

Auswirkungen der langfristigen Landnutzungsdynamik auf die Ökosysteme Südost-Polens

Kumulative Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Christian-Albrechts-Universität

zu Kiel

vorgelegt von

Anne Theresia Schmitt

Kiel

2006

Dekan: Prof. Dr. Jürgen Grottemeyer
Referent: Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork
Korreferent: Prof. Dr. Klaus Dierßen
Tag der mündlichen Prüfung: 08. Mai 2006

Zum Druck genehmigt: Kiel, . Mai 2006

Der Dekan

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Einführung in die Thematik	1
1.2	Stand der Forschung	4
1.3	Forschungsfragen und Thesen	8
2	Methodik	9
2.1	Auswahl geeigneter Standorte	10
2.2	Geländearbeiten und Feldaufnahme	10
2.3	Datierungen	12
2.4	Schrift- und Bildquellen	13
3	Untersuchungsregion Südost-Polen: Lubliner Hochland und Roztocze Höhenrücken	15
3.1	Lage und Topographie	15
3.2	Klima	15
3.3	Präquartäre Gesteine	16
3.4	Quartäre Reliefentwicklung	16
3.6	Entwässerung	17
3.7	Vegetation und Landnutzung	17
4	Untersuchungsraum Nałęczów Plateau im Lubliner Hochland und mittlerer Roztocze Höhenrücken (Tomaszów Roztocze)	18
4.1	Lage und Topographie	18
4.2	Klima	19
4.3	Präquartäre Gesteine und Tektonik	19
4.4	Quartäre Reliefentwicklung	20
4.5	Böden	21
4.6	Entwässerung	22
4.7	Vegetation und Landnutzung	22
5	Untersuchungsgebiet Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny, Nałęczów Plateau	24
5.1	Lage	24
5.2	Landnutzungswandel	26
5.2.1	Jüngerer Paläo- und Mesolithikum	26
5.2.2	Neolithikum (4.500 bis 2.400 v. Chr.)	26
5.2.3	Bronzezeit (2.400 bis 700 v. Chr.), Eisenzeit und Römische Kaiserzeit (700 v. Chr. bis 200/300 n. Chr.)	27
5.2.4	Völkerwanderungszeit (300/400 n. Chr. bis 600 n. Chr.)	27
5.2.5	Mittelalter (600 n. Chr. bis 1.450 n. Chr.)	28

5.2.6	Neuzeit (ab 1450 n. Chr.)	28
5.2.7	18. Jh. bis 1945	29
5.2.8	1945 bis heute	30
6	Untersuchungsgebiete Guciów Gully und Jedliczny Dół, mittlerer Roztocze Höhenrücken (Tomaszów Roztocze)	33
6.1	Lage	33
6.2	Landnutzungswandel	35
6.2.1	Paläo- und Mesolithikum	36
6.2.2	Neolithikum (4.500 bis 2.400 v. Chr.)	36
6.2.3	Bronzezeit (2.400 bis 700 v. Chr.)	37
6.2.4	Eisenzeit, Römische Kaiserzeit (700 v. Chr. bis 200/300 n. Chr.) und Völkerwanderungszeit (300/400 n. Chr. bis 600 n. Chr.)	37
6.2.5	Mittelalter (600 n. Chr. bis 1450 n. Chr.)	38
6.2.6	Neuzeit (ab 1450 n. Chr.)	39
6.2.7	18. Jh. bis 1945	40
6.2.8	1945 bis heute	42
7	Diskussion der Ergebnisse	43
7.1	Doły Podmularskie	43
7.2	Guciów Gully	47
7.3	Jedliczny Dół	50
8	Zusammenfassung	53
8.1	Summary	54
8.2	Streszczenie	55
10	Anhang	71
10.1	Veröffentlichungen	71
10.2	Weitere Veröffentlichungen in polnischer Sprache	72
10.3	Abstracts	72
11	Danksagung	73
	Publikationen	75
	Aufschlusszeichnungen	116
	Doły Podmularskie	117
	Guciów Gully	124
	Jedliczny Dół	129

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersichtskarte mit Lage der Untersuchungsgebiete.	1
Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete in Polen mit Darstellung der erosionsgefährdeten Regionen nach Reniger in Ziemnicki und Józefaciuk (1965).	3
Abb. 3: Landschaftsentwicklung in der Region Lublin (nach Maruszczak 1988).	6
Abb. 4: Übersichtskarte des Lubliner Hochlandes und des Roztocze Höhenrückens. Klimadiagramm mit durchschnittlichen Tagestemperaturen und monatlichen Niederschlägen. Station Zamość (1951-1989) nach www.worldclimate.org , Nov. 2005.	18
Tab. 1: Abflusskennwerte des Wieprz bei Zwierzyniec (1991-1995) nach Michalczyk und Kowalczuk (2002).	22
Abb. 5: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny.	24
Abb. 6: Lageplan des Kerbensystems Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny.	25
Abb. 7: Schlamm im Zentrum von Kazimierz Dolny, 26.04.1976 (Muzeum Przyrodnicze, Nr. 3792).	31
Abb. 8: Flutkanal der Grodarz in Kazimierz Dolny.	31
Abb. 9: Überblick über die Kulturstufen in den Untersuchungsgebieten bis zur Völkerwanderungszeit (vgl. Kap. 5 und Kap. 6).	32
Abb. 10: Übersichtskarte der Untersuchungsgebiete Guciów Gully und Jedliczny Dół im mittleren Roztocze Höhenrückens.	33
Abb. 11: Lageplan des Landschaftsausschnittes Guciów Gully.	34
Abb. 12: Lageplan des Landschaftsausschnittes Jedliczny Dół.	35
Abb. 13: Der Detailplan von Doły Podmularskie zeigt die Seitenkerbe und die Lage der Aufschlüsse.	44
Abb. 14: Hauptkerbensprung der Seitenkerbe im Kerbensystem Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny.	46
Abb. 15: Aufschluss PA1c am Hauptkerbensprung in der Seitenkerbe, Kerbensystem Doły Podmularskie.	46

Abb. 16: Der Detailplan des Kerbensystems Guciów Gully zeigt die Lage der Aufschlüsse und der Bodenprofile.	47
Abb. 17: Übersicht der Hauptentwicklungsphasen des Landschaftsausschnittes Guciów Gully.	48
Abb. 18: Feingeschichtete Ablagerungen und Schotterkörper im Aufschluss GG3, Kerbensystem Guciów Gully.	49
Abb. 19: Blick aus dem Wieprztal auf das bewaldete Kerbensystem Guciów Gully.	50
Abb. 20: Die Skizze (nicht maßstäblich) zeigt die Lage der Aufschlüsse im Kerbensystem Jedliczny Dół.	51
Abb. 21: Blick auf das bewaldete Kerbensystem Jedliczny Dół.	52
Abb. 22: Aufschluss JD3 im Kerbensystem Jedliczny Dół.	52

Verzeichnis der Publikationen

I Time and scale of gully erosion in the Jedliczny Dol gully system, south-east Poland	76
---	-----------

II Böden speichern die Auswirkungen ökonomischer Krisen (Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen)	92
--	-----------

III Phases of gully erosion in the Kazmierz Dolny area (Case study: Doly Podmularskie, SE Poland)	98
--	-----------

IV Historical gully erosion in southeast Poland, an example from the loess area of the Lublin Upland	107
---	------------

1 Einleitung

Ziel dieser Arbeit ist es, die langfristigen Auswirkungen der Landnutzungsdynamik auf die Ökosysteme in Südost-Polen zu untersuchen. Die Untersuchungsgebiete (vgl. Abb. 1) liegen westlich von Lublin im Landschaftsschutzpark Kazimierz Dolny an der Vistula/Weichsel und südlich von Lublin im Roztocze Höhenrücken.

Die durch Starkniederschläge ausgelöste und durch Landnutzung ermöglichte Bodenerosion hat in diesen Gebieten Topographie, Abflussgeschehen und Bodenfruchtbarkeit stark beeinflusst. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht die Bodenerosion durch Wasser, ausgelöst durch Abfluss auf der Bodenoberfläche nach erosiven Niederschlägen (vgl. Auerwald 1998) und Schneeschmelze (vgl. Richter 1998).

Um die räumlichen und zeitlichen Größenordnungen der Bodenerosion besser einschätzen zu können, wurden vor Ort mit der Methodik der vierdimensionalen Landschaftssystemanalyse drei Untersuchungsgebiete mit mehreren Meter mächtigen Kolluvien analysiert.



Abb. 1: Übersichtskarte mit Lage der Untersuchungsgebiete.

1.1 Einführung in die Thematik

Mit den, sich in Abhängigkeit vom Klima und damit der natürlichen Vegetation abwechselnden, geomorphologischen Aktivitäts- und Stabilitätsphasen hat Rohdenburg (1970 und 1989) einen dynamischen Forschungsansatz zur Landschaftsentwicklung eröffnet: In Phasen geomorphodynamischer Stabilität dominiert unter einer natürlichen, geschlossenen Waldvegetation Bodenbildung, in Phasen geomorphodynamischer Aktivität mit unzureichender Vegetationsbedeckung Erosion. Bis in das frühe Holozän steuerte allein das Klima diese Entwicklungen.

Für das Holozän stellt Bork (1983, 1988 und 1989) den seit dem Beginn der Landnutzung zunehmenden anthropogenen Einfluss auf die Ökosystementwicklung in den Mittelpunkt. Die hohe Infiltrationskapazität und der mechanische Schutz des Wurzelwerks verhindern unter einer geschlossenen, natürlichen Waldbedeckung den Abfluss auf der Bodenoberfläche an den meisten Standorten in Mitteleuropa. Damit ist der Boden unter den aktuellen Klimabedingungen wirksam vor Erosion geschützt (Bork et al. 1999). Dieses Wirkungsgefüge ändert sich in Mitteleuropa ab etwa 5.500 v. Chr. mit dem lokalen Beginn der landwirtschaftlichen Nutzung. Die Rodung der natürlichen Waldvegetation verursacht anthropogene geomorphodynamische Teil-Aktivitätsphasen und führt zu einer unumkehrbaren Veränderung der Ökosysteme.

Von Starkniederschlägen ausgelöste flächenhafte Bodenerosion und das Kerbenreißen bedingen eine nachlassende Bodenfruchtbarkeit, veränderte Grundwasser- und Abflussverhältnisse sowie eine Modifikation der Topographie. Diese Veränderungen beeinflussen wiederum über geringere Ernten und verkleinerte oder ungünstigere Anbauflächen die Versorgungslage der Bevölkerung. Diese Wechselwirkungen zwischen Mensch, Boden und anderen Umweltparametern werden in Bork et al. (1998) als das Bodensyndrom dargestellt.

Die Lössgebiete Südost-Polens eignen sich in besonderer Weise für Untersuchungen zur historischen Bodenerosion. Die bis zu 30 Meter mächtigen, auf Plateaus anstehenden, fruchtbaren Lössen gehören zu den ältesten landwirtschaftlich genutzten Flächen des Landes (Dobrowolska 1961). Der Reliefunterschied vom Weichseltal zum Lubliner Hochland begünstigt Starkniederschläge, die aufgrund der kontinentalen Klimaeinflüsse vor allem im Sommer auftreten. Die hohe Reliefenergie an den Rändern der Plateaus ermöglicht die Entwicklung von Kerbensystemen im erosiven Löss. In diesen Kerbensystemen abgelagerte Kolluvien sind als Geoarchive für die Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung besonders geeignet.

Die Auswirkungen der Bodenerosion sind in den Lössgebieten Südost-Polens unmittelbar nachzuvollziehen. Manche Gebiete weisen heute eine so starke Zerschichtung auf, dass zwischen den einzelnen Kerben nur noch schmale Geländerrücken stehen. In ackerbaulich genutzten Gebieten reißen während starker Niederschläge oftmals mehrere Meter breite und tiefe Kerben ein. Straßen sind nach Starkniederschlägen häufig durch sedimentiertes Material blockiert. In den Flüssen lassen sich eine starke Sedimentfracht und die Überdeckung der Gewässersohle beobachten.

Bereits 1965 veröffentlichten Ziemnicki und Józefaciuk (1965) in ihrem Buch „*Erozja i jej zwalczanie*“ (dt.: Erosion und deren Abwehr) eine Karte der erosionsgefährdeten Gebiete Polens von Reniger (vgl. Abb. 2). Die Lössgebiete Südost-Polens sind besonders hervorgehoben. Anschaulich stellen Ziemnicki und Józefaciuk (1965) dabei den unmittelbaren Zusammenhang zwischen der Rodung der Wälder für die landwirtschaftliche Nutzung, den dadurch ermöglichten Abfluss auf der Bodenoberfläche und der Erosion von Kerben heraus. Auch die Prozesse der rückschrei-

tenden Erosion bei der Entwicklung von Kerbensystemen und die Ausbildung von Ackerterrassen werden illustriert. Die Autoren beziehen sich in ihrer Monographie auf die Ergebnisse polnischer (Reniger 1950, Dobrzański et al. 1953, Ziemnicki 1949), amerikanischer (Ayres 1936) und russischer (Sobolew 1948) Veröffentlichungen. Bodenerosion wird von den Autoren als ein aktuelles Thema gesehen, da die für die landwirtschaftliche Produktion grundlegende Ressource Boden nicht vermehrbar ist und die Prozesse der Bodenbildung langfristig ablaufen. Es werden neben dem Verlust landwirtschaftlicher Flächen auch off-site Schäden benannt. Nach Abschätzungen von Ziemnicki und Józefaciuk (1965) werden in Polen jede Minute im Mittel zehn Tonnen Boden ins Meer gespült.

Etwa 20 % der Landfläche Polens, ungefähr 1,6 Millionen Hektar, werden von Józefaciuk und Kern (1988) als mittel bis sehr stark durch Bodenerosion gefährdet eingestuft. Zu den besonders durch linienhafte Bodenerosion gefährdeten Regionen (vgl. Abb. 2) gehören das Kielcer Hochland, das Lubliner Hochland und der Roztocze Höhenrücken.

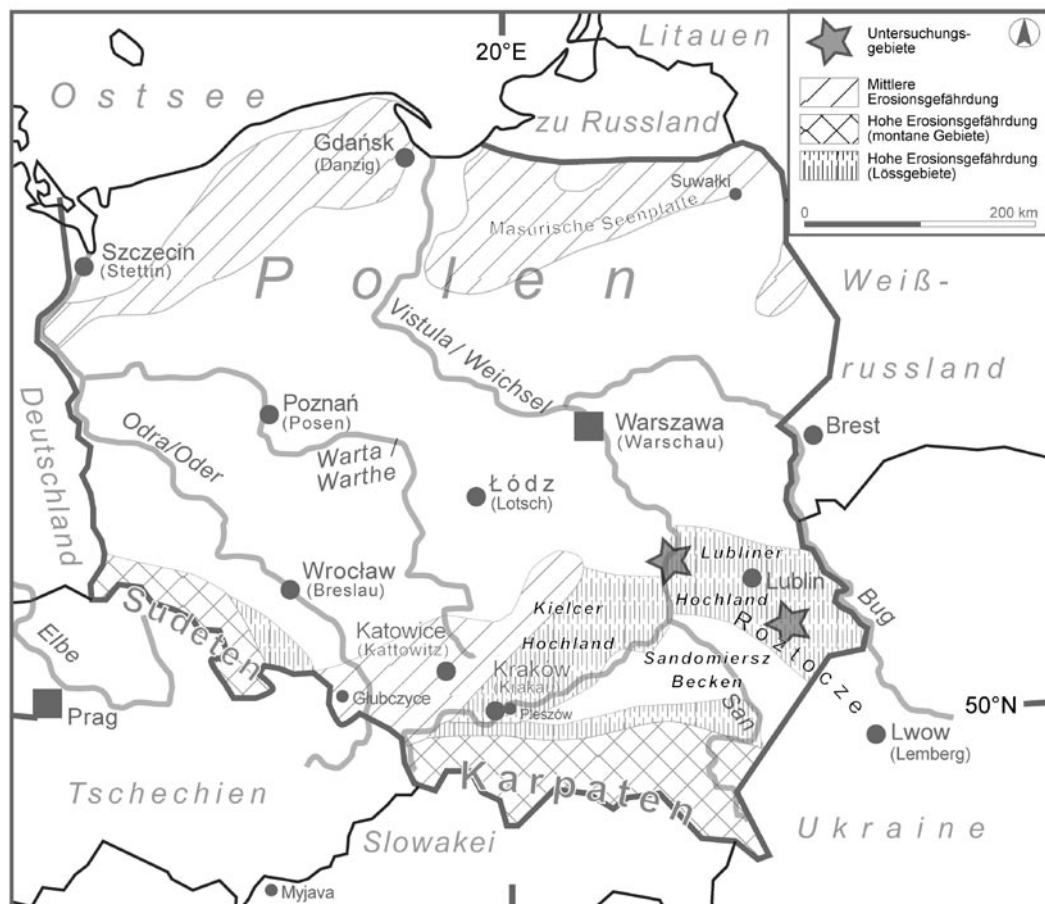


Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete in Polen mit Darstellung der erosionsgefährdeten Regionen nach Reniger in Ziemnicki und Józefaciuk (1965).

1.2 Stand der Forschung

Fallstudien aus England (Favis-Mortlock et al. 1997), Belgien (Poesen et al. 2000, Vanwalleghem et al. 2005a und 2005b), Deutschland (Bork et al. 1998 und 2003), Ungarn (Gábris et al. 2003), der Slowakei (Stankoviansky 2003), Westpolen (Zygmunt 2004), Nordostpolen (Smolska *im Druck* und 2005) und Russland (Belyaev et al. 2005) zeigen, dass ein Verständnis der heutigen Landschaften, Böden und Ökosysteme nur mit dem Wissen über die in der Vergangenheit stattgefundenene Landnutzungsdynamik möglich ist (Lang und Bork 2006). Boardman und Bell (1992) betonen, dass dazu ein interdisziplinärer Forschungsansatz, vor allem der Geomorphologie und der Archäologie, notwendig ist.

Für zahlreiche kleine Wassereinzugsgebiete in Mitteleuropa konnte die in der Vergangenheit stattgefundenene Bodenerosion mit detaillierten bodenkundlich-stratigraphischen Methoden analysiert, mit Hilfe geo-archäologischer Datierungsmethoden und der Auswertung von historischen Schrift- und Bildquellen zeitlich eingeordnet und quantifiziert werden (Bork 1983 und 1988, Dotterweich 2003a und 2005, Dotterweich et al. 2003a, 2003b und 2003c, Lang et al. 2003, Schatz 2000, Schmidtchen und Bork 2003, Schmidtchen et al. 2001 und 2003, Zolitschka et al. 2003, Vanwalleghem et al. 2005a und 2005b). Eine Zusammenstellung für verschiedene Untersuchungsgebiete in Mitteleuropa geben Bork et al. (1998 und 2003).

Die Untersuchungen zeigen für Mitteleuropa, dass Bodenerosion in der Vergangenheit phasenhaft stattfand. Extreme Bodenabtragsraten wurden immer dann erreicht, wenn ein geringer Waldbedeckungsgrad mit einer Phase gehäufter Starkniederschläge zusammenfiel. Wichtige Zeitfenster anthropogen verursachter, geomorphodynamischer Teil-Aktivitätsphasen sind in Mitteleuropa die Bronze- und Eisenzeit, das späte Mittelalter und die Neuzeit (Bork et al. 1998).

Für Deutschland sind die erste Hälfte des 14. Jh. und die zweite Hälfte des 18. Jh. als Phasen mit extremer Bodenerosion identifiziert worden (Bork et al. 1998, 2001 und 2003, Lang und Bork 2006, Dotterweich 2005, Schmidtchen und Bork 2003, Schatz 2000). Für die Myjava Berge in der Slowakei hat Stankoviansky (2003) untersucht, dass das Kerbenreißen in zwei Hauptphasen um 1700 und um 1800 stattfand. In jener Zeit häufiger auftretende Starkniederschläge trafen auf eine durch starke Rodungen weitgehend ungeschützte Landschaft. Für einige Kerben vermutet Stankoviansky (2003) ein erstes Kerbenreißen im 14. Jh.

Dass bereits frühere Kulturen einen starken Einfluss auf die Landschaftsentwicklung und damit die Ökosysteme hatten, zeigen Lang et al. (2003): Am Frauenberg bei Weltenburg hat die landwirtschaftliche Nutzung bereits in der frühen Bronzezeit zur weitgehenden Erosion der altholozänen, im Löss entwickelten Böden geführt. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Bell (1983) und Favis-Mortlock et al. (1997) für die South Downs in England. Bork (1983) und Bork et al. (1998) identifizierten signifikante Landschaftsveränderungen durch Bodenerosion auf Äckern in der Bronzezeit und in der Eisenzeit in Südniedersachsen, in Ostbrandenburg und in Vorpommern. Reiß (2005) konnte in der Dithmarscher Geest in Schleswig-Holstein

bereits für das Endmesolithikum (um 4.600 v. Chr.) ein durch Landnutzung ermöglichtes Erosionsereignis und einen starken Landnutzungswandel im Neolithikum (Reiß et al. 2006) nachweisen. Dreibrodt und Bork (2005) rekonstruieren für ein Teileinzugsgebiet des Belauer Sees in Schleswig-Holstein, dass Bodenerosion während des mittleren Neolithikums, der vorrömischen Eisenzeit, des Frühmittelalters und der Neuzeit stattfand und korrelieren diese Phasen mit erhöhten allochthonen Einträgen in den See. Für zwei Kerbensysteme nahe Moskau weisen Belyaev et al. (2005) und Eremenko et al. (2005) auf den Einfluss von Brandrodung prä-slawischer und slawischer Kulturen um 1.500 bis 1.800 BP hin.

Poesen et al. (2003) betonen, dass Kerbenreißen ein entscheidender Prozess der Bodenerosion durch Wasser ist. Der Bodenverlust durch linienhafte Bodenerosion kann, in Abhängigkeit von der Größe des Einzugsgebietes und den Niederschlagsverhältnissen, im betrachteten Zeitraum bis zu 90 % der gesamten Bodenerosion durch Wasser betragen.

Lössgebiete sind besonders sensitiv gegenüber linienhafter Bodenerosion. Nach der Erosion des tonangereicherten und dadurch widerstandsfähigeren B_t-Horizontes der in Mitteleuropa auf Löss dominierenden Parabraunerden können sehr leicht mehrere Meter tiefe Kerben in kalkhaltigem Löss mit geringerer Aggregatstabilität einreißen (Poesen 1993). Der B_t-Horizont kann auch durch Pflügen, beim Ernten oder beim Wegebau durchstoßen und dadurch das Einreißen von Kerben begünstigt werden (Poesen et al. 2003).

