

DIE SICHERUNG BZW. SANIERUNG VON HALDEN UND TAILINGS AUS DEM URANBERGBAU AM STANDORT MAILUU SUU IN KIRGISTAN IM RAHMEN EINER PROJEKTFÖRDERUNG DER WELTBANK

Dr. Christian Kunze, Mag. Alexander Gruber, Dr. Peter Schmidt, Dipl. Ing. Uwe Walter¹

Kurzfassung: Mailuu Suu liegt in Kirgistan am Nordrand des Ferganabeckens. Im Umfeld der Stadt wurde in den 50iger und 60iger Jahren des 20. Jahrhunderts Uran abgebaut und aufbereitet. Die Rückstände in Form von Halden und Tailings befinden sich teilweise in unmittelbarer Nähe des Flusses Mailuu Suu bzw. seiner Nebenflüsse. Einige befinden sich im Gefährdungsbereich von Hangrutschungen. Es besteht somit die Gefahr, dass in Folge extremer Wetterbedingungen oder auch von regional möglichen starken Erdbeben Material mit erhöhter natürlicher Radioaktivität mit dem Fluss in Richtung des dicht besiedelten Ferganabeckens transportiert wird und dort zu Belastungen der Bevölkerung führt. Das Projekt begann mit der Vertragsunterzeichnung im Juni 2005 und wird voraussichtlich Ende 2009 beendet. Es wird von einem Konsortium aus GEOCONSULT Salzburg und der WISUTEC Wismut Umwelttechnik GmbH bearbeitet. Im vorliegenden Beitrag werden die Historie und Implementierung des Projektes sowie dessen Bearbeitungsstufen beschrieben und die vom Konsortium vorgeschlagenen Lösungen vorgestellt. Da das Projekt noch nicht beendet ist, wird der Stand vom Juni 2007 zugrunde gelegt.

Vorgeschichte und Implementierung durch die Weltbank

Bis Mitte der 90iger Jahre des vorigen Jahrhunderts war der Standort und dessen Gefährdungspotential international kaum bekannt. 1992/93 wurden erste Berichte zur Situation an Standorten des Kernbrennstoffkreislaufes in der ehem. Sowjetunion international veröffentlicht. Erstmals offiziell darauf hingewiesen hat die Kirgisische Regierung 1994 während Regierungsgesprächen mit der Russischen Regierung im Rahmen der GUS, verbunden mit Forderungen nach einer Finanzierung der Sanierungsaufgaben. Aus diesem Jahr stammen auch die ersten Presseberichte zur Problematik aus Kirgistan selbst.

Ab Mitte der 90iger Jahre gab es immer wieder Presseveröffentlichungen, z.T. mit stark übertriebener Darstellung der Gefährdungen, die zu einer zunehmenden Sensibilisierung der Öffentlichkeit, insbesondere in der betroffenen Region, aber auch weltweit, führten. 2002 erlangte das Thema, ausgelöst durch einen Artikel bei „www.newscientist.com“ noch einmal weltweite Aufmerksamkeit.

1996-1998 finanzierte die Europäische Union über das TACIS-Programm eine Bestandsaufnahme der Hinterlassenschaften des Uranbergbaus in allen GUS-Ländern. Mailluu Suu wurde darin als Standort mit vorrangigem Sanierungsbedarf identifiziert. 2000-2003 wurde das TACIS-Projekt „Remediation of Uranium Mining and Milling Tailing in Mailluu-Suu-District, Kyrgyzstan“ durch SCK-CEN und Belgatom durchgeführt. Innerhalb des Projektes wurden umfangreiche Datenerhebungen und ein Überwachungsprogramm durchgeführt sowie erste Sicherungsmaßnahmen an Tailing 3 veranlasst.

