliedertem Relief mit breiten Talböden von Tonen von lößartigen Tonen bedeckt. | 0,08 |
| 4 | Sehr hoch | Das dichte Netz der gegenwärtigen großen Erdrutsche. Der Rutschgefahr auf mehr als 50 % der Fläche, die Umfänge der Erdrutsche übertreten 10000 m ³ , die Häufigkeit der Bildung der Erdrutsche ist öfter als 1 Mal in 10 Jahre. Die Territorien mit tiefgegliedertem Relief mit den engen Talböden von Tonen und lößartigen Tonen bedeckt. | 0,1 |
|  | | Groß vorzeitliche seismische Erdrutsche und Bergstürze des Umfanges mehr als 1 Mio. m ³ . | |

6.3.3 Maßnahmen zum Schutz vor Hangrutschungen und Bergstürzen

Nach der Bestimmung des Erdrutschrisikos soll die Entscheidung getroffen werden, ob dieses annehmbar oder nicht ist. Sollte das Risikoniveau aus bestimmten Gründen nicht annehmbar sein, so werden Schutzmaßnahmen zum Zweck der Risikominderung und Verhinderung der Schäden getroffen. Die Effektivität der Schutzmaßnahmen wird durch Vergleich der Kosten ihrer Umsetzung und nach verhinderten Schäden bewertet. Der mögliche Materialschaden entspricht dem Wert der Objekte, die durch einen Erdbeben hätten beschädigt werden können. Die Anzahl der vorgebeugten Menschenopfer wird nach Ausmaß der Risikominderung und nach Anzahl der Menschen im jeweiligen Gebiet bewertet.

Die Hangrutschschutzmaßnahmen lassen sich in prophylaktische und präklusive Maßnahmen einteilen. Zu den Vorbeugungsmaßnahmen gehören Erstellung der Karten erdbebengefährdeter Zonen sowie Erdbebenprognosen und Warnungen.

Die prophylaktischen Maßnahmen bestehen im Aufbau der Wasserabzugskanäle an den erdbebengefährdeten Hängen (Photo 26).

Zu präklusiven Maßnahmen gehört der Aufbau der hangfestigen Vorrichtungen: Bohrung und Betonierung der Bohrlöcher an den Hängen, Befestigung der Hangoberflächen mit Drahtgitter, Aufbau der Stützmauer, die Straßen und andere Infrastrukturobjekte schützen sollen (Photo 27).



Photo.26: Wasserabzugskanal (Kischi Almaty)
Quelle: Eigene Aufnahme 2006.



Photo 27: Stützmauer (Kischi Almaty)
Quelle: Eigene Aufnahme 2006.

Der Steinschlag im Ile Alatau läßt sich in den Einzugsgebieten der Flüsse vom Usyn-Kargaly im Westen bis Turgen im Osten beobachten. Dieser Prozess ist am stärksten im Talgar Einzugsgebiet entwickelt, in Schilik-Oberläufen, insbesondere dort, wo die glazialen Reliefformen entwickelt sind. Die Gründe für Steinschlag sind die Gesteinszertrümmerungen, zu denen es infolge der Verwitterung kam. Der Steinschlaggefahr sind in der Zone über 2500 m bis 30% Hangfläche unterzogen.

Um Steinschlaggefahr zu vermindern, werden auch vorbeugende, prophylaktische und präklusive Maßnahmen eingesetzt. Zu vorbeugenden Maßnahmen gehören Prognosen und die Warnungen, zu prophylaktischen die Befreiung der Hänge von beweglichen Steinen, die besonders die Infrastrukturobjekte und Stellen der möglichen Menschenkonzentration bedrohen; zu präklusiven die Bedeckung der Hänge mit einem Drahtgitter, um zu verhindern, dass Steine auf die Straßen und sonstige Objekte der Infrastruktur fallen, sowie der Aufbau der Betonwände als Steinefänger (Photo 28).



Photo 28: Steinefänger in Kischi Almaty Einzugsgebiet
Quelle: Eigene Aufnahme 2006.

Durch jeden Typ der Schutzmaßnahmen lässt sich das Risiko bis zu einem bestimmten Grad reduzieren. Dabei gibt es eine Gesetzmäßigkeit: je niedriger das Niveau, unter dem das Risiko verhindert werden soll, desto teurer die Schutzmaßnahmen.

Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen ist in zweierlei Hinsicht zu bewerten: Im Bezug auf die verhinderten Menschenopfer und auf den materiellen Schaden. Im ersten Fall werden die Kosten für die Maßnahmen gegen Erdbeben bestimmt, die die Erhaltung eines Menschenlebens C_h gewährleisten. Die Einheit ist dabei Euro/Mensch. Die Effektivität des Schutzes materieller Objekten entspricht dem Verhältnis des Objektwertes, das vernichtet werden kann, zum Wert der Schutzmaßnahmen. Dieses Verhältnis heißt das Effektivitätskoeffizient K_{ef} . Die Schutzmaßnahme ist erst dann effektiv, wenn $K_{ef} > 1$ ist. Die Effektivitätswerte verschiedener Maßnahmen werden für den Vergleich verschiedener Schutzvarianten verwendet, um die beste Möglichkeit zu wählen.

7. Szenarien und Empfehlungen für die Entwicklung eines nachhaltigen Naturgefahrenmanagements

7.1 Konzeption für ein Naturgefahrenmanagement im Ile-Alatau

Für eine nachhaltige Entwicklung des Untersuchungsgebietes Ile-Alatau wird zunächst folgende zeitliche Gliederung für ein Gesamtkonzept eines Naturgefahrenmanagements vorgeschlagen:

- Risikomanagement 1: vor und zwischen den Ereignissen
- Risikomanagement 2: wenn Naturkatastrophen entstehen und stattfinden
- Risikomanagement 3: nach den gefährlichen Naturereignissen

Das Naturgefahrenmanagement in diesen Zeiträumen unterscheidet sich wesentlich. Je nachdem, um welchen Fall es sich handelt (s. Abb. 14-16) müssen verschiedenen Schwerpunktmaßnahmen durchzuführen:

- im Zeitraum vor und zwischen den gefährlichen Naturereignissen liegt der Schwerpunkt im Bereich der Präventivmaßnahmen,
- wenn Naturkatastrophen stattfinden, sind unter Risikomanagement schnelle Sicherungs- und Rettungsmaßnahmen zu verstehen,
- im Zeitraum nach den gefährlichen Naturereignissen geht es um Wiederherstellungsmaßnahmen durch Folgenbeseitigung und Schadensersatz.

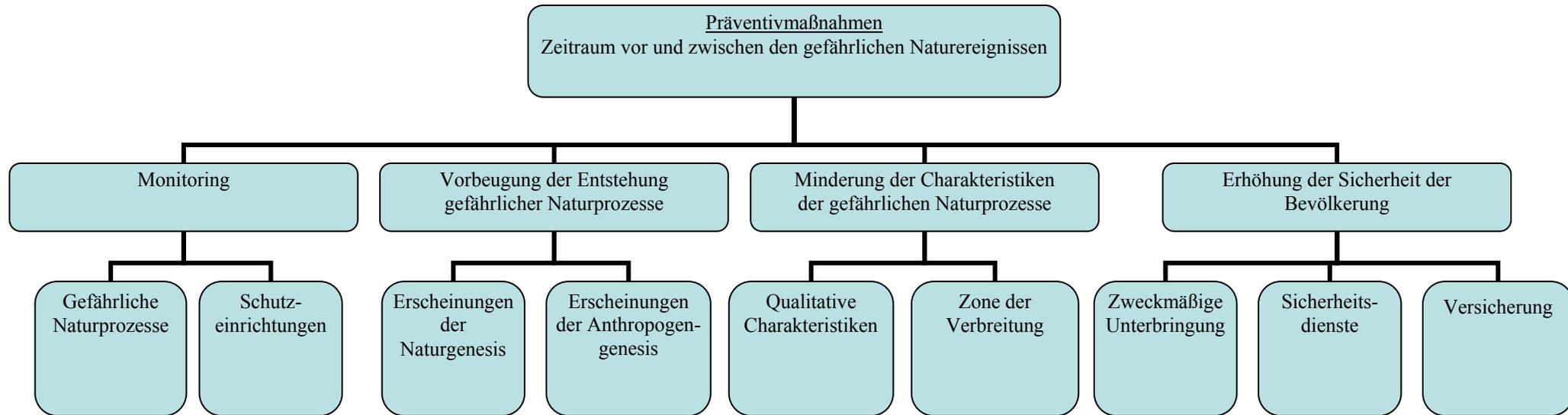
Zum Risikomanagement im Zeitraum zwischen den gefährlichen Naturerscheinungen gehören Präventivmaßnahmen, die auf die Untersuchung und die Verringerung der Wahrscheinlichkeit ihrer Entstehung sowie ihrer Folgen und des Schadens, welcher durch gefährliche Naturerscheinungen entsteht, abzielen.

Gemäß den erwähnten Schwerpunkten existieren verschiedene Methoden zur Risikosteuerung. Eine sehr große Bedeutung hat das konstante *Monitoring* über den Zustand der Ökosysteme (für die Einschätzung der gegenwärtigen Situation, der Zusammenstellung der Karten der gefährlichen Gebiete und Prognosen), das Monitoring der existierenden Schutzvorrichtungen sowie eine rechtzeitige Prognose, um die Bevölkerung bei Gefahr der Entstehung gefährlicher Prozesse informieren zu können.