Detaillierte Untersuchungen zum Ausmaß der Bodenerosion in Lössgebieten liegen vor: für Südniedersachsen von Bork (1983 und 1988) und Bork et al. (1998), für Belgien von Poesen (1993) und Vanwalleghem et al. (2005a und 2005b) und für die Region um Regensburg von Niller (1998) und Lang et al. (2003).

Typisch für Lössgebiete sind mehrere Meter tiefe, V- oder U-förmige Kerben mit nahezu senkrechten Wänden, die lange Zeit stabil stehen können (Kosmowska 1963, Nachtergaele et al. 2002, Vanwalleghem et al. 2003). Dauert die landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet an, wird ein bewaldetes oder als Dauergrünland genutztes Kerbensystem häufig durch den Menschen oder durch nachfolgende schwächere, quasi-flächenhaft wirkende Erosionsereignisse vom Hang oberhalb wieder verfüllt. Für den Kinderveldgully in Belgien haben Vanwalleghem et al. (2005a) nachgewiesen, dass die Entwicklung und Wiederverfüllung kleiner Kerbensysteme auf Lössböden sukzessive bei moderaten Niederschlägen in sehr kurzer Zeit stattfinden kann. Im rezenten Kinderveldgully wurden in nur zehn Jahren fast 100 Schichten abgelagert.

Durch Bodenerosion entstandene Oberflächenformen in den Lössgebieten Südost-Polens wurden bereits ab Mitte der 1950er Jahre durch Reniger (1950), Maruszczak und Trembaczowski (1956), Maruszczak (1958, 1960, 1963 und 1973) und Kosmowska (1963) beschrieben. Bei den in Löss ausgebildeten Hohlformen unterscheidet Maruszczak (1958) nach ihrer zeitlichen Genese zwischen Dellen, Pfannensenken, Trockentälern, Erosionsschluchten und Kesseln. Erosionsschluchten

(Kerben) beschreibt er als junge Formen, die durch Wassererosion im Zusammenhang mit erhöhter menschlicher Aktivität entstanden sind.

Maruszczak (1986) und Buraczyński (1989/90) betonen die Rolle extremer Niederschlagsereignisse und den Einfluss der Waldrodung und Landnutzung bei der Bildung von Kerben. Beeindruckend ist die von Maruszczak und Trembaczowski (1956) beobachtete, im Gelände vermessene und beschriebene Erosionskraft eines Starkniederschlages am 23. Juni 1956 in der Nähe von Krasnystaw: Innerhalb weniger Stunden vertieften sich die bestehenden Kerben um zwei bis drei Meter und auf den Äckern rissen zahlreiche, im Mittel einen Meter tiefe Rinnen ein. Konkrete Auswirkungen von Starkniederschlägen in den Lössgebieten Polens beschreiben auch Buraczyński und Wojtanowicz (1971), Dwucet und Śnieszko (1996), Czyżowska (1996), Rodzik et al. (1996), Gardziel et al. (1996) sowie Janicki und Zglobicki (1998).

Die möglichen Zusammenhänge zwischen Waldbedeckung, Landnutzung, Klima und Bodenerosion untersucht Maruszczak (1950) für die Region Lublin anhand historischer Karten für die Zeit zwischen 1830 und 1930. Mit historisch-geographisch-statistischen Methoden korreliert Maruszczak (1988) einen starken Rückgang der Waldbedeckung mit der Zunahme der Bevölkerungsdichte sowohl für ganz Polen als auch für die Region Lublin seit dem Mittelalter (vgl. Abb. 3). Für die Zeit ab 1824 konnte Maruszczak topographische Kartenwerke auswerten. Die früheren Zahlen zu Waldbedeckung und landwirtschaftlicher Nutzfläche basieren auf historischen Schätzungen zur Bevölkerungsdichte und der Beurteilung des Naturraumes und sind daher als grobe Angaben zu werten.

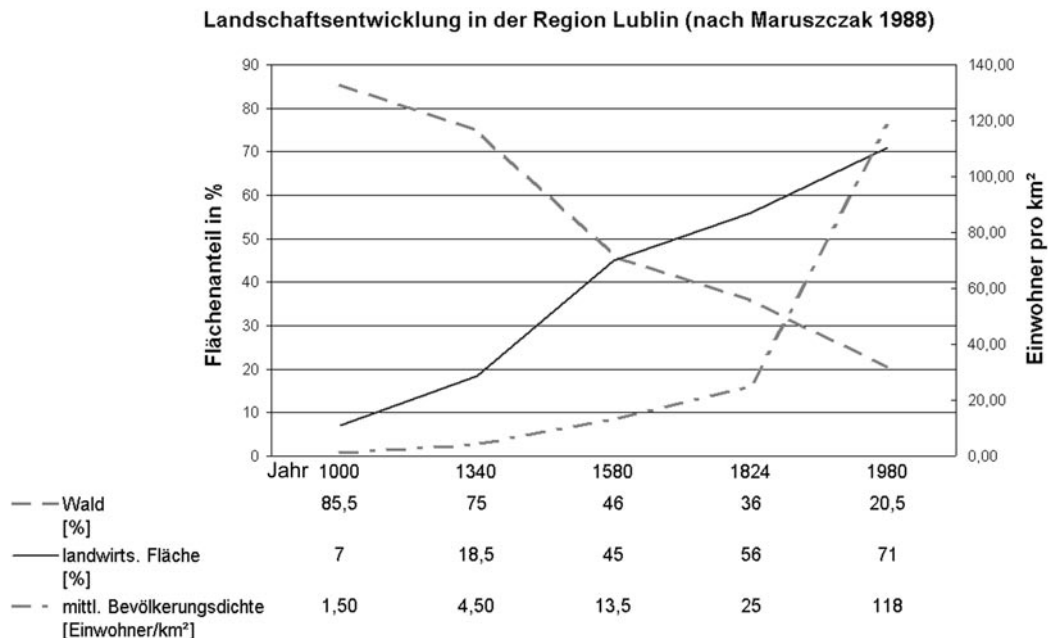


Abb. 3: Landschaftsentwicklung in der Region Lublin (nach Maruszczak 1988).

Die Auswirkungen der Pestpandemie 1348 bis 1350 sind von Maruszczak (1988) nicht berücksichtigt worden. Durch den dramatischen Bevölkerungsschwund der spätmittelalterlichen Pestepidemie nahm in ganz Europa, hauptsächlich in der zweiten Hälfte des 14. und im frühen 15. Jh., der Getreideanbau zugunsten der Weidewirtschaft ab (Bork et al. 1998). Daten zur spätmittelalterlichen Agrarkrise fehlen für die Region Lublin.

Buraczyński (1975, 1989/1990) untersucht die Ausdehnung und Entwicklung von Kerbensystemen im Zusammenhang mit der Landnutzungsgeschichte für einen Teil der Region Roztocze in Südost-Polen. Er berechnet aus der Summe der Längen der Tiefenlinien und dem gemittelten Querschnitt der Kerben einen mittleren Bodenabtrag durch linienhafte Erosion von rund $304 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2}$ (Buraczyński 1975) und gibt das 12./13. Jh. sowie die zweite Hälfte des 18. Jh. als wesentliche Zeitfenster für die Kerbenbildung an (Buraczyński 1989/1990).

Skowronek (1999a) analysiert für eine Teilregion Roztoczes die Einflüsse der Bevölkerungsentwicklung und Landnutzung innerhalb der vergangenen 1000 Jahre. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass vor allem seit dem 14. Jh. Waldnutzung und Rodung die Landschaft stark verändert haben.

Den Einfluss der aktuellen Landnutzung auf Bodenerosion und geomorphologische Prozesse in den Lössgebieten Südost Polens haben Gardziel et al. (1996), Rodzik und Zgłobicki (2000), Gardziel und Rodzik (2001) und Janicki et al. (2002) untersucht. Als wichtige Einflussgrößen, die zu einer Konzentration des Abflusses auf der Bodenoberfläche führen, identifizieren sie die Nutzung von Wegen, die Lage der Flurstücke zu den Wegen und die Art der angebauten Feldfrüchte. Eine detaillierte Untersuchung des anthropogenen Einflusses auf die aktuelle Formenbildung im Löss legt Zgłobicki (1998) für ein kleineres Einzugsgebiet eines Trockentales vor. Mit der Methode der $^{137}\text{Cäsium}$ -Datierung versucht Zgłobicki (2002) die aktuellen Erosionsraten für den Nordwesten des Lubliner Hochlandes zu ermitteln.

Rejman et al. (1998) kommt nach dreijährigen Feldexperimenten zur Prüfung der Anwendbarkeit der *Universal Soil Loss Equation* (USLE) für die Lössgebiete Südost Polens zu dem Ergebnis, dass die Erosion auf Kolluvien und bereits stark erodierten Böden doppelt so hoch ist wie auf noch wenig erodierten Böden. Damit besitzt die Vorgeschichte eines Standortes hinsichtlich der Nutzung und der Erosionsdisposition einen höheren Einfluss auf die aktuelle Erosionsgefährdung als dessen Lage.

Detaillierte Untersuchungen zum Ausmaß, den Ursachen und den Folgen der langfristigen Bodenerosion sind in Südost-Polen bisher kaum durchgeführt worden.

In den Sedimenten zweier Schwemmfächer im Einzugsgebiet der Oder in Westpolen findet Zygmunt (2004) die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Nutzung des lössbedeckten Głubczyce Plateaus: Das maximale Wachstum der Schwemmfächer steht im Zusammenhang mit einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung durch die *Lausitzer/Lużycka*-Kultur im 9. bis 7. Jh. v. Chr. in der frühen Eisenzeit und

der *Przeworska*-Kultur im 3. und 4. Jh. n. Chr. zum Ende der Römischen Kaiserzeit. Nach einer Ruhephase während der Völkerwanderungszeit lassen sich für das frühe Mittelalter erneut Ablagerungen in den Schwemmfächern nachweisen (Zygmunt 2004).

Im Seengebiet von Suwałki in Nordost-Polen hat Smolska (*im Druck* und 2005) fossile Humushorizonte datiert, die unter bis zu 80 cm mächtigen, sandigen Kolluvien begraben sind. Diese korrelieren sehr gut mit dem Beginn der landwirtschaftlichen Nutzung in dieser Region im 8. Jh. v. Chr.

Interdisziplinäre Verknüpfungen von Geländeaufnahmen, geoarchäologischen Datierungen, archäologischen Forschungen und historischen Quellen finden sich bei Maruszczak (1950), Śnieszko (1991 und 1995), Buraczyński (1989/90), Gawrysiak und Zagórski (1998) und Skowronek (1999a).

Untersuchungen großflächig aufgeschlossener Kolluvien mit feinstratigraphisch-bodenkundlichen Methoden wurden für die Lössgebiete Südost-Polens erstmals im Rahmen der vorliegenden Arbeit in Kooperation mit der Universität Maria Curie-Skłodowska (UMCS) Lublin durchgeführt (Zgłobicki et al. 2003, Schmitt et al. 2004, Rodzik et al. 2004, Schmitt et al. 2005, Schmitt et al. 2006a und 2006b).

1.3 Forschungsfragen und Thesen

Die Formen der Kerbensysteme in den Lössgebieten Südost-Polens sind bereits gut untersucht, ihr Alter ist jedoch weitgehend unbekannt bzw. nicht genau datiert. Aufgrund der Ergebnisse an anderen Standorten in Europa wird davon ausgegangen, dass die Kerbenerosion durch Starkniederschläge ein entscheidender Prozess der Bodenerosion ist und in Phasen stattfindet.

An mehreren Standorten soll mit bodenkundlich-stratigraphischen Methoden an Kolluvien untersucht werden, wann Phasen intensiver Bodenerosion stattfanden und ob sich diese in ihren zeitlichen und räumlichen Dimensionen vergleichen und in das europäische Bild einordnen lassen.

Die vorliegenden Arbeiten zur historischen Landnutzung, zu den historischen Quellen und den Pollenprofilen sollen auf Hinweise zur Bedeutung von Klima und Landnutzung für das Ausmaß der in der Vergangenheit aufgetretenen Bodenerosion geprüft werden.

Die Untersuchungen der Auswirkungen der historischen Landnutzungsdynamik auf die Ökosysteme sollen Bausteine zur Entwicklung nachhaltiger Landnutzungssysteme für die Lössgebiete Südost-Polens liefern. Die Frage nach den Auswirkungen der Bodenerosion auf die Ökosysteme in Südost-Polen stellt sich mit aktuellem Bezug auf die Veränderungen der Landnutzung seit dem Beitritt Polens zur Europäischen Union. Politik und sozioökonomische Faktoren werden von Boardman (2003) als wichtige Einflussgrößen für eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung gesehen.

Die Region Südost-Polen ist unter diesem Aspekt besonders interessant, da sich hier, lokal kaum beeinflusst von der sozialistischen Landwirtschaft, traditionelle Bewirtschaftungssysteme und Flurformen erhalten haben.

Es ist davon auszugehen, dass sich die heute in Südost-Polen noch weit verbreiteten kleinbäuerlichen Wirtschaftsweisen und die kleinteilige Landschaftsstruktur kurz- bis mittelfristig stark verändern werden. In einigen Gebieten könnte die agrarische Nutzung aufgegeben werden, in anderen könnte es zu einer Nutzungsintensivierung und zu einer Vergrößerung der Schläge kommen. Bei der Analyse der Landwirtschaft in Polen werden von Jaksch et al. (1996) Flurzersplitterung, kleine Betriebsgrößen und mangelnde Spezialisierung als Haupthindernisse für eine marktwirtschaftlich orientierte Bodennutzung benannt. Vor allem in Westpolen, und unter bestimmten Umständen auch in den Regionen um Lublin und Zamość werden intensiv wirtschaftende Betriebe an Bedeutung gewinnen (Jaksch et al. 1996).

Durch die hohe Erosionssensitivität der Lösslandschaft ist der Bodenschutz im Rahmen einer nachhaltigen Landschafts- und Ökosystementwicklung von entscheidender Bedeutung. Das Verständnis und das Wissen über die zeitlichen und räumlichen Dimensionen der Bodenerosion in der Vergangenheit ermöglicht eine Abschätzung der möglichen Folgen des aktuellen Landnutzungswandels. Die Auswirkungen von seltenen Extremereignissen und langfristigen Entwicklungen können fundierter abgeschätzt werden.

2 Methodik

Mit dem Methodenspektrum der Vierdimensionalen Landschaftssystemanalyse (vgl. Bork et al. 2001, Dotterweich 2003b) wurden geeignete Untersuchungsgebiete und Standorte zur Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte ausgewählt und systematisch analysiert. Das einheitliche Vorgehen erleichtert es, die Ergebnisse verschiedener Gebiete und Standorte miteinander zu vergleichen. Der notwendige Umfang der Untersuchungen wird an die Gegebenheiten vor Ort angepasst.

Geeignete Standorte haben ein kleines, klar abgrenzbares Einzugsgebiet und weisen gut erhaltene, vielfältige holozäne Sedimente auf. Diese dienen als Geoarchive (Schmidtchen und Bork 2003). Der größte Teil des abgetragenen Materials akkumuliert am konkaven Unterhang und als Schwemmfächer im Übergangsbereich zwischen Hangfuß und Talau. In der Regel wird nur ein geringer Teil in die Flüsse weiter transportiert und dann als Hochflutsediment, marines oder limnisches Sediment abgelagert (Schatz 2000). Bei der Auswahl geeigneter Untersuchungsgebiete wird daher gezielt nach Sedimentationsbereichen wie Dellen, Schwemmfächern oder in ältere Kolluvien eingeschnittenen Kerbensystemen gesucht (Bork und Lang 2003). Wichtig ist es dabei auch, verborgene größere anthropogene Aufschüttungen oder Abgrabungen auszuschließen.

2.1 Auswahl geeigneter Standorte

Erster und wichtigster Schritt ist die Auswahl geeigneter Untersuchungsgebiete mit Hilfe topographischer oder historischer Karten und die Eingrenzung möglicher Standorte durch eine Geländebegehung vor Ort. Anhand topographischer Militärkarten im Maßstab 1 : 50.000 aus dem Jahre 1953 der geographischen Kartensammlung der Universität Bamberg wurden vorab zwei mögliche Untersuchungsgebiete ausgewählt: die Region um Kazimierz Dolny am Rande des Lubliner Hochlandes und die Region Roztocze. Beide Gebiete zeigen ausgeprägte Kerbensysteme. Als Kartengrundlage vor Ort diente die amtliche Topographische Karte Polens im Maßstab 1 : 10.000.

Durch die Zusammenarbeit mit Dr. Wojciech Zgłobicki und Dr. Jan Rodzik vom Institut für Erdwissenschaften der Universität Maria Curie-Skłodowska (UMCS) in Lublin konnte bereits bei der ersten Geländebegehung im Mai 2000 ein geeigneter Landschaftsausschnitt bei Kazimierz Dolny ausgewählt werden. Die Geländearbeiten im Kerbensystem *Doły Podmularskie* erfolgten im September 2001 und im Frühjahr 2002. Anschließend fanden Geländebegehungen zur Auswahl weiterer Untersuchungsgebiete in der Region Roztocze statt. Die Geländearbeiten in den zwei Kerbensystemen *Guciów Gully* und *Jedliczny Dół* im Roztocze Höhenrücken wurden im Frühjahr und Herbst 2003 und im Mai 2004 durchgeführt. Alle Arbeiten im Gelände erfolgten in enger Zusammenarbeit mit der UMCS Lublin.

2.2 Geländearbeiten und Feldaufnahme

Hauptarbeit im Gelände ist die gezielte Anlage und Analyse von Bodenaufschlüssen. An den Landschaftsausschnitten *Doły Podmularskie* und *Jedliczny Dół* konnten durch Kerben angeschnittene Sedimente mit dem Spaten freigelegt werden. Am Landschaftsausschnitt *Guciów Gully* wurden mit einem Kleinbagger in der Kerbenfüllung insgesamt vier bis zu drei Meter tiefe Aufschlüsse angelegt.

Alle Aufschlüsse wurden für die detaillierte bodenkundlich-stratigraphische Aufnahme sorgfältig mit Kratzern geglättet, um eine möglichst saubere und senkrechte Anschnittfläche zu erhalten.

Anschließend wurden einzelne Schichten bzw. Bodenhorizonte im Profil anhand von Korngrößen, Lagerungsverhältnissen, Farben, eingebetteten Materialien (Holz, Holzkohle), Kalkgehalten, Bodenfeuchte und sichtbaren Erosionsdiskordanzen und Bodenbildungen voneinander abgegrenzt. Von besonderem Interesse sind dabei fossile Humushorizonte, aus denen über längere Zeit stabile, ehemalige Oberflächen unter Wald- oder Dauergrünland rekonstruiert werden können (Schatz 2000). Häufig sind dunkle Schichten in Aufschlüssen aber keine *in situ* Bodenbildung sondern bestehen aus umgelagertem Oberbodenmaterial. In großflächigen Aufschlüssen können beide Typen gut durch den Schichtverlauf voneinander unterschieden werden. Alte Oberflächen zeichnen ein altes Relief detailliert nach und weisen nach unten ggf. noch eine erhaltene Bodenbildung mit einem diffusen

Übergang zum B- oder C-Horizont auf. Umgelagertes Material zeigt dagegen eine, dem Ablagerungsvorgang entsprechende, andersartige Lagerungsform.

Als Bezugslinie für die maßstäbliche Zeichnung der Aufschlüsse wurde mit Hilfe einer Schnurwasserwaage eine waagrechte Nulllinie gespannt. Von dieser wurden im Horizontalabstand von maximal 20 cm Maßpunkte abgenommen und so die einzelnen Schicht- und Horizontgrenzen im Maßstab 1 : 20 auf Millimeterpapier übertragen. Zur Dokumentation der Befunde wurden die wichtigsten Aufschlüsse fotografiert. Details wurden in Großaufnahmen festgehalten.

Die einfache Bodenanalyse im Gelände nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung der AG Boden (1994) umfasste die Feldaufnahme des pH-Wertes, die Prüfung des Vorkommens von CaCO_3 mit 10%iger Salzsäure, die Bestimmung von Korngröße und Lagerungsdichte, die Festlegung der Farbe nach Munsell (1975) sowie die Beschreibung besonderer Merkmale (Hydromorphie, Eisendynamik, Holz, Holzkohle, Keramik etc.).

An allen Standorten wurden Bodenproben entnommen, um bei Bedarf weitere Analysen durchführen zu können. Bodenphysikalische und bodenchemische Labor-daten wurden für den Standort Doły Podmularskie im Rahmen einer Diplomarbeit (Zamhöfer 2002) gewonnen. Untersucht wurden im Labor des Ökologiezentrums der Christian-Albrechts-Universität (CAU) zu Kiel Körnungen, pH-Werte, Gehalte an CaCO_3 , Gehalte an organischem Kohlenstoff, Wassergehalte und Phosphatgehalte. Drei Proben wurden am Institut für Geowissenschaften der CAU zu Kiel mit einem Röntgendiffraktometer analysiert. Da die erzielten Ergebnisse aufgrund des dominierenden Substrates Löss keine neuen Erkenntnisse gegenüber den Feld-aufnahmen ergaben, wurden für die weiteren Standorte vorerst keine weiteren La-boranalysen durchgeführt.

Ergänzend zu den Aufschlussaufnahmen wurden Bohrungen entlang der Tiefenlinie und an den angrenzenden Hängen zur Ermittlung der Kerbenbasis durchge-führt. Als Bohrgerät wurden eine Pürkhauer-Schlagsonde mit Verlängerung und ein Holländischer Sandbohrer eingesetzt. Es erfolgte eine grobe Ansprache der Bohrkerne nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG Boden 1994).

Die Vermessung der Kerben erfolgte mittels einfacher Feldmethoden mit Hangnei-gungsmesser, Maßband und Fluchtstäben.

Anhand der Aufschlussaufnahmen und Bohrungen wurde bereits im Gelände eine Stratigraphie aufgestellt, die anschließend durch Datierungen und die Auswertung historischer Quellen präzisiert wurde. Entscheidend ist die Differenzierung autoch-toner (Bodenbildungsprozesse und -strukturen), allochtoner (Kolluvien, umgela-gertes organisches Material etc.) und anthropogener Strukturen (Gräben, Wälle, Fahrspuren, Siedlungsspuren) in ihrer zeitlichen Abfolge.

Die Aufschlusszeichnungen wurden mit einem Flachbettscanner digitalisiert und mit der Grafik-Software CorelDraw 10.0 in Vektorgrafiken umgezeichnet.

2.3 Datierungen

Für die zeitliche Einordnung der Stratigraphie können verschiedene geo-archäologische Datierungsmethoden zum Einsatz kommen. ^{14}C -Datierungen von organischem Kohlenstoff, meist Holzkohle, und dendrochronologische Auswertungen sind mittlerweile Standard. Archäologische Befunde sind, wo vorhanden, eine gute Absicherung und Ergänzung der Radiokohlenstoffdatierungen.