¹ Dr. Christian Kunze, WISUTEC GmbH, Jagdschänkenstrasse 33, 09117 Chemnitz; Mag. Alexander Gruber, Geoconsult ZT GmbH, A-5071 Wals/Salzburg, Österreich; Dr. Peter Schmidt, Wismut GmbH, Jagdschänkenstrasse 29, 09117 Chemnitz, Dipl. Ing. Uwe Walter, WISUTEC GmbH, Jagdschänkenstrasse 33, 09117 Chemnitz

2003/04 wurde zur Finanzierung der Sanierung des Standortes ein Grant (nicht rückzahlbare Zuwendung) der Japanischen Regierung über die Weltbank bereitgestellt. Es erfolgte die Implementierung des Projektes „Natural Disaster Mitigation Project, Kyrgyz Republic“ und im Juni 2005 die Vergabe des Auftrages zur detaillierten Analyse der Umweltsituation und Planung von kurz- und langfristigen Sanierungsmaßnahmen an das Konsortium Geoconsult - WISUTEC Wismut Umwelttechnik GmbH.

Der dargestellte lange Weg von der Identifizierung des Problems bis zur Bereitstellung von Mitteln zur Beseitigung der Gefährdungen wiederholt sich auf ähnliche Art- und Weise bei vielen Umweltprojekten weltweit. Ein wichtiger Faktor, letztendlich eine Finanzierung und damit Lösung zu erreichen ist, dabei die Sensibilisierung der Öffentlichkeit. Auch wenn – oder weil – Probleme zunächst oft stark überzeichnet dargestellt werden.

Standort

Der Ort Mailuu Suu im Tal des gleichnamigen Flusses befindet sich im südwestlichen Kirgistan in der Provinz Dschalalabad. Es befindet sich ca. 25 km entfernt von der Grenze zu Usbekistan

am östlichen Rand des Ferganabeckens in einer Höhenlage von 900 bis 1000 m. Der Mailuu Suu mündet in Usbekistan in den Syr Darya und dieser in den Aral See.



Abb. 1 Lage Kirgistans in Zentralasien und Lage von Mailuu Suu

Die Stadt Mailuu Suu hat heute etwa 25.000 Einwohner. In der Stadt befindet sich als einziger bedeutender Arbeitgeber einer der größten Hersteller von Glühlampen in Zentralasien.

Die Erkundung und Erschließung der Uranlagerstätte Mailuu Suu begann Ende 1945 als einer der Ersten im Einflussgebiet der ehemaligen Sowjetunion. Es handelt sich um eine Lagerstätte im Kalkstein (Carnotit) mit relativ geringen Gehalten. Es liegen allerdings kaum belastbare Angaben zur Art der Vererzung, den Urangelhalten, dem Abbauverfahren und den Produktionsmengen vor. Die Archivunterlagen liegen in Usbekistan bzw. Russland und sind bisher z.T. nur unzureichend zugänglich.

Die Grube war über 3 Tagesschächte und mehrere Stollen erschlossen, war in 5 Abbaufelder unterteilt und hatte eine Ausdehnung von etwa 36 km². Die Aufbereitung erfolgte in 2 Aufbereitungsanlagen vor Ort, später auch teilweise in Kara Balta westlich der Hauptstadt Bishkek. Es wurden nach einigen Quellen auch Erze aus dem Erzgebirge, Jachymov, Bulgarien und China aufbereitet. Die Schließung der Gruben erfolgte in der Zeit von 1964 bis 1968.

Die Anlagen wurden nach den damals gültigen Vorschriften der Sowjetunion gesichert bzw. saniert. Die Aufbereitungsanlagen wurden abgebrochen bzw. umgenutzt, Schächte und Stolleneingänge verfüllt, die Tailingsbecken z.T. profiliert und mit mineralischen Abdeckungen versehen.

Die Ablagerungen von Bergbaurückständen, insgesamt 13 Halden des Bergbaus und 23 Halden bzw. Becken mit Rückständen aus der Erzaufbereitung (Tailings) befinden sich im Bereich der Stadt bzw. kleinerer Ortschaften im Umkreis und zum größten Teil in der Nähe des Flusses Mailuu Suu und seiner Nebenflüsse Kara Agach, Kulmen Sai und Aylampa Sai.



Abb. 2 Blick auf die Landschaft im Bereich der Stadt Mailuu Suu

Das Gebiet ist durch starke Erosion durch die saisonal hochwasserführenden Flüsse, instabile und rutschungsgefährdete Hänge sowie eine hohe Erdbebenwahrscheinlichkeit (bis Stärke 9 MKS²) geprägt. Die Standsicherheit bzw. Lagestabilität der Halden und Tailings ist dadurch stark herabgesetzt. Das Gebiet ist stark überweidet, es kam und kommt deshalb zu einer zunehmenden Aktivierung von Erosionsprozessen, die insbesondere zu verheerenden Springfluten und gewaltigen Hangrutschungen führen können.