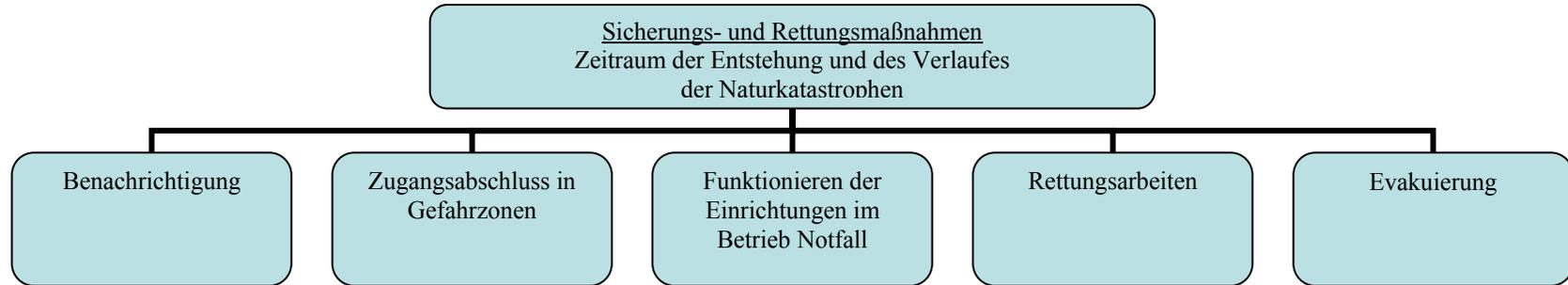
Die Verminderung der Wahrscheinlichkeit gefährlicher Naturerscheinungen ist dank Beeinflussung ihrer Bildungsfaktoren möglich, und zwar durch Nichtzulassung kritischer Werte, bei denen es zum Ausbruch der gefährlichen Naturprozesse kommt.

Da die gefährlichen Naturprozesse dadurch entstehen, dass das Gleichgewicht eines Ökosystems gestört wird, soll die Beeinflussung auf die Verminderung oder die Stabilisierung jener oder anderer Komponente des Systems abzielen.

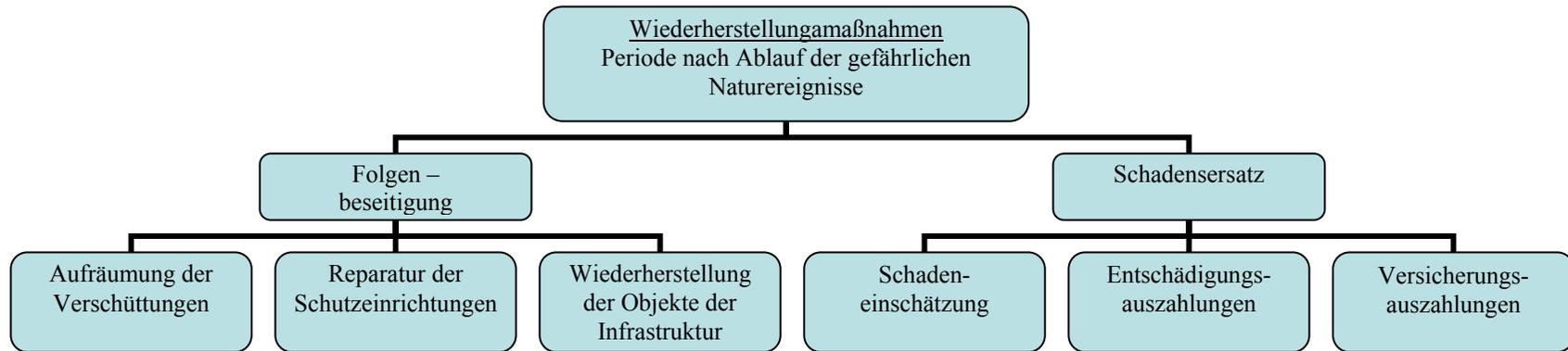
Risikomanagement 1



Risikomanagement 2



Risikomanagement 3



7.2 Maßnahmen zur Verhinderung der Entstehung von Naturgefahren

Lawinen

Für die Verhinderung der Lawinenentstehung wird die Waldmelioration der Abhänge sowie der Aufbau von Schneefangkonstruktionen auf den Hängen empfohlen. Außerdem werden bereits unter Kontrolle Lawinen künstlich ausgelöst.

Muren

Zur Verhinderung der Niederschlagsmuren können folgende Maßnahmen getroffen werden: Verminderung der Intensität der Ablaufbildungen (Waldmelioration), die Verlegung des Niederschlagsabflusses von Murenbildungsgebiet (Terrassierung der Abhänge, Drainagekanäle auf den Hängen, Regenregulatoren), die Entwässerung des Abflusses in den Murenbildungszone.

Um der Entstehung der Glazialmuren entgegenzuwirken, ist die Ansammlung der Schmelzwässer innerhalb von Gletscher – Moränenkomplex zu verhindern: Hierzu gehören die Dezentralisierung, die Verlegung des Gletscherabflusses, um den konzentrierten Einlauf in die oberflächlichen und inneren Wasserbehälter zu verhindern, die Zerlegung der Absperrdämme der Wasserbecken, die ihre Speicherkapazität verringern, der kontrollierte Abfluss der Kumulativwasser mit Durchflussmenge unter dem kritischen Wert, bei dem sich Muren in den unten liegenden Murenbildungszonen bilden.

Für die Erdbebenmuren sind die Festigungen der Absperrdämme natürlicher und künstlicher Wasserbecken notwendig, die in erdbebengefährlichen Gebieten liegen.

Für die technogenen Muren sollte die Festigung der Absperrdämme künstlicher Wasserbecken erfolgen, die ihre Unterspülung und Bildung der Bruchhochwässer verhindern sowie das Dezentralisieren und die Verlegung des Abflusses.

Für gemischte Muren sind es künstliche Lawinenauslösungen, die Zerlegung der Lawinenabsperrodämme.

Zur Beeinflussung potentieller Mureengebiete für Muren jedes Ursprungs gehört es, die Menge des festen Materials, das in die Wasserströme gelangt, durch Festigung der Küsten zu reduzieren, stabilisierte Flussbetten zu bauen, Hangrutschabhänge zu festigen, die Geröllhänge; künstliche Reproduktion von Mikromuren.

Zur Beeinflussung der Hänge (für Muren beliebiger Genesis) gehören die Vergrößerung der Hänge, die die Ansammlung der potentiellen Murenmassiven sowie großer Wassermengen in der Zone der Murenentstehung verhindern; die Verkleinerung der Hänge (Stabilisierung), die die Geschwindigkeit der murenbildenden Hochwässer in den Gebieten ihres Durchgangs und der Transformationen reduzieren.

Hangrutschungen

Für die Verhinderung der Entstehung der Hangrutschungen sollten folgende Maßnahmen eingesetzt werden:

1. Überschüssige Befeuchtung der Abhänge (die Waldmelioration, die Drainagekanäle);
2. Maßnahmen zur Festigung der Abhänge (die Bohrung und das Betonieren der Spalten);
3. Überziehung der Abhänge mit metallischen Netz, der Aufbau der Stauwände).

Steinschläge

Für die Verhinderung der Steinschlaggefahr müssen die steinschlaggefährdeten Abhänge vom metallischen Netz abgedeckt werden, oder es muss der kontrollierte Zwangsabstieg der auf den Abhängen nicht festliegenden Steine gemacht werden.

7.3 Maßnahmen zur Verminderung der Auswirkungen von Naturgefahren

Lawinen

Die Einflussverminderung der Lawinenprozesse wird durch Aufbau der Lawinenschutzvorrichtungen wie Schutzgalerien oder lawinenrichtende Wände erreicht.

Muren

Die Verminderung der Charakteristiken der Muren (v. a. der Gefahr des Anwachsens der Muren auf ihrem Weg) und der Zonen ihrer Verbreitung wird mit Hilfe technischer Vorrichtungen und Bauwerke erreicht.

1. Die Verminderung der Charakteristiken der Muren durch Dämme (die Verminderung der festen Komponente und der Durchflussmenge sowie der Geschwindigkeit),
2. System der künstlichen Seen (die Verminderung der Geschwindigkeit),
3. die Stabilisierung der Flussbette.
4. Die Einschränkung der Verbreitungszonen durch die ununterbrochene Dämme (die Murenfesthaltung, durch murenrichtende Wände sowie durch Durchlassbauten (Brücken etc).

Hangrutschungen und Bergstürze

Die Folgen der Hangrutschungen und der Steinschläge können durch Aufbau von Schutzwänden vermindert werden.

7.4 Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit der Bevölkerung

Präventivmaßnahmen wären:

1. Reduzierung der Zahl der in den möglichen Einwirkungszonen befindlichen Objekte:
 - Umzug,
 - Bauverbot
2. Die Verringerung des möglichen Schadens durch:
 - Gründung von Informationsdiensten
 - Erhöhung der (technischen) Standfestigkeit der Objekte
 - Verstärkungen der Sicherheit (Bildungen der Dienste der inneren Sicherheit) der Objekte
 - Lebens- und Eigentumsversicherung

Zum Risikomanagement bei bestehender Gefahr der Entstehung und im Verlauf von Naturkatastrophen gehören operative Maßnahmen, die folgende Ziele haben:

- Zutrittsverbot für gefährliche Zonen
- Information der Bevölkerung
- Vorbereitung der Schutzvorrichtungen
- Evakuierung aus dem betroffenen Gebiet
- Die Bergungsarbeiten im betroffenen Gebiet

Unter Risikomanagement im Zeitraum nach der gefährlichen Naturerscheinung versteht man die Folgenbeseitigung und die Kompensation des Schadens durch Liquidation der Folgen:

- Aufräumungsarbeiten
 - Wiederherstellung der lebenswichtigen Systeme: Strom-, Wasser-, Gasversorgung, Kommunikationssysteme, Auto- und Eisenbahnverkehr usw.,
 - die Reparatur der Schutzbauten
- sowie durch Schadensersatz:
- Bewertung des Schadens,
 - Auszahlung der Kompensationen,
 - Auszahlung der Versicherungsbeiträge

7.5 Effektivität des gegenwärtigen Naturrisiko-Managementsystems im Ile-Alatau.

Das zurzeit existierende Naturrisiken-Managementsystem im Ile Alatau umfasst die wichtigsten notwendigen Schwerpunkte, muss jedoch modernisiert und verbessert werden.