In den drei Untersuchungsgebieten wurden Proben für ^{14}C -Datierungen entnommen und ihre Lage in den Aufschlusszeichnungen vermerkt. Das Probenmaterial umfasste neben Holzkohle auch Holz und ein Schneckengehäuse. Bei allen Proben wurde geprüft, ob sie mit dem umgebenden Material abgelagert wurden und keine nachträgliche Verlagerung, z. B. durch Tiergänge, erfolgte. Dies stellt sicher, dass die zugehörige Schicht entweder gleich alt oder jünger als das datierte Material ist.

Die mit Einzelproben verbundenen statistischen Unsicherheiten können durch möglichst zahlreiche Datierungen des gleichen Standorts minimiert werden. Dadurch lassen sich auch die von Lang und Hönscheidt (1999) beschriebenen Umlagerungsprobleme identifizieren und eingrenzen. In mehrmals umgelagertem Material können ältere Proben über jüngeren zu liegen kommen. Es gilt jedoch immer der Grundsatz *terminus post quem*, dass also die jüngste Datierung das Maximalalter der Schicht angibt.

Die Datierung ausgewählter Proben erfolgte mittels AMS-Datierung (*accelerator mass spectrometry*) und Beta-Radiokohlenstoffdatierungen durch das Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Universität Kiel (zur Methodik vgl. Taylor 1997). Das konventionelle ^{14}C -Alter wird in Jahren BP (**before present**) angegeben. Das Referenzjahr ist 1950. Das kalibrierte Alter wurde bestimmt mit „CALIB re 4.3“ (Datensatz 2) nach Stuiver et al. (1998). Für die Auswertung wurde der 2σ Bereich mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von über 90 % verwendet. Die kalibrierten Alter sind in cal BC für die Zeit vor Christi Geburt und in cal AD für die Zeit nach Christi Geburt angegeben.

Für ^{14}C -Daten ab 1630 cal AD ist eine genaue Einstufung in Kalenderjahre aufgrund des atmosphärischen ^{14}C -Plateaus, welches zum Teil durch die Verbrennung fossilen Kohlenstoffs verursacht wurde, nicht möglich. Als Ergebnis kann für diese Zeit immer nur das Maximalalter angegeben werden.

Für sehr junge Ablagerungen seit den 1950er Jahren kann die radiochronologische ^{137}Cs -Analyse angewandt werden. Die Proben werden in definierten Tiefen als Mischproben entnommen und mit einem Gammaskpektrometer analysiert (zur Methode vgl. Geyh und Schleicher 1990, Porto et al. 2003, Walker 2005, Zapata 2002 und 2003). Die Fallouts des nur künstlich vorkommenden ^{137}Cs -Nuklids aus den oberirdischen Kernwaffentests seit den 1950er Jahren und des Reaktorunfalls in Tschernobyl im Jahre 1986 zeichnen sich in der Messreihe ab. Eine Pro-

benentnahme zur $^{137}\text{Cäsium}$ -Datierung erfolgte am Standort Guciów Gully in 5 cm-Schritten bis 1,60 Meter unter der aktuellen Geländeoberfläche. Die Analyse wurde mit einem Gammaskpektrometer der Firma Silena durchgeführt von Marek Reszka am Department of Radiochemistry and Chemistry of Colloids, UMCS Lublin.

Keramikbruchstücke wurden nur am Standort Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny entdeckt. Die Altersbestimmung erfolgte durch Anna Tyniec und Tomasz Rodak vom Archäologischen Museum in Krakau.

An den Standorten Guciów Gully und Jedliczny Dół wurden vor Ort Baumringzählungen an frisch gefällten Stümpfen und Stämmen durchgeführt, um das Alter der Bäume zu bestimmen.

2.4 Schrift- und Bildquellen

Für die Rekonstruktion der Landnutzungsgeschichte anhand historischer Schrift- und Bildquellen wurde überwiegend Sekundärliteratur ausgewertet (Maruszczak 1950 und 1988, Gurba 1983, Buraczyński 1975 und 1989/1990, Skowronek 1999a).

Historische Karten sind wichtige Quellen zur Rekonstruktion der Landnutzung und Landschaft in historischer Zeit. Eine detaillierte Beschreibung der historischen Kartenwerke für die Region Lublin gibt Maruszczak (1950). Für den Untersuchungsraum Südost-Polen liegen Kartenwerke aus der Zeit um 1830, um 1890, um 1930, um 1950 und um 1970 vor.

Kartenwerke um 1830

Für die erste Hälfte des 19. Jh. gibt die *Topographische Karte des Königreichs Polen (Mapa Kwatermistrzowstwa)* die Situation für die Zeit um 1830 im Maßstab 1 : 126.000 wieder. Sie wurde 1839 in Warschau veröffentlicht und liegt in der kartographischen Sammlung der UMCS in Lublin vor. Die Kartenblätter sind für das Untersuchungsgebiet

- | | |
|-------------------|-------------------|
| - Kazimierz Dolny | Kol. V., Sek. VI |
| - Roztocze | Kol. VI, Sek. XI. |

Kartenwerke um 1890

In der zweiten Hälfte des 19. Jh. fanden Geländeaufnahmen durch das russische Militär im Maßstab 1 : 21.000 statt; für den südlichen und mittleren Teil des Lubliner Landes in den Jahren 1886-1893 und für den nördlichen Teil 1880-1885. Aus diesen entstand die russische *Neue Topographische Karte des westlichen Russlands* im Maßstab 1 : 84.000. Diese ist jedoch nicht mehr vollständig vorhanden.

Es existieren auf der Basis dieser Geländeaufnahme auch russische Militärkarten im Maßstab 1 : 42.000. Die Kartenblätter sind für das Untersuchungsgebiet

- Kazimierz Dolny XXVI-11-H
- Guciów XXIX-13-J
- Jedliczny Dól XXIX-13-E.

Basierend auf der russischen Aufnahme wurde während des ersten Weltkrieges eine preußische *Karte des westlichen Russlands* im Maßstab 1 : 100.000 durch mechanische Verkleinerung gefertigt (1914, Kartographische Abteilung der Königlich Preußischen Landesaufnahme). Das Untersuchungsgebiet bei Kazimierz Dolny liegt auf dem Kartenblatt K 36 Nowo-Aleksandrija, die Untersuchungsgebiete Guciów und Jedliczny Dól auf dem Kartenblatt M39 Zamość. Diese Karten befinden sich in der kartografischen Sammlung der UMCS in Lublin.

Auf dem russischen Kartenwerk basiert auch eine deutsche Umzeichnung im Maßstab 1 : 25.000 von 1915. Diese Kartenwerke zeigen demnach alle die Situation um 1890.

Kartenwerke um 1930

Von 1925 bis 1936 wurden durch den polnischen Staat die Kartenwerke der ehemaligen Besatzungsmächte im Gelände überprüft und daraus die sehr genaue *Mapa Taktyczna Polski* im Maßstab 1 : 100.000 erarbeitet (Wojskowy Instytut Geograficzny, Warschau). Sie gibt die Situation um 1930 wieder.

Kartenwerke um 1950

Für amerikanische Militärkarten von 1953 im Maßstab 1 : 50.000 wurde die *Mapa Taktyczna Polski* anhand von Luftbildern aktualisiert. Dieses Kartenwerk liegt unter anderem in der Geographischen Kartensammlung der Universität Bamberg vor. Die Kartenblätter sind für das Untersuchungsgebiet

- Kazimierz Dolny 3320 I – Puławy,
- Guciów 3519 II – Zamość
- Jedliczny Dól 3519 III – Biłgoraj.

Kartenwerke ab 1970

Die amtlichen Topographischen Karten im Maßstab 1 : 50.000 geben die Geländesituation um 1970 wieder. Die Kartenblätter sind für das Untersuchungsgebiet

- Kazimierz Dolny 135.1 – Puławy (Stand: 1974, Druck: 1978),
- Guciów 156.2 – Zamość Pd. (Stand: 1967, Druck: 1981)
- Jedliczny Dól 156.1 – Frampol (Stand: 1974, Druck: 1978).

Die amtlichen Topographischen Karten im Maßstab 1 : 10.000 geben den Stand um 1985 wieder. Die Kartenblätter sind für das Untersuchungsgebiet

- Kazimierz Dolny	135.142 und 135.144 (1985, Aufnahme 1984)
- Guciów	156.234 – Bondyrz (1981, Aufnahme 1979)
- Jedliczný Dól	156.142 – Lipowiec (1988, Aufnahme 1986), 156.124 – Gorajec (1985, Aufnahme 1984).

Allerdings sind in diesem Kartenwerk die Höhenlinien, insbesondere im Bereich der weit verzweigten Kerbensysteme, nicht immer ausreichend genau dargestellt.

Sonstige Karten und Luftbilder

Für die drei Untersuchungsgebiete konnten Grundkarten (*Mapa Pochodna*) im Maßstab 1 : 5.000 ausgewertet werden, auf denen die Anordnung der Flurstücke dargestellt ist.

Für Guciów liegt ein Ortsplan aus dem Jahre 1825 ohne Maßstab im Privatbesitz vor, auf dem die Anwesen und die zugehörigen Flurstücke eingezeichnet sind. Für Guciów existiert außerdem an der UMCS in Lublin ein Luftbild aus dem Jahre 1997.

3 Untersuchungsregion Südost-Polen: Lubliner Hochland und Roztocze Höhenrücken

Maruszczak (1963, 1972 und 1983) gibt einen Überblick über Relief und Naturraum und Górniak (1992) über die Böden des Lubliner Hochlandes. Bei Zglobicki (2002) findet sich eine gute Zusammenfassung der naturräumlichen Gegebenheiten des Lubliner Hochlandes. In Buraczyński (2002) beschreiben verschiedene Autoren ausführlich den Naturraum des Roztocze Höhenrückens. Die Geologie beider Gebiete stellt Harasimiuk (1980 und 1994) dar.

3.1 Lage und Topographie

Südost-Polen wird im Süden von den Karpaten und im Norden vom polnischen Teil der, durch die jüngsten pleistozänen Vergletscherungen geprägten, mitteleuropäischen Tiefebene begrenzt. Im Westen bildet die Weichsel zwischen Krakau und Warschau die Grenze, im Osten ist der Bug die Grenze zur Ukraine und nach Weißrussland (Maruszczak 1972). Als größte Stadt mit über 350.000 Einwohnern befindet sich Lublin am nördlichen Rand des im Mittel 250 Meter ü. d. M. liegenden Lubliner Hochlandes in der Wojewodschaft Lubelskie. Im Süden dieses Plateaus fällt der über 300 Meter ü. d. M. liegende Roztocze Höhenrücken steil zum Becken von Sandomierz hin ab (Jahn 1956).

3.2 Klima

Nach Köppen-Geiger liegt Südost-Polen im Übergang der feuchtgemäßigten Cf- zur feuchtwinterkalten Df-Klimazone und ist als kühlgemäßigtes Übergangsklima einzustufen (Maruszczak 1963). Es dominieren kontinentale Klimateinflüsse

mit großer Jahresamplitude zwischen sommerlichen und winterlichen Temperaturen und einem Niederschlagsmaximum im Sommerhalbjahr. Der Sommer wird durch feuchte Westwinde, der Winter durch frostige Kontinentalluft aus dem Osten bestimmt. Die mittleren Jahrestemperaturen liegen bei 7 bis 8 °C, der mittlere Jahresniederschlag bei unter 600 mm.

Lublin hat einen mittleren Jahresniederschlag von 572 mm (Kaszewski et al. 1995) und eine mittlere Jahrestemperatur von 7,4 °C (Station Lublin-Radawiec, N: 51°22' E: 22°40', 1951-1989). Die Temperaturmaxima liegen im Juli bei 30,1 °C und die Temperaturminima im Januar bei -18,2 °C. Sommertage über 25 °C treten im Durchschnitt an über 40 Tagen, Eistage unter 0 °C im Durchschnitt an 47 Tagen im Jahr auf. Die Vegetationszeit liegt bei durchschnittlich 200 bis 210 Tagen im Jahr. Das Niederschlagsmaximum liegt mit 120 bis 230 mm im Sommer.

3.3 Präquartäre Gesteine

In Südost-Polen stoßen drei geotektonische Einheiten aneinander. Die NW-SE-verlaufende Teisseyre-Tornquist-Zone trennt die präkambrische Tafel im Osten von der paläozoischen Plattform im Westen. Im Süden liegen die Karpaten als Teil des im Tertiär gebildeten alpidischen Faltengürtels. Als Folge der marinen Transgression baut sich die präquartäre Basis in Südost-Polen überwiegend aus Mergeln, Tonmergeln, Kalksteinen und Sandsteinen der Oberen Kreide und des Tertiärs auf. Die mehrere hundert Meter mächtigen, silikatischen Schwammkalke (polnisch: *opoka*) und kalkhaltige, glaukonitische Sandsteine (polnisch: *geza*) sind die oberflächennah dominierende Fazies.

3.4 Quartäre Reliefentwicklung

Das Inlandeis ist während der Sanian 1 (Elster I) Vergletscherung bis in das Becken von Sandomierz und während der Sanian 2 (Elster II) Vergletscherung vor etwa 500.000 Jahren von Norden bis an die Karpaten vorgedrungen (Pożaryski et al. 1994). Im jüngeren Pleistozän erreichte nur die älteste, die Oder (Saale I) Vergletscherung vor etwa 290.000 Jahren den westlichen Rand des Lubliner Hochlandes bis etwa zum heutigen Verlauf der Bystrzyca (Buraczyński 2002).

Während der Kaltzeiten der Warthe- und Weichselvereisung wurden unter periglazialen Klimabedingungen im Mittel 20 Meter mächtige Löss abgelagert. Die Akkumulation des Lösses fand überwiegend zwischen 24.000 bis 12.000 Jahren vor Heute statt. Die durchschnittlichen Sedimentationsraten betragen in dieser Phase 0,3 bis 0,8 mm pro Jahr, teilweise auch bis über 1 mm pro Jahr (Maruszczyk 1983). Für die Lössablagerung des Lubliner Hochlandes sind zwei fossile Bodenhorizonte beschrieben: der mächtigere Aurigancian Horizont und der dünner ausgebildete Alleröd Horizont (Jahn 1956).

3.5 Böden

Die dominierenden Böden auf Löss und in lössartigen Substraten sind Parabraunerden mit der typischen Horizontabfolge $A_h - A_t - B_{t1} (B_{t2}) - C_v$. Diese bilden sich unter Waldvegetation nach Humusbildung und Entkalkung durch Tonverlagerung (Lessivierung). An Hanglagen und auf Kuppen sind heute durch Bodenerosion häufig gekappte Profile ($A_h - B_t - C_v$) zu erwarten, die in Polen als anthropogenerosive Braunerden bezeichnet werden (Uziak und Klimowicz 1994, Klimowicz und Uziak 2001). Am Hangfuß und in Senken sind auf Kolluvien häufig vergleyte Böden anzutreffen (Górniak 1992).

Rendzinen bildeten sich auf einigen Kuppen- und Hangstandorten mit anstehendem Kalkstein der Oberen Kreide. In den Flusstälern und in Senken sind Auenböden, Anmoor und Niedermoore typisch. In Sander- und Dünengebieten entstanden unter Nadelwald Podsole. Im südöstlichen Teil des Lubliner Hochlandes kommen reliktsche Schwarzerden vor, die sich im ausklingenden Spätglazial (Alleröd) oder im beginnenden Holozän unter einer Waldsteppen- oder Waldtundravegetation gebildet haben (Starkel 1983).

3.6 Entwässerung

Kluftreiche präquartäre Gesteine und wasserdurchlässige quartäre Lockersedimente bedingen einen geringen Abflusskoeffizienten mit einer niedrigen Fließgewässerdichte. Der Wieprz und die Bystrzyza, sein größter Nebenfluss, entwässern den überwiegenden Teil des Lubliner Hochlandes und des Roztocze Höhenrückens über die Weichsel in die Ostsee. Der westliche Rand des Lubliner Hochlandes entwässert über kleinere Flüsse direkt in die Weichsel. Fast die Hälfte des jährlichen Abflusses findet nach der Schneeschmelze im Frühjahr statt.

3.7 Vegetation und Landnutzung

Das Lubliner Hochland wird heute überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Neben dem Ackerbau sind der Obst- und Beerenanbau bedeutsam. Im Weichseltal wird Gemüse angebaut. Ein dichtes Netz überregionaler, regionaler und lokaler Landstraßen mit Straßendörfern prägt die Landschaft. Weniger als 20 % der Hochfläche ist bewaldet.

Entlang des Roztocze Höhenrückens nimmt der Anteil der Waldbedeckung von 17 % im Nordwesten auf 62 % im Südosten zu (Izdebski 2002). Im Zentrum liegen der Nationalpark Roztocze sowie mehrere Landschaftsschutzparks.

4 Untersuchungsraum Nałęczów Plateau im Lubliner Hochland und mittlerer Rostocze Höhenrücken (Tomaszów Rostocze)

4.1 Lage und Topographie

Das Nałęczów Plateau (vgl. Abb. 4) um den Kurort Nałęczów umfasst den nord-westlichen Bereich des Lubliner Hochlandes zwischen der Weichsel im Westen und Lublin im Osten (Maruszczak 1972). Im Norden und Süden wird das Plateau von zwei kleinen Flüssen, der Kurówka und der Chodelka, begrenzt. Der Westrand des Nałęczów Plateaus fällt von etwa 200 bis 230 Meter ü. d. M. steil zum Weichseltal auf etwa 125 bis 150 Meter ü. d. M. hin ab. Hier liegt im Landschaftsschutzpark Kazimierz das Städtchen Kazimierz Dolny.

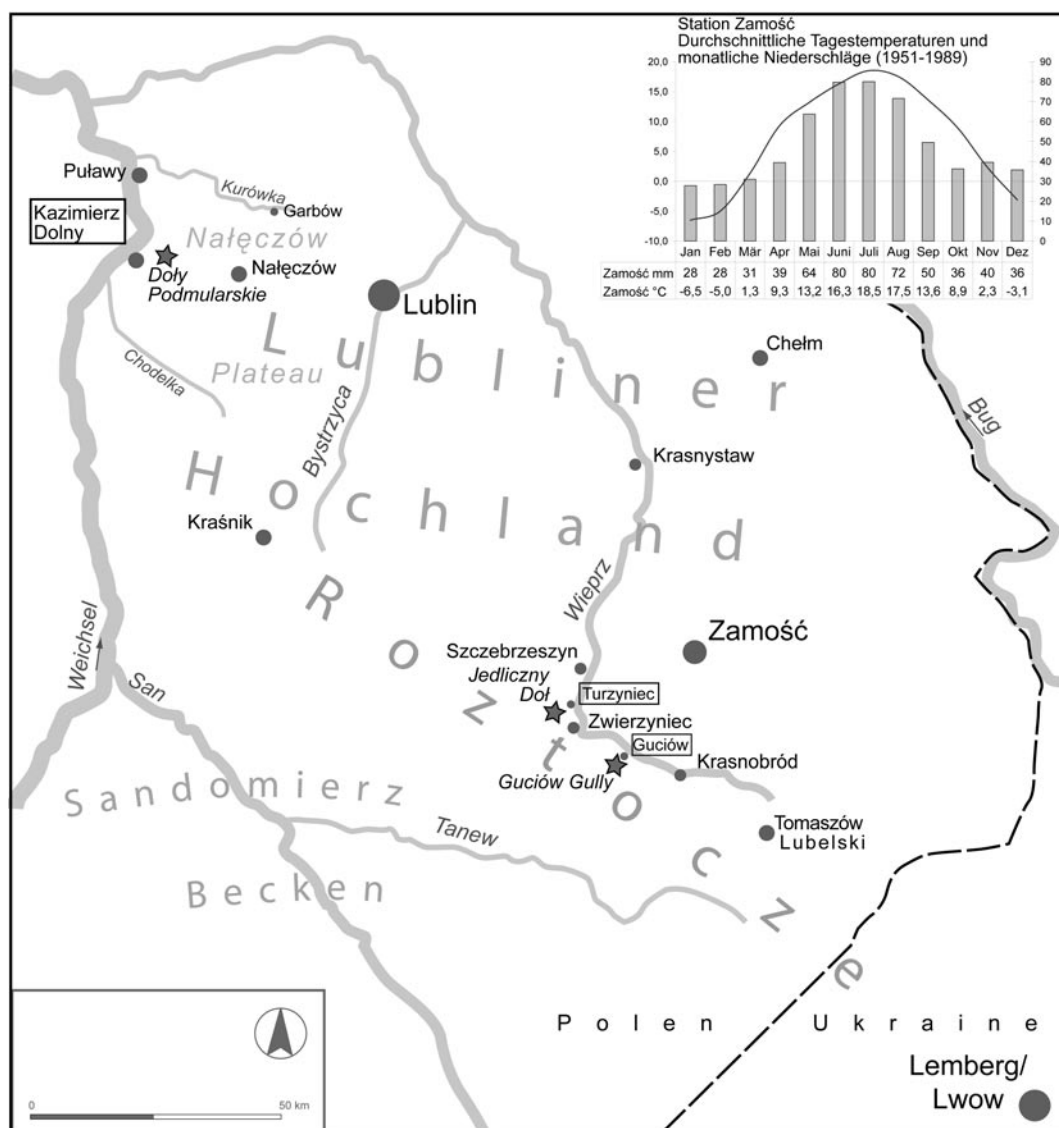


Abb. 4: Übersichtskarte des Lubliner Hochlandes und des Rostocze Höhenrückens. Klimadiagramm mit durchschnittlichen Tagestemperaturen und monatlichen Niederschlägen. Station Zamość (1951-1989) nach www.worldclimate.org, Nov. 2005.

Der Roztocze Höhenrücken (vgl. Abb. 4) grenzt das Lubliner Hochland vom südlich gelegenen, 100 Meter tiefer liegenden Sandomierz-Becken ab. Die etwa 180 Kilometer lange und 15 bis 25 Kilometer breite Hügelkette des Roztocze Höhenrückens erstreckt sich in südöstlicher Richtung von Kraśnik in Polen bis nach Lwow (Lemberg) in der Ukraine. Die Höhen steigen von 300 Meter ü. d. M. bei Kraśnik auf über 400 Meter ü. d. M. bei Lwow an. Der polnische Teil des Roztocze Höhenrückens gliedert sich in einen westlichen (*Góraj Roztocze*), einen mittleren (*Tomaszów Roztocze*) und einen südlichen (*Rawa Roztocze*) Bereich (Maruszczak 1972). Die größte Stadt der Region, das nach dem Vorbild der italienischen Renaissance erbaute Zamość, liegt östlich des Höhenrückens. Zentrum des mittleren Teils des Roztocze Höhenrückens ist das unmittelbar an den Roztocze Nationalpark grenzende Städtchen Zwierzyniec.