² Medvedev-Spoonheuer-Karmik Intensitätsskala

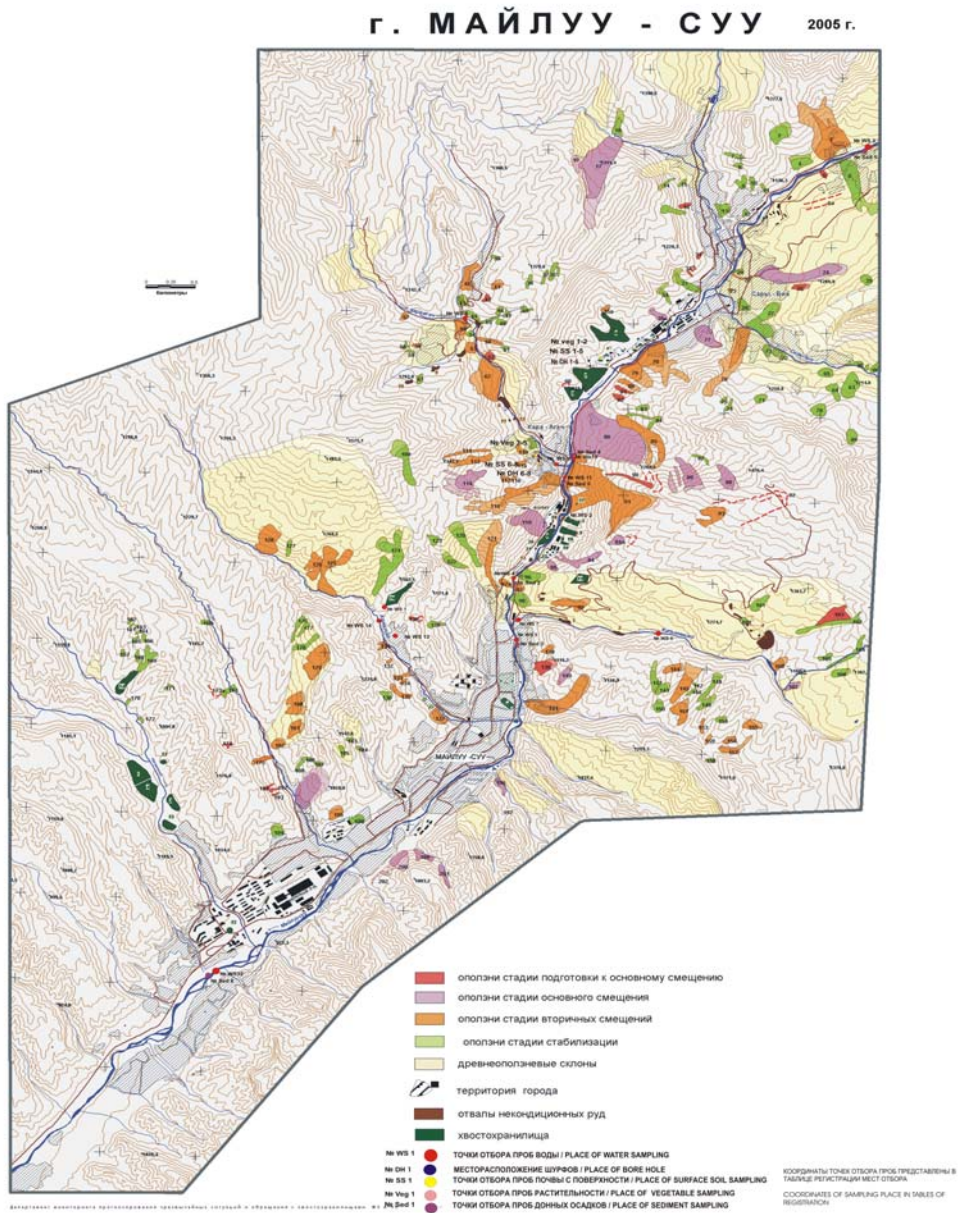


Abb. 3 Überblick über die Lage der Bergbau- und Aufbereitungsrückstände in Mailluu Suu, sowie die Lage von Hangrutschungen (dunkelgrün – Tailings, braun – Halden, violett und orange – Rutschungen)