Lawinen

Das Monitoring der Lawinengefahr wird auf zwei Schneelawinenstationen von Kazgidromet durchgeführt. Die Station Shimbulak liegt im Einzugsgebiet des Flusses Kischi Almaty in der Höhe von 2270 m über dem Meeresspiegel. Die Station der Großen Almaty Sees befindet sich im Einzugsgebiet des Flusses Ulken Almaty in der Höhe von 2500 m über dem Meeresspiegel. Die Hauptaufgabe der Station Shimbulak ist die Gewährleistung der Sicherheit auf Gebirgsschikurort Shimbulak und auf der Autostraße von der Eisbahn Medeu bis zum Gebirgsschikurort. Die Station der Große Almaty See gewährleistet die Sicherheit auf der Autostraße von der Stadt Almaty bis zu dem Großen Almaty See und der wissenschaftlichen Station am Gebirgspass Schosaly Kesen in der Höhe von 3400 m über dem Meeresspiegel.

Auf den Stationen werden die Beobachtungen geführt über die Schneehöhe in den Gebieten der Bildung von Lawinen, die den Gebirgsschitrassen und den Autostraßen drohen, über die Lufttemperatur, die Windgeschwindigkeit und die Niederschläge am Standort der Station sowie über die Stratigraphie der Schneedicke, die Schneestruktur und die Festigkeit der Schneesichten in den Punkten, die die Gebiete der Lawinenbildung repräsentieren. Auf den Stationen wird zweimal am Tag, um 9 und 15 Uhr, die Prognose des spontanen Niederganges der Lawinen zusammengestellt, die an das Prognosezentrum Kazgidromet weitergeleitet wird. Im Falle der heftigen Verstärkung der Lawinengefahr wird die Meldung an das Zentrum „Sturmwarnung“ weitergeleitet. Bei Meldung über Lawinengefahr informiert Kazgidromet darüber die Bevölkerung, die Lokalbehörden und die Dienste für Ausnahmesituationen.

Der wichtigste Nachteil des existierenden Lawinenmonitoring-Systems ist die unzureichende Anzahl der Beobachtungsstationen. Es sollten mehrere automatische meteorologischen Stationen in den Höhen von 3000-3500 m über dem Meeresspiegel errichtet werden, ohne die es unmöglich ist, eine sichere Prognose der Lawinen in den von den Touristen und den Bergsteigern besuchten Hochgebirgsgebieten zu erstellen. Im Ile Alatau sollte man noch einige Schneelawinenstationen in den Gebieten, die von den Touristen und den Skiläufern besucht werden, errichten: in den Tälern der Flüsse Butak, Kotyrbulak, Talgar, Turgen. Zur Informierung der Bevölkerung über den Grad der Lawinengefahr und die Sicherheitsmaßnahmen für Touristen in den Bergen müsste man eine eigene Website von Kazgidromet erstellen, die jeden Morgen zu aktualisieren wäre.

Die Aufklärung der Touristen und der Skiläufer über das sichere Verhalten in lawinengefährdeten Gebieten ist überhaupt nicht in Ordnung. Es fehlen die für die Bevölkerung verständliche, in einfacher Form geschriebene Informationsblätter und Broschüren.

Präventive Lawinengänge werden zurzeit durch manuelle Einlegung von Sprengstoff auf der Abrißlinie der Lawinen ausgelöst. Diese Methode ist sehr arbeitsintensiv, gefährlich und nicht immer wirksam. Vom Moment der Beschlussannahme über die prophylaktische Explosion bis zur Umsetzung vergehen mindestens zwei Tage. In dieser Zeit können sich die Festigkeitseigenschaften des Schnees wesentlich verändern, und Explosionen führen nicht zu Lawinenbildung, sondern nur zur Bildung der Gruben im Schnee. Die Durchführung der Explosion an einem lawinengefährdeten Ort kann einen ganzen Tag in Anspruch nehmen. Deshalb kann die Lawinenprophylaxe in Einzugsgebiet 5 bis 7 Tage dauern. Bei der Durchführung der prophylaktischen Explosionen sind mehrmals Mitarbeiter unter der Lawine begraben worden, wenn diese vorzeitig niederging.

Zur Erhöhung der Effektivität der prophylaktischen Lawinenabgänge müsste man das System „Gazex“ an den Bergschikurorten Schimbulak, Almaty und Talgar aufstellen.

Der Rettungsdienst hat keine Mittel, um die Rettungsarbeiter schnell an den Unfallort zu bringen, deshalb kann rechtzeitige Hilfe nur dann gewährleistet werden, wenn es unweit von

einer Straße oder an einem Bergskikurort zum Unfall kommt. In den etwas abgelegenen Gebirgen ist die Rettung von Touristen nicht mehr möglich. Da die Ausrüstung des Rettungsdienstes mit den Hubschraubern in nächster Zeit kaum zu verwirklichen ist, wird dieses Problem auch in der Zukunft bestehen.

Zurzeit gehen die Bergtouristen unaufgeklärt in Bezug auf das Verhalten bei Lawinen ins Gebirge. Sie haben zum Teil weder Kenntnisse, noch Fertigkeiten, noch entsprechende Ausrüstung. Bis jetzt werden „Lawinenleuchttürme“ nicht nur von den Touristen, sondern auch von den Rettern nicht verwendet.

Außer den Bergskikurorten bleibt das Lawinenrisiko in der Umgebung der Eisenbahn Medeu, auf den Autostrassen Medeu - Schimbulak, Almaty – Schosaly Kesen und Turgen - Assy. Im Bezirk der Eisenbahn Medeu gingen im Jahre 1966 die Lawinen vom Berg Mochnatka und zum Hohlweg Sarkrama nieder. Die größte beobachtete Lawine (360 Tausend m³) ging im Hohlweg Sarkrama im März 1966 nieder. Diese Lawine blieb am Boden des Tales Kischi Almaty, an jenem Ort, wo sich heute der Wasserrfang für die Eisenbahn befindet, stehen. Im Hohlweg wurden im Jahre 1980 Produktionsgebäude errichtet, die heute bewohnt sind. Nach dem Bau der Eisenbahn im Jahre 1974 waren die Abhänge des Berges Mochnatka durch Schneeschutzbleche geschützt. Jedoch waren diese Schutzbleche in der Entfernung von bis zu 30 m voneinander aufgestellt, anstelle der berechneten 10 m. Schon nach 30 Jahren wurden ihre Holzgitter der Schutzbleche untauglich. In dieser Zeit waren einige Fälle des Lawinnenniederganges zwischen den Schutzblechen registriert. Diese Lawinen brachen das Gitter einiger Schutzbleche durch und kamen bis zur Autostraße.

Für den Schutz des unteren Teils des Hohlweges Sarkrama muss man auf der Wendung des Hohlweges den Führungserddamm aufbauen. In dem Gebirge Mochnatka muss man die schneehaltigen Schutzbleche rekonstruieren. Über der Autostraße zwischen dem Damm Medeu und Ust-Gorelnik, auch über den Abschnitt der Autostraße Almaty - Grosser Almaty See (Bereich der stationären Stelle Kazgidromet) muss man die lawinengefährlichen Abhänge mit Schneehalte-Schutzblechen bebauen und mit Wald bepflanzen. Für den Schutz der Autostraße Schimbulak - Hotel „Worota Tjuksu“ (Bereich der Touristenstation Edelweiß) ist der Aufbau einer Schutzgalerie sinnvoll. Im Bereich der Autostraße Große Almaty-See- Kosmostation (Gelände der Forschungsstationen des Institutes für Astrophysik) ist der lawinengefährdete Hang durch schneehaltige Schutzbleche zu bebauen.