4.2 Klima

Der Westen des Lubliner Hochlandes ist mit einer mittleren Jahrestemperatur von 7,8 °C und einem mittleren Jahresniederschlag von 539 mm (Station Puławy) etwas wärmer und trockener als der zentrale und der östliche Teil um Lublin (Kaszewski et al. 1995). Der Höhenanstieg vom Weichseltal zur Hochfläche begünstigt intensive orographische Niederschläge. Am 16. September 1995 fielen beispielsweise bei Garbów 70 mm Niederschlag in nur zwei Stunden (Janicki und Zglobicki 1998). Die mittlere Dauer der Schneebedeckung liegt bei etwa 90 Tagen im Jahr.

Im südlich gelegenen Zamość (vgl. Abb. 4) in der Region Roztocze sind die mittleren Jahrestemperaturen mit 7,2 °C geringfügig niedriger und der mittlere Jahresniederschlag mit 584 mm (Station Zamość, N: 50°70' E: 23°25', 1951-1989, www.worldclimate.org, Nov. 2005) etwas höher als um Lublin. Die Temperaturmaxima liegen im Juli bei 30,1 °C und die Temperaturminima im Januar bei -19,4 °C. Sommertage über 25 °C treten im Durchschnitt an 32 bis 37 Tagen, Eistage unter 0 °C im Durchschnitt an 48 bis 56 Tagen im Jahr auf. Die Vegetationszeit liegt bei etwa 205 bis 207 Tagen im Jahr (Kaszewski et al. 2002). Michna und Paczos (1972) geben für Roztocze eine mittlere Dauer der Schneebedeckung von etwa 80 bis 90 Tagen im Jahr an.

Der mittlere Jahresniederschlag für den gesamten Roztocze Höhenrücken liegt mit 710 mm deutlich höher, zeigt jedoch in Abhängigkeit vom Relief und von der Exposition eine starke Variabilität (Bałaga 1998). Durchschnittlich betragen die Niederschlagsmengen bei einem Ereignis 20 bis 30 mm, jedoch kommen bisweilen auch Ereignisse mit über 100 mm Niederschlag in 10 bis 120 Minuten vor (Chomicz 1951).

4.3 Präquartäre Gesteine und Tektonik

Am Westrand des Nałęczów Plateaus ist die für die Region typische präquartäre Schichtenfolge besonders gut aufgeschlossen. Auf silikatisch gebundene, gebankte Schwammkalke (*opoka*) des Oberen Maastricht als typische, marine Sedimente des warmen Kreidemeers folgen glaukonitische Sandsteine (*geza*) des

Danian als Flachwassersedimente einer tertiären Meeresregression. Der durch den hohen Quarzanteil (30 bis 70 %) sehr harte Opoka findet sich als Baumaterial an vielen Gebäuden, insbesondere in Kazimierz Dolny, wieder.

Aufgeschlossen ist auch der, als „harter Grund“ bezeichnete, von erosiven Kräften überformte Bereich der Kreide-Tertiär-Grenze. Er markiert das Massensterben am Ende der Kreide vor etwa 65 Mio. Jahren, welches mit der, auf einen Kometeneinschlag zurückzuführenden, Iridiumanomalie zusammenfällt. Die abnehmende Artenvielfalt und die Verschiebung des Artenspektrums lassen sich in den geologischen Profilen verfolgen.

Der Höhenrücken Roztocze wird durch die NW-SE verlaufenden Hauptbruchlinien und die senkrecht in NE-SW verlaufenden Nebenbruchlinien in zahlreiche Blöcke geteilt (Buraczyński 2002). Die präquartäre Basis wird auch hier überwiegend von bis zu 500 Meter mächtigen Sedimentgesteinen (*opoka* und *geza*) des Oberen Maastricht und des Danian (Krasowska 1976) gebildet. Die darauf folgenden, bis zu 100 Meter mächtigen Riffkalke und Sandsteine des Tertiärs sind aufgrund intensiver Erosion während des Pleistozäns nur lückenhaft erhalten geblieben (Areń 1962, Jaroszewski 1977). Das Tal des Wieprz bildet im mittleren Teil des Roztocze Höhenrückens die Grenze zwischen den östlich anstehenden *opoka* und den westlich anstehenden *geza* (Geologische Karte von Polen, Blatt Tomaszów Lubelski, 1995).

4.4 Quartäre Reliefentwicklung

Das Nałęczów Plateau wurde sowohl von den Vergletscherungen der südpolnischen Vereisung, Sanian 1 und 2 (entspricht Elster I und II), als auch vom Oderstadium der mittelpolnischen Vereisung (entspricht Saale) überformt.

Die Gletschervorstöße der nordpolnischen Vereisung (Weichsel) drangen weniger weit nach Süden vor. Unter periglazialen Bedingungen wurden bereits während des Warthestadials der mittelpolnischen Vereisung und vor allem während der jüngsten, nordpolnischen Weichselvereisung bis zu 30 Meter mächtige Löss abgelagert. Die durchschnittliche Lössbedeckung beträgt im Westen des Nałęczów Plateaus 15 bis 20 Meter und nimmt nach Osten hin ab (Harasimiuk und Henkiel 1975/1976). Der westliche Teil des Plateaus weist durch den steilen Abfall zum Weichseltal eine hohe Reliefenergie (Höhenunterschiede bis über 100 Meter) auf und ist von Kerben und Hohlwegen stark zerschnitten (Maruszczak et al. 1984). Die Summe der Längen der Tiefenlinien der Kerben und Hohlwege im 200 km² großen westlichen Teil des Plateaus beträgt 500 Kilometer (Maruszczak 1973). Jungquartäre Feinsedimente liegen in den Auen.

Der Roztocze Höhenrücken wurde nur von den älteren Vergletscherungen (Sanian 1 und Sanian 2) direkt überformt (Harasimiuk 1980 und 1994, Buraczyński 2002). Bereits während der Oder- und Warthe- und vor allem während der Weichselvereisung wurden unter periglazialen Bedingungen bis zu 20 Meter mächtige Löss abgelagert (Rodzik et al. 2004). Während der Löss den westlichen Teil

des Roztocze Höhenrückens fast durchgehend bedeckt, können im zentralen Teil Gesteine der Oberen Kreide (*opoka* und *geza*) größere Kuppen- und Hangbereiche einnehmen.

Die Höhenunterschiede zwischen den Kuppen und Talböden betragen im Roztocze Höhenrücken bis zu 100 Meter und bedingen eine große Reliefenergie. Zahlreiche Hohlwege und ausgedehnte, verzweigte Kerbensysteme haben sich, oft bis zur präquartären Basis, in den Löss eingeschnitten. Für den Westen des Roztocze Höhenrückens summieren sich die Längen der Tiefenlinien aller Kerbensysteme auf 1.731 Kilometer. Die zerschlungelte Fläche umfasst 34,6 km² (Buraczyński 1989/90).

Typisch für den Roztocze Höhenrücken sind auch Sanddünen und in Senken ausgebildete Niedermoore sowie Feinsedimente in den Auen.

4.5 Böden

Das dominierende Ausgangssubstrat für die Böden des Nałęczów Plateaus und des Roztocze Höhenrückens ist Löss mit einem relativ einheitlichen Korngrößenspektrum von meist über 85 % Schluff und Feinsand (Reijman et al. 1998). Parabraunerde ist dementsprechend der vorherrschende Bodentyp. Typisch ist die Ausbildung eines kompakten B_{t1}-Horizontes über einem gebänderten B_{t2}-Horizont in einer Tiefe von 35 bis 150 cm unter der Geländeoberfläche (Turski 2002).

Nach der Körnungsanalyse für den Landschaftsausschnitt *Doły Podmularskie* besteht der Löss dort zu 80 % aus Schluff, größtenteils Grobschluff (Zamhöfer 2002). Der Tongehalt liegt bei knapp 10 %, der Sandanteil, überwiegend Feinsand, bei 7-9 %. Nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 4 (AG Boden 1994) ist die Bodenart schwach toniger Schluff (Ut₂). Der Löss hat einen Kalkgehalt von 10 %, der sich zu etwa gleichen Anteilen aus Calcit (CaCO₃) und Dolomit (MgCO₃) zusammensetzt.

Die Oberböden meist mäßig bis schwach sauer (pH 5,0 bis 5,5) und die Bodenprofile in der Regel bis zu einer Tiefe von 1,90 Meter unter der Geländeoberfläche entkalkt (Turski 2002). Die landwirtschaftlich genutzten Böden weisen häufig einen höheren pH-Wert auf. Ursachen sind partielle Kalkung und vor allem die durch Erosion und Bodenbearbeitung stattfindende Vermischung des Pflughorizontes mit tiefer liegenden, kalkhaltigen Substraten (Klimowicz und Uziak 1993, Rejmann et al. 1998). Bei sehr stark erodierten Böden kann der pH-Wert dadurch auf über 6,5 ansteigen (Rejmann et al. 1998). Nicht erodierte Böden haben einen Humusgehalt im Oberboden von 20,0 g kg⁻¹, bei stark erodierten Böden sinkt der Humusgehalt auf 15 g kg⁻¹ (Rejman et al. 1998).

Die für Parabraunerde typische Bodenstruktur mit gut ausgebildeten Mikroaggregaten und hohem Mittelporenanteil verschiebt sich durch die landwirtschaftliche Nutzung in Richtung Trümmer- und Bruchstruktur mit wenig beständigen Aggregaten (Turski et al. 1993).

4.6 Entwässerung

Für den westlichen Teil des Lubliner Hochlandes wird ein Abflusskoeffizient von 21,7 % (Michalczyk und Wilgat 1998) angegeben. Der maximale Gebietsabfluss liegt bei $4 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Michalczyk 1986) und findet überwiegend nach der Schneeschmelze im Frühjahr statt.

Die 33,4 Kilometer lange Bystra entspringt südöstlich von Nałęczów und entwässert den westlichen Teil des Nałęczów Plateaus nordöstlich von Kazimierz Dolny direkt in die Weichsel. Ihr Einzugsgebiet ist 363 km^2 groß. Aufgrund des fast 100 Meter hohen Reliefsprungs von der Hochfläche (ca. 230 Meter ü. d. M.) zum Weichseltal (ca. 140 Meter ü. d. M.) hat die Bystra ein mittleres Gefälle von 2,8 ‰. Der mittlere Abfluss an der Mündung in die Weichsel beträgt $1,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Michalczyk und Wilgat 1998). Nach Starkniederschlägen kann der Abfluss innerhalb weniger Stunden auf ein Vielfaches ansteigen. An der Mündung des nur drei Kilometer langen Flüsschens Grodarz (Einzugsgebiet 29 km^2) bei Kazimierz Dolny in die Weichsel wurde während eines sommerlichen Starkniederschlags im Juni 1981 ein Abfluss von $37 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ gemessen (Gardziel et al. 1996).

Der zentrale Fluss des Lubliner Hochlandes, der Wieprz, entspringt östlich von Krasnobród im Zentrum des Roztocze Höhenrückens und durchfließt diesen von Südost nach Nordwest. Bei Szczebrzeszyn hat der Wieprz bei einer Länge von 50 Kilometer ein Einzugsgebiet von $516,6 \text{ km}^2$. Der mittlere Abfluss bei Zwierzyniec beträgt $2,06 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, weitere Abflusskennwerte sind in Tab. 1 angegeben. Der mittlere Gebietsabfluss wird für den Roztocze Höhenrücken mit $5,8 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ angegeben und findet überwiegend nach der Schneeschmelze im Frühjahr statt (Michalczyk und Kowalczuk 2002).

	HQ	NHQ	MQ	MNQ	NQ
Abfluss $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$	28,7	7,90	2,06	1,06	0,40

Tab. 1: Abflusskennwerte des Wieprz bei Zwierzyniec (1991-1995) nach Michalczyk und Kowalczuk (2002).

Eine Besonderheit des Roztocze Höhenrückens sind die über 280 verzeichneten Quellen. Der Niederschlag versickert auf den Höhen im kluffreiechen präquartären Untergrund und tritt an den Talrändern auf weniger durchlässigen Schichten aus. Für den mittleren Teil des Roztocze Höhenrückens wird eine Zahl von 84 Quellen angegeben, d. h. im Schnitt schüttet eine Quelle auf $11,8 \text{ km}^2$ (Michalczyk und Kowalczuk 2002).

4.7 Vegetation und Landnutzung

Das Nałęczów Plateau wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Der Waldanteil liegt bei unter 20 %. Der Wald bedeckt vorrangig die Kerben, die Umgebung der Hohlwege und die feuchten Auen. Es dominieren Mischwälder, vor allem Linden-Hainbuchen-Wälder (*Tilio-Carpinetum*), und auf trockenen Hochflächen Kiefern-

wälder. Eine Besonderheit sind steppenähnliche Pflanzengesellschaften, die auf süd- oder südwestexponierten, trockenen Löss- und Kalkstandorten vorkommen, sowie die mit über 60 % der vorkommenden Arten vertretenen Kulturfolger (Kucharczyk 1992).

Auf der Hochfläche werden Getreide, Zuckerrüben, Raps und Kartoffeln angebaut. Typisch für das Lubliner Hochland und auch das Nałęczów Plateau sind außerdem der Obst- (Äpfel, Kirschen, Birnen, Pflaumen) und der Beerenanbau (Johannisbeeren, Himbeeren, Stachelbeeren) sowie der Anbau von Heilkräutern und Hopfen. Die Flur ist in kleine Parzellen aufgeteilt, die zum überwiegenden Teil von kleinbäuerlichen Betrieben bewirtschaftet werden. Die Anlage der Felder ist in erster Linie von den Besitzverhältnissen und Wegeverläufen abhängig. Die Topographie spielt eine untergeordnete Rolle.

Der mittlere Roztocze Höhenrücken zeichnet sich aufgrund der engräumig wechselnden geologischen und landschaftlichen Gegebenheiten durch eine vielfältige Flora aus. In den ausgedehnten Wäldern des Roztocze Höhenrückens erreichen viele typische mitteleuropäische Arten ihre nordöstlichsten, zusammenhängenden Bestände, darunter *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Ulmus glabra*, *Ulmus laevis*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia platyphyllos* und *Taxus baccata* (Bałaga 1998). Östlich des Roztocze Höhenrückens sind Klima- und Niederschlagsbedingungen bereits für diese Arten zu kontinental geprägt. Die mittleren Hanglagen werden von Tannenwäldern (*Abietetum polonicum*), die oberen Hänge und Kuppen von Buchenwäldern (*Dentario glandulose-Fagetum*) und die Hochflächen von Eichen- und Hainbuchenwäldern (*Quercus robur-Pinetum*, *Tilio-Carpinetum*, *Potentillo albae-Quercetum*) dominiert (Izdebski 2002). Auf sandigen Dünenstandorten sind trockene Kiefernwälder (*Leucobryo-Pinetum*) und am Rande der Moore feuchte Kiefernwälder (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*, *Molinio-Pinetum*) typisch. In den Auen und Senken sind Wiesengesellschaften mit Erlen- (*Circaeo-Alnetum*, *Ribo nigri-Alnetum*) und etwas höher gelegenen Eichenwäldern (*Quercus-Piceetum*) vergesellschaftet (Bałaga 1998). Die Waldbedeckung im mittleren Teil des Roztocze Höhenrückens erreicht bis zu 60 %. Innerhalb des 1974 gegründeten Roztocze Nationalparks und der angrenzenden Landschaftsschutzparks unterliegen viele ehemals landwirtschaftlich genutzte Flächen der Sukzession oder sie werden gezielt aufgeforstet. Im 8.481,76 ha großen Nationalpark beträgt der Waldanteil 93 % (Izdebski 2002).

Vor allem der mittlere Teil des Roztocze Höhenrückens ist durch eine Langstreifenflur geprägt. In den Dörfern reihen sich entlang der Straße bunt gestrichene Häuser. Häufig sind dies noch traditionelle Blockholzhäuser. Die früher üblichen Strohdächer sind heute größtenteils durch Blechdächer ersetzt worden. Die zum jeweiligen Grundstück gehörenden Flurstücke ziehen sich hinter den Häusern manchmal kilometerlang durch die Landschaft. Die parallelen Felder ergeben aufgrund der unterschiedlichen Feldfrüchte und Wachstumsstadien ein charakteristisches, streifenförmiges Landschaftsbild. Neben typischen Feldfrüchten, wie Getreide, Zuckerrüben, Raps und Kartoffeln, werden auch Sonderkulturen wie Tabak und Bohnen angebaut. Kleine Hütten zum Trocknen der Tabakblätter stehen häufig entlang der

Straßen und prägen das Landschaftsbild genauso wie zahlreiche, mit Blumen und Bändern geschmückte Feldkreuze und Marienbildnisse. Die Feld- und Waldarbeit wird von kleinen Betrieben häufig noch mit Pferdegespannen ausgeführt und das Getreide zum Teil noch von Hand gesät.

5 Untersuchungsgebiet Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny, Nałęczów Plateau

5.1 Lage

Das fünf km² große Kerbensystem Doły Podmularskie (N: 51°19'10"; E: 21°58'45") liegt zwei Kilometer östlich der kleinen Stadt Kazimierz Dolny im Landschaftsschutzpark Kazimierz (vgl. Abb. 5). Dieser ist Teil des von 15 bis 20 Meter mächtigem Löss bedeckten Nałęczów Plateaus im westlichen Lubliner Hochland. An der kleinen Ortsverbindungsstraße im Grodarztal von Kazimierz Dolny nach Wylągi führen am Ende des Ortsteils Doły zwei Hohlwege in das Gebiet Góry Drugie. Vom westlichen der beiden Hohlwege zweigt nach etwa 150 Metern die Hauptkerbe ab (vgl. Abb. 6).

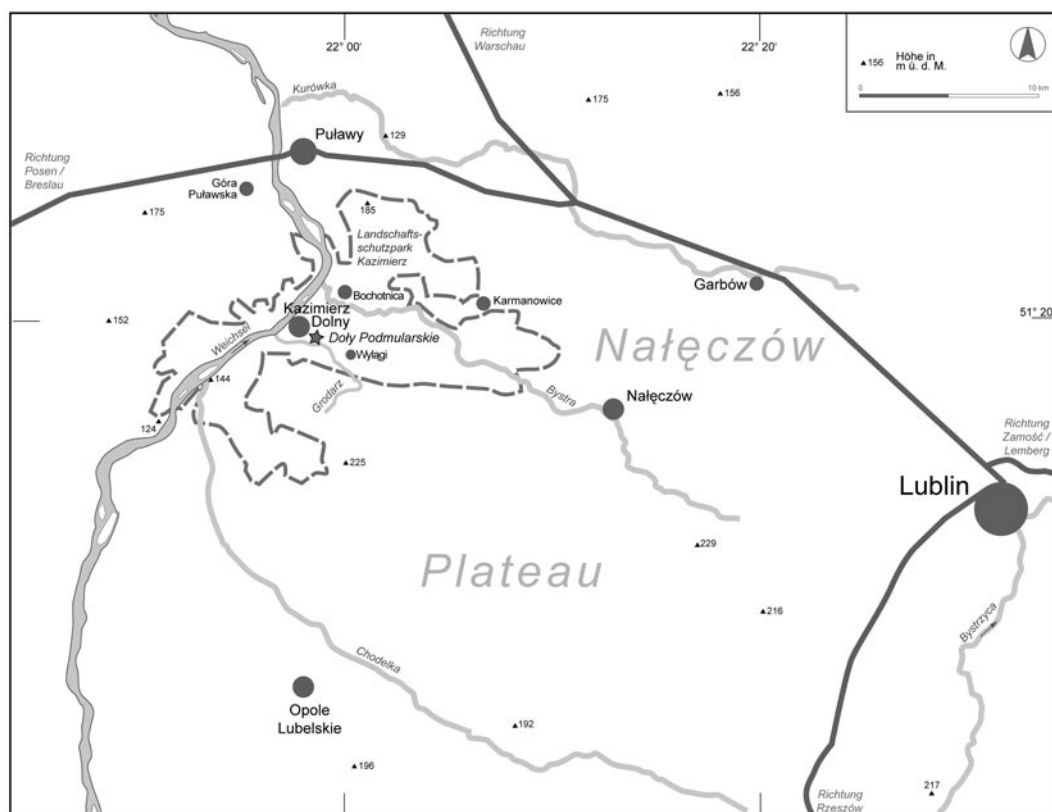


Abb. 5: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny.

Das in nord-südlicher Richtung 920 Meter lange und in ost-westlicher Richtung 540 Meter breite Kerbensystem verzweigt sich in mehrere kleinere und größere Seitenkerben. Die Summe der Tiefenlinien aller Kerben in diesem System beträgt drei Kilometer. Die Kerben sind überwiegend mit Hainbuche (*Carpinus betula*), untergeordnet mit Eiche (*Quercus robur*), Ahorn (*Acer ssp.*) und Birke (*Betula ssp.*) bewachsen. Auf den angrenzenden Feldern werden unter anderem Johannisbeeren und Pflaumen kultiviert. Einige Flurstücke sind brach gefallen oder mit jungem Wald (Hasel, Birke) bestanden (Stand: September 2001, Zamhöfer 2002).