Abb. 4 Blick über das Tal des Kara Agach zum Tal des Mailuu Suu mit den Rutschungen Koi Tash und Tektonik

Aufgabenstellung

Durch den Auftraggeber wurde das Projekt in mehrere Teilprojekte, sogenannte „Subcomponents“ unterteilt. Dies sind im Einzelnen:

- Subcomponent A1. Partieller Abtrag der Rutschung Tektonik (außerhalb des hier beschriebenen Projektes des Konsortiums GC - WISUTEC);
- Subcomponent A2. Inspektion und Ableitung von Sicherungsmaßnahmen für Tailings und Halden;
- Subcomponent A3. Koi-Tash Rutschung – Ableitung von Oberflächenwasser;
- Subcomponent A4. Echtzeit Hangrutschüberwachung und Frühwarnsystem;
- Subcomponent A5. Sicherung von gefährdeten Uferzonen an Ayllyampa-Sai und Mailuu-Suu;
- Subcomponent A 6. Sanierung des Tailing # 3
- Subcomponent A 7. Stabilisierung der Koi-Tash Rutschung

Die Aufgabe des Konsortiums besteht jeweils in der konzeptionellen Planung der Einzelmaßnahmen, der Detailplanung nebst Umweltverträglichkeitsstudie als Grundlage von Ausschreibungsunterlagen sowie der Überwachung der Ausführungsarbeiten. Zusätzlich sind Trainingsmaßnahmen für den Auftraggeber, öffentliche Institutionen, Nichtregierungsorganisationen und die interessierte Öffentlichkeit durchzuführen.

Der vorgegebene Zeitrahmen für das Gesamtprojekt ist 4 Jahre, voraussichtlicher Abschluss des Projektes ist demnach im Juni 2009. Alle Planungen sollten nach 21 Monaten, d.h. im März 2007 abgeschlossen sein.

Derzeitiger Bearbeitungsstand (Stand Juni 2007)

Entsprechend der vorgegebenen Aufgabenstellung wurden bisher folgende Teilschritte ausgeführt:

1. Identifikation von dringenden Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen

In der ersten Projektphase wurden die vorhandenen Daten ausgewertet, die Vorleistungen des TACIS Projektes gewürdigt und alle Anlagen inspiziert. Weiterhin wurden ausgewählte Tailings, und insbesondere deren Dämme mittels Bohrungen untersucht und Standsicherheitsberechnungen durchgeführt. Ziel war die Identifikation von Gefährdungen und die Festlegung von Maßnahmen zur Gefahrenabwehr bzw. Sicherung.



Als Resultat dieser Arbeit wurde eine Klassifizierung aller Objekte vorgenommen. Hauptsächliche Kriterien zur Einstufung waren die Überschreitung einer effektiven Dosis von 1mSv für die Bevölkerung, die unkontrollierte Verschleppung von Material mit erhöhter natürlicher Radioaktivität durch Erosion und die Gefährdung der Bevölkerung und der Umwelt durch herabgesetzte Stabilität von Dämmen bzw. der Anlagen selbst durch äußere Ereignisse wie Erdbeben, Überflutung und Hangrutschungen.

Bei 14 Objekten, 8 Tailings und 6 Halden wurde erhöhter Handlungsbedarf, bei 9 Objekten Handlungsbedarf mit geringerer Priorität, und bei 14 Objekten kein Handlungsbedarf festgestellt.

Abb. 5 Erosion am Fuß der Halde (WD) 1, Kulmensai Tal

In der folgenden Tabelle sind die Objekte mit erhöhtem Handlungsbedarf, die Ursache der Einstufung und die generelle Handlungsempfehlung dargestellt. Dabei müssen an dieser Stelle im Interesse einer kurzen Darstellung zwangsläufig einige Details vernachlässigt werden.