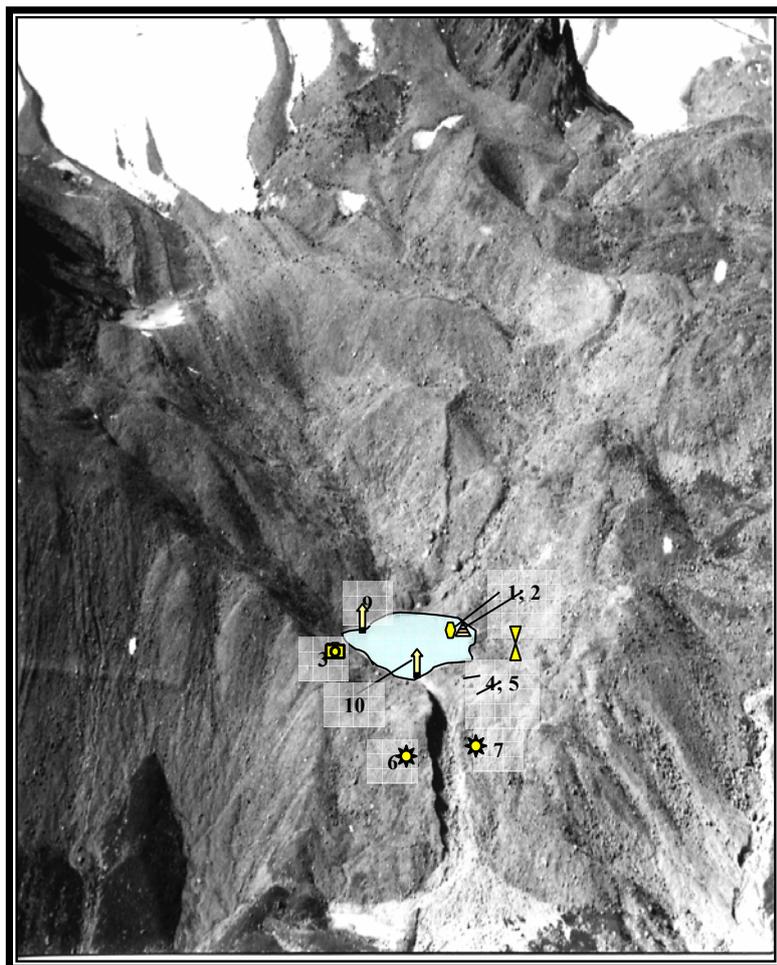
Muren

Heutzutage wird das Monitoring der Murengefahr nur in den Gebieten mit durchbruchgefährlichen Moränenseen durchgeführt. In der Sommerperiode werden in der Nähe von diesen Seen Beobachtungsstationen eingerichtet, wo die Temperatur der Luft, Wasser, Niederschläge sowie der Wasserspiegel im See gemessen werden. Die Wahl der Beobachtungsstelle wird Anfang Sommer beim Einfliegen des Hochgebirgsgebietes mit dem Hubschrauber bestimmt. Dabei wird die Bruchgefahr der Seen optisch eingeschätzt, aufgrund der Erfahrung von Fachleuten. Die Stationen werden an den Seen aufgestellt, deren Durchbruch die Mure mit katastrophalen Folgen verursachen kann. Für einen Sommer werden gewöhnlich 15-20 Beobachtungsstellen eingerichtet. Die Daten werden von den Stationen an den Dispatcherpunkt Kazselezaschita (Kazmurenschutz) in Stadt Almaty weiter geleitet. Der Beschluss über die Periode der Murengefahr und der Notwendigkeit der Schutzmaßnahmen wird von den Spezialisten Kazselezaschita getroffen.

Wie für das Monitoring der Lawinengefahr soll die Modernisierung des Systems des Murenmonitorings durch die Schaffung des Netzes der automatischen meteorologischen Stationen (Abb. 17) umgesetzt werden.

Es ist für das Monitoring der Regenmuren besonders wichtig, da das existierende Netz der Stationen unfähig ist, die lokalen Höchstwerte der Niederschläge zu bestimmen. Während der Sommerregengüsse wird große Raumveränderlichkeit der Niederschlagssummen beobachtet.

Schema der Organisation des stationären Monitoring von Glazialmuren



- 1 – Wasserfüllstandsgeber
- 2 – Wassertemperaturgeber
- 3 - Videokamera (Charakteristik des Niveaus, Wassertrübheit und der Zuflüsse in den See)
- 4 - Videokamera, - Zustand des Absperrdammes und Abflusses aus dem See
- 5 - Abflussmessgerät (seismische) – Abflussaufwand aus dem See
- 6,7 - Sensoren der seismische Spannung - die Deformation des Körpers die Oberschwelle
- 8 - Sensoren der Lufttemperatur, der Niederschläge, der Schneedecke
- 9,10 - Reper

(nach Materialien von Kazselezaschita)

In ein und dem selben Einzugsgebiet können die Tages-Niederschlagsmengen um ein Mehrfaches variieren. Z. B. können bei mittlerer Niederschlagssumme in einem Einzugsgebiet von 20 mm lokale Höchstwerte von 80 mm erreicht werden. An den Orten der lokalen Höchstwerte bildeten sich in den Jahren 1921, 1998 und 2006 katastrophale Regenmuren. Die Fläche des Niederschlagsmaximums kann nur wenige Quadratkilometer groß sein, während die meteorologischen Stationen über 10 Kilometer voneinander liegen.

Für das Monitoring der Glazialmuren ist das Satelliten-Monitoring, mit dem sich Prozesse bei der Füllung von Moränenseen operativ verfolgen lassen, am besten geeignet.

Die präventive Absenkung der durchbruchgefährlichen Moränenseen in Ile-Alatau ist ein sicheres Mittel zur Verhinderung der Glazialmuren. Mit solchen Methoden wird die Kontrolle über das Seenniveau unter dem Gletscher Manschuk Mametova in den Oberläufen des Tales Kischi Almaty durchgeführt.

Die Murenhaltedämme sind in dem Ausgang aus den Bergen vieler Täler des Nordabhanges des Ile Alatau gebaut: Usyn Kargaly, Schemolgan, Kaskelen, Kargaly, Ulken Almaty, Kischi Almaty, Talgar. Sie gewährleisten sicheren Schutz der Städte, die auf den Unterseeschwemmflächen bei den Bergfüßen von glazialen und Niederschlagsmuren, die in den Tälern über diese Dämme gebildet werden. Doch das Problem des Schutzes vor Regenmuren, die in Murenherde niedriger Dämme gebildet werden, bleibt weiterhin bestehen. Solche Muren

wurden zum Beispiel im Sommer 1998 im Flusstal Bedelbai (linker Zufluss von Kischi Almaty unter dem Damm Medeu) gebildet. Diese Mure zerstörte die Brücken auf dem Weg Almaty - Medeu, und das Hochwasser ging über das Flussbett des Flusses Esentai durch die ganze Stadt Almaty. Auch der Schutz der Infrastrukturobjekte, welche über den Murenhaltedämmen liegen, ist nicht gewährleistet. Somit zerstörte der Murgang am 6. Juli 2006 im Tal von Ulken Almaty, obwohl er den Damm nicht erreichte, an einigen Orten die Autostraße, die durch den Tal ging, was den Betrieb touristischer Objekte im Tal für einen ganzen Monat lähmte.

So bleibt die Erhöhung der Murenwiderstandsfähigkeit der Flussbette und der Bau der lokalen Murenschutzbauten aktuelle Aufgabe. Zu Maßnahmen, die in erster Linie zu treffen sind, gehört die Stabilisierung der Flussbette der kleinen Flüsse an den Nordabhängen von Ile Alatau und der Bau kleiner Murenhaltedämme und führender Wände. Vor allem ist es notwendig, die Flussbette des Flusses Kischi Almaty unter dem Damm Medeu zu stabilisieren sowie Dämme in den Mündungen der Flüsse Akschar (im Tal des Flusses Aksai) und Maljutinskiy (im Tal des Flusses Ulken Almaty) wiederaufzubauen.

Auch die Maßnahmen zur Regelung der Landnutzung sind im größeren Umfang zu treffen. Man muss zur Praxis der Sowjetperiode zurückkehren, als der Bau in den Gebirgsgebieten nur mit Genehmigung des Ministeriums für Notfälle und nur mit Bau der Schutzvorrichtungen erlaubt war.

Hangrutschungen

Zurzeit wird das systematische Monitoring der Hangrutschgefahr in Ile Alatau praktisch nicht durchgeführt. Die Dienste des Ministeriums für Notfälle erscheinen nur dann vor Ort, wenn Hangrutschungen bereits niedergegangen sind, und beschäftigen sich nur mit den Bergungsarbeiten und der Folgenbeseitigung. Die Katalogisierung der hangrutschgefährlichen Gebiete ist noch nicht abgeschlossen.

Inzwischen sind der Hangrutschgefahr die bedeutenden Gebiete in besonders beherrschten Vor- und Niedergebirgszonen von Ile Alatau unterworfen. Unter den gefährlichsten Gebieten kann man die Abhänge des Berges Koktjube, der in der Stadt Almaty liegt, die Umgebungen der Eisbahn Medeu, die Landmassive im Bereich Kamenskoje Plato, Kargaly, Aksai nennen. Die Hangrutschgefahr wird in den bebauten Gebieten oft wegen Abhangstutz durch künstliche Vertiefungen und wegen zusätzlicher Befeuchtung durch Haushaltsabflüsse und Bewässerung erhöht.

Das Monitoring der Hangrutschgefahr ist technisch komplizierter als Monitoring der Muren- und Lawinengefahren. Neben gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen erfordert dieser aufwändige ingenieur-geologische Arbeiten, u. a. Bohren, der Analyse der mechanischen Beschaffenheit und Festigkeitseigenschaften des Bodens sowie Messung der Verformung an den Abhängen.

In erster Linie muss man für die Organisation des Monitorings der Hangrutschgefahr die Risiken identifizieren, die gefährlichsten Bereiche bestimmen und dort ingenieurgeologische Forschungen vornehmen, erst danach kann man Geräte zur Messung der Feuchtigkeit und Bodenverschiebungen aufstellen.

Alle präventiven Maßnahmen zur Verhinderung des Schadens durch Hangrutschungen reduzieren sich auf Vorschriften, die MTschS (Katastrophenministerium) aufstellt, der Anordnungen über die Notwendigkeit der Aussiedlung der Leute aus den Gebäuden, die sich in hangrutschgefährlichen Zonen befinden, zurückgeführt. Doch sind solche Anordnungen nicht obligatorisch und werden gewöhnlich nicht erfüllt. So verhielt es sich auch bei den Hangrutschniedergängen in Taldy-Bulak und Kargaly im März und Mai 2004, die menschliche Opfer gefordert haben.

Die Schutzmaßnahmen wurden auf den Abhängen des Berges Koktjube getroffen, wo die Dränagesysteme, die Stützwände und die Grundfestigung durch Betoninjektionen gebaut waren. Aber diese Maßnahmen waren nur auf einem kleinen Bereich erfüllt. In anderen

hangrutschgefährlichen Gebieten wird die Entwicklung der Hangrutschprozesse dem Zufall überlassen.

