

Lössrutschungen und Felslawinen in den Provinzen Shaanxi und Gansu der VR China

von Johannes T. Weidinger (1,2)

*(1) Leiter des Erkudok©Instituts für erd- und kulturgeschichtliche Dokumentation im Stadtmuseum,
Kammerhofgasse 8, A-4810 Gmunden*

*(2) Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Fachabteilung für Geographie, Geologie und Mineralogie der
Universität Salzburg, Hellbrunnerstraße 34/III, A-5020 Salzburg*

Tel.: +43-7612-794-420; FAX: +43-7612-794-429

e-mail: j_weidinger@hotmail.com; museum@gmunden.ooe.gv.at; homepage: www.gmunden.at

Zusammenfassung

Bei ingenieurgeologischen und morphologischen Studien an Lössrutschungen im zentralchinesischen Lössplateau sowie an Felslawinen im Qin Ling Gebirge wurden wegbereitende und auslösende Faktoren, Folgeerscheinungen und Rekultivierungsmaßnahmen untersucht. Dabei konnten drei eindeutige Trends bezüglich der Auslöser-Mechanismen der spontan-gravitativen Rutschungen erkannt werden: Es kommen sowohl klimatologisch-meteorologische Faktoren (episodisch auftretende Starkniederschläge), als auch durch Erdbeben induzierte Ursachen (extrem seismisch-aktive Zone) und nicht zuletzt anthropogene Einwirkungen (landwirtschaftliche Bewässerung) für die Massenbewegungen mit meist großen Verwüstungen in Frage. Die oft beträchtlichen geomorphologischen Veränderungen der häufig landwirtschaftlich genutzten Gebiete werden, nach der Konsolidierung der abgelagerten Massen je nach Dringlichkeit größtenteils von der lokalen Bevölkerung rekultiviert. In einem Ausnahmefall die Ablagerungen einer Bergsturzlawine zu einem neuen Lebensraum.

1. Einleitung und Problemstellung

Ein österreichisch-chinesischer Expertenaustausch auf universitärer Ebene führte den Autor im Frühjahr 1997 drei Monate an die Nordwest Universität (Xibei-Daxue) von Xi'an, Provinz Shaanxi, VR China. Gemeinsam mit chinesischen Geowissenschaftlern, Spezialisten und Politikern besuchte man Gebiete um die Stadt Xi'an, wie die Cui Hua- und die Lintong-Berge und den Raum um die Kleinstadt Lantian (Beloyan-Lössplattform). Ferner wurden größere Areale um das Kohleminenrevier von Tungchuan, ca. 100km nördlich der genannten Stadt, der Hua Shan Berg, ca. 100km östlich der Stadt, sowie die Bereiche des Gau-La-Berges, des Ta-Pan-Xia Staudamms und des Tales von Yan-Guo-Xia (Haifangtai-Lössplattform) um Lanzhou, Hauptstadt der Provinz Gansu, genauer inspiziert (Abb. 1). Das Hauptaugenmerk des Forschungsaufenthalts lag auf einer Analyse präexistierender Anlagen, auslösender Faktoren und den Bewegungsursachen einer Reihe von unterschiedlichen Rutschungen im zentralchinesischen Lössplateau sowie von Felslawinen im Qin Ling Gebirge. Bei den ingenieurgeologischen und morphologischen Studien an diesen Lössrutschungen und Bergsturzgebieten wurden neben den wegbereitenden und auslösenden Faktoren auch Folgeerscheinungen und Rekultivierungsmaßnahmen untersucht. Daneben konnte ein ausgezeichneter Eindruck von der chinesischen Lebensweise außerhalb der städtischen Agglomerationen gewonnen, sowie die damit verbundenen, unterschiedlichen Rekultivierungsmaßnahmen nach stattgefundenen Massenbewegungen studiert werden (Weidinger1997; Weidinger et al. 2001).