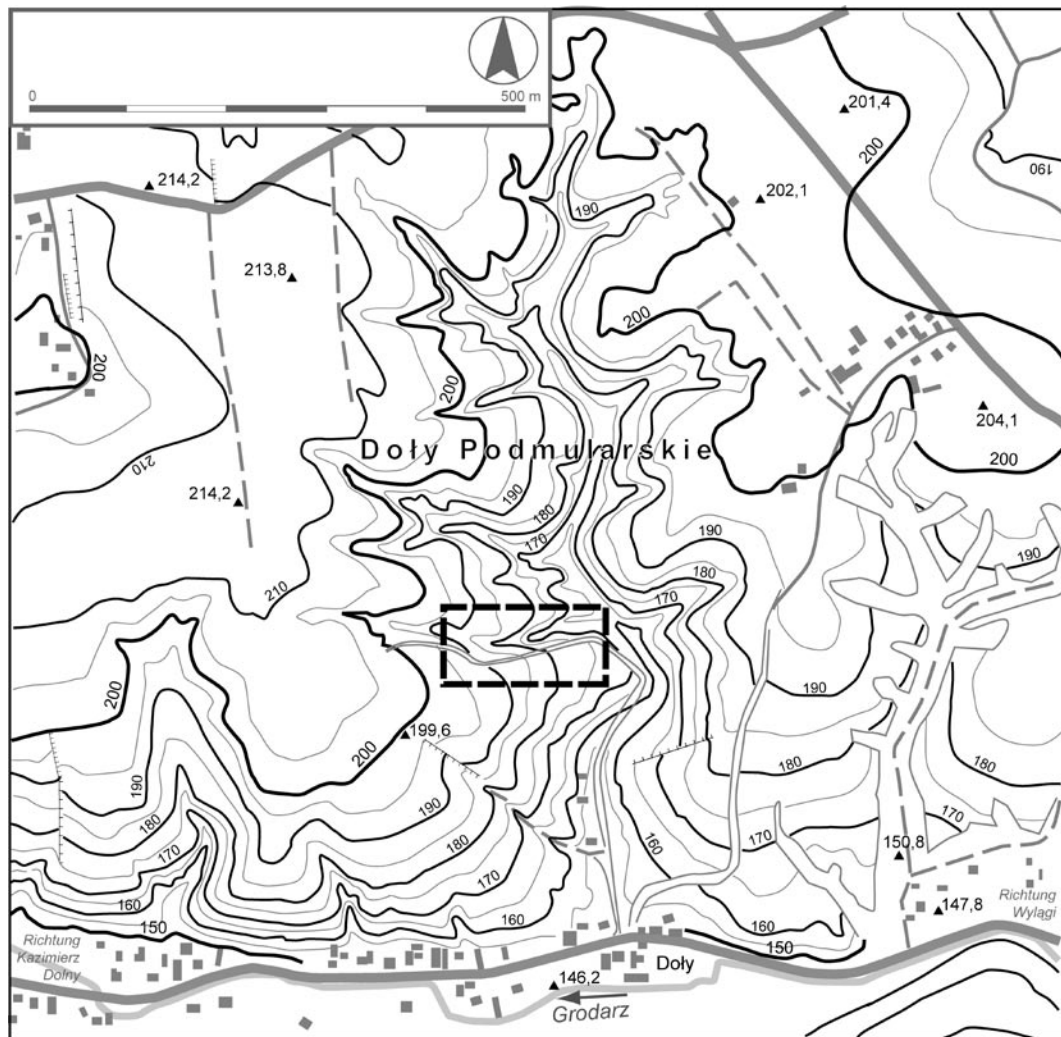


Abb. 6: Lageplan des Kerbensystems Dolý Podmularskie bei Kazimierz Dolny.

Die untersuchte Seitenkerbe verläuft von West nach Ost unmittelbar parallel zum Hohlweg (vgl. Abb. 6). Ihr Teileinzugsgebiet umfasst ca. 0,35 km². Die Kerbe ist 335 Meter lang und bis zu 30 Meter breit. Die Hangneigungen betragen etwa 40 bis 45° und der Talboden ist 15 bis 25 Meter tief eingeschnitten. Der Kerbenquerschnitt ist oft V-förmig; einige Kerben besitzen flache Böden. Entlang der Tiefenlinie sind mehrere Kerbensprünge und an den Hängen mehrere Rutschungen ausgebildet. Am Hauptkerbensprung sind Sedimente mit einer Gesamtmächtigkeit von 3,8 Metern aufgeschlossen (Schmitt et al. 2004 und 2005).

5.2 Landnutzungswandel

Die Ergebnisse der archäologischen Forschungen für den Zeitraum bis zur Völkerwanderungszeit fasst Banasiewicz-Szykuła (2000) für das westliche Nałęczów Plateau zusammen. Maruszczak (1950, 1988) untersucht mit geographisch-historischen Methoden die Bevölkerungsentwicklung und Landnutzung für den alten Lubliner Verwaltungsbezirk seit dem Mittelalter. Eine umfassende Chronik der Geschichte von Kazimierz Dolny liefert Teodorowicz-Czerepińska (1981).

Phasen intensiver landwirtschaftlicher Nutzung können für die Gegend um Kazimierz Dolny für die Zeit der *Trichterbecher-Kultur* (ab 3.000 v. Chr.) im Neolithikum (Nogaj-Chachaj 1991), der *Trzcieniecka-Kultur* (1.700/1.600 bis etwa 1.300 v. Chr.) in der Bronzezeit (Banasiewicz-Szykuła 2000), mit dem Bevölkerungszuwachs im späten Mittelalter (Maruszczak 1988), für die Blütezeit von Kazimierz Dolny durch den Getreidehandel im 16./17. Jh. (Teodorowicz-Czerepińska 1981) und für den Anfang des 20. Jh. (großer Bevölkerungszuwachs, Erster Weltkrieg und Weltwirtschaftskrise) angenommen werden.

5.2.1 Jüngerer Paläo- und Mesolithikum

Die ältesten Spuren menschlicher Aktivitäten aus der Umgebung von Kazimierz Dolny wurden in der Nähe der Ortschaft Góra Puławska gefunden. Sie stammen aus der frühen Altsteinzeit um etwa 30.000 v. Chr. (Banasiewicz-Szykuła 2000, Kowalczyk 2001). Mit der Erwärmung des Klimas entwickelten sich in ganz Mitteleuropa im Atlantikum (6.000 – 3.200 v. Chr.) ausgedehnte Laubmischwälder mit der Eiche (*Quercus robur*) als dominierende Baumart (Speier 1998).

5.2.2 Neolithikum (4.500 bis 2.400 v. Chr.)

Mit dem Beginn des Ackerbaus und der Weidewirtschaft wurde der Mensch zu einem wichtigen Faktor der Landschaftsdynamik. Die fortschreitenden Rodungen der Waldvegetation beendeten die Phase geomorphodynamischer Stabilität und es begann eine, durch den Menschen ermöglichte, geomorphodynamische Teil-Aktivitätsphase (Bork 1983, 1988 und 1989, Maruszczak 1983). Für die Lössflächen östlich von Krakau sind bei Pleszów an der Weichsel Spuren der durch Ackerbau ermöglichten Bodenerosion bereits für 4.500 bis 4.000 v. Chr. nachgewiesen (Wasylikowa et al. 1985).

In der Jungsteinzeit ab 4.500 v. Chr. wanderten Bevölkerungsgruppen entlang des Weichseltales in das Gebiet um das heutige Kazimierz Dolny ein. Die Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung ist ab etwa 3.500 v. Chr. durch *bandkeramische* Siedlungsspuren belegt (Banasiewicz-Szykuła 2000).

Im Bereich des Nałęczów Plateaus breiteten sich die Besiedlung und die ackerbauliche Nutzung vermutlich erst mit der Kulturstufe der *Lubliner-Wolhynischen bemalten Keramik* und der sich anschließenden *Trichterbecher-Kultur* (ab 3.000 v. Chr.) auf die fruchtbaren Lösshochflächen aus.

Die ab 2.500 v. Chr. sich entwickelnde *Kugelamphoren*-Kultur und die sich anschließende *Schnurkeramik*-Kultur betrieben hauptsächlich Weidewirtschaft. Von diesen beiden Kulturen finden sich im westlichen Teil des Lubliner Hochlandes im Gegensatz zur *Trichterbecher*-Kultur nur wenige Spuren (Banasiewicz-Szykuła 2000).

Insgesamt sind auf dem Nałęczów Plateau innerhalb einer Fläche von 625 km² bisher nahezu 2.500 neolithische Fundstätten der *Bandkeramik*-, *Lengyel*-, *Tisza*-, *Trichterbecher*- und *Kugelamphoren*-Kultur bekannt. Die Siedlungen und Gräber der *Trichterbecher*-Kultur sind im westlichen Teil des Nałęczów Plateaus besonders zahlreich vertreten (Gurba 1960, Nogaj-Chachaj 1991).

5.2.3 Bronzezeit (2.400 bis 700 v. Chr.), Eisenzeit und Römische Kaiserzeit (700 v. Chr. bis 200/300 n. Chr.)

Die *Mierzanowicka*-Kultur (2.400-2.100 v. Chr.) markiert im Lubliner Hochland den Beginn der Bronzezeit (Banasiewicz-Szykuła 2000).

Für die Bronzezeit sind für das Nałęczów Plateau und die unmittelbare Umgebung von Kazimierz Dolny zahlreiche Siedlungsreste der *Trzciniecka*-Kultur (1.700/1.600 bis etwa 1.300 v. Chr.) und Siedlungen und Gräber der *Lausitzer/Lużycka*-Kultur (1.300 v. Chr. bis etwa 300 v. Chr.) nachgewiesen. Pollenanalytische Untersuchungen zeigen einen starken Anstieg von Adlerfarnpollen in der Mitte des Subboreals. Adlerfarn ist ein Kulturfolger, der typischerweise Brandrodungsflächen besiedelt (Banasiewicz-Szykuła 2000).

Gegen Ende der Frühen Eisenzeit wanderte aus dem Norden die hauptsächlich Weidewirtschaft betreibende *Pommersche/Pomorska*-Kultur in die Region ein. Sie ist bis ca. 150 v. Chr. in der Umgebung von Kazimierz Dolny in Form von Siedlungen und Gräbern nachgewiesen (Banasiewicz-Szykuła 2000).

Ab 300/200 v. Chr. breitete sich die keltische *Latene*-Kultur bis nach Polen aus. Sie begünstigte technische Fortschritte in Landwirtschaft und Handwerk: Die Pflüge bekamen Metallhaken, Getreide und Gras wurden mit Metallsicheln geschnitten, Eisenverarbeitung, Glasherstellung, Weberei und Töpferei entwickelten sich weiter. Die *Przeworska*-Kultur wanderte gegen 200 n. Chr. nach Süden ab und wurde von der *Wilbarska*-Kultur (bis Ende des 5. Jh. n. Chr.) abgelöst. Mit den römischen Provinzen fand ein intensiver Austausch und Handel statt (Banasiewicz-Szykuła 2000).

5.2.4 Völkerwanderungszeit (300/400 n. Chr. bis 600 n. Chr.)

Die Invasion der Hunnen führte nach 350 n. Chr. zu einem starken Rückgang der Bevölkerung und damit auch der landwirtschaftlichen Nutzung. Am Ende der Völkerwanderungszeit, ab etwa 550 n. Chr., besiedelten slawische Stämme aus dem Dnieprgebiet die Region (Banasiewicz-Szykuła 2000).

5.2.5 Mittelalter (600 n. Chr. bis 1.450 n. Chr.)

Die Wiederbesiedlung des Nałęczów Plateaus erfolgte im 9. bis 10. Jh. mit der Entwicklung des polnischen Piasten-Reiches. Die durch die landwirtschaftliche Nutzung des Gebietes seit dem 9. Jh. stattfindende Bodenerosion spiegelt sich auch in den Sedimenten des Bystra-Tales wieder. Mehrere Meter mächtige, schluffig-sandige Sedimente überlagern Torfe, die in die Zeit um 820 n. Chr. datiert wurden (Superson et al. 2003).

Eine in der Nähe der Grodarzmündung in die Weichsel gelegene Furt begünstigte die Entwicklung dieses Standortes als Siedlungs- und Handelszentrum (Dobrowolska 1961). Für die Zeit um 1.000 n. Chr. nimmt Maruszczak (1988) für die Region Lublin bei einem Waldbedeckungsgrad von etwa 85 % eine mittlere Bevölkerungsdichte von ein bis zwei Einwohnern pro km² an. Im 12. Jh. wurde die Umgebung von Kazimierz Dolny wohl bereits intensiv landwirtschaftlich genutzt. Aus dieser Zeit stammt ein gemauerter Turm, der zu einer hölzernen Burg gehörte (Wójciokowski in Pidek et al. 2002).

Im Jahr 1181 wird eine an der Grodarzmündung gelegene Siedlung unter dem Namen Wietrzna Gora erstmals schriftlich erwähnt. Der Name Kazimierz Dolny wird erstmals 1249 in schriftlichen Quellen genannt, jedoch sind Verwüstungen des Ortes durch mittelasiatische Völker aus dem Jahre 1241 überliefert (Teodorowicz-Czerepińska 1981). Mit der Ausweitung der mittelalterlichen Siedlungen und der Landnutzung nahm die Bevölkerungsdichte in der Region Lublin um 1340 auf vier bis fünf Einwohner pro km² zu und der Waldbedeckungsgrad auf etwa 75 % ab. Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Region Lublin stieg auf 18,5 % (Maruszczak 1988). Zu den Auswirkungen der Pestpandemie 1348-50 finden sich in der von Teodorowicz-Czerepińska (1981) veröffentlichten Stadtgeschichte von Kazimierz Dolny keine Angaben.

Mitte des 14. Jh. eröffnete Kazimierz der Große (1322-1370) die erste offizielle Handelsroute durch das günstig an der Weichsel gelegene Kazimierz Dolny. Er ließ eine steinerne Burg und eine Kirche errichten (Wójciokowski in Pidek et al. 2002). Bereits im 7. Jh. führte ein Handelsweg von Pommern über Kazimierz Dolny nach Russland. Von Wrocław (Breslau) und Poznań (Posen) aus führte die West-Ost-Route über Lublin bis nach Lwow (Lemberg) und Russland (Teodorowicz-Czerepińska 1981). Aus Klempolen wurden auf der Weichsel Holz, Teer, Pottasche, Salz und Getreide nach Danzig und von dort Heringe, Wein und Gewürze geschifft. Kazimierz entwickelte sich zu einem Umlade- und Handelszentrum (Kowalczyk 2001). Vom 14. bis zum 16. Jh. kam es auf dem Nałęczów Plateau zu intensiven Rodungen (Superson et al. 2003).

5.2.6 Neuzeit (ab 1450 n. Chr.)

Im 15. und 16. Jh. weiteten sich der Getreideanbau und der Getreideexport in der Region um Kazimierz Dolny stark aus. In der ersten Hälfte des 16. Jh. wurden in Kazimierz Dolny die ersten Getreidespeicher errichtet. Während der Blütezeit

der Stadt, die bis Mitte des 17. Jh. dauerte, erhöhte sich ihre Zahl auf sechzig Bauwerke. Die Getreidespeicher haben massive Steinfundamente, meist aus dem vor Ort gewonnenen, harten *opoka*, und eine reich geschmückte Fassade. 1570 genehmigte König Zygmunt August den Bau zweier Mühlen (Teodorowicz-Czerepińska 1981). Aus Kazimierz Dolny wurden Getreide und Holz über Danzig nach Westeuropa verschifft. Die Stadt entwickelte sich zu einem internationalen Handelszentrum im Stil der Renaissance. Der italienische, französische, englische, deutsche und schwedische Ursprung vieler Familiennamen in der Umgebung von Kazimierz Dolny zeugt noch heute von dieser Entwicklung (Wójciokowski in Pidek et al. 2002).

Maruszczak (1988) geht für das Jahr 1580 für die Region Lublin von einem Bewaldungsgrad von unter 50 % bei einer mittleren Bevölkerungsdichte von 13 bis 14 Einwohnern pro km² aus. Die Bevölkerung in Kazimierz Dolny wuchs von 300 Einwohnern im Jahre 1531 auf 2.500 im Jahre 1627 (Teodorowicz-Czerepińska 1981).

Durch Kriege (Schwedischer Krieg 1630 bis 1635, Kosakeneinfall 1657, Schwedeneinfall 1707) sowie Pest- und Pockenepidemien (1623, 1625, 1630, 1634, 1641 und 1643) fiel die Zahl der Einwohner auf 917 im Jahre 1662 (Teodorowicz-Czerepińska 1981). Der Ausbruch der Pest im Jahre 1625 forderte allein 1.300 Opfer (Teodorowicz-Czerepińska 1981). Der Getreidehandel brach in den Kriegswirren zusammen. Der Hafen von Kazimierz Dolny verlor außerdem durch die natürliche Verlagerung der Weichsel seine günstige Lage (Kowalczyk 2001). Die Weichsel büßte nach den polnischen Teilungen ihre Bedeutung als zentrale Handelsroute ein (Wójciokowski in Pidek et al. 2002).

Aus der ersten Hälfte des 17. Jh. sind zwei extreme Niederschlagsereignisse überliefert. Für das 1633 wird von einem Starkregen berichtet, der „in gewaltigem Ausmaß aus der Höhe auf die Speicher fiel“ (Teodorowicz-Czerepińska 1981). Die enormen Auswirkungen eines nur wenige Minuten andauernden Starkniederschlags am 20. Mai 1644 sind detailliert in Form eines vertonten Gedichtes wiedergegeben, welches am 23. Mai 1991 in der Lubliner Tageszeitung (Montusiewicz 1991) erneut veröffentlicht wurde. Die Wassermassen zerstörten Gebäude und Brücken und der Text beschreibt das Einreißen von Kerben: „*wo früher hohe Berge waren, dort sind jetzt tiefe Täler*“, in Polnisch „*gdzie były góry wysokie, tam teraz doły głębokie*“ (Zamhöfer 2002).

5.2.7 18. Jh. bis 1945

Im 18. und 19. Jh. hemmten die Teilungen Polens die Entwicklung. Nach der dritten Teilung, ursprünglich unter der Herrschaft Österreich-Ungarns, wurde Kazimierz Dolny 1815 Kongresspolen angeschlossen. 1869 verlor es seine Stadtrechte (Kowalczyk 2001).

Die Bedeutung des Getreideanbaus nahm seit dem 18. Jh. ab und viele Betriebe spezialisierten sich auf den Anbau von Sonderkulturen, vor allem auf den Obstanbau.

Der Niedergang im Anbau und Handel des Getreides drückte sich auch im Verfall und im Leerstand der Getreidespeicher aus. Während 1792 noch 16 Speicher als genutzt aufgeführt wurden, standen 1836 bereits zwölf der registrierten 18 Speicher leer und 1861 wurden noch ganze sechs Speicher überhaupt genannt (Teodorowicz-Czerepińska 1981).

Zwischen 1836 und dem Beginn des Zweiten Weltkrieges 1939 nahm die Bevölkerung in Kazimierz Dolny stetig zu. Von den über 2.600 Einwohnern waren im Jahr 1861 mehr als die Hälfte jüdischer Abstammung (Teodorowicz-Czerepińska 1981).

Der Bevölkerungsanstieg zeigte sich auch in der stärker werdenden Flurzerteilung und der damit verbundenen zunehmenden Anzahl von Feldwegen (Gardziel et al. 1996). Für die Region Lublin gibt Maruszczak (1988) für das Jahr 1824 eine Bevölkerungsdichte von 25 Einwohnern pro km² bei einem Bewaldungsgrad von 36 % an. Zwischen 1830 und 1930 nahm der Waldanteil auf dem Nałęczów Plateau um bis zu 75 bis 100 % ab (Maruszczak 1950). Für das Gebiet um Kazimierz Dolny gibt Maruszczak (1950) einen Waldbedeckungsgrad für 1830 von 12 bis 18 % an. Ein 1830 noch verzeichnetes Waldstück unmittelbar südlich von Kazimierz Dolny ist auf der Übersichtskarte von 1890 verschwunden. Um 1930 ging der Waldbedeckungsgrad unmittelbar um Kazimierz Dolny auf 5 bis 8 % zurück. Janicki et al. (2002) gehen von einer Erhöhung der Bodenerosionsraten im 19. Jh. durch den Anbau neuer Kulturpflanzen (Kartoffeln, Zuckerrüben), einer veränderten Fruchtfolge und neuen Geräten zur Bodenbearbeitung aus.

Zu Beginn des 20. Jh. war der Landnutzungsdruck besonders groß. Die Umgebung von Kazimierz Dolny war fast komplett entwaldet und die verbleibenden Wälder in den Kerben und an steilen Hängen wurden intensiv genutzt. Die heutige kleinteilige Flurstruktur ist auf die Zerteilung größerer Felder und die Landreform in der ersten Hälfte des 20. Jh. zurückzuführen (Janicki et al. 2002).

Gleichzeitig erlebte die Stadt eine Blüte durch den Tourismus. Bereits seit dem Ende des 18. Jh. wurde Kazimierz Dolny zunehmend bei Künstlern und Intellektuellen beliebt. Um 1880 eröffnete das erste Hotel der Stadt. Auf den Hügeln am Stadtrand entstanden Villen und Pensionen. 1925 wurde der Verein der Freunde von Kazimierz gegründet und 1927 erhielt Kazimierz Dolny das Stadtrecht zurück (Kowalczyk 2001).

Durch den Zweiten Weltkrieg und die deutsche Besatzung verloren über die Hälfte der 1939 registrierten 4.600 Einwohner von Kazimierz Dolny ihr Leben (Teodorowicz-Czerepińska 1981). Fast die gesamte jüdische Bevölkerung wurde von den Nationalsozialisten ermordet (Kowalczyk 2001).

5.2.8 1945 bis heute

Nach dem Krieg wurde Kazimierz Dolny als Kultur- und Tourismuszentrum wieder aufgebaut und 1979 der Landschaftsschutzpark Kazimierz gegründet. Das

15.000 ha große Gebiet ist von einer 24.000 ha großen Schutzzone umgeben und umfasst auf engem Raum eine Vielfalt an Lebensräumen: das weite Durchbruchstal der Weichsel mit Sand- und Kiesinseln und feuchten Weidengebüschen, die steilen und trockenen Kalksteinhänge am Rande der von Kerben zerschnittenen Lösshochfläche, Sanddünen und feuchte Auen (Kowalczyk 2001).

Der Waldanteil ist im Landschaftsschutzpark mit unter 20 % sehr gering. Maruszczak (1988) gibt für 1980 eine Bevölkerungsdichte von 117 Einwohnern pro km² für die Region Lublin bei einem Bewaldungsgrad von 20,5 % an.

Über Hohlwege und Kerbensysteme wird bei Starkniederschlägen der Abfluss rasch zusammengeführt. Die mitgeführten Sedimente aus dem Grodarztal erreichen zum Teil das Zentrum von Kazimierz Dolny (Abb. 7). Nach einem Starkregenereignis am 24. Juni 1981, bei dem innerhalb von 70 Minuten über 100 mm Regen fallen, standen die Keller der Stadt unter Wasser und der Marktplatz sowie zahlreiche Straßen waren mit Schlamm bedeckt (Rodzik in Pidek et al. 2002). Die Stadt erhält zum Schutz vor den Schlamm- und Wassermassen in den 1980er Jahren einen massiven Flutkanal (Abb. 8).



Abb. 7: Schlamm im Zentrum von Kazimierz Dolny, 26.04.1976 (Muzeum Przyrodnicze, Nr. 3792).



Abb. 8: Flutkanal der Grodarz in Kazimierz Dolny.

Nach Gardziel et al. (1996) haben sich bei dem Ereignis am 24. Juni 1981 in einem 0,52 km² großen Gebiet neue Erosionsformen mit einer Gesamtlänge von 2.650 Meter entwickelt. Außergewöhnlich ist die ebenfalls von Gardziel et al. (1996) beschriebene erosive Wirkung einer starken Schneeschmelze im Frühjahr 1996, die, anders als sonst üblich, nicht nur in Hohlwegen zu einer verstärkten Erosionsdynamik geführt hat.

Maruszczak et al. (1984) messen im Zeitraum von 1977 bis 1980 einen mittleren jährlichen Sedimenttransport im unteren Einzugsgebiet der Grodarz von 25,6 t km⁻² in Suspension und 39,1 t km⁻² in Lösung. Durch ein extremes Ereignis wie 1981 erhöht sich der Wert der suspendierten Sedimentfracht auf 30 bis 40 t km⁻². Sie schätzen, dass die stark von Erosion betroffenen Hänge des Einzugsgebietes jährlich im Mittel um einen Millimeter tiefer gelegt werden.