Bergstürze und Steinschlag

Zurzeit wird das systematische Monitoring der Bergsturzgefahr, wie auch das Monitoring der Steinschlaggefahr im Ile Alatau praktisch nicht durchgeführt. Vor Bergsturz und Steinschlag ist ein einziger Abschnitt der Strasse Medeu - Ust-Gorelnik durch eine Betonwand geschützt. Heute ist die Fläche zwischen der Schutzwand und dem steinschlaggefährlichen Abhang von Steinen so gut wie vollständig zugeschüttet, und beim nächsten Ereignis werden die Steine einfach auf die Straße herunterfallen. Man muss die Verschüttungen wegschaffen, damit die Schutzwand ihre Schutzfunktion weiter erfüllen kann.

In anderen Gebieten des Ile Alatau, die von Bergstürzen oder Steinschlägen bedroht sind, reduzieren sich die getroffenen Maßnahmen nur auf das Aufstellen von entsprechenden Straßenschildern. In einigen Gebieten fehlen sogar die Warnschilder. Die gefährlichsten Abhänge über den Straßen sollen durch Drahtnetze oder Schutzwände gesichert werden.

7.6 Allgemeine Empfehlungen für eine erfolgreiche Umsetzung der vorgeschlagenen Konzeption zum Naturgefahrenmanagement im Ile-Alatau:

1. Erstellung der Karten und Katalogisierung der gefährlichen Gebiete;
2. Bildung eines Netzes zum Monitoring der Entwicklung gefährlicher Prozesse am Land und aus dem Raum, u. a. Netz der automatischen meteorologischen Stationen und Punkte des automatischen Monitorings, um den Zustand der Moränenseen und Bodeneigenschaften zu überwachen;
3. Informierung der Bevölkerung über die Naturgefahren in den Bergen mithilfe der Massenmedien und Bildungsinstitute;
4. Schaffung des operativen Systems zur Informierung der Bevölkerung im Falle der Gefahrrentstehung;
5. Aktive Anwendung der Maßnahmen, die die Entstehung der gefährlichen Naturprozesse verhindern können;
6. Fertigstellung der noch nicht abgeschlossenen Schutzvorrichtungen, Restaurierung der untauglich gewordenen und Bau der neuen Schutzvorrichtungen für den Schutz der Objekte, die vom Risiko der Einwirkung gefährlicher Naturprozesse betroffen sind;
7. Verbesserung der rechtlichen Grundlage der Bodennutzung an den Gebieten, die unter Wirkung gefährlicher Naturprozesse stehen;
8. Zulassung des Baus in den gefährlichen Gebieten nur unter Anwendung der entsprechenden Schutzmaßnahmen;
9. Gründung einer modern ausgestatteten Unterabteilung des Rettungsdienstes in den Gebieten der Bergschikurorte und der Touristenstationen;
10. Verbesserung des Systems zur Versicherung der Bevölkerung und der Objekte, die sich in den gefährdeten Gebieten befinden.

8. Zusammenfassung

Den Fragen der Erarbeitung des Naturgefahrenmanagements in Gebirgssystemen SO-Kasachstans und in den Ländern des Zentralasiens insgesamt wurde bisher keine gebührende Aufmerksamkeit zuteil. Die Naturkatastrophen der letzten Jahrzehnte sowie die Erfahrung mit Maßnahmen zum Schutz des Ile-Alatau vor Naturgefahren haben gezeigt, dass die Lösung dieser Probleme für die weitere nachhaltige Entwicklung dieser Region von erstrangiger Bedeutung ist.

In dieser Arbeit wurde vom Autor umfangreiches Material zur komplexen Untersuchung der Gebiete des Ile-Alatau zusammengetragen und analysiert (u. a. durch eigene Forschungen, die im Rahmen der Forschungsprojekte des Institutes für Geografie des Ministeriums für Bildung und Wissenschaft der Republik Kasachstan durchgeführt wurden).

Die Hauptmethoden der Arbeit waren Auswertung vorhandener Daten- und Kartenmaterialien, Auswertung von Fernerkundungsdaten, eigene Geländearbeiten und Kartierungen zu Naturrisiken, Recherchen bei Behörden, Befragungen.

In der Dissertation wurden zunächst die Naturbedingungen (u. a. Orographie, Relief, Geologie, Klima und Vegetation) sowie der Stand der Naturrisikoforschung im Ile-Alatau dargestellt. Eine Klassifikation der wichtigsten Naturgefahren im Ile-Alatau wurde vorgenommen und die historischen Naturkatastrophen beschrieben. Die Statistiken und Materialien über den durch Lawinen, Muren und Erdbeben entstandenen Schaden wurden untersucht. Die regionale und zeitliche Verteilung, die Charakteristik, Ursachen und Auswirkungen der ausgewählten Naturgefahren (Lawinen, Muren, Hangrutschungen, Bergstürze/Steinschläge) wurden analysiert. Es wurden Daten über die Verteilung gefährdeter Zonen in den Einzugsgebieten des Ile Alatau angeführt.

Die Analyse dieser Daten hat gezeigt, wo die Lawinengefahr im Ile-Alatau territorial am stärksten verbreitet ist. Im zentralen Teil sind über 50 % der Fläche davon betroffen. Die maximale Murengefahr wird auch im zentralen Teil des Ile-Alatau verzeichnet. Die größten Bergstürze und Hangrutschungen wurden von Erdbeben verursacht. Alle diese untersuchten Naturprozesse mit verschiedenen Auswirkungen finden im untersuchten Gebiet jährlich statt.

Auf dieser Basis der Analyse wurde dann das Risiko bewertet, das von den ausgewählten Naturgefahren ausgeht. Grundlage dafür war die Analyse der Häufigkeit, der Verbreitung und des Ausmaßes der Prozesse. Eine Einteilung des Gebiets nach Gefährdung durch natürliche Prozesse und nach deren Risiko wurde vorgenommen. Dazu wurden Karten der Naturgefahren und deren Risiko erstellt. Nach Datenschutzgesetz der Republik Kasachstan darf der Autor keine Karten in Großmaßstab veröffentlichen. Diese sind nur zur internen Benutzung in Kasachstan zugelassen.

Die zur Zeit getroffenen Schutzmaßnahmen im Ili-Alatau wurden unter Bewertung ihrer Wirksamkeit untersucht. Die ökonomische Effektivität der Durchführung der Lawinenschutzmaßnahmen wurde für das Einzugsgebiet des Flusses Kischi Almaty berechnet.

Ein unter den Bedingungen des Ile-Alatau am besten geeignetes Schema des Naturgefahren- und Risikomanagements bei Umsetzung von Präventivmaßnahmen, bei Sicherungs- und Rettungsmaßnahmen und bei Wiederherstellungsmaßnahmen wurde vorgeschlagen. Die Arbeit enthält ebenfalls Empfehlungen zur Verbesserung der Funktion der Dienste des Naturgefahrenmanagements.

Konkrete Empfehlungen zum Schutz des Territoriums und der Bevölkerung vor Naturgefahren und zur Verminderung des Schadens wurden gegeben. Gebiete, die von den natürlichen Prozessen am stärksten gefährdet sind, wurden erfasst und die notwendigen optimalen Maßnahmen für ihren Schutz empfohlen.

Die Erfahrung der im Ile-Alatau durchgeführten Arbeiten ermöglicht es, Naturgefahren zu analysieren und zu bewerten, um ein Naturgefahrenmanagement zu erarbeiten, das eine nachhaltige Entwicklung auch in anderen Gebirgssystemen Kasachstans und in anderen Ländern Zentralasiens gewährleistet.

9. Literaturverzeichnis

1. Avalanche Protection in Switzerland. Colorado, 1975.
2. Blagoweschenskiy W. P. Seismogennoje lawinoobrasowanije na Sewernom Tien-Schane pri semletrjasenii 25 marta 1978 g.// Gljazialno-niwalnye prozessy v gorah Kasachstana. Alma-Ata, 1981. S. 60-66.
2. Благовещенский В. П. Сейсмогенное лавинообразование на Северном Тянь-Шане при землетрясении 25 марта 1978 г.//Гляциально-нивальные процессы в горах Казахстана. Алма-Ата, 1981. С. 60-66.
3. Blagoweschenskiy W. P., Yegorov A. B., Kokarev A. L. Rasprostraneniye opasnyh exogennyh prozessow w Pleiskom Alatau//Westnik. Serija geografitscheskaja, №2 (21), S. 224-233, KasNU im. Al-Farabi, Almaty 2005.
3. Благовещенский В. П., Егоров А. Б., Кокарев А. Л. Распространение опасных экзогенных процессов в Илейском Алатау//Вестник. Серия географическая, №2 (21), С. 224-233, КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы 2005.
4. Blagoweschenskiy W. P., Kondraschow I.W., Kokarev A. L. Yegorov A. B. Lawinnyi risk w basseine reki M. Almatinki//Materialy meschdunarodnoi nautschno-praktitscheskoy konferenzii „Teoretitscheskije i prikladnye problemy geografii na rubesche stoletiy“. – Tschast II.// Almaty.: KasNU im. Al-Farabi, 2004.
4. Благовещенский В. П., Кондрашов И. В., Кокарев А. Л., Егоров А. Б. Лавинный риск в бассейне реки М. Алматинки//Материалы международной научно-практической конференции “Теоретические и прикладные проблемы географии на рубеже столетий”. - Часть II.// Алматы.: КазНУ им. Аль-Фараби, 2004.
5. Blagoweschenskiy W. P. Tipy lawinoopasnyh territoriy// Materialy gljazialogitscheskih issledowanij. M., 1983. Вып. 47. S. 180-184.
5. Благовещенский В. П. Типы лавиноопасных территорий//Материалы гляциологических исследований. М., 1983. Вып. 47. С. 180-184.
6. Blagoweschenskiy W. P. Opredelenije lawinnyh nagrusok. – Alma-Ata, 1991.- 166 s.
6. Благовещенский В. П. Определение лавинных нагрузок. – Алма-Ата, 1991. – 116 с.
7. Blagoweschenskiy W. P., Sewerskiy I. W. Ozenka satrat na protiwolawinnye meroprijatija// Ledniki, sneschnyi pokrow i lawiny w gorah Kasahstana. – Alma-Ata: Nauka, 1989. – S- 100-109.
7. Благовещенский В. П., Северский И. В. Оценка затрат на противолавинные мероприятия// Ледники, снежный покров и лавины в горах Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1989. – С. 100-109.
8. Duisenow E. Seleweye potoki w Sailiyskom Alatau. – Alma-Ata, 1971. – 192 s.
8. Дуйсенов Е. Селевые потоки в Заилийском Алатау. - Алма-Ата, 1971. – 192 с.
9. Degowez A. S. O Masschtabah selei i strategii protiwoselewoi saschity w Kasachstane// Westnik A. N. KasSSR, 1989, №1. S. 40-44.
9. Деговец А. С. О масштабах селей и стратегии противоселевой защиты в Казахстане // Вестник АН КазССР, 1989, №1. С. 40-44.
10. Degowez A. S. O masschtabah selei i strategii protiwoselewoi saschity w Kasachstane.- Westnik AN KasSSR, Alma-Ata: 1989, №7.
10. Деговец А. С. О масштабах селей и стратегии противоселевой защиты в Казахстане. – Вестник АН КазССР, Алма-Ата:1989, №7.
11. Gorodezkiy W. D. Pritschiny Alma-Atinskoi katastrofy 8 ijulja 1921 g.// Westnik zentralnogo museja Kasachstana, 1930. № 8-9. – S. 14-17.
11. Городецкий В. Д. Причины Алма-Атинской катастрофы 8 июля 1921 г.// Вестник центрального музея Казахстана, 1930. №8-9. - С. 14-17.
12. Gorbunow A. P. O wosraste Bolschogo Almatinskogo osera// Isw. AN Kas SSR. Ser. Geolog. 1989.; 4. S. 78-90.