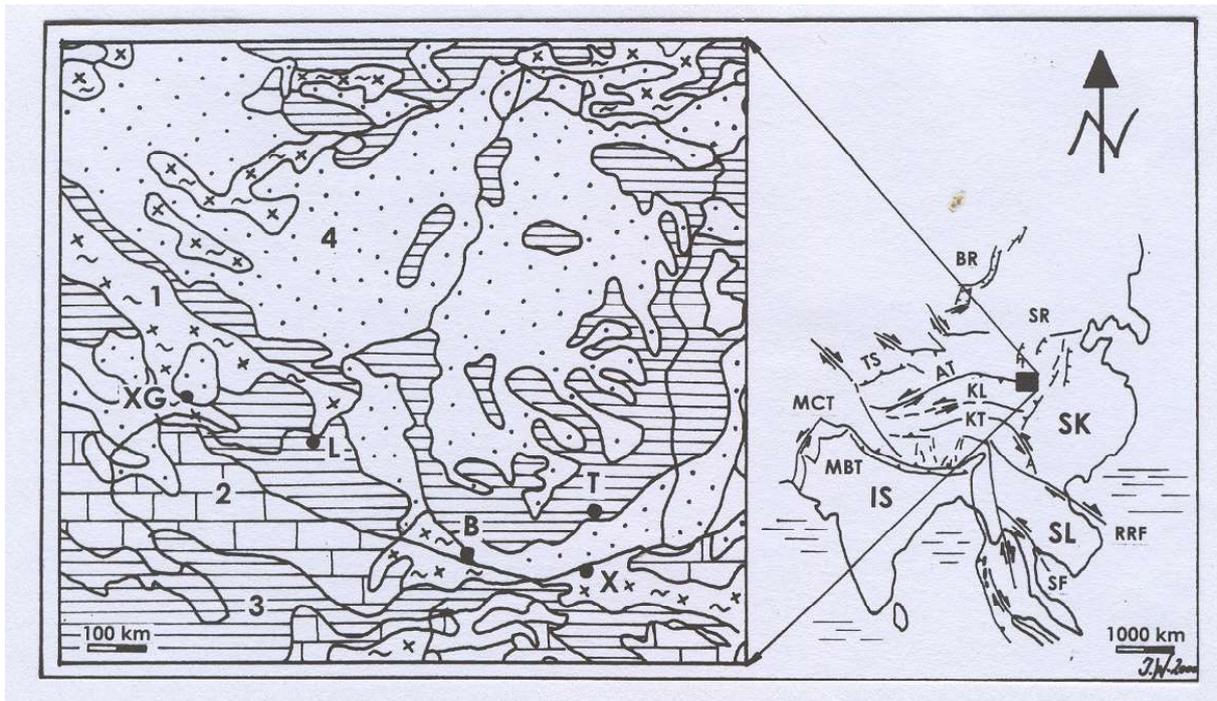


Abb. 1: Der geologische Rahmen (nach Li, 1989) des Studiengbietes (linke Seite) samt geotektonischer Position und moderner Kinematik (nach Tapponnier et al., 1986) des ostasiatischen Bereichs (rechte Seite): IS - Indischer Subkontinent, SK - Südchina-Kraton, SL - Sundaland, MCT - Main Central Thrust und MBT - Main Boundary Thrust (Himalaya), SF - Sagaing-Störung, RRF - Red-River-Störung, KT - Kang Ting, KL - Kun Lun, AT - Altyn Tagh, SR - Shaanxi Riftsystem, TS - Tien Shan, BR - Baikal Riftsystem; 1 - Magmatite und Metamorphite, 2 - Karbonatische Gesteine, 3 - Sedimente, 4 - Löss (unkonsolidiert), XG - Xining, L - Lanzhou, B - Baoji, T - Tungchuan, X - Xi'an.

2. Untersuchungsergebnisse der Rutschungen im Löss-Plateau

- i) Als auslösende Mechanismen der spontan-gravitativen Lössrutschungen mit meist großen Verwüstungen sowie Subsidenzen konnten in erster Linie klimatologisch-meteorologische Faktoren (episodisch auftretende Starkniederschläge) festgestellt werden (Abb. 2).



Abb. 2: Subsidenzerscheinungen im Löss durch intensive landwirtschaftliche Bewässerung und Niederschläge sind eines der Hauptprobleme der Bevölkerung; Risse im Mauerwerk der Häuser (R) von Wen Tia Po nahe Lantian durch Setzungen im Löss (Foto: J. Weidinger, 1997).

- ii) Weitere Auslöse- und Bildungsmöglichkeiten von Bergstürzen und Rutschungen in Shaanxi und Gansu können auch geologische Strukturen, die im Übergangsbereich zwischen dem Kun-Lun-Gebirge und dem Qin-Ling-Gebirge auftreten, sein. In diesem weiten Gebiet gibt es eine Reihe großer Erdbebenzonen, deren Aktivitäten als Auslöser wirken (Tab. 1).

Datum	Breitengrad	Längengrad	Ms	I	Ort
780 B.C.	34,5°	107,8°	(6-7)		Qishan
35 07 11 B.C.	34,4°	109,0°	(5)	(6)	Lantian
600 12 13 A.D.	34,3°	108,9°	(5,5)	(7)	Xi'an
788 03 08	32,5°	109,4°	(6,5)	(8)	Ankong
793 05 27	34,5°	109,7°	(6)	(7-8)	Weinan
835 04 11	34,3°	108,9°	(4,75)	(6)	Xi'an
836 02 25	34,3°	108,9°	(4,75)	(6)	Xi'an
879 03 --	34,2°	109,3°	(4,75)	(6)	Lantian
880 02 --	34,5°	107,8°	(4,75)	(6)	Qishan
1307 -- --	34,5°	107,8°	(5)	(6)	Qishan
1448 09 30	38,3°	109,8°	(5)	(6-7)	Yu Lian
1487 08 10	34,4°	108,9°	(6,25)	(8)	Lientong
1501 01 19	34,8°	110,1°	(7)	(9)	Chao Yi
1502 01 17	34,8°	110,1°	(5)	(6)	Chao Yi
1506 03 19	35,3°	110,1°	(5,25)	(7)	Heyang
1556 01 23	34,5°	109,7°	(8)	(11)	Hua County
1558 11 21	34,5°	109,7°	(5,5)	(7)	Hua County
1568 01 --	34,2°	109,3°	(5)	(6)	Lantian
1568 04 --	34,4°	109,2°	(5,5)	(7)	Ling Tong
1568 04 12	33,1°	107,0°	(5)	(6)	Hanzhong
1568 05 15	34,4°	109,0°	(6,75)	(9)	Xi'an
1569 -- --	32,7°	109,0°	(5)	(6)	Ankong
1569 -- --	34,6°	110,3°	(5)	(6)	Tongguan
1591 -- --	36,6°	110,0°	(5)	(6)	Yanchang
1599 -- --	35,6°	109,2°	(5)	(6)	Huangling
1621 -- --	39,1°	110,9°	(5)	(6)	Fugu
1624 10 --	33,2°	107,5°	(5,5)	(7)	Yang County
1635 10 --	33,2°	107,5°	(5,5)	(7)	Yang County
1636 -- --	33,1°	107,0°	(5,5)	(7)	Hanzhong
1636 -- --	36,8°	108,8°	(4,75)	(6)	Zhidan
1681 -- --	35,8°	109,4°	(5,5)	(7)	Luachuan
1704 09 28	34,9°	106,8°	(6)	(7-8)	Lung County
1789 11 07	34,6°	110,3°	(5)	(6)	Tongguan
1823 08 --	32,5°	107,9°	(5)	(6)	Zhengba

1921 10 07	36,0°	110,1°	(5)	(6)	Yichuan
1957 01 30	33,9°	109,8°	(4)	-	Shang County
1959 08 11	35,6°	110,9°	5,4	(6-7)	Hanchen
1959 09 28	33,0°	109,3°	5	-	Xun Yang
1964 06 15	33,3°	110,8°	(4)	-	Shang County
1965 09 14	35,1°	106,9°	4	-	Lang County
1967 08 20	32,7°	106,8°	4,8	(6)	Nanzhen

Tab. 1: Ausgewählte Liste von Erdbeben in der Shaanxi Provinz, VR China von 1831 v. Chr. bis zum Jahre 1969 (verändert nach Scientific Press of China, 1983)

- iii) Mit zunehmendem Ausbau der Bewässerungskanäle in und um das Guangzhong-Becken von Shaanxi, die von den Flüssen Jing, Luo, Wei und Baha gespeist werden, kam es auch zur Anhebung des Grundwasserspiegels – ein weiterer Auslösemechanismus für Rutschungen im Löss-Tafelland (Löss Plattformen) (Abb. 3).