Tabelle 1: Halden und Tailings mit hoher Priorität von Sofort- bzw. Langzeitmaßnahmen

Objekt	Begründung für prioritäre Behandlung	Empfehlung
Tailing (TP) 3 + TP 18	Hohes radioaktives Inventar, Gefährdung durch seismische Instabilität der teilweise wassergesättigten Tailings und ggf. Hangrutschungen	Umlagerung zu einem sicheren Standort
TP 2 and TP 13	Gefährdung der Dämme durch Erosion	Uferbefestigung, ggf. Umlagerung an einen sichereren Standort

TP 4	Gefährdung der Dämme durch Erosion	Uferbefestigung
TP 5+7	Gefährdung durch Erosion, insbesondere nach möglicher Blockierung des Mailuu Suu durch eine Hangrutschung vom gegenüberliegenden Ufer, kleinere Bereiche mit erhöhter Radioaktivität auf der Oberfläche	Uferbefestigung, Erosionsschutz am Dammfuß, Reparatur der Abdeckung, Reparatur der Wasserfassung und -ableitung
TP 8	Gefährdung der Anlage durch Erosion	Umlagerung zu einem sicheren Standort
Halde (WD) 1 + WD 2	Erosion und Verschleppung von Material am Haldenfuß	Umlagerung von WD 1 auf die nahe gelegene Halde WD 2, Uferbefestigung, Sicherung der Böschungen
WD 5	Überschreitung des 1-mSv-Kriteriums durch Lage direkt in einer Ortschaft	Umlagerung zu einem sicheren Standort
WD 6 + 8	wie WD 1	Uferbefestigung (kein Kontakt mit Haldenmaterial)
WD 7	wie WD 1	Umlagerung zu einem sicheren Standort

Daneben wurde ein Überwachungsprogramm für alle Anlagen, der Bau einer Betriebsstrasse auf dem rechten Ufer des Mailuu Suu vorgeschlagen, geplant und zum Teil bereits implementiert.

Für die Objekte, insbesondere für TP 3, für die eine Umlagerung empfohlen wurde, war ein geeigneter Einlagerungsstandort zu identifizieren. Für die Auswahl des Einlagerungsstandortes ausschlaggebend war eine Vielzahl von Kriterien, unter anderem Kosten (einschließlich der Kosten für die Herstellung geeigneter Zufahrtswege), ausreichender Stauraum und Zugänglichkeit, langfristige geotechnische und seismische Stabilität und Sicherheit vor Erosion.

Der Wasserpfad als Expositionspfad für den Menschen spielt bei der Entwicklung von Sanierungs- und insbesondere Umlagerungsmaßnahmen aufgrund der spezifischen Standortbedingungen nur eine untergeordnete Rolle.

Als Resultat einer umfangreichen Optimierungsbetrachtung wurde dafür die Fläche des TP 6 vorgeschlagen. Für den Einlagerungsstandort wurde eine Abdeckung auf dem Speicher- und Verdunstungsprinzip konzipiert, das dem internationalen Stand der Technik entspricht, sich jedoch unter den bestehenden kirgisischen (teilweise noch aus sowjetischer Zeit stammenden) Normen und Regularien für die Abdeckung von radioaktiven Tailings nur mit erheblichem Argumentationsaufwand genehmigen lässt.

2. Untersuchung und Handlungsempfehlung für die Überwachung und die Sicherung der Hangrutschungen (insbesondere Koi Tash und Tektonik)

Beide Rutschungen wurden im Detail vermessen und das Risiko von Massenbewegungen in Richtung des Mailuu Suu Flusses bewertet.

Dabei wurde festgestellt, dass eine erneute Blockierung des Flusses (1994 kam es bereits zu einem solchen Ereignis durch die Rutschung Tektonik mit Zerstörungen an Infrastruktur und Industrieanlagen), insbesondere beim Zusammentreffen von Erdbeben und Niederschlagsereignissen sehr wahrscheinlich ist. Eine weiterführende Bewertung ergab, dass technische Gegenmaßnahmen, wie Sicherungsbauwerke, Entwässerungsmaßnahmen, Abtransport von Material u.ä. nur unter äußerst hohem Aufwand und mit unsicherem Erfolg realisierbar wären und deshalb in der vorgegebenen Situation nicht in Frage kommen.