	Kulturstufe	dominierende Wirtschaftsform
Paläo- und Mesolithikum	Magdalenien-Kultur	Sammeln und Jagen
	Komornicki- und Janisławicki- Kultur	
Neolithikum (ab etwa 4.500 v. Chr.)	Bandkeramik-Kultur	Brandrodung und Weidewirtschaft
	Lubliner-Wolhynische bemalte Keramik	
	Trichterbecher-Kultur	
Spätneolithikum bis Frühbronzezeit	Kugelamphoren-Kultur	Übergang von der halbnomadischen Weidewirtschaft zum sesshaften Ackerbau
	Schnurkeramik-Kultur	
Bronzezeit (ab etwa 2.400 v. Chr.)	Mierzanowice-Kultur	Ackerbau
	Trzcyniecka-Kultur	
Eisenzeit (ab etwa 700 v. Chr.)	Lausitzer/Łużycka-Kultur	Ackerbau
	Pommersche/Pomorska-Kultur	Weidewirtschaft
Römische Kaiserzeit (bis etwa 300 n. Chr.)	Latene-Kultur	Ackerbau
	Przeworska-Kultur	
	Wilbarska-Kultur	
Völkerwanderungszeit (bis etwa 600 n. Chr.)	Hunneneinfälle starker Bevölkerungsrückgang	
	ab 600 n. Chr. Einwanderung slawischer Stämme	

Abb. 9: Überblick über die Kulturstufen in den Untersuchungsgebieten bis zur Völkerwanderungszeit (vgl. Kap. 5 und Kap. 6).

6 Untersuchungsgebiete Guciów Gully und Jedliczny Dół, mittlerer Roztocze Höhenrücken (Tomaszów Roztocze)

6.1 Lage

Im mittleren Roztocze Höhenrücken wurden zwei Gebiete am Rande des Wieprztales untersucht: Das Kerbensystem Guciów Gully neun Kilometer südöstlich und das Kerbensystem Jedliczny Dół vier Kilometer nördlich der kleinen Stadt Zwierzyniec (vgl. Abb. 10). Bis zu zwölf Meter mächtige Lössе, hauptsächlich aus der Zeit der Weichselvereisung, überlagern die Sedimente der Oberen Kreide (*geza, opoka, Mergel*) (Maruszczak 1995 in Maruszczak 1998). Auf dem mittleren Roztocze Höhenrücken summieren sich auf einer Fläche von 100 km² die Tiefenlinien aller Kerbensysteme auf 400 Kilometer Gesamtlänge; sie bedecken in Teilbereichen bis zu 20 % der Oberfläche (Rodzik et al. 2004).

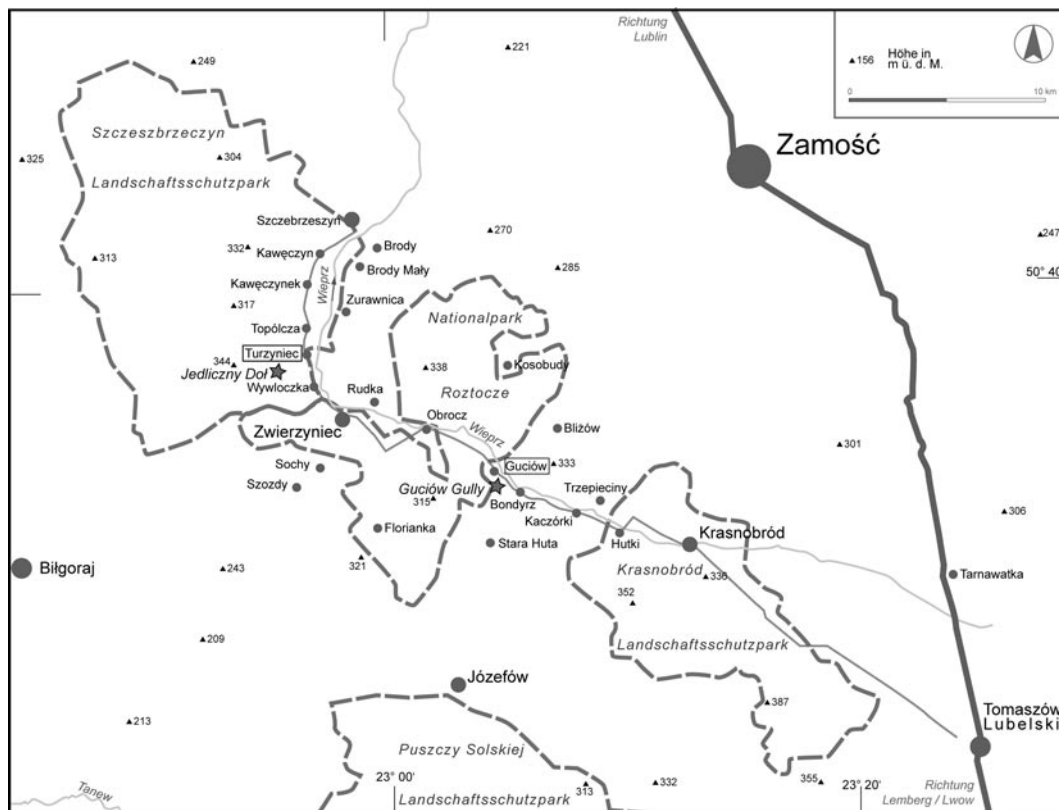


Abb. 10: Übersichtskarte der Untersuchungsgebiete Guciów Gully und Jedliczny Dół im mittleren Roztocze Höhenrücken.

Das 0,3 km² große Kerbensystem Guciów Gully (N: 50°34'38"; E: 23°04'42,5") liegt südwestlich der Straße zwischen Bondyryz und Guciów (vgl. Abb. 11) am Rande des Roztocze Nationalparks. Ein Feldweg rechts neben einem weißen Kreuz führt direkt in die bewaldete Hauptkerbe. Im Wald dominieren Tanne (*Abies alba*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*). Nach etwa 300 Metern teilt sich die Hauptkerbe in zwei, ebenfalls jeweils etwa 300 Meter lange, Hauptseitenkerben, zwischen denen

ein Hohlweg liegt. Die Hangneigungen betragen 30 bis 40°, zum Teil bis zu 50°. Der Talquerschnitt ist U-förmig mit einem 10 bis 15 Meter breiten, flachen Talboden.

Die 342 Meter ü. d. M. gelegene Anhöhe unmittelbar westlich des Kerbensystems ist von bis zu sechs Wallanlagen einer der größten mittelalterlichen Fliehburgen Kleinpolens (Dąbrowska 1973) aus dem 10./11. Jh. (Zoll-Adamikowa 1974) umgeben. In der unmittelbaren Umgebung von Guciów wurden Gräber aus der frühen Bronzezeit und dem frühen Mittelalter gefunden (Maruszczak 1997).

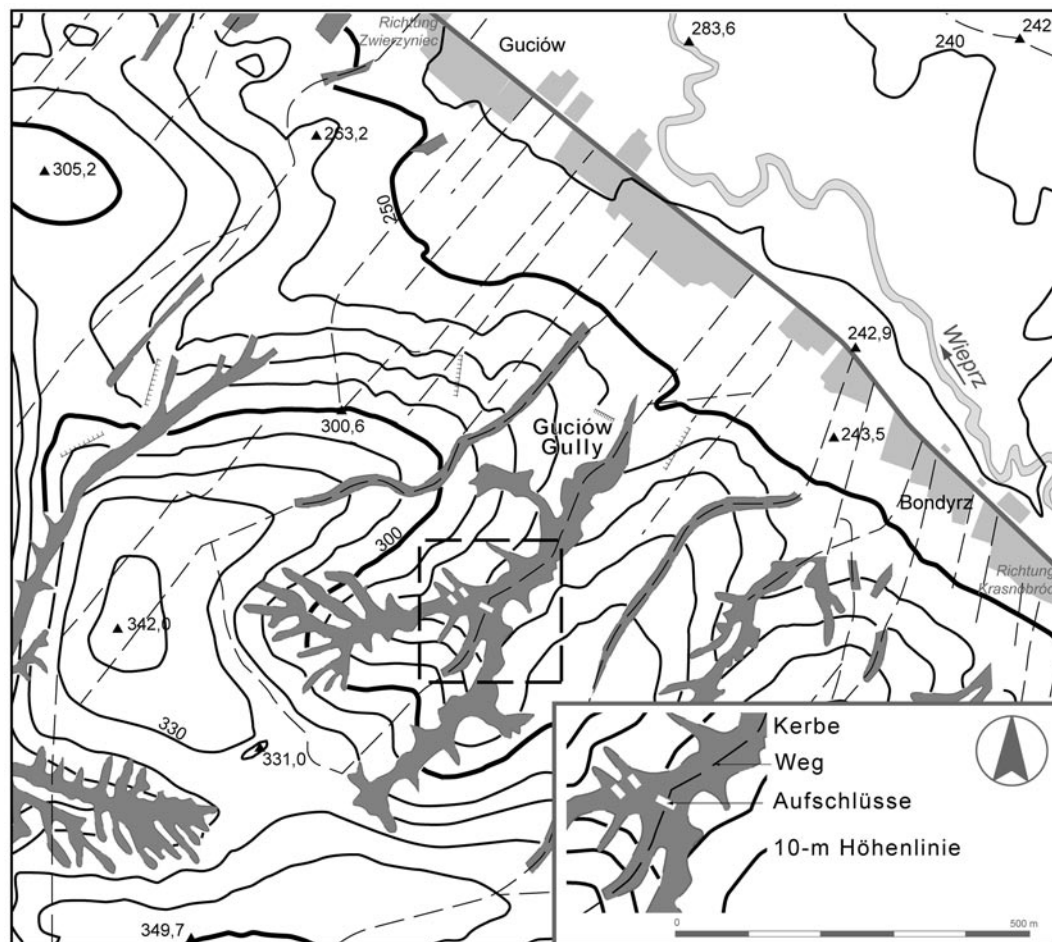


Abb. 11: Lageplan des Landschaftsausschnittes Guciów Gully.

Das 1,16 km² große Kerbensystem Jedliczny Dół (N: 50°38'03" E: 22°54'54") liegt westlich der Straße von Turzyniec nach Topólcza (vgl. Abb. 12). Ein Feldweg am Ortsende von Turzyniec führt in westlicher Richtung am Friedhof vorbei und dann nach Süden direkt in das bewaldete Kerbensystem. Im Wald dominieren an den Hängen Tannen (*Abies alba*) und Rotbuchen (*Fagus sylvatica*), auf den Kuppen Kiefern (*Pinus ssp.*).

Die Hauptkerbe hat eine Länge von 1,5 Kilometer und eine Breite von bis zu 45 Metern. Die durchschnittlichen Hangneigungen betragen 10 bis 15°, in Teilbereichen bis zu 25° (Schmitt et al. 2006a, Rodzik et al. 2005). Der Kerbenquerschnitt ist

überwiegend U-förmig mit flachem Kerbenboden. Im oberen Bereich des Einzugsgebietes erreichen die Kerben die kreidezeitlichen Sedimentgesteine und bilden V-förmige Querschnitte aus. Vor allem nach der Schneeschmelze im Frühjahr sind an den Hängen Rutschungen zu beobachten.

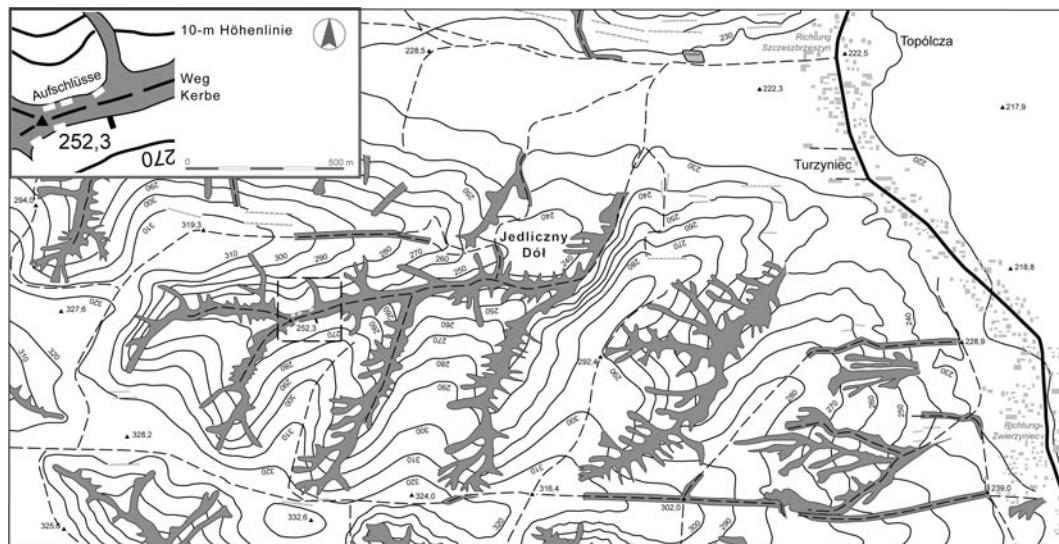


Abb. 12: Lageplan des Landschaftsausschnittes Jedliczny Dół.

6.2 Landnutzungswandel

Bałaga (1998) analysiert an drei Pollenprofilen (Krasnobród, Tarnawatka, Kosobudy) die postglaziale Vegetationsentwicklung für den mittleren Roztocze Höhenrücken und anthropogene Einflüsse bis zum frühen Mittelalter. Skowronek (1999a) rekonstruiert anhand historischer Dokumente und Karten die Landschaftsentwicklung im oberen Wieprztal für die letzten 1.000 Jahre. Eine wichtige Quelle für die historische Entwicklung der Region ist die von Stworzyński 1834 verfasste statistisch-historische Beschreibung des *Ordinariats Zamojski*. Detailliert beschreiben Skowronek (1999b) und Gardziel et al. (2001) die Entwicklung des Dorfes Guciów. Für den Standort Jedliczny Dół und die Ortschaft Turzyniec sind keine detaillierten archäologischen oder historischen Untersuchungen bekannt.

Phasen intensiver landwirtschaftlicher Nutzung können für Guciów für die bronzezeitliche *Trzyniecka*-Kultur (1.450-1.200 v. Chr.), während der mittelalterlichen Blütezeit vom 9. bis 13. Jh. und nach der Neugründung Anfang des 19. Jh. angenommen werden (Skowronek 1999a). Für den Landschaftsausschnitt Jedliczny Dół bei Turzyniec ist von einer intensiven Landnutzung, vor allem Waldnutzung, vom 14. bis 16. Jh. für den Betrieb von Glas- und Stahlhütten und während der industriellen Entwicklung im 19. und 20. Jh. auszugehen.

Eine besonders intensive Waldnutzung muss für beide Standorte für die Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg angenommen werden, als das Gebiet Jedliczny Dół an private Nutzer verkauft wurde. Für diese Zeit sind ein erheblicher Bevölkerungszuwachs und ein hoher Landnutzungsdruck belegt (Skowronek 1999a).

6.2.1 Paläo- und Mesolithikum

Bei Bondyrz finden sich Spuren von nomadisierenden Siedlern der späten *Magdalenien*-Kultur, die vermutlich während des Bölling-Interstadials (10.500-10.300 BC) im Wieprztal lebten (Libera 1992).

Die Pollenprofile aus dem mittleren Roztocze Höhenrücken zeigen die für Mitteleuropa typische, mit der Klimaerwärmung verbundene Wiederbewaldung zu Beginn des Holozäns. Auf offene Kiefern-Birken-Wälder während des Alleröd und die mit der Klimaveränderung verbundene, steppenartige Vegetation der Jüngeren Dryas folgen die Kiefern-Birken-Ulmen-Wälder des Präboreals und die zunehmende Ausbreitung wärmeliebender Baumarten wie Hasel, Ulme, Eiche, Esche und Linde in den borealen Wäldern um 8.600 BP (Bałaga 1998). Im Wieprztal entwickelten sich feuchte Erlenwälder und auf höher gelegenen Flussterrassen Ulmen-Eschen-Pappel-Wälder. Kiefernwälder dominierten auf nährstoffarmen Sandböden. Im Verlauf des Atlantikums wurde die Hasel in den von Ulme, Eiche, Linde und Erle dominierten Waldgesellschaften allmählich zurückgedrängt (Bałaga 1998).

Die archäologische Forschung geht davon aus, dass der Roztocze Höhenrücken bereits während des Mesolithikums (8.000-4.000 v. Chr.) von Jägern und Sammlern der *Komornicki*- und *Janisławicki*-Kultur besiedelt war (Libera 1992 und 1995). Es finden sich mesolithische Siedlungsspuren bei Krasnobród und ein deutlicher Anstieg von *Pteridium aquilinum* und *Calluna vulgaris* in den Pollenprofilen. Diese Pflanzen sind typisch für durch Feuer entstandene Waldlichtungen, die auf Brandrodungen der mesolithischen Jäger- und Sammler zurückzuführen sein könnten (Bałaga 1998). In der Umgebung von Guciów wurden zahlreiche kleinere Werkzeugteile aus Feuerstein gefunden (Skowronek 1999b).

6.2.2 Neolithikum (4.500 bis 2.400 v. Chr.)

Siedlungsspuren verschiedener neolithischer Kulturen reichen bis in das dritte Jahrtausend vor Christus zurück (Skowronek 1999a). Der zunehmende Einfluss des Menschen auf die Landschaft spiegelt sich in einem höheren Anteil stickstoffliebender Pflanzen (*Artemisia*, *Urtica*, *Plantago major*) wieder (Bałaga 1998).

Bevölkerungsgruppen der *Bandkeramik*-Kultur, der *Lubliner-Wolhynische bemalten Keramik* (3.700-3.100 v. Chr.) und der *Trichterbecher*-Kultur (3.100-2.500 v. Chr.) besiedelten das Lubliner Hochland (Gurba 1960) und sind auch für den Roztocze Höhenrücken nachgewiesen (Balcer 1991). Gruppen der *Lubliner-Wolhynische bemalten Keramik* siedelten um 3.700 v. Chr. auch in der Umgebung von Guciów. Sie betrieben Ackerbau auf Brandrodungsflächen und Weidewirtschaft (Chmielewski et al. 1965). Tongefäße und Steinwerkzeuge der *Trichterbecher*-Kultur sind in der Umgebung von Bondyrz und Bliżow an zahlreichen Standorten gefunden worden (Rogozińska 1965).

Die Abwesenheit von Getreidepollen lässt für den mittleren Roztocze Höhenrücken auf eine Dominanz der Weidewirtschaft während des Neolithikums und der frühen Bronzezeit schließen (Bałaga 1998).

6.2.3 Bronzezeit (2.400 bis 700 v. Chr.)

Getreidepollen sind ab 4.200-4.100 BP nachweisbar und korrespondieren mit dem Auftreten der *Kugelamphoren*- (2.500-2.300 v. Chr.) und der *Schnurkeramik*-Kultur (2.300-1.700 v. Chr.) der frühen Bronzezeit (Bałaga 1998). Diese entwickelten sich von halbnomadisierenden Weidewirtschaftskulturen zunehmend zu sesshaften, Ackerbau betreibenden Gemeinschaften (Skowronek 1999a). Grabhügel und Siedlungsspuren dieser Kulturstufen des späten Neolithikums und der frühen Bronzezeit finden sich bei Guciów und Obroc (Rogozińska 1965).

Im Subboreal traten erstmals Hainbuche (*Carpinus betulum*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in den Pollenprofilen auf. Die Waldzusammensetzung verändert sich ab 3.700-3.600 BP deutlich. Ulme, Linde und Esche nehmen zu Gunsten von Eiche und Birke ab (Bałaga 1998). Die Auswirkungen des Landnutzungswandels durch den Menschen werden ab Mitte des Subboreals deutlicher. Die Kiefer als dominante Baumart neben der Eiche wird durch die Hainbuche ersetzt (Bałaga 1998).

In der mittleren Bronzezeit dehnt sich nach der *Mierzanowice*-Kultur (1.700-1.450 v. Chr.) die im Wieprztal weit verbreitete *Trzciniecka*-Kultur (1.450-1.200 v. Chr.) aus. Ihre Spuren finden sich vor allem auf sandigen Flächen bei Majdan Nowy, Guciów, Bondyryz, Kaczórki und Hutki (Machnik 1961, Rogozińska 1961, Wróbel 1991). Die sich anschließende *Lausitzer/Lużycka*-Kultur (1.200-700 v. Chr.) siedelte auf höher gelegenen Flussterrassen in Bondyryz, Bliżów und Guciów (Gurba 1985).

Bei Guciów wurden Grabhügelspuren der *Mierzanowice*-Kultur sowie Siedlungsreste und 64 Gräber der *Trzciniecka*-Kultur am rechten Ufer des Wieprz gefunden (Zoll-Adamikowa 1974, Rogozińska 1965, Wróbel 1991). Die Lebensweise der *Trzciniecka*-Kultur umfasste Viehzucht, Ackerbau und Sammeln (Gurba 1978).

Getreide (*Triticum*, *Secale*, *Hordeum*) und Offenlandarten (*Artemisia*, *Poaceae*, *Pteridium*, *Plantago ssp.* und *Rumex*) in den Pollenprofilen weisen vor allem für die Zeit der *Trzciniecka*- und der *Lausitzer/Lużycka*-Kultur auf eine Ausweitung des Ackerbaus und der Siedlungen hin, wobei während der *Lausitzer/Lużycka*-Kultur der Umwelteinfluss geringer ausfällt (Bałaga 1998).

6.2.4 Eisenzeit, Römische Kaiserzeit (700 v. Chr. bis 200/300 n. Chr.) und Völkerwanderungszeit (300/400 n. Chr. bis 600 n. Chr.)

Gradziel et al. (2001) sprechen für die Eisenzeit (700 v. Chr. bis 100 n. Chr.) von einer „Besiedlungskrise“, da in der Umgebung von Guciów unmittelbar nach der *Lausitzer/Lużycka*-Kultur die Besiedlung abbrach. Bis zum frühen Mittelalter sind bisher keine Siedlungsspuren nachgewiesen (Skowronek 1999b).

In den Pollendiagrammen lässt die Zunahme der Waldbaumarten, insbesondere von Hainbuche und Rotbuche, auf eine Unterbrechung bzw. einen starken Rückgang der Siedlungstätigkeit schließen. Diese kurze Phase der Wiederbewaldung wird von Bałaga (1998) jedoch in die Zeit zwischen der *Trzcyniecka*- und der *Lausitzer/Łużycka*-Kultur gestellt.

Die gegen Ende der frühen Eisenzeit aus dem Norden ins Lubliner Hochland einwandernde *Pommersche/Pomorska*-Kultur (Banasiewicz-Szykuła 2000), die vorwiegend Weidewirtschaft betrieb, ist für den Roztocze Höhenrücken nicht belegt oder noch nicht genügend untersucht worden (Bałaga 1998).