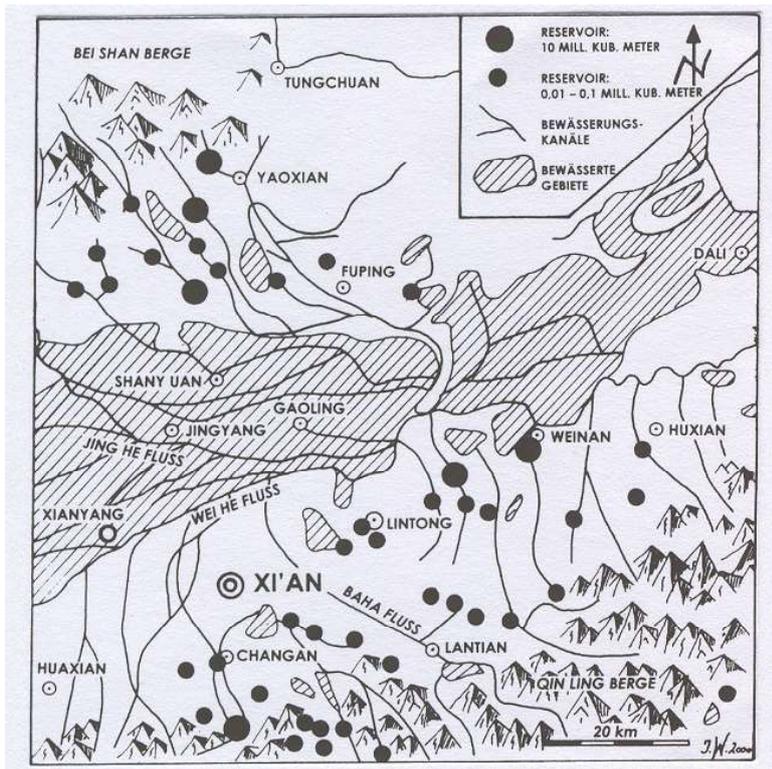


Abb. 3:
Bewässerungskanäle,
Reservoirs und
landwirtschaftlich
bewässerte Zonen im
Guanzhong-Becken rund
um Xi'an (Jingyang,
Lantian) bzw. in den Bei-
Shan-Bergen (Tungchuan),
(verändert und ergänzt
nach Lei 1995; aus:
Weidinger et al. 2001).

- iv) Im Bereich der Innenstadt von Tungchuan sind es vor allem der unkontrollierte Wohnbau durch das immense Bevölkerungswachstum der letzten Jahrzehnte und die nicht geregelte Abwasserwirtschaft (zum Beispiel unmittelbar in präexistierende Klüfte im Löss), die als Auslöser für die kleinräumigen Lössrutschungsverwüstungen in Frage kommen (Abb. 4a,b).

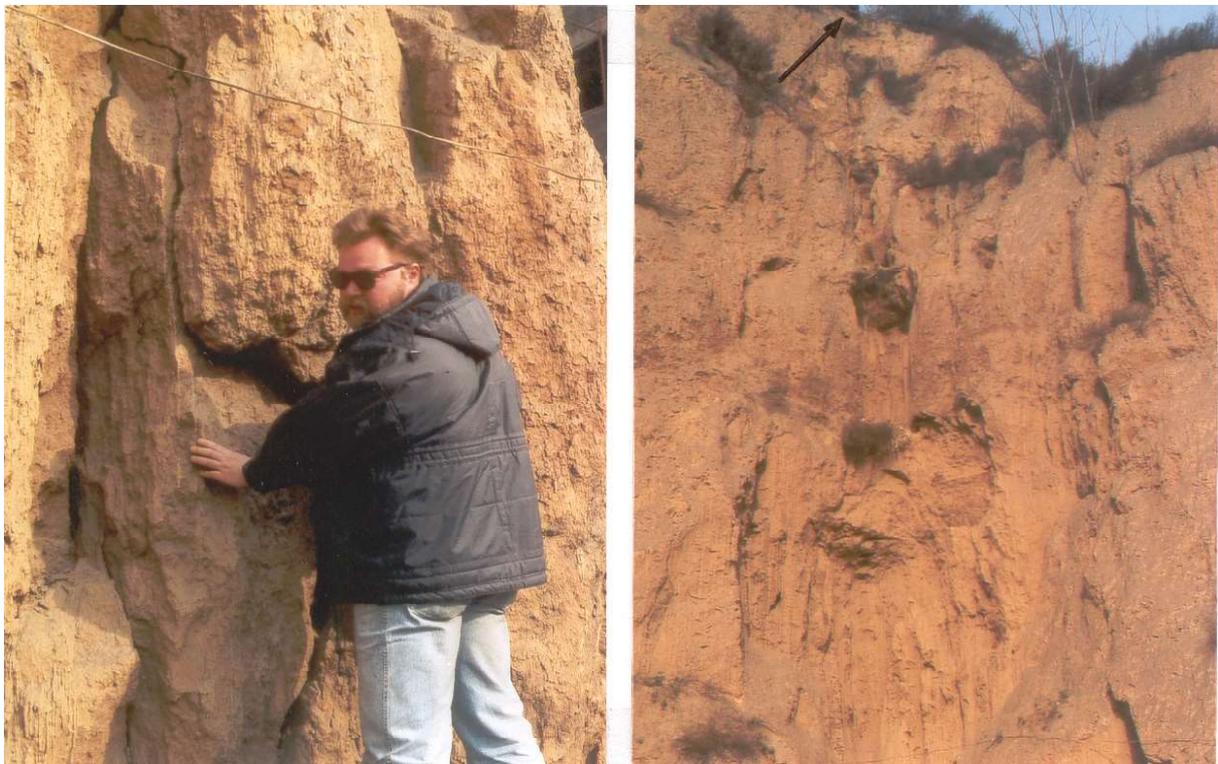


Abb. 4a,b: Entspannungsrisse im Löss (links) des NE-Abrissbereichs der Nan Gua Lawine von Tungchuan (präexistierende Anlagen) werden durch das Einleiten von Abwässern (Rohrleitung siehe Pfeil!) noch vor den Rutschungen zu Erosionsrinnen. Die lokale Praktik stellt demnach einen der wegbereitenden und den auslösenden Faktor vieler Rutschungen dar (Fotos: J. Weidinger, 1997).