12. Горбунов А. П. О возрасте Большого Алматинского озера// Изв. АН Каз ССР. Сер. геолог. 1989.; 4. С. 78-90.
13. Hagget R. The bombarded Earth. – Geography, 1990. Vol. 75. #327
14. Karta selewoi opasnosti territorii Respubliki Kasachstan M 1:1000000.- Glaw. Upr. po gidrometeorologii RK. Almaty, 1996.
14. Карта селевой опасности территории Республики Казахстан М 1:1000000. - Глав. Упр. по гидрометеорологии РК. Алматы, 1996.
15. Kondraschow I. W. Prognos lawin i nekotoryh harakteristik sneschnosti w gorah Kasachstana. – L.: Gidrometisdat, 1991. – 72 s.
15. Кондрашов И. В. Прогноз лавин и некоторых характеристик снежности в горах Казахстана. - Л.: Гидрометеоздат, 1991. - 72 с.
16. Kondraschow I. W. O lawinnoi opasnosti gljazialnoi sony Sailijskogo Alatau. Sb.: Pobeschdennye verschiny. Moskwa: Mysl, 1981.
16. Кондрашев И. В. О лавинной опасности гляциальной зоны Заилийского Алатау. Сб.: Победенные вершины. Москва: Мысль, 1981.
17. Kowezkiy S. P., Gulina W. R. Posobije po prognosirowaniju seleopasnosti. Alma-Ata, 1960. 59 s.
17. Ковецкий С. П., Гулина В. Р. Пособие по прогнозированию селеопасности. Алма-Ата, 1960. 59 с.
18. Margreth S. Long-term avalanche control structures. Neige et Avalanche, 1995, #9. 15-25.
19. Medeuow A. R., Nurlanow M. T. Seleweye jawlenija seismoaktiwnyh territoriy Kasachstana (Problemy uprawlenija). – Almaty, 1996. – 204 s.
19. Медеуов А. Р., Нурланов М. Т. Селевые явления сейсмоактивных территорий Казахстана (Проблемы управления). - Алматы, 1996. - 204 с.
20. Medeuow A. R., Kolotilin N. F., Keremkulow W. A. Seli Kasachstana. – Almaty, 1993 g.
20. Медеуов А. Р., Колотилин Н. Ф., Керемкулов В. А. Сели Казахстана. – Алматы, 1993г.
21. Medeuow A. R., Nurlanow M. T. Seleweye jawlenija seismoaktiwnyh terriroriy Kasachstana (Problemy Uprawlenija). – Almaty, 1996. – 204 s.
21. Медеуов А. Р., Нурланов М. Т. Селевые явления сейсмоактивных территорий Казахстана (Проблемы управления). - Алматы, 1996. - 204 с.
22. Medojew G. Z. Geologitscheskoje i geomorfologitscheskoje strojenije gor Sogaty. Alma-Ata, 1951.
22. Медоев Г. Ц. Геологическое и геоморфологическое строение гор Согаты. Алма-Ата, 1951.
23. Merz, H. and Bohnenblust, H. Cost/effectiveness analysis and evaluation of risk reduction measures// The 2nd World Congress on Safety Science. – Budapest, 1993 – P. 1-23.
24. Opyt inschenerno-geologitscheskogo raionirowanija seleopasnyh basseinow rek (na primere B. I M. Almatinki). – Bjulleten nautschno-tehnitscheskoy informazii. Serija gidrogeologija i inschenernaja geologija. M.: 1976, №4.
24. Опыт инженерно-геологического районирования селеопасных бассейнов рек (на примере Б. и М. Алмаатинки). – Бюллетень научно-технической информации. Серия гидрогеология и инженерная геология. М.: 1976, №4.
25. Palgow N. N. Katastrofitscheskije pawodki na lednikowych rekah Sailijskogo Alatau. – M., 1947. T. 79, wup. 2. – S. 175-187.
25. Пальгов Н. Н. Катастрофические паводки на ледниковых реках Заилийского Алатау. - М., 1947. Т. 79, вып. 2. - С. 175-187.
26. Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengafahr bei rauwixsamen Tatigkeiten. Mitt. Eidgenoss. Inst. Schnee-Lavinenforsch. Davos. 1984. S. 21.
27. Schandajew M. Sch. Priroda Sailiyskogo Alatau. Alma-Ata, 1978.
27. Жандаев М. Ж. Природа Заилийского Алатау. Алма-Ата, 1978.
28. Schandjew M. Sch. Geomorfologija Sailijskogo Alatau i problemy formirowanija retschnyh dolin. Alma-Ata, 1972. 162 s.

28. Жандаев М. Ж. Геоморфология Заилийского Алатау и проблемы формирования речных долин. Алма-Ата, 1972. 162 с.
29. Schenschurist E. M. Alma-Atinskaja katastrofa 8.IV.1921 g.// Taschkent „Westnik irrigazii“, 1923. №1 – S. 62-76.
29. Женжурист Э. М. Алма-Атинская катастрофа 8.IV.1921 г.//Ташкент “Вестник ирригации”, 1923. №1. - С. 62-76.
30. Schnee und Lawinen in der Schweizer Alpen// Mitt. Eidgenoss. Inst. Schnee-Lawinenforsch. Davos. No 31-51, 1966-1986.
31. Selewaja aktiwnost i paleoseismogennye jawlenija w basseinah rek M. I B. Almatinok//Nautschnyi ottshet Instituta merslotowedenija RAN, 1990. Alma-Ata. 37 s.
31. Селевая активность и палеосейсмогенные явления в бассейнах рек М. и Б. Алматинок//Научный отчет Института мерзлотоведения РАН, 1990. Алма-Ата. 37 с.
32. Serpikow S. K. Potschwy Sewero-Wostotschnoi tschasti Alma-Atinskoi oblasti.
32. Серпиков С.К. Почвы Северо-Восточной части Алма-Атинской области Казахской ССР. Алма-Ата, 1961.
33. Sewrskiy I. W., Blagoweschenskiy W. P. Lawinoopasnye raiony Kasachstana. Alma-Ata: Nauka, 1990.
33. Северский И. В., Благовещенский В. П. Лавиноопасные районы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1990.
34. Sewrskiy I. W. Sneschnyje lawiny Sailijskogo i Dschungarskogo Alatau. Alma-Ata, 1976. 200 s.
34. Северский И. В. Снежные лавины Заилийского и Джунгарского Алатау. Алма-Ата, 1976. 220 с.
35. Sewrskiy I. W., Blagoweschenskiy W. P. Ozenka lawinnoi opasnosti gornoj territorii. – Alma-Ata, 1983. – 220 s.
35. Северский И. В., Благовещенский В. П. Оценка лавинной опасности горной территории. – Алма-Ата, 1983. – 220 с.
36. Stoffel L. Kunstliche Lawinenauslösung. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung. Davos. Mitteilungen #53, 1996. S. 78.
37. Wardugin W. N. Nekotorye inschenerno-geologitscheskije osobennosti seleopasnyh basseinow sewernogo sklona Sailijskogo Alatau). – Trudy KasNIGMI. M.: 1969, wyp 33.
37. Вардугин В. Н. Некоторые инженерно-геологические особенности селеопасных бассейнов северного склона Заилийского Алатау. – Труды КазНИГМИ. М.: 1969, вып.33.
38. Wardugin W. N., Malmygin G. W. Opyt isutschenija inschenerno-geologitscheskih uslowiy seleopasnyh basseinow rek sewernogo sklona Sailijskogo Alatau. – W sb.: Gidrologitscheskije i inschenerno-geologitscheskije issledowanija w Kasachstane (Materialy nautscho proiswodstwennoi konferenzii). Alma-Ata, 1970.
38. Вардугин В. Н., Малмыгин Г. В. Опыт изучения инженерно-геологических условий селеопасных бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау. – В сб.: Гидрологические и инженерно-геологические исследования в Казахстане (Материалы научно-производственной конференции). Алма-Ата, 1970.
39. Wilhelm, C. Leitfaden zur Beurteilung von Lawenschutzmassnahmen. Mitt. Eidgenoss. Inst. Schnee-Lawinenforsch. Davos, 1997. P. 43.
40. Wilhelm, C., Schmithusen F., Salm B. Untersuchungen zum Finanzierungsaufwand und zu schutzenden Objekten im Zusammenhang mit Lawinenverbauungsprojekten im schweizerischen Alpengebiet. Department Wald- und Holzforschung – ETH. Arbeitsberichte, Allgemeine Reihe # 92/2. Zurich 1992. S. 29.
41. Winogradow Ju. B. Gljzialnyje prorywnye pawodki i selewyje potoki. Leningrad., 1977. 156 s.
41. Виноградов Ю. Б. Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки. Ленинград., 1977. 156 с.