Im Rahmen dieses Projektes wird deshalb ein wirksames Überwachungssystem der Bewegungen innerhalb der Rutschungen mit dem Ziel einer rechtzeitigen Warnung vor Aktivierung installiert. Zur Überwachung der Rutschungen ist die Installation von mehreren Inklinometern und Piezometern in ausgewählten Bereichen, sowie eine Überwachung der Bewegungen an der Oberfläche mit Hilfe von Reflexzielzeichen vorgesehen. In weiterer Folge wird im Rahmen dieses Projektes eine numerische Simulation und Gefährdungsabschätzung der Rutschungen durchgeführt. Die durch eine mögliche Blockade des Flusses bedrohten Objekte sollen gesichert bzw. aus dem gefährdeten Raum entfernt werden (siehe Tabelle 1).

3. Planung und Durchführung von Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen

In Abstimmung mit dem Auftraggeber und unter Berücksichtigung des zur Verfügung stehenden Budgets wurde eine zeitliche Reihenfolge für die Durchführung der Einzelmaßnahmen festgelegt und die Planung und Durchführung entsprechend durchgeführt.

Derzeit wurde unter den dargestellten Bedingungen folgender Bearbeitungsstand erreicht:

Tabelle. 2 Bearbeitungsstand der Sanierungsobjekte Juni 2007

Objekt	Bearbeitungsstand Juni 2007
TP 3	Feasibility Study im Januar 2007 vorgelegt, derzeit noch in Prüfung durch den Auftraggeber durch Gutachter
TP 2, TP 13	Erosionsschutz am Aylampa Fluss abgeschlossen
TP 5 und TP 7	Konzept für Erosionsschutz und Dammsicherung abgeschlossen, Feinplanung und Durchführung entsprechend den Resultaten des geotechnischen Überwachung der Koi Tash Rutschung und nach Fertigstellung Baustrasse (Ende 2008)
TP 18	Bearbeitung gemeinsam mit TP 3
WD 1 +2	Planung abgeschlossen, Ausschreibung der Bauarbeiten
WD 5	Planung abgeschlossen, Umlagerung gemeinsam mit TP 3
WD 6	Bauarbeiten laufen, Abschluß noch in 2007 erwartet
Baustraße (Zugang zu TP 5, 6 und 7 auf rechtem Ufer des Mailuu Suu	Planung abgeschlossen, Ausschreibung und Ausführung stehen bevor
sonstige Sofortmaßnahmen (siehe Tabelle 1)	Ausschreibung der Arbeiten
Einlagerungsstandort TP 6	Bearbeitung gemeinsam mit TP 3

Alle anderen in Tabelle 1 genannten prioritären Objekte sind aus budgetären Gründen seitens des Auftraggebers und der Weltbank zunächst zurückgestellt worden, so dass sich die Arbeiten des Konsortiums auf die in Tabelle 2 genannten Objekte konzentrieren.

Aus der Aufstellung ist zu erkennen, dass insbesondere die Planung der Sanierung von TP 3, dem kompliziertesten Objekt mit dem höchstem Gefährdungspotential in zeitlichem Verzug ist. Generell ist darauf hinzuweisen, dass das hier vorgestellte Projekt Pilotcharakter in Kirgistan trägt. Sowohl die vorgefundene Ausstattung der beteiligten Behörden als auch die vorliegenden Erfahrungen mit Umweltradioaktivität erfordern einen höheren zeitlichen und personellen Aufwand bei der Lösung anstehender Fragen und den entsprechenden Entscheidungen mit allen Beteiligten. Ein weitere Faktor sind ungeklärte Zuständigkeiten innerhalb der Behörden und sehr zeitaufwendige Prozesse für die Prüfung der vorgelegten Unterlagen. Zusätzlich hat die Welt-

bank entsprechend der bei der Umlagerung von Tailings anzuwendenden „Safeguard Policies“ eine Gruppe von internationalen Fachleuten mit einer zusätzlichen Prüfung beauftragt, was allerdings wiederum Zeit benötigt, welche die noch verfügbare Frist für die Planung und Realisierung weiter reduziert.



Abb. 6 Uferbefestigung am Aylampa Say – TP 2

Bewertung/ Schlussfolgerungen.

Übergreifendes Projektziel ist es, die einheimische Bevölkerung und die Anlieger des Flusssystem Mailuu Suu/Syr Darya vor den Gefährdungen zu schützen, die von den Rückständen des Uranbergbaus im Bereich der Stadt Mailuu Suu ausgehen können. Wir schätzen ein, dass dieses Ziel unter Einsatz von Verfahren nach dem derzeitigen Stand der Technik und den auch den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln realisierbar ist.