- v) Auslöser der Rutschungen der Haifangtai-Lössplattform westlich von Lanzhou (Abb. 5) war der Anstieg des Grundwasserspiegels im Löss durch die seit 1963 startende, verstärkt seit 1968 angelaufene Besiedlung auf der Plattform, nach dem Bau des talaufwärts gelegenen Wasserspeichers von Liujiaxia und der Migration der ehemals dort ansässigen Bevölkerung auf diese Lössplattform. Die landwirtschaftliche Bewässerungsmenge war zu hoch und der neu entstandene Grundwasserspiegel induziert seit dem Jahr 1985 eine große Anzahl von Rutschungen an der Löss-Terrassenkante (Abb. 6).

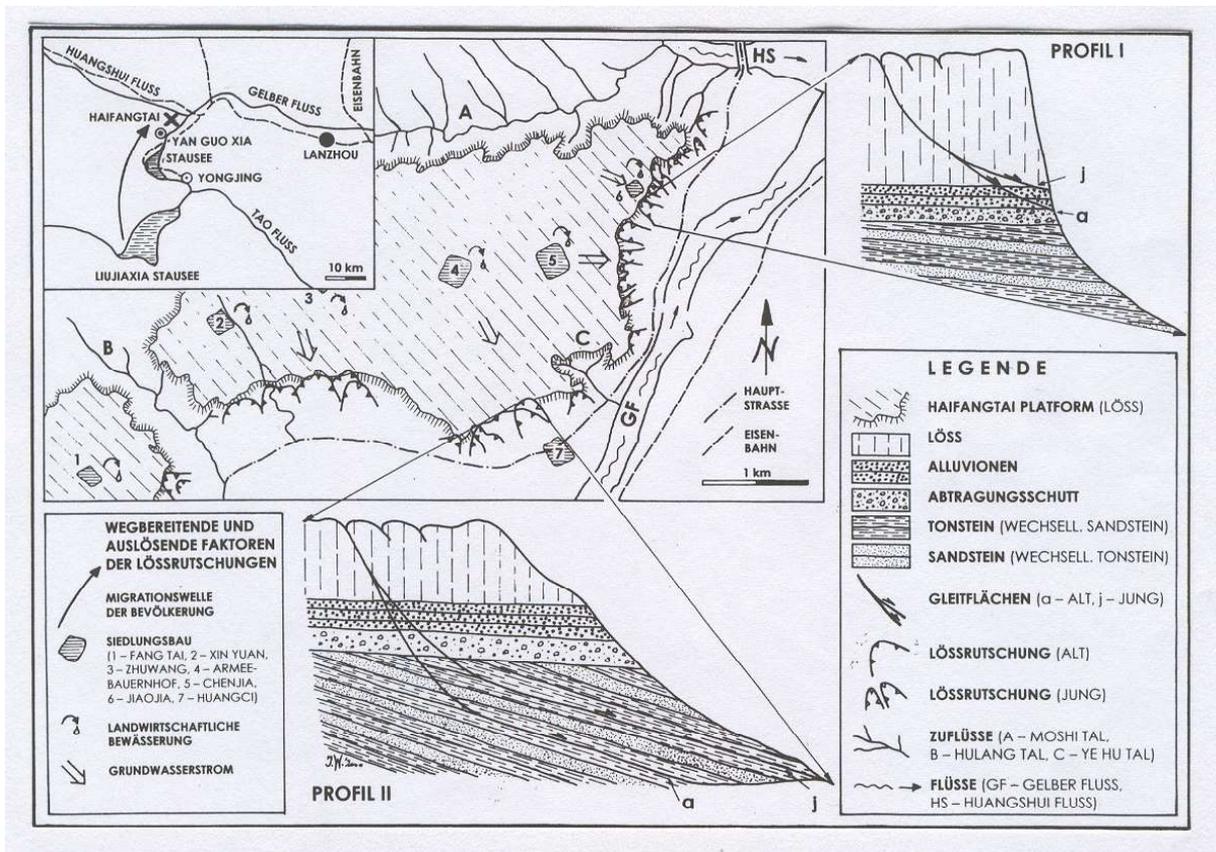


Abb. 5: Die geographische Lage der mehr als 30 Rutschungen der Haifangtai Plattform am Zusammenfluß des Huangshui mit dem Gelben Fluss. Die Haifangtai Lössplattform und die Verteilung der Lössrutschungen am östlichen und südlichen Rand derselben, Profilschnitte der Rutschungstypen sowie wegbereitende und auslösende Faktoren (verändert zusammengezeichnet und durch eigene Untersuchungen ergänzt nach Wang G. 1997 und Wang N. 1997; aus: Weidinger et al. 2001).



Abb. 6: Die Rutschung vom Dorf Huangci ist ein typisches Beispiel für eine Massenbewegung an der Haifangtai Lössplattform. Das Foto zeigt die Südkante der Plattform und die beiden weit (bis 600 m) hinter dem ehemaligen Plattformrand liegenden Abrißbereiche dieser Rutschung (→ Bewegungsrichtung) und einen Teil des noch nicht rekultivierten Akkumulationsgebietes (Foto: J. Weidinger, 1997).