Für die Römische Kaiserzeit (100-300 n. Chr.) sind nur sehr vereinzelte Siedlungsspuren belegt. Die Pollendiagramme zeigen aber einen deutlichen Rückgang von Kiefer, Ulme, Eiche, Esche und Hainbuche bei einer Zunahme anthropogener Indikatoren (Bałaga, 1998).

Für die Völkerwanderungszeit (300-600 n. Chr.) sind im mittleren Roztocze Höhenrücken kaum Siedlungsspuren nachweisbar (Skowronek 1999a). Die Pollendiagramme zeigen für die Völkerwanderungszeit eine deutliche Zunahme der Waldbaumarten, vor allem von Hainbuche, Eiche und Rotbuche sowie Erle und Kiefer, und gleichzeitig eine Abnahme anthropogener Indikatorarten (Bałaga 1998).

6.2.5 Mittelalter (600 n. Chr. bis 1450 n. Chr.)

Im 7. und 8. Jh. entstand im Wieprztal bei Guciów eine Siedlung mit etwa 20 bis 40 Bewohnern (Zoll-Adamikowa 1974). Während der frühen Piastenzzeit (600 bis 1000 n. Chr.) lag das Gebiet zwischen den rivalisierenden polnischen und russischen Fürstentümern. Entlang der Haupthandelsroute von Kiew nach Krakau und Prag wurden sechs befestigte Burgen angelegt, die in historischen Quellen als *Czerwieński-Burgen* bezeichnet werden (Skowronek 1999a).

Die Reste einer Fliehburg aus dem Ende des 10. Jh. liegen auf einer Anhöhe über dem heutigen Guciów (Maruszczak 1997) und belegen zusammen mit über 200 Gräbern aus dem 9. bis 11. Jh. (Zoll-Adamikowa 1974) eine frühmittelalterliche Blütezeit. Diese endete mit dem Einfall mittelasiatischer Völker 1241, die alle Burgen und Siedlungen zerstörten (Skowronek 1999a). Erst Anfang des 19. Jh. wird in Guciów wieder eine Siedlung entstehen.

Während Siedlungsspuren vom Neolithikum bis zum frühen Mittelalter im Wieprztal östlich des heutigen Zwierzyniec belegt sind, konzentrierte sich die Siedlungsentwicklung ab dem Mittelalter verstärkt im Wieprztal zwischen Zwierzyniec und Szczebrzeszyn. Gegen Ende des 14. Jh. wurden die Ortschaften Szczebrzeszyn, Kosobody, Brody und Topólcza in einer Schenkungsurkunde von 1379 erstmals urkundlich erwähnt (Myśliński 1981 in Skowronek 1999a).

6.2.6 Neuzeit (ab 1450 n. Chr.)

Während aus dem 15. Jh. nur Wywłoczka als ein Mühlenstandort (1497) genannt wird, nahm die Zahl der Erstnennungen und Neugründungen im 16. Jh. stark zu, darunter Błonie, Brody Małe, Hutki, Kawęczyn, Kawęczynek, Krasnobród, Obroc, Rudka und Zurawinca (Skowronek 1999a). Turzyniec wurde im Jahre 1564 das erste Mal urkundlich erwähnt (Stworzyński 1834). 1594 wurde Zwierzyniec gegründet (Czarnecki 1997).

1589 wurde der größte Teil des Gebietes dem so genannten *Ordinariat Zamojski* zugesprochen (Skowronek 1999a). Jan Zamojski (1542–1605) beeinflusste als General, Kanzler und Autor die polnische Politik nach dem Ende der *Jagiellonen-Dynastie* (1386-1572). Er gründete 1579 Stadt und Universität Zamość im Stil der italienischen Renaissance nach dem Vorbild Paduas.

Das *Ordinariat Zamojski* wurde von der Familie Zamojski bis in das 20. Jh. einheitlich verwaltet und planmäßig gestaltet. Die Nutzung der Wälder war streng reguliert für die Erzeugung von Holz als Energieträger und für Holzprodukte.

Zwischen dem 14. und 16. Jh. entwickelte sich in der Region eine energie- und ressourcenintensive Glas- und Eisenindustrie. Vor allem aus dem 16. Jh. sind Mühlen, Glashütten, Sägewerke, Schmieden und Brauereien im Wieprztal bekannt, so in Obroc, Rudka, Kawęczyn, Wywłoczka und Topólcza (Skowronek 1999a).

Im 17. Jh. wurde im Wald von Zwierzyniec die Eisenhütte Stara Huta gegründet, die sich allmählich zu einer Siedlung entwickelte (Stworzyński 1834, Skowronek 1999a). Bereits im 16. Jh. stellte Jan Zamojski im Wald von Zwierzyniec ein Reservat unter Schutz, in dem neben Hirschen, Elchen, Bären, Wildkatzen und Luchsen auch wilde Pferde und Wildrinder lebten. In diesem Gebiet wurden nur ausgewählte Bäume gefällt, die Beweidung mit Vieh und das Sammeln von Beeren und Pilzen wurden eingeschränkt. Das Gebiet um eine neu gebaute, prächtige und luxuriöse Renaissancevilla diente dem Kanzler Jan Zamojski weniger zur Jagd als vielmehr zur Erholung in der Natur (Rodzik 2002 in Pidek et al. 2002).

Kosaken, Schweden und Tartaren fielen während der Kriege im 17. Jh. mehrmals in die Region ein (Tyrka und Rodzik 1998).

Das Wieprztal war besonders zwischen Zwierzyniec und Szczebrzeszyn Ende des 16. Jh. intensiv besiedelt und genutzt, während zwischen Zwierzyniec und Krasnobród aus dieser Zeit nur drei Siedlungen (Hutki, Obroc und Rudka) bekannt sind. Bondyż kam erst im 17. Jh., Guciów erst zu Beginn des 19. Jh. dazu (Skowronek 1999a).

6.2.7 18. Jh. bis 1945

1772 fiel das Gebiet nach der zweiten Teilung Polens zunächst an Österreich-Ungarn und 1815 wurde es Russland zugesprochen. Erst nach dem Ersten Weltkrieg wurde die Region wieder Teil des polnischen Staates.

Die Region erlebte von der zweiten Hälfte des 18. Jh. bis zur Mitte des 19. Jh. einen industriellen Aufschwung. Die Entwicklung wurde gefördert durch Stanisław Kostka Zamojski, der von seinen Reisen nach Westeuropa die Begeisterung für die Modernisierung und Technisierung seiner Güter mitbrachte. 1804 wurde die erste Landmaschinenfabrik eröffnet. Eine Brauerei zur Produktion von hochwertigem Bier unter der Aufsicht englischer Brauer und eine Nagelfabrik wurden in Zwierzyniec gegründet (Maciejewski 2002, Stworzyński 1834, Skowronek 1999a). Anfang des 19. Jh. entwickelte sich Zwierzyniec zu einem Zentrum der Agrar- und Lebensmittelverarbeitung und der Holzindustrie. Mühlen werden aus dieser Zeit für Obroc, Rudka, Turzyniec und Szczebrzeszyn erwähnt. In der Region wurden Teer, Terpentin, Holzkohle und Pottasche produziert (Skowronek 1999a).

In der Umgebung von Zwierzyniec ist für das 19. Jh. von einer intensiven Waldnutzung auszugehen. Im 19. Jh. wurde im *Ordinariat Zamojski* ein nachhaltiges Forstmanagement eingeführt. In der Baumschule der Forstverwaltung der Zamojski-Güter bei Florianka wurden für Aufforstungen bis zu 70 verschiedene Arten herangezogen. Darunter auch nichteinheimische Arten wie *Padus serotina*, die gezielt zum Bodenschutz eingesetzt werden sollen (Maciejewski 2002). Der Anteil der Waldflächen betrug anhand topographischer Karten im Jahre 1890 über 51 % (Skowronek 1999a). Die Übersichtskarten Maruszczaks (1950) aus den Jahren 1830, 1890 und 1930 weisen für das Gebiet südlich von Szczebrzeszyn einen gleich bleibenden Anteil von 40 bis 60 % Waldbedeckung aus. Bei der Umrechnung der Waldfläche pro Einwohner zeigt sich jedoch eine Halbierung von über 2,0 ha Wald pro Einwohner im Jahre 1822 auf 0,5 bis 1,0 ha Wald pro Einwohner im Jahre 1931 (Maruszczak 1950).

Im *Ordinariat Zamojski* wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. einige Dörfer neu gegründet. Viele davon liegen in dem bis dahin weniger dicht besiedelten Bereich zwischen Zwierzyniec und Krasnobród. Zu den Neugründungen gehören Florianka, Szozdy, Sochy, Kazórki, Blizów, Trzepieciny und um 1825 auch Guciów (Skowronek 1999a).

Neben vier, am Waldrand bei Obroc gelegenen Gehöften, wurden 20 neue Höfe angesiedelt. Den Siedlern wurde Holz zum Bau der Häuser und Wirtschaftsgebäude zugewiesen, das durch Rodungen aus den umliegenden Wäldern gewonnen wurde. 1830 umfasste das Dorf 162 ha. Davon wurden 141,7 ha als Acker, 2,24 ha als Wiesen und 13,44 ha als Brache genutzt.

Guciów, ein typisches Straßendorf, erstreckt sich am linken Rand des Wieprztales von Südost auf 1,2 Kilometer Länge nach Nordwest bis zum angrenzenden Dorf Bondyryz (Skowronek 1999b). Die Ackerstreifen liegen auf den höher gelegenen

Terrassen des Wieprz, die von großen Schwemmfächersystemen aus den mit Löss bedeckten, angrenzenden Höhen überdeckt sind (Rodzik 2002 in Pidek et al. 2002).

Gegen Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jh. nahmen die Bevölkerungszahlen stark zu: von 7.400 Einwohnern im Jahre 1890 auf 17.400 Einwohner im Jahre 1921 (Skowronek 1999a). Dies führte zu einem enormen Landnutzungsdruck in den zunehmend überbevölkerten Dörfern. Ab der Mitte des 19. Jh. wurden zahlreiche Gehöfte aufgeteilt, was zur Bildung der heute noch typischen, oft nur zehn bis 20 Meter breiten, mehrere Kilometer langen Ackerstreifen führte (Buraczyński 1989/90). Skowronek (1999a) betont bei ihrer Analyse der Landschaftsentwicklung im oberen Wieprzetal, dass der Anteil naturnaher Flächen (Wald, Wasser, Gebüsch und Wiesen) trotzdem nicht unter den niedrigsten Wert von 43 % im Jahre 1921 fiel. Das System der Fruchtwechselfolge sowie der Anbau von Kartoffeln und Zuckerrüben setzten sich im 19. Jh. durch (Buraczyński 1989/90).

Noch vor dem Zweiten Weltkrieg verkaufte die Familie Zamojski das Gebiet Jedliczny Dół an Privateigentümer. Diese nutzten den Wald intensiv zur Holz- und Streugewinnung. In den aufgrund der lückenhaften Waldvegetation mit Gras bewachsenen Kerben weidete das Vieh. Maruszczak (1950) betont die enge Verbindung zwischen dem feudalen Wirtschaftssystem und dem Bewaldungsgrad im 19. und 20. Jh. Die Abgabe des Landes, oft wenig produktiver Standorte, an die Bauern führte in vielen Gebieten der Region Lublin zu einer starken Waldzerstörung. Insbesondere in den Gebieten mit geringer Industrialisierung boten die Städte für die ländliche Bevölkerung keine Einkommensalternative. Die Folge war ein stark wachsender Landnutzungsdruck (Maruszczak 1950).

Die Summe der Waldflächen blieb zwischen 1890 und 1974 annähernd gleich bei etwa 51 %. Die einzelnen Gebiete zeigten jedoch eine stark unterschiedliche Entwicklung. So ist eine deutliche Zunahme der Waldflächen zwischen 1890 und 1974 vor allem in dem stark von Kerben und Trockentälern geprägten Gebiet um Szczeszyn zu beobachten (Skowronek 1999a). Im Einzugsgebiet bei Kawęczynek hat Zgłobicki (1998) eine 2,5fache Zunahme der Waldflächen innerhalb der vergangenen 150 Jahre auf heute 54 % rekonstruiert.

Kawęczynek liegt unmittelbar neben dem untersuchten Kerbensystem Jedliczny Dół. Letzteres weist jedoch auf historischen Karten um 1830 und um 1890 eine mit der heutigen nahezu identische Feld-Wald-Grenze auf und im Einzugsgebiet ist der Waldanteil mit ca. 80 % sehr hoch (vgl. Schmitt et al. 2006a, Rodzik et al. 2004). Dagegen ist infolge der Akkumulation von Sedimenten und der Melioration im Wieprzetal bei Turzyniec eine zunehmende Umwandlung in Acker- und Wiesenflächen zu verzeichnen (Skowronek 1999a).

Für den Bereich südöstlich von Zwierzyniec, in dem viele Siedlungen erst Anfang des 19. Jh. neu gegründet worden waren, beschreibt Skowronek (1999a) besonders auffällige Verschiebungen des Waldanteils. So wurden um Obroc junge Waldflächen gerodet, die vermutlich erst im 16. Jh. aufgeforstet worden waren, während

zwischen Guciów und Bondyryz kleinere Gebiete wieder bewaldeten, obwohl bei Bondyryz die größte Möbelfabrik der Region ansässig ist.

6.2.8 1945 bis heute

Seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges ist eine Überalterung und ein starker Rückgang der Bevölkerung in den Dörfern festzustellen (Skowronek 1999a). Seit den 1970er Jahren hat die Bevölkerung in Guciów um 46 % abgenommen. Der Anteil der brach gefallenen Felder hat zwischen 1964 und 1995 von 0,6 % auf 7,7 % und der Waldanteil von 36,4 % auf 41,6 % zugenommen. Vor allem auf schwer zu bewirtschaftenden Hanglagen ist eine deutliche Zunahme von Birken (*Betula pendula*) zu beobachten. Während 1964 noch 37 % der Flächen ackerbaulich genutzt wurden, sind es 1995 nur noch 20 %. Der Anteil der Wiesen und Weiden ist mit 22 % in diesem Zeitraum annähernd gleich geblieben (Someya und Furtak 1996).

Viele der zahlreichen Mühlen im Wieprztal wurden nach dem Zweiten Weltkrieg durch hohe Steuern in den Ruin getrieben oder verstaatlicht. Die Mühle in Bondyryz gehört zu den wenigen, die bis heute privat betrieben werden (Rodzik 2002 in Pidek et al. 2002).

Aus den ab dem 19. Jh. mit nachhaltigen forstwirtschaftlichen Methoden im *Ordinariat Zamojski* entwickelten Waldflächen geht 1974 der Nationalpark Roztocze hervor. 805 ha der 8.400 ha großen Gesamtfläche sind streng geschützte Reservate. Diese umfassen naturnahe Waldgesellschaften, wie Buchenwälder des Karpaten-Typs und Tannenwälder, sowie Moore und Feuchtgebiete. Der Nationalpark ist umgeben von drei Landschaftsschutzparks (Rodzik 2002 in Pidek et al. 2002). Die Entwicklung des Nationalparks geht auf die Vorarbeiten der Verwaltung der Zamojski-Güter zurück. Bereits vor dem Zweiten Weltkrieg wurden drei Schutzgebiete benannt und 1939 ein Konzept für einen Nationalpark ausgearbeitet. Unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg wurden elf Reservate unter Schutz gestellt (Rodzik 2002 in Pidek et al. 2002). Als Erbe Zamojskis werden im Nationalpark heute dem ausgestorbenen Tarpan ähnliche Wildpferde (*koniks*) in einem großen, eingezäunten Waldbereich gehalten.

Buraczyński (1975) ermittelt aus topographischen Karten eine Gesamtlänge der Tiefenlinien der Kerbensysteme von rund 423 Kilometern im Gebiet zwischen den Flüssen Gorajec und Wieprz im mittleren Roztocze Höhenrücken. Er nimmt für die Kerben einen durchschnittlichen Querschnitt von 80,5 m² bei einer durchschnittlichen Tiefe von sieben Metern an und errechnet daraus ein erodiertes Volumen von über 34.000.000 m³. Dies entspricht einem mittleren Bodenabtrag durch linienhafte Erosion von rund 304 m³ km⁻². Am stärksten durch linienhafte Erosion verändert ist das Gebiet westlich von Szczepieszyn mit einer Kerbendichte von zehn bis elf Kilometern pro km².

Buraczyński (1989/1990) gibt als mögliche Zeitfenster für die Kerbenentstehung das 12. bis 14. Jh. und das 18./19. Jh. an. Diese sind nach Bork (1983, 1988 und

1989) und Lamb (1977) durch ein gehäuftes Auftreten von extremen Niederschlägen in Mitteleuropa gekennzeichnet. Eine Chronik Polens für das 12. bis 14. Jh. (aus: Jan Długosz, 1455-1480, *Annales seu cronicae incliti Regni Poloniae*) listet extreme Niederschläge für die Jahre 1221 (Ostern bis Herbst), 1253 (10. April bis 25. August), 1270 (22. Juni bis 15. August), 1310 (Hochwasser in Italien, Polen, Tschechien und Deutschland nach Gewittern) sowie für das Jahr 1368 (ab 15. August) auf, die zu großen Überschwemmungen führten.

Den Beginn der Kerbenentwicklung für den mittleren Teil Roztoczes setzt Buraczyński (1989/90) in das 12. und 13. Jh. Als Hinweis nennt er die von Śnieszko (1991) in die Zeit um 1100 n. Chr. datierten fossilen Eichen, die unter Hangkolluvien begraben sind. Für den Zeitraum 14. bis 18. Jh. geht Buraczyński (1989/90) überwiegend von Akkumulationsprozessen in den Kerben aus. Gegen Ende des 18. Jh. soll es nach Buraczyński (1989/90) aufgrund einer stark angestiegenen Bevölkerungsdichte und einem hohen Landnutzungsdruck durch gehäuft auftretende Starkregenereignisse erneut zur Bildung bzw. Weiterentwicklung der Kerben gekommen sein.

Die Wirkung von sommerlichen Starkregenereignissen bei der Bildung von Kerben beschreiben Maruszczak und Trembaczowski (1956) für ein Ereignis am 23. Juni 1956 in der Nähe von Krasnystaw, etwa 30 Kilometer nördlich von Zamość. Bei einem Starkniederschlag von etwa 100 mm in zwei Stunden wurde ein Volumen von mindestens 22.509,6 m³, im Mittel 1.432,5 m³ pro km², erodiert. Neue Rinnen rissen in landwirtschaftlich genutzten Flächen ein und bereits bestehende Kerben und Hohlwege wurden reaktiviert.

Für das Kerbensystem Kawęczynek nördlich von Zwierzyniec hat Zgłobicki (1998) berechnet, dass das gesamte in den Kerben erodierte Material einer mittleren Tieferlegung der Oberfläche des gesamten Einzugsgebietes von 0,25 Metern entspricht.

7 Diskussion der Ergebnisse

Die hier diskutierten Resultate zum Kerbensystem Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny basieren auf Schmitt et al. (2004) und Schmitt et al. (2005), die Teil dieser Arbeit sind, sowie auf Zgłobicki et al. (2003; in polnischer Sprache) und der unveröffentlichten Diplomarbeit von Zamhöfer (2002).

Die diskutierten Ergebnisse für die Kerbensysteme Guciów und Jedliczny Dół beziehen sich auf Schmitt et al. (2006a) und Schmitt et al. (2006b), die Teil dieser Arbeit sind, sowie auf Rodzik et al. (2004).

7.1 Doły Podmularskie

Im Kerbensystem Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny sind am Oberhang des Hauptkerbensprunges im Bereich PA1a (vgl. Abb. 13) Relikte einer früh- bis mittel-

holozänen Parabraunerde aufgeschlossen. Bis zu 1,5 Meter mächtig, zeichnen sich die A_1 - und $B_{t1/t2}$ -Horizonte als gebleichte bzw. tonangereicherte Bereiche ab. Darüber liegt ein etwa 0,5 Meter mächtiges neuzeitliches Kolluvium (vgl. Schmitt et al. 2004 und 2005). Eine analoge Boden- und Schichtfolge zeigen auch die Aufschlüsse PA3 und PA4, wobei in PA3 der A_1 - und in PA4 der kompakte B_{t1} -Horizont fehlen (Zamhöfer 2002).

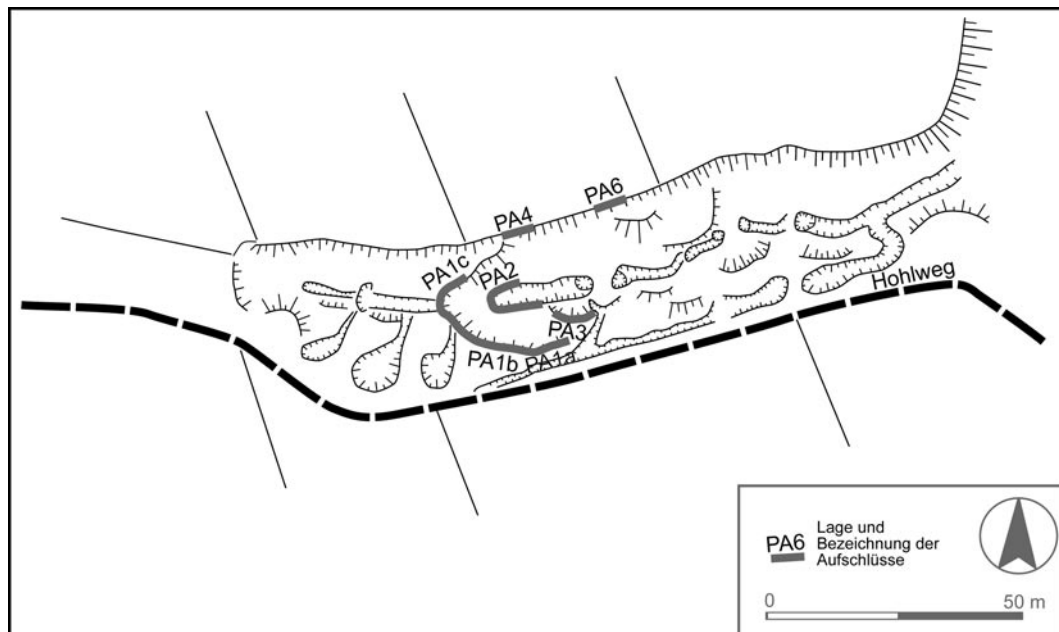


Abb. 13: Der Detailplan von Doły Podmularskie zeigt die Seitenkerbe und die Lage der Aufschlüsse.