42. Winogradow Ju. B., Sems A. E., Honin R. B. Selewoi potok 15 ijulja 1973 g. Na Maloi Almatinke//Selewye potoki. 1976. Sb. 1. S. 60-72.
42. Виноградов Ю. Б., Земс А. Э., Хонин Р. В. Селевой поток 15 июля 1973 г. на Малой Алматинке//Селевые потоки. 1976. Сб. 1. С. 60-72.
43. Winogradow Yu. B. Etjudy o selewyh potokah. L.: Gidrometeoisdat, 1980.
43. Виноградов Ю. Б. Этюды о селевых потоках. Л.: Гидрометеоиздат, 1980.
44. Yadroschnikow W. I. Rastschetnyje parametry lawinosaschitnyh sooruscheniy.- Nowosibirsk, 1997. – 134 s.
44. Ядрошников В. И. Расчетные параметры лавинозащитных сооружений.- Новосибирск, 1997. –134 с.
45. Yegorov A. B., Popow W. I. Lawinnaja opasnost kak faktor, limitirujuschiy raswitije turistsko-rekreazionnoi dejatelnosti sewernogo Tien-Schanja// Materialy meschdunarodnoi konferenzii „Problemy stanowlenija turisma Kasachstana“// Almaty: KasNU im. Al-Farabi, 2002.
45. Егоров А. Б., Попов В. И. Лавинная опасность как фактор, лимитирующий развитие туристско-рекреационной деятельности северного Тянь-Шаня// Материалы международной конференции “Проблемы становления туризма Казахстана”// Алматы: КазНУ им. Аль-Фараби, 2002.

10. Anhang

Transkription der neuen und alten geographischen Bezeichnungen im Untersuchungsgebiet

| Alte Bezeichnungen | | Neue Bezeichnungen | |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|
| Deutsche Transkription | Russische Transkription | Deutsche Transkription | Russische Transkription |
| Ajusai | Аюсай | Ajusai | Аюсай |
| Akkol | Акколь | Akkol | Акколь |
| Aksay | Аксай | Aksay | Аксай |
| Akschar | Акжар | Akschar | Акжар |
| Aktau | Актау | Aktau | Актау |
| Alakaol | Алаколь | Alakaol | Алаколь |
| Alma-Ata | Алма-Ата | Almaty | Алматы |
| Almatau | Алматау | Almatau | Алматау |
| Assy | Ассы | Assy | Ассы |
| Bakai | Бакай | Bakai | Бакай |
| Bartugul | Бартагуль | Bartugul | Бартагуль |
| Batareika | Батарейка | Beldebai | Бельдебай |
| Belbulak | Бельбулак | Belbulak | Бельбулак |
| Mochnatka | Мохнатка | Mochnatka | Мохнатка |
| Fiskulturnik | Физкультурник | Fiskulturnik | Физкультурник |
| Bogatyр | Богатырь | Bogatyр | Богатырь |
| Bolschaja Almatinka | Большая Алматинка | Ulken Almaty | Улькен Алматы |
| Buguty | Бугуты | Buguty | Бугуты |
| Butakowka | Бутаковка | Butak | Бутак |
| Dalashik | Далашик | Dalashik | Далашик |
| Dikiy | Дикий | Dikiy | Дикий |
| Dolan | Долан | Dolan | Долан |
| Abai | Абай | Abai | Абай |
| Pionerskij | Пионерский | Pionerskij | Пионерский |
| Sowjetow | Советов | Sowjetow | Советов |
| Gletscher M. Mametowoj | Маншук Маметовой | Gletscher M. Mametowoj | Маншук Маметовой |
| Molodejnij | Молодёжный | Molodejnij | Молодёжный |
| Gornyj Sadovod | Горный садовод | Gornyj Sadovod | Горный Садовод |
| Grosser Almaty See | Большое Алма-Атинское Озеро | Grosser Almaty See | Большое Алматинское озеро |
| Issyk | Иссык | Essik | Есик |
| Kainasar | Кайнасар | Kainasar | Кайнасар |
| Kairak | Кайрак | Kairak | Кайрак |
| Kamanskoje Plateau | Каменское плато | Kamanskoje Plateau | Каменское плато |
| Kamenka | Каменка | Kamenka | Каменка |
| Kamennyi rutschej | Каменный ручей | Kamennyi rutschej | Каменный ручей |
| Kantbastau | Кантбастау | Kantbastau | Кантбастау |
| Karagalinka | Карагалинка | Kargaly | Каргалы |
| Karakastek | Каракастек | Karakastek | Каракастек |
| Karasch | Караш | Karasch | Караш |
| Kasatschka | Казачка | Kasaschka | Казашка |
| Kaskelen | Каскелен | Kaskelen | Каскелен |

| | | | |
|------------------|-----------------|----------------|---------------|
| Kassymbek | Касымбек | Kassymbek | Касымбек |
| Kastek | Кастек | Kastek | Кастек |
| Kokdschailjau | Кокджайляу | Kokschailjau | Кокжайляу |
| Kokschoky | Кокшоқы | Kokschoky | Кокшоқы |
| Koktscheka | Кокчека | Kokscheka | Кокчека |
| Kommissarowka | Комиссаровка | Kimassar | Кимасар |
| Komsomolspitze | Пик Комсомола | Komsomolspitze | Пик Комсомола |
| Konstituzii | Конституции | Konstituzii | Конституции |
| Kopar | Копар | Kopar | Копар |
| Kopy | Копы | Kopy | Копы |
| Koscha | Кожа | Koscha | Кожа |
| Kossybassy | Косыбасы | Kossybassy | Косыбасы |
| Kotyrbulak | Котырбулак | Kotyrbulak | Котырбулак |
| Kuigensai | Куйгенсай | Kuigensai | Куйгенсай |
| Kumbel | Кумбель | Kumbelsu | Кумбельсу |
| Kungei Alatau | Кунгей Алатау | Kungei Alatau | Кунгей Алатау |
| Kyrgauldy | Кыргаулды | Kyrgauldy | Кыргаулды |
| Kysylkyrka | Кызылқырка | Kysylkyrka | Кызылқырка |
| Kysylsai | Кызылсай | Kysylsai | Кызылсай |
| Lewyi Talgar | Левый Талгар | Lewyi Talgar | Левый Талгар |
| Malaja Almatinka | Малая Алматинка | Kischi Almaty | Киши Алматы |
| Maljutinskiy | Малютинский | Maljutinskiy | Малютинский |
| Malybai | Малыбай | Malybai | Малыбай |
| Medeo | Медео | Medeu | Медеу |
| Metallurg | Металлург | Metallurg | Металлург |
| Mikuschin-Sai | Микушин-сай | Mikuschin-Sai | Микушин-сай |
| Mustau | Музтау | Mustau | Музтау |
| Mynschilki | Мынжилки | Mynschilki | Мынжилки |
| Oidschailjau | Ойджайляу | Oidschailjau | Ойжайляу |
| Osernaja | Озёрная | Osernaja | Озёрная |
| Poganka | Поганка | Poganka | Поганка |
| Pogrebezkiy | Погребецкий | Pogrebezkiy | Погребецкий |
| Prjamucha | Прямуха | Prjamucha | Прямуха |
| Prohodnaja | Проходная | Prohodnaja | Проходная |
| Rachat | Рахат | Rachat | Рахат |
| Remisowka | Ремизовка | Remisowka | Ремизовка |
| Sai | Сай | Sai | Сай |
| Sarkrama | Саркрама | Sarkrama | Саркрама |
| Sarybulak | Сарыбулак | Sarybulak | Сарыбулак |
| Sarysai | Сарысай | Sarysai | Сарысай |
| Sarytau | Сарытау | Sarytau | Сарытау |
| Schalanasch | Жаланаш | Schalanasch | Жаланаш |
| Scharsai | Жарсай | Scharsai | Жарсай |
| Schenischke | Женишке | Schenischke | Женишке |
| Schetyschol | Жетыжол | Schetyschol | Жетыжол |
| Scholaidyr | Шолайдыр | Scholaidyr | Шолайдыр |
| Schysaly-Kesen | Жысалы-Кезень | Schysaly-Kesen | Жысалы-Кезень |
| Serkebulak | Серкебулак | Serkebulak | Серкебулак |
| Sogatinsk | Согатинск | Sogatinsk | Согатинск |
| Sogaty | Согаты | Sogaty | Согаты |
| Taldybulak | Талдыбулак | Taldybulak | Талдыбулак |
| Talgar | Талгар | Talgar | Талгар |
| Tastybulak | Тастыбулак | Tastybulak | Тастыбулак |
| Teresbutak | Тересбулак | Teresbutak | Тересбулак |
| Teskensu | Тескенсу | Teskensu | Тескенсу |