- vi) Die oft beträchtlichen geomorphologischen Veränderungen der häufig landwirtschaftlich genutzten Gebiete werden, nach der Konsolidierung der abgelagerten Massen je nach Dringlichkeit größtenteils von der lokalen Bevölkerung rekultiviert (Abb. 7, 8).



Abb. 7: Typische Rutschung an der Ostflanke der Haifangtai Lössplattform aus den 1980er Jahren mit relativ kleinem Abrißbereich und kleinräumigen geomorphologischen Folgen. An der alten, durch Bewuchs bereits wieder unauffällig gewordenen Gleitfläche kommt es nach wie vor zu Erosionsrinnen und Murströmen, weshalb die Rutschmasse selbst noch nicht landwirtschaftlich rekultiviert wurde; Abrisskamm (-.-.-), Ablagerungsraum (- - -), Bewegungsrichtung (\Leftarrow); (Foto: J. Weidinger, 1997).



Abb. 8: Rutschbereich im Löss hinter dem Ta Pan Xia- Damm westlich von Lanzhou, dessen Akkumulationsbereich die Eisenbahnstrecke von Lanzhou nach Xining (geplant bis Lhasa) vernichtete (Foto: J. Weidinger, 1997).

3. Untersuchungsergebnisse der Felslawinen im Qin Ling Gebirge

Das zweite große Untersuchungsgebiet lag im Bereich der Qin Ling Berge (Huang 1978; Hsu et al. 1987; Mattauer et al. 1985; Yang et al. 1986), einerseits 30km südlich von Xi'an, wo die im Dong Cha Tal (östlicher Zulauf des Taiyi Flusses) liegende Cui Hua-Felslawine untersucht wurde (Ibetsberger, Weidinger 1997; Weidinger 2000; Weidinger, Ibetsberger 1997) andererseits ca. 100km östlich von Xi'an, wo Felslawinen von den heiligen Hua Shan Bergen studiert werden konnten. Die Ergebnisse der Studien an den Felslawinen (Tab. 2) lauten wie folgt:

Bergsturz von	Cui Hua	Hua Shan
A. Alter und	780 v. Chr.	1556 n. Chr.
B. Bewegungstypus	Felslawine	Felslawine
C. Geol.-tekt. Position	Kristallin des Qin Ling	Kristallin des Qin Ling
D. Lithologie	Gneise, Granite	Granite
E. Material	Blöcke bis 70m	Blöcke < 10m
F. Massenvolumen	350 Mill. m ³	< 100.000m ³
G. Nebeneffekt	staute See	sehr hohe Laufweite
H. Seelänge, -breite, -tiefe	800x300x<20m	-
I. See-Volumen	3 Mill. m ³	-
J. Dammstabilität	stabil durch Dammgröße	-
K. See-Lebensdauer	stabil nach über 2700y	-

Tab. 2: Charakteristische Parameter der Felslawinen und Stabilitätsbedingungen des Bergsturzgestauten Sees von Cui Hua und Hua Shan, Qin Ling Gebirge, VR China

- i) Strukturgeologische Studien am Abrisskamm bestätigen, dass sich der Bergsturz von Chi Hua entlang von lithotektonischen Schwächezonen, wie stark selektiv verwitterten Störungen und Klüften, entlang eines seismisch aktiven Störungssystems (Tab. 1) ereignete (Abb. 9, 10).



Abb. 9: Der oberste Abrissbereich der Felslawine von Cui Hua zeigt einen durch eine stark selektiv verwitternde Störung (S) geteilten Gipfelbereich, der von regelmäßigen Klufscharen durchtrennt wird.

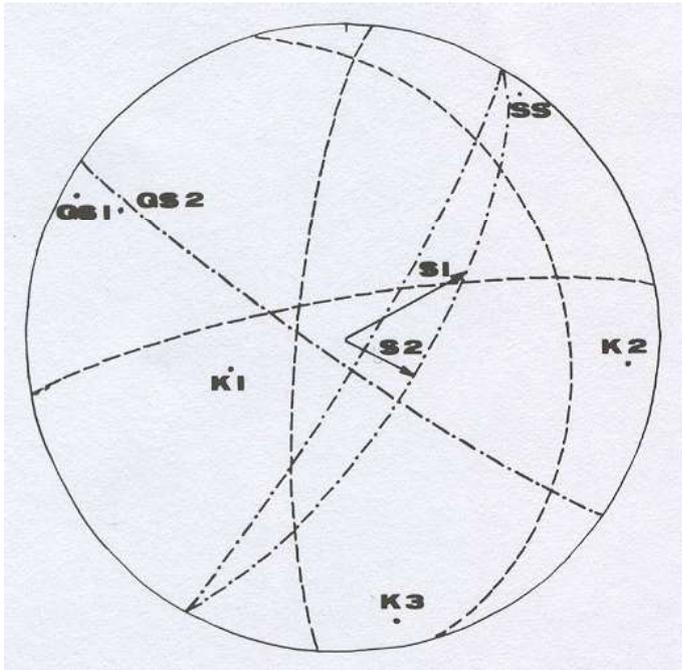


Abb. 10: Stereographische Projektion tektonischer und neotektonischer Strukturen (Polpunkte und Großkreise), gemessen am Cui Hua Gipfel, dem Abrissbereich der gleichnamigen Felslawine: SS – See-Störung, ein Ableger der Qin Ling-Oststörung; GF 1 und GF 2 – Gipfel-Störung 1 und 2; S 1 und S 2 – tektonische Striemung auf GF 2; K 1, K 2 und K 3 – drei bevorzugte Kluftrichtungen. (aus: Weidinger et al. 2002)

- ii) Die Bildung dieses Bergsturzablagerungsraumes konnte mit einem Erdbeben des Jahres 780 v. Chr. korreliert werden, welches die Massenbewegung auslöste (Tab. 1).
- iii) Durch die Besiedelung und Kultivierung der Bergsturzmassen konnte der Bergsturzdamm, der den Tianchi See staute (Abb. 11), bis heute stabil gehalten werden (Costa, Schuster 1988; Schuster 1986; Uhler 1999; Weidinger 1998; Weidinger, Ibetsberger 2000).
- iv) Erst in jüngster Zeit wird der See als Reservoir für Trinkwasser, landwirtschaftliche Bewässerung und Energieversorgung genutzt. Das Gebiet wurde auch zu einem beliebten Naherholungszentrum für die Großstadt Xi'an (Weidinger 2002a; 2002b; Weidinger et al. 2002).