An der Basis der Kerbenfüllung am Hauptkerbensprung (PA1c, vgl. Abb. 14 und Abb. 15) sowie in einer kleineren, verfüllten Kerbe am Hang (PA1b) wurden mehrere frühbronzezeitliche Keramikbruchstücke gefunden. Einige sind der *Mierzanowicka*-Kultur (2.400-2.100 v. Chr.), andere der *Trzciniecka*-Kultur (1.700/1.600 bis etwa 1.300 v. Chr.) zuzuordnen. Mehrere Holzkohlestücke aus den genannten Schichten und ein Schneckenhaus aus dem Bereich PA1c sind nach AMS-Radiokohlenstoffdatierungen ebenfalls frühbronzezeitlich (Schmitt et al. 2005).

Doły Podmularskie wurde demnach spätestens in der frühen Bronzezeit gerodet und landwirtschaftlich genutzt. Während eines heftigen Starkregenereignisses riss eine erste Kerbe ein, deren Füllung an der Basis des heutigen Hauptkerbensprunges im Bereich PA1c aufgeschlossen ist (Schmitt et al. 2004 und 2005).

In der am Hang unmittelbar südlich des heutigen Hauptkerbensprunges liegenden, kleineren Kerbenfüllung (PA1b) wurde eine frühmittelalterliche Holzkohle gefunden. Eine zweite Phase des Kerbenreißen nach den frühmittelalterlichen Rodungen ist belegt (Schmitt et al. 2004 und 2005). Wahrscheinlich schnitt sich die kleine Kerbe noch im frühen, im hohen oder im beginnenden späten Mittelalter ein.

Die stärkste Einschneidung vollzog sich im Kerbensystem Doły Podmularskie während der ersten Hälfte des 17. Jh. Diese gravierende Landschaftsveränderung fällt zusammen mit dem Ende der Blütezeit des Getreidehandels in Kazimierz Dolny. Die Auswirkungen eines Starkniederschlages im Jahre 1644 waren so gewaltig, dass sie in Form eines vertonten Gedichtes niedergeschrieben wurden. AMS-Radiokohlenstoffdatierungen an Holzkohlen, die der Basis der Schluchtenfüllung entnommen worden waren, bestätigen das verheerende frühneuzeitliche Kerbenreißen (Schmitt et al. 2004 und 2005).

Das im 17. Jh. entstandene Schluchtensystem wird sukzessive mit Material verfüllt, das durch fluviatile Bodenerosion oder Hangrutschungen von den benachbarten Hängen in die Tiefenlinie verlagert wurde. Keramikscherben aus der frühen Bronzezeit und aus dem frühen Mittelalter wurden mit diesen Prozessen umgelagert. Das Kerbenreißen verkleinerte die Ackerfläche. Die Kerbenwände und der Kerbenboden bewaldeten sich. Die angrenzenden, nicht zerrunsten Hänge konnten weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden (Schmitt et al. 2004 und 2005).

Wahrscheinlich in der zweiten Hälfte des 19. Jh. oder zu Beginn des 20. Jh. entstand das heute im Gelände sichtbare Kerbensystem. Der rezente Hauptkerbensprung schließt die Verfüllungen der älteren Kerben aus der frühen Bronzezeit, dem frühen Mittelalter und dem 17. Jh. auf (Schmitt et al. 2004 und 2005).

Die Parabraunerde bildete sich bis zu den frühmittelalterlichen Rodungen.

Die vier, in den Aufschlüssen in Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny gefundenen Phasen des Kerbenreißen sind schematisch in Abb. 1 in Schmitt et al. (2005) dargestellt.

Die dramatische Geschichte dieses Landschaftsausschnittes belegt seine extreme Erosionssensitivität. Ohne schützende, nicht oder wenig durch Menschen gestörte Waldvegetation vermögen seltene extreme Starkniederschläge fruchtbares Ackerland zu zerstören. An den weiterhin ackerbaulich genutzten Hängen abgetragenes Material füllt die Kerben im Verlauf von Jahrhunderten. Erst mit der vollständigen Plombierung der Form und damit der Wiederbeschaffung nutzbaren Landes kann der Ackerbau wieder aufgenommen werden.



Abb. 14: Hauptkerbensprung der Seitenkerbe im Kerbensystem Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny.



Abb. 15: Aufschluss PA1c am Hauptkerbensprung in der Seitenkerbe, Kerbensystem Doły Podmularskie.

7.2 Guciów Gully

Am Kerbensystem Guciów ist im Hohlweg zwischen den beiden Hauptkerben (vgl. Abb. 16) eine im Früh- und Mittelholozän gebildete Parabraunerde mit der Horizontfolge A_h , A_t , B_{t1}/B_{t2} und C_v aufgeschlossen (Profil 1).

Im Aufschluss GG4 wurde eine etwa 2.100 Jahre alte Holzkohle in einem Kolluvium gefunden, das am unmittelbar benachbarten Hang erodierte. Sie weist für das Kerbensystem Guciów auf ein frühes Kerbenreißeln und die Verfüllung der Kerben in der Bronze-/ Eisenzeit hin (Schmitt et al. 2006b).

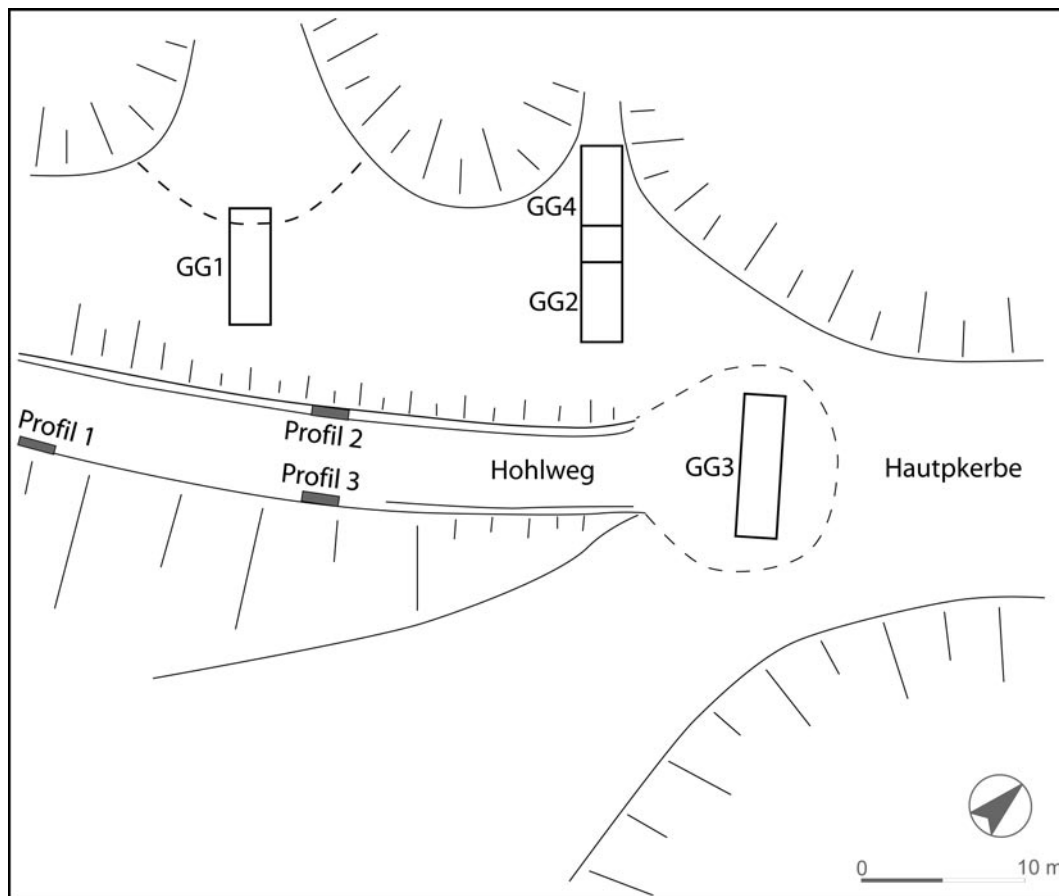


Abb. 16: Der Detailplan des Kerbensystems Guciów Gully zeigt die Lage der Aufschlüsse und der Bodenprofile.

An den Seitenwänden des Hohlweges steht in den Profilen 2 und 3 über Relikten der alt- und mittelholozänen Parabraunerde eine in Kolluvien entwickelte junge Parabraunerde mit lockerem B_t -Horizont und der Horizontabfolge A_h , A_t , B_t und C_v an. Sie weist auf eine Wiederbewaldung und Bodenbildung während der Völkerwanderungszeit und dem frühen Mittelalter hin.

Für die Zeitspanne ab dem frühen Mittelalter bis zum Einfall der mittelasiatischen Reitervölker im Jahre 1241 konnte trotz der nahe gelegenen Fliehburg und über 200 Gräbern keine Bodenerosion nachgewiesen werden (Schmitt et al. 2006b).

Daraus folgt, dass zu jener Zeit im Bereich des heutigen Guciów Gully keine ackerbauliche Nutzung stattfand.

Hauptphasen Guciów Gully

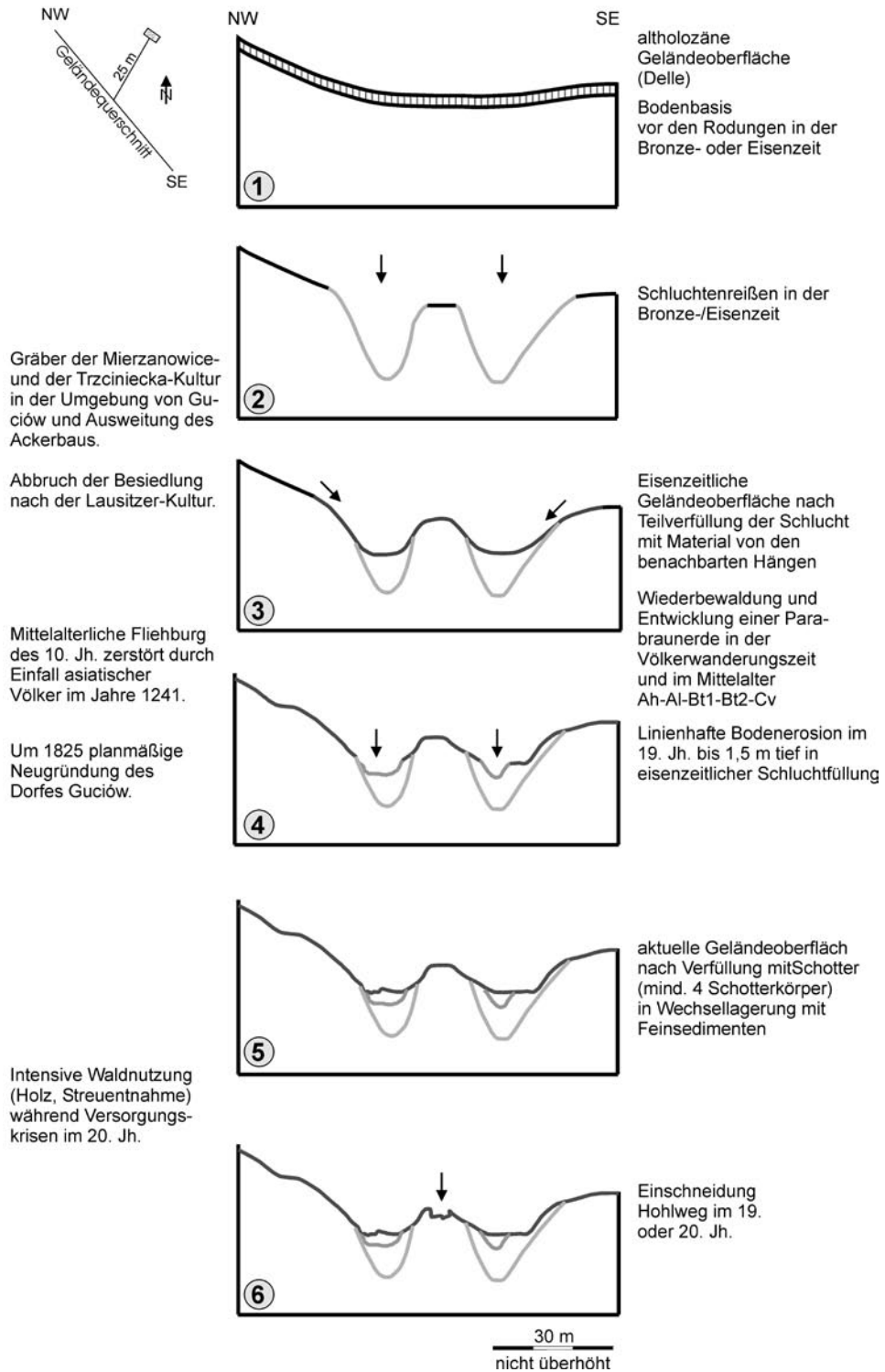


Abb. 17: Übersicht der Hauptentwicklungsphasen des Landschaftsausschnittes Guciów Gully.

Gegen Ende des 18. Jh. oder zu Beginn des 19. Jh. trat starke linienhafte Bodenerosion auf. Bis zu 1,5 Meter tief rissen Kerben in die eisenzeitliche Schluchtenfüllung ein. Die sukzessiven Verfüllungen dieser Kerben bildeten bis zu zwei Meter mächtige Sedimente. Im unteren Bereich der Aufschlüsse GG1, GG2 und GG3 sind Schotterkörper aufgeschlossen (Abb. 18). Diese belegen starke Abflussereignisse, bei denen die unter dem Löss anstehenden Gesteine erfasst und im Schluchtsystem transportiert worden waren. Die fein geschichteten Ablagerungen dazwischen und darüber sind auf zahlreiche schwache Abflussereignisse zurückzuführen (Schmitt et al. 2006b).



Abb. 18: Feingeschichtete Ablagerungen und Schotterkörper im Aufschluss GG3, Kerbensystem Guciów Gully.

Radiokarbondatierungen von Holzkohlen belegen das geringe Alter der in den Aufschlüssen GG1, GG2 und GG3 sichtbaren Ablagerungen. Sehr wahrscheinlich sind sie eine indirekte Folge der Neugründung des Dorfes Guciów im 19. Jh. und der damit verbundenen Rodungen der Wälder und der anschließenden ackerbauartigen Nutzung der Hänge (Schmitt et al. 2006b).

Die oberen Schichten des Aufschlusses GG3, der auf dem Schwemmfächer des Hohlweges angelegt wurde, wurden im Hohlweg erodiert. Die Erosion im Hohlweg wurde begünstigt durch die Verdichtung des Lösses in den Fahrspuren. Abdrücke von Wagenrädern sind in der Feinschichtung des Aufschlusses GG3 zu sehen (Schmitt et al. 2006b).

In der zweiten Hälfte des 20. Jh. bedingten Versorgungskrisen eine sehr intensive Waldnutzung im Bereich des Kerbensystems, die sich in den humusarmen Sedimenten des Aufschlusses GG3 widerspiegelt (Schmitt et al. 2006b).

Das Kerbensystem Guciów liegt heute größtenteils im Nationalpark Roztocze und ist fast vollständig bewaldet (vgl. Abb. 19). Ackerterrassen an den heute bewaldeten Hängen weisen auf die frühere landwirtschaftliche Nutzung hin (Schmitt et al. 2006b). Die Hauptphasen der Kerbenentwicklung sind in Abb. 17 zusammengefasst.



Abb. 19: Blick aus dem Wieprzetal auf das bewaldete Kerbensystem Guciów Gully.

7.3 Jedliczny Dół

Im Kerbensystem Jedliczny Dół wurde eine gekappte früh- bis mittelholozäne Parabraunerde an den Hängen erbohrt. Der Löss ist tiefgründig entkalkt. Es konnten in den Aufschlüssen keine Siedlungs- oder Landnutzungsspuren aus der Bronze- oder Eisenzeit nachgewiesen werden.

Im Zuge der Rodungen und der verstärkten Landnutzung kam es vermutlich im 14. oder 15. Jh. zu starkem Kerbenreißen. Bis zu fünf Meter mächtige, feine und grobe Sedimente wurden während der zweiten Hälfte des 15. Jh. und/oder zu Beginn des 16. Jh. im Kerbensystem abgelagert. Zahlreiche, an der Basis der Kerbenfüllung in den Aufschlüssen JD1, JD2 und JD5 (vgl. Abb. 20) gefundene Hölzer belegen eine rasche Plombierung der Schlucht nach der Rodung und dem Kerbenreißen. Die Füllung besteht vorwiegend aus feinkörnigen Sedimenten, in die Schotterbänder eingeschaltet sind. Die Schotter belegen, dass die Kerben die Lößdecke durchschnitten und die präquartären Gesteine erreicht hatten (Schmitt et al. 2006a).

Die Resultate der AMS-Radiokohlenstoffdatierungen der Hölzer korrelieren mit der im 14. bis 16. Jh. sich entwickelnden, ressourcenintensiven Eisen- und Glasverhüttung in der Region (Schmitt et al. 2006a).

An der Basis der kolluvialen Verfüllung in den Aufschlüssen JD1, JD2 und JD4 finden sich grauschwarze Ablagerungen aus umgelagertem, humosem Oberbodenmaterial. In den Aufschlüssen JD3 (vgl. Abb. 22) und JD5 blieb hingegen mit dem grauschwarzen Material ein in situ-Humushorizont einschließlich der alten Oberfläche erhalten. Dies deutet darauf hin, dass das System zumindest für einige Jahre oder wenige Jahrzehnte oberflächenstabil war und sich organisches Material anreichern konnte. Diese Bodenbildung könnte in Zusammenhang mit einer geregelten Waldnutzung durch das Ordinariat Zamojski stehen (Schmitt et al. 2006a).

Gegen Ende des 19. Jh. fand in einer Phase intensiver Waldnutzung ein weiteres Kerbenreißen statt, das die ältere Kerbenverfüllung zum Teil aufschloss. Mit dem Verkauf der Flächen an private Nutzer war der Wald wieder intensiver genutzt, Streu entnommen und das Vieh eingetrieben worden. Historische Karten zeigen, dass sich die Feld-Wald-Grenze seit 1830 kaum verändert hat (Schmitt et al. 2006a, Rodzik et al. 2004).

Das Einzugsgebiet Jedliczny Dół liegt heute im Landschaftsschutzpark Szczybrzeczyn und hat einen Waldanteil von über 80 % (vgl. Abb. 21).

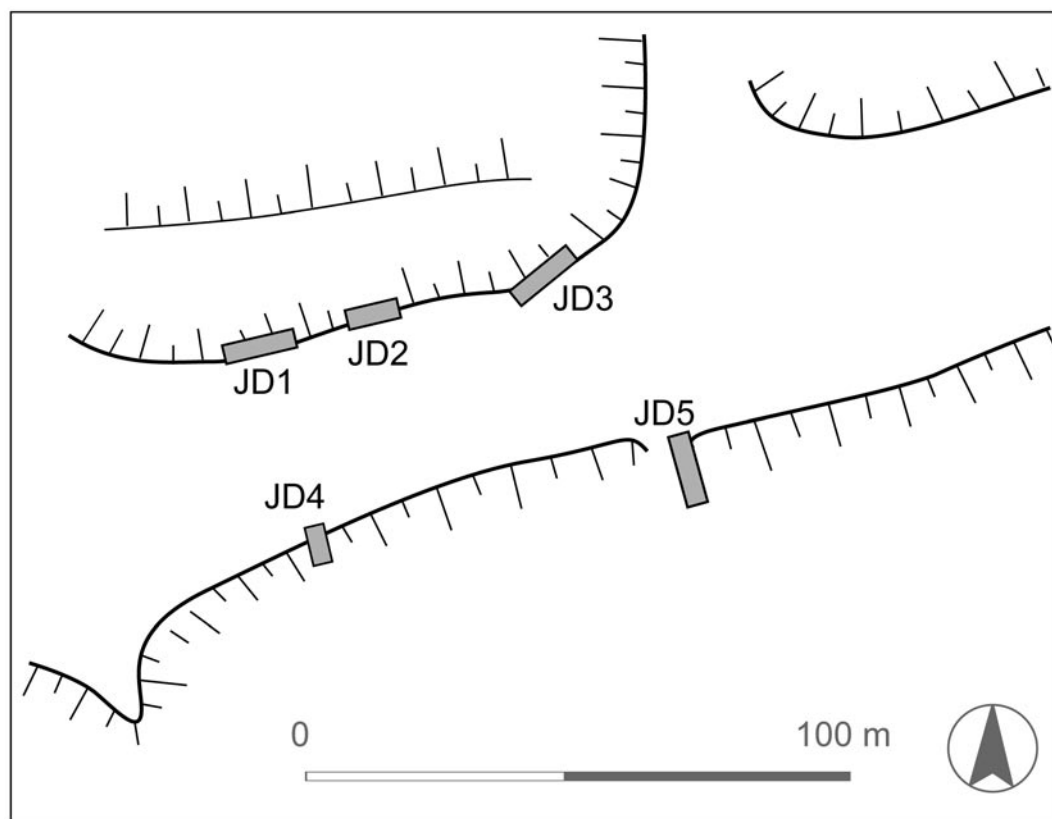


Abb. 20: Die Skizze (nicht maßstäblich) zeigt die Lage der Aufschlüsse im Kerbensystem Jedliczny Dół.



Abb. 21: Blick auf das bewaldete Kerbensystem Jedliczny Dół.



Abb. 22: Aufschluss JD3 im Kerbensystem Jedliczny Dół.

8 Zusammenfassung

Untersucht werden die Auswirkungen der langfristigen Landnutzungsdynamik auf die Ökosysteme Südost-Polens. Erstmals wird die Methodik der vierdimensionalen Landschaftssystemanalyse in der erosionssensitiven Lösslandschaft des Lubliner Hochlandes und des Roztocze Höhenrückens appliziert. In drei Untersuchungsgebieten werden mit feinstratigraphisch-bodenkundlichen Feldaufnahmen und über die Auswertung von Quellen zur Landnutzungsgeschichte die Wechselwirkungen von Landnutzung und Bodenerosion rekonstruiert.

Detailkenntnisse zur raumzeitlichen Dynamik der Bodenerosion und ihrer Ursachen sind eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung und Etablierung nachhaltiger Landnutzungssysteme. Seit den 1990er Jahren erfährt die Landwirtschaft Polens einen starken Wandel. Wachsende Bodenerosionsraten sind zu erwarten. Werden die Extremwerte der vergangenen Jahrtausende erreicht oder gar überschritten?

Im Kerbensystem Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny wird ein erstes Kerbenreißen für die frühe Bronzezeit nachgewiesen, das vermutlich mit der intensiven Landnutzung der *Trzciniecka*-Kultur in Verbindung steht (vgl. Schmitt et al. 2004 und 2005, Zgłobicki et al. 2003). Auch bei Guciów riss wahrscheinlich bereits in der Bronzezeit ein Schluchtsystem ein (vgl. Schmitt et al. 2006b). Während der Eisenzeit