| | | | |
|---------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Tien-Schan | Тянь-Шань | Tien-Schan | Тянь-Шань |
| Toraigyr | Торайгыр | Toraigyr | Торайгыр |
| Transili Alatau | Заилийский Алатау | Пе-Alatau | Илейский Алатау |
| Tscharyn | Чарын | Scharyn | Шарын |
| Tschemolgan | Чемолган | Sschemolgan | Шемолган |
| Tschertowo Uschelje | Чёртово ущелье | Tschertowo Uschelje | Чёртово ущелье |
| Tschilik | Чилик | Schilik | Шилик |
| Tschimbulak | Чимбулак | Schimbulak | Шимбулак |
| Tschkalovspitze | Пик Чкалова | Tschkalovspitze | Пик Чкалова |
| Tschon-Kemin | Чон-Кемин | Tschon-Kemin | Чон-Кемин |
| Tschu | Чу | Schu | Шу |
| Tujuksu | Туюксу | Tujuksu | Туюксу |
| Turgen | Турген | Turgen | Турген |
| Ust-Gorelnik | Усть-Горельник | Ust-Gorelnik | Усть-Горельник |
| Usunagatsch | Узунагач | Usynagasch | Узунагаш |
| Usunkargaly | Узункаргалы | Usynkargaly | Узункаргалы |
| Werhnij Gorelnik | Верхний Горельник | Werhnij Gorelnik | Верхний Горельник |
| Wernyi | Верный | Wernyi | Верный |
| Wesnowka | Весновка | Essentai | Есентай |
| Worota Tujuksu | Ворота Туюксу | Worota Tujuksu | Ворота Туюксу |

Curriculum Vitae

Persönliche Daten

| | |
|---------------------|--------------------------------|
| Name, Vorname | Yegorov, Alexandr |
| Geburtsdatum u.-ort | 09.05.1976, Almaty, Kasachstan |
| Familienstand | Ledig |
| e-mail | alxry@yahoo.de |

Ausbildung

| | |
|---------------------|--|
| Sept.1982-Juni 1992 | Abitur |
| Sept.1992-Juli 1996 | Staatliche Abai Universität Almaty, Fakultät für Geographie und Ökologie : Lehramt für Geographie und Ökologie |
| Sept.1996-Juli 1998 | Magisterstudium an der Staatliche Abai Universität Almaty, Fakultät für Geographie und Ökologie |
| Juli 1998 | Magister im Fach Geographie und Ökologie |
| Okt. 2002-Okt. 2003 | Austauschstudient, LMU München, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Sektion Geographie (DAAD-gefördert) |
| Okt.2003-Sept. 2006 | Promotionstudium, LMU München, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Sektion Geographie |

Berufstätigkeit

| | |
|----------------------|---|
| Juni 1990-Sept. 1990 | Berufspraktikum in Expedition der Kasachischen Lagerstättenerkundung |
| Aug. 1998-Juli 2000 | Ingenieurtechnischer Angestellter für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik der Mechanomontage AG, Almaty |
| Juli 2000- Juli 2001 | Angestellter der Umweltschutzverwaltung Almaty |
| Seit Jan.2001 | Ingenieurtechnischer Angestellter am Institut für Geographie des Bildungs- und Wissenschaftsministeriums Kasachstans |

Sprachkennrnisse

| | |
|-------------|---|
| Russisch | Muttersprache |
| Englisch | Fliessend in Wort und Schrift |
| Deutsch | Fliessend in Wort und Schrift |
| Französisch | Fortgeschrittene Konversationsmöglichkeit und Leseverständnis |

Forschungsprojekten

1. Multifunctional use of high mountain pastures (Central Asian Mountain Program), Kyrgyzstan, 2001.
2. Development of natural economic resources in the Kazakh Priaralie (INTAS), Kazakhstan, 2002.
3. Sakonomernosti formirowanija i rasprostraneniya opasnyh prirodnyh prozessow w gornyh raionah jugo-wostotschnogo Kasachstana (Institut Geografii), Kasachstan, 1997-2000.
3. Закономерности формирования и распространения опасных природных процессов в горных районах юго-восточного Казахстана (Институт Географии), Казахстан, 1997-2000.
3. Dinamika aktiwnosti i Sakonomernost formirowanija opasnyh prirodnyh prozessow w Dschungarskom Alatau (Institut Geografii), Kasachstan.
3. Динамика активности и Закономерность формирования опасных природных процессов в Джунгарском Алатау (Институт Географии), Казахстан.
4. Rasrobotat nautschnyje osnovi uprawlenija selewym i lawinnym riskami w gornyh raionah Kasachstana (Institut Geografii), Kasachstan, 2003-2005.
4. Разработать научные основы управления селевым и лавинным рисками в горных районах Казахстана (Институт Географии), Казахстан, 2003-2005.
5. Rasrobotat metody ozenki i kartografirowanija riska prirodno-obuslowlennyh katastrof, wyswannyh prirodnyimi stihijnymi jawlenijami w gornyh raionah jugo-wostotschnogo Kasachstana (Institut Geografii), Kasachstan, 2006.
5. Разработать методы оценки и картографирования риска природно-обусловленных катастроф, вызванных природными стихийными явлениями в горных районах юго-восточного Казахстана, (Институт Географии), Казахстан, 2006.

Publikationen

1. Yegorov A. Sowremennye problemy ispol'sowanija prirodnih i sozjalno-ekonomitscheskih resursow gornyh territorij// Sb. „Raswitije geografitscheskoj i ekologitscheskoj nauk w Kasachstane“//Materiali meschdunarodnoi nautschno-praktitscheskoj konferenzii// Almaty: AGU im. Abaja, 2002, S. 53-56,
1. Егоров А. Современные проблемы использования природных и социально-экономических ресурсов горных территорий// Сб. „Развитие географической и экологической наук в Казахстане“ // Материалы международной научно-практической конференции. // Алматы: АГУ им. Абая, 2002, С. 53-56.
2. Yegorov A. B., Popow W. I. Lawinnaja opasnost kak faktor, limitirujuschiy raswitije turistsko-rekreazionnoi dejatel'nosti sewernogo Tien-Schanja// Materialy meschdunarodnoi konferenzii „Problemy stanowlenija turisma Kasachstana“// Almaty: KasNU im. Al-Farabi, 2002, S. 124-133.
2. Егоров А. Б., Попов В. И. Лавинная опасность как фактор, лимитирующий развитие туристско-рекреационной деятельности северного Тянь-Шаня// Материалы международной конференции “Проблемы становления туризма Казахстана”// Алматы: КазНУ им. Аль-Фараби, 2002, С. 124-133.
3. Blagoweschenskiy W. P., Kondraschow I.W., Kokarev A. L. Yegorov A. B. Lawinnyi risk w basseine reki M. Almatinki//Materialy meschdunarodnoi nautschno-praktitscheskoj konferenzii „Teoretitscheskije i prikladnye problemy geografii na rubesche stoletiy“. – Tschast II.// Almaty.: KasNU im. Al-Farabi, 2004, S. 108-110.
3. Благовещенский В. П., Кондрашов И. В., Кокарев А. Л., Егоров А. Б. Лавинный риск в бассейне реки М. Алматинки//Материалы международной научно-практической конференции “Теоретические и прикладные проблемы географии на рубеже столетий”. - Часть II.// Алматы.: КазНУ им. Аль-Фараби, 2004, С. 108-110.
4. Blagoweschenskiy W. P., Yegorov A. B., Kokarev A. L. Rasprostraneniye opasnyh exogennyh prozessow w Pleiskom Alatau//Westnik. Serija geografitscheskaja, №2 (21), KasNU im. Al-Farabi, Almaty 2005, S. 224-233.
4. Благовещенский В. П., Егоров А. Б., Кокарев А. Л. Распространение опасных экзогенных процессов в Илейском Алатау//Вестник. Серия географическая, №2 (21), КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы 2005, С. 224-233.
5. Blagoweschenskiy W.P. Yegorov A.B., Kokarev A.L. Lawinnaja opasnost i lawinnyi risk w gorah Pleiskogo Alatau// Westnik. Serija geografitscheskaja, №2 (21), KasNU im. Al-Farabi, Almaty 2005, S. 224-233.
5. Благовещенский В.П., Егоров А.Б., Кокарев А.Л. Лавинная опасность и Лавинный риск в горах Илейского Алатау// Вестник. Серия географическая, №2 (21), КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы 2005, С. 216-223.
6. Blagoweschenskiy W.P. Yegorov A.B., Kokarev A.L. Ozenka i kartografirowanije prirodnogo riska w Dschungarskom Alatau// Sb. „Geografija w sowremennom mire: Teorija i praktika“. Meterialy Meschdunarodnoi nautschno-praktitscheskoj konferenzii. UsGU im. Ulugbeka, Taschkent, 2006, S. 384-385.
6. Благовещенский В.П., Егоров А.Б., Кокарев А.Л. Оценка и картографирование природного риска в Джунгарском Алатау// Сб. „География в современном мире: Теория и практика“. Материалы Международной научно-практической конференции. УзГУ им. Улугбека, Ташкент, 2006, С. 384-385.

7. Blagoweschenskiy W.P. Yegorov A.B., Kokarev A.L. Ozenka prirodnogo riska w Dschungarskom Alatau// Sb. „Risk 2006“. Meterialy nautschno-praktitscheskoi konferenzii. MGU im. Lomonosowa, Moskwa, 2006.

7. Благовещенский В.П., Егоров А.Б., Кокарев А.Л. Оценка природного риска в Джунгарском Алатау// Сб. „Риск 2006“. Материалы научно-практической конференции. МГУ им. Ломоносова, Москва, 2006.