Abb. 11: Blockhalde des Bergsturzes von Cui Hua (b) mit dem gestauten und durch Zement künstlich gedichteten Tianchi See (s) und der Lage des Dorfes Chui Tsho Tshe (d); (Foto: J. Weidinger, 1997).

- v) Beim Ablagerungsraum der Cui Hua Felslawine handelt es sich um eines der wenigen Bergsturzgebiete weltweit, das auch durch einen Pfad im Inneren erschlossen wird und so bestens studiert werden kann (Abb. 12).
- vi) Das Abreißen der Felslawine vom Hua Shan ereignete sich an den nahezu senkrechten Nordflanken intrudierter granitischer Dome (Abb. 13a, b).
- vii) Aufgrund des extremen Reliefs kam es zu Laufweiten von bis zu 10km ins Vorland dieser Berge.

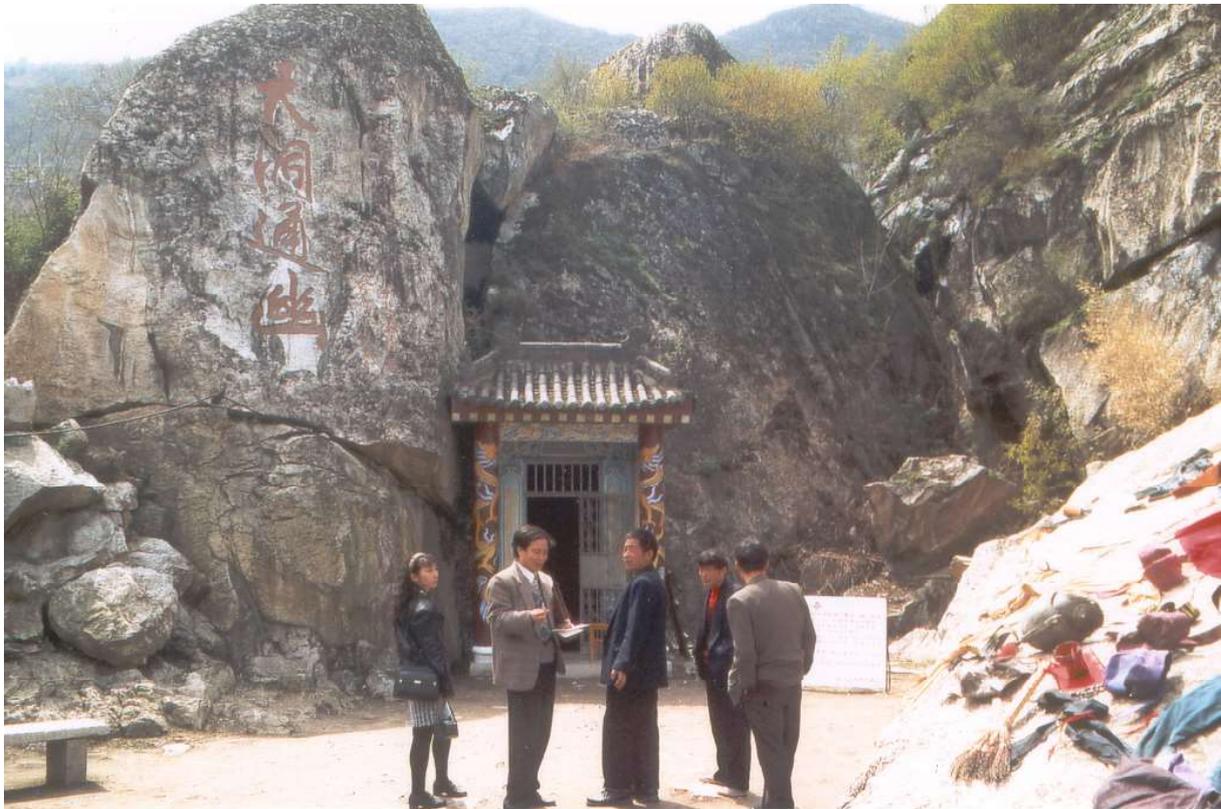


Abb. 12: Der Eingang zum Bergsturzparcour von Cui Hua (Foto: J. Weidinger, 1997)

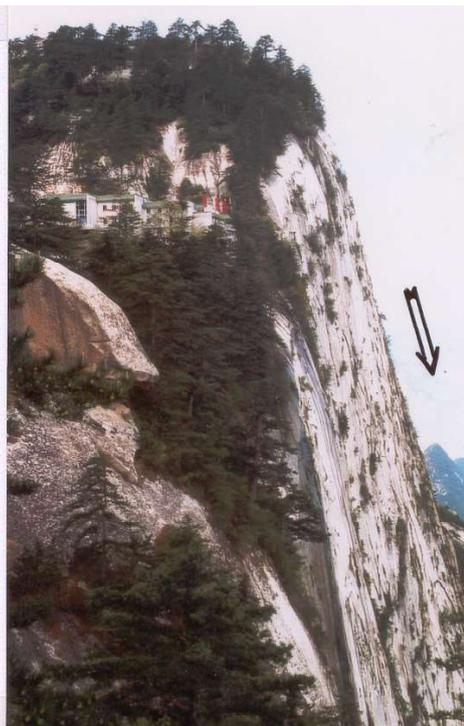
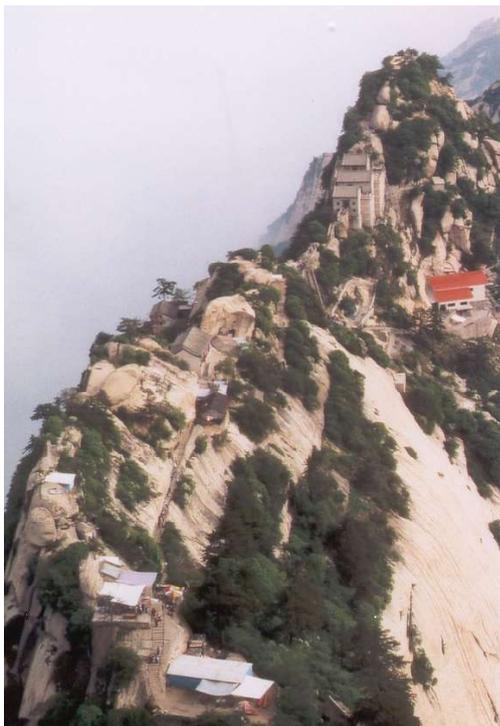


Abb. 13a, b:
Entlang des Grats (links) führt der Pilgerweg am heiligen Hua Shan zum Abrissbereich (rechts) der Felslawine; Bewegungsrichtung (↓), (Foto: J. Weidinger, 1997)

4. Bemerkungen und Danksagung

Der Forschungsaufenthalt des Autors an der Nordwest Universität (Xibei Daxue) von Xi'an VR China wurde vom "Auslandsreferat" der Universität Salzburg finanziell unterstützt ("Habitationsstipendium"). Gedankt sein den chinesischen Kollegen, Prof. Jiading Wang und Prof. Naixi Ma, für die Einführungsvorträge, Geländeexkursionen und die Mitarbeit in den genannten Arbeitsgebieten, Prof. Zhousu Li (Xibei Daxue) und Mag. Dr. H. J. Ibetsberger (Universität Salzburg) für mehrere fachliche Diskussionen, den Professoren der Universität Salzburg, Frau Prof. Dr. B. Winklehner, Herrn Prof. Dr. J.-M. Schramm und Herrn Prof. Mag. DDr. G. Tichy, für die Unterstützung des Projekts und nicht zuletzt der allseits hilfsbereiten lokalen Bevölkerung (Abb. 14), der diese Forschungsarbeiten hoffentlich sinnvoll und hilfreich waren. Die Ergebnisse wurden im Erkudok© Institut im Stadtmuseum Gmunden zusammengefasst und ausgearbeitet.

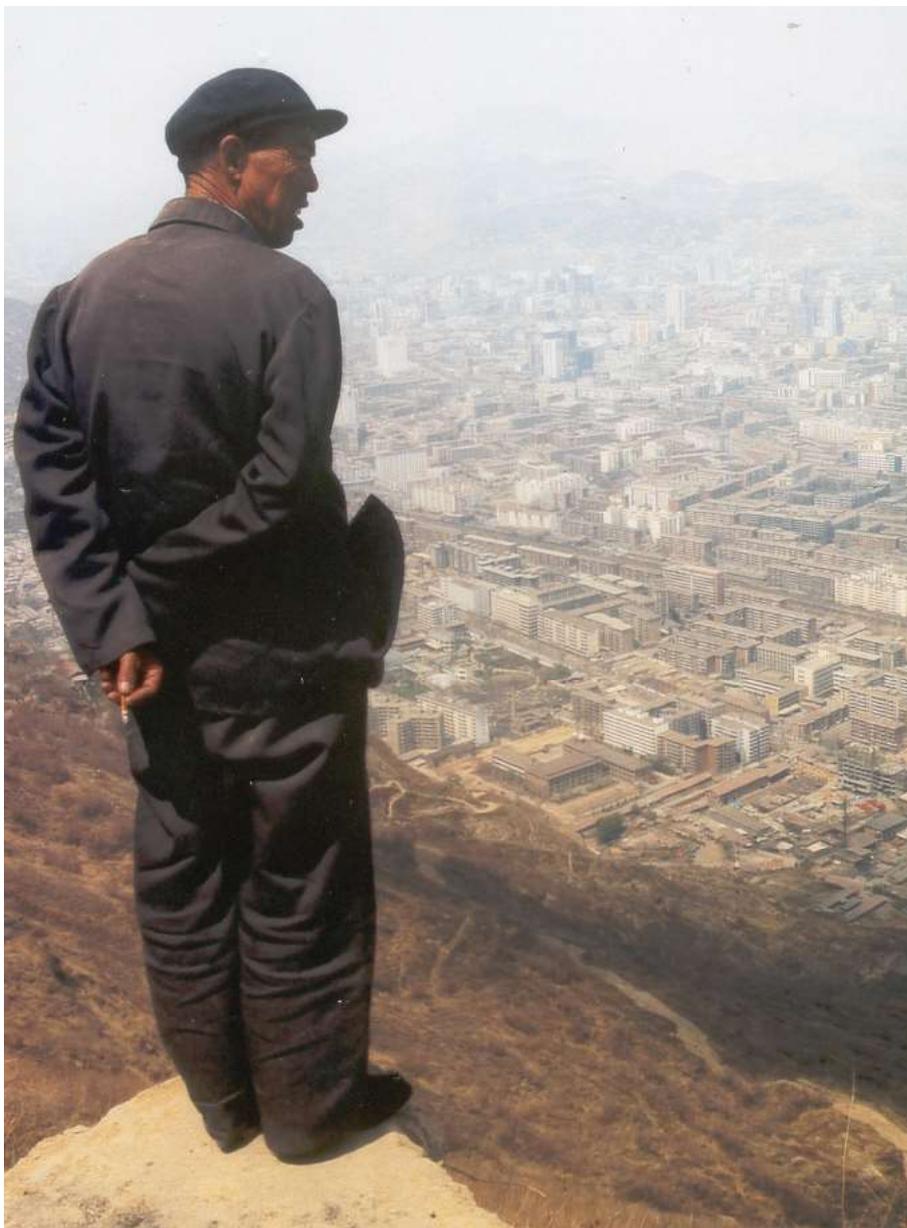


Abb. 14: Mit nachdenklicher Miene blickt ein chinesischer Bauer von den Höhen des Gau La Berges auf die Millionenstadt Lanzhou, Hauptstadt der Provinz Gansu, VR China. Im Jahre 1920 verwüstete eine durch ein Erdbeben ausgelöste Großmassenbewegung von dieser Bergflanke den südlichen Stadtbereich. Bei einer abermaligen Aktivierung würden Teile der Großstadt um den Hauptbahnhof verwüstet (Foto: J. Weidinger, 1997).

Literatur:

- COSTA J.E., SCHUSTER R.L. 1988. The formation and failure of natural dams. G.S.A. Bull. **100**, 1054-1068, Boulder/Colorado.
- IBETSBERGER H.J., WEIDINGER J.T. 1997. Geomorphic Hazard Studies of two big Landslide Areas (Langthang Himal – Nepal, Qin-Ling-Mountains – P.R. China). Jour. Gansu Sci. Suppl., 9, Sum. No. **36**, 109-112, Lanzhou.
- HUANG J.Q. 1978. An outline of tectonic characteristics of China. Eclogae geol. Helv. **71**, 611 - 635.
- HSU K.J., WANG Q., LI J., ZHOU D., SUN S. 1987. Tectonic evolution of the Qinling Mountains, China. Eclogae geol. Helv. **80/3**, 735 - 752.
- LEI X. 1995. Human Diversion Irrigation and the Resultant Geological Disasters in the Loess Yuan of Guanzhong, Shaanxi Province. Scientia Geologica Sinica, Suppl. Issue **1**, 127-133.
- LI T. 1989. Landslides: Extend and economic significance in China. In: Brabb & Harrod (Eds.): Landslides: Extend and Economic Significance, 271-287, Balkema, Rotterdam.
- MATTAUER M.S. et al. 1985. Tectonics of the Qinling Belt: build-up and evolution of eastern Asia. Nature **317**, 496 - 500.
- SCHUSTER R.L. 1986. Landslide Dams, Processes, Risk and Mitigation. Proc. Am. Soc. Civ. Eng. Convention, Seattle Wash., ASCE Geotechnical Special Publication no. **3**, ASCE New York, 164 pp, New York.
- TAPPONNIER P., PELTZER G., ARMIJO J. 1986. On the mechanics of the collision between India and Asia. In: Coward M. P., Ries A. C. (eds.): Collision Tectonics. Geol. Soc. London, Spec. Publ. **19**, 115-157, London.
- UHLIR C.F. 1999. A hydro power plant at a landslide dam - the benefit of a natural disaster. J. Nepal Geol.Soc. **20**, p. 3, Kathmandu.
- WANG G. 1997. Sliding Mechanism and Prediction of Critical Sliding of Huangci Landslide. Jour. Gansu Sci. Suppl., 9, Sum. No. **36**, 37-44, Lanzhou.
- WANG N. 1997. Characteristics of Landslides Caused by Irrigation on the Margins of Loess Platform. Jour. Gansu Sci. Suppl., 9, Sum. No. **36**, 103-108, Lanzhou.
- WEIDINGER J.T. 1998. Case history and hazard analysis of two lake-damming landslides in the Himalayas. J. of Asian Earth Sciences **16**, Nos. 2-3, 223-231, Amsterdam.
- WEIDINGER J.T. 2000. A Lake-damming Rockavalanche in the Qin Ling -Mountains / P.R. of China - the Benefits of an Earthquake-triggered natural Disaster and linked geomorphologic Changes in prehistoric Times. Abstract Volume of INQUA - commission of the holocene, meeting Seville, Spain, 2000, Sevilla.
- WEIDINGER J.T. 2001. Rutschgefährdete Talflanken im Lössplateau der Provinz Gansu sowie der Nutzen einer Felslawine im Qin Ling-Gebirge, Provinz Shaanxi, VR China. Tagungsband Geoforum Umhausen 2001, 14-15, Innsbruck.
- WEIDINGER J.T. 2002a. 13 Jahre Bergsturzforschung auf drei Kontinenten – Rückblick und Analyse. In: Weidinger, J.T. (Hrsg.), Gmundner Geostudien-geologisch, angewandt, interessant **1**, 7-28, Gmunden.
- WEIDINGER J.T. 2002b. Silent witnesses of mass-movement disasters in Alpinotype Mountain Ranges from India, Nepal and China. In: Fiebigler G. (ed.), Volume of the meeting and Proceedings Int. Workshop of IUFRO 8.04 Natural Desasters on Rockfall Control Engineering in Galtuer/Tyrol/Austria 2002.
- WEIDINGER J.T. 2004. Lessons learned from case histories of natural rock-blockages in the Himalayas (India, Nepal) and Qin Ling Mountains (P. R. China). NATO Advanced Research Workshop on the „Security of Natural and Artificial Rockslide Dams“ in Bishkek, Kyrgyzstan (8-13th June 2004), Abstract Volume, 6p.
- WEIDINGER J.T., IBETSBERGER H.J. 1997. The Cuihua Rockavalanche (China) and the Tsergo Ri Massmovement (Nepal) - two Earthquake triggered Landslides in Crystalline Rocks of High Mountain Regions. Jour. Gansu Sci. Suppl., 9, Sum. No.**36**, 99-102, Lanzhou.
- WEIDINGER J.T., IBETSBERGER H.J. 2000. Landslide dams of Tal, Latamrang, Ghatta Khola, Ringmo and Dharbang in the Nepal Himalayas and related hazards. Jour. Nepal Geol. Soc. **22**, 371-380, Kathmandu.
- WEIDINGER J.T., IBETSBERGER H.J., WANG J., MA N. 2001. Geoanalytische Gefahrenbetrachtung an rutschgefährdeten Talflanken im Lössplateau der Provinzen Gansu und Shaanxi, VR China. Mitt. Österr. Geograph. Ges. **143**, 233-256, Wien.
- WEIDINGER J.T., WANG J., MA N. 2002. The Earthquake-triggered Rockavalanche of Cui Hua, Qin Ling - Mountains / P.R. of China - the Benefits of a Lake-damming prehistoric natural Disaster. Quarternary International **93-94**, 207-214.
- YANG Z., CHENG Y., WANG H. 1986. The Geology of China. Clarendon press, Oxford.