Die praxiserprobten Lösungen, die aus dem Wismut-Projekt, vergleichbaren bereits realisierten Vorhaben an anderen Standorten und auch aus den Erfahrungen von Geoconsult zu Erdbeben und Wasserbaumaßnahmen in alpinen Regionen zur Verfügung stehen, lassen sich sehr gut auf den Anwendungsfall Mailuu Suu adaptieren und führen zu optimierten technischen Lösungen.

Unsere Erfahrungen bei der Arbeit in Kirgistan und ähnlichen Projekten in vergleichbaren Ländern kann man in folgenden Punkten zusammenfassen:

- Es ist immens wichtig, geeignete einheimische Partner mit hoher Zuverlässigkeit und Sachkenntnis zu finden. Ohne diese Partnerschaft ist die Durchdringung der sehr detaillierten und nicht immer widerspruchsfreien lokalen Gesetzgebung und der teilweise ungeklärten behördlichen Verantwortlichkeiten kaum realistisch. Unkenntnis oder

Missverständnisse können zu enormen zeitlichen und finanziellen Implikationen und nicht zuletzt, zu Frustrationen bei allen Beteiligten führen.

- Die im jeweiligen Land zur Verfügung (oder nicht) stehende technische Infrastruktur muss in Betracht gezogen werden. Das betrifft sowohl die Beschaffung von Daten (z.B. Vermessung, Analytik, Bohrungen) als auch die technischen Möglichkeiten, vor Ort Bauleistungen zu erbringen.
- Die lokalen sozialen und kulturellen Randbedingungen müssen beachtet werden. Das betrifft die Motivation von lokalen Mitarbeitern, Termintreue und Qualität, aber auch z.B. die Sicherung von werthaltigen Installationen vor Diebstahl und Vandalismus (z.B. geotechnische oder Strahlungsmesstechnik)
- Die Einbeziehung und Information der lokalen Entscheidungsträger und der Öffentlichkeit muss zu jedem Zeitpunkt gewährleistet sein, was hohe Anforderungen an die zeitliche und örtliche Verfügbarkeit aller Beteiligten stellt.



Abb. 7 Kirgisinnen auf der Strasse vor der Rutschung Koi Tash

Literatur / References

- Ermolov, A., Unsere Republik ist ein Minenfeld, Wetschernij Bischkek, No. 73, 19.04.1994, Übersetzung ins Deutsche
- Soroka, Y. u. N., Kretinin, Molchanov, Recultivation of areas contaminated of radioactive wastes, Atomic Energy, 75, 2, 1993; pp 148 – 155, (in Russian)
- <http://www.newscientist.com/article/dn2292-flooding-of-soviet-uranium-mines-threatens-millions.html>
- <http://www.pressext.at/pte.mc?pte=020517028>
- Tacis Project N° SCRE1/N°38: Remediation of Uranium Mining and Milling Tailing in Mailuu-Suu District of Kyrgyzstan, Consortium SCK-CEN, Mol (Belgium); BERGATOM, Brussels (Belgium), Holger Quarch, Allmendweg (Germany), 2001 – 2003, Final Report, May 2003
- Environmental Assessment of the Natural Disaster Mitigation Project, Kyrgyz Republic, JacobsGibb and HCG Environment, February 2004
- Tacis Regional Project G4.2/93-NUREG 9308: Assessment of Urgent Measures to be taken for Remediation for Uranium Mining and Milling Tailings in the CIS, Consortium Cogema (France), British Nuclear Fuels and ENUSA (Great Britain), Holger Quarch (Germany), Report on work packages 1 to 4, Brussels, Oct. 1998
- The Kyrgyz Republic: Disaster Hazard Mitigation Project (DHMP), Component A, Conceptual Study on the remediation of waste dumps and tailings ponds (Subcomponent A2), JV Geoconsult - WISUTEC, April 2006
- The Kyrgyz Republic: Disaster Hazard Mitigation Project (DHMP), Component A, Feasibility study Remediation of Tailings Pond # 3 (Subcomponent A6), JV Geoconsult – WISUTEC, Chemnitz, January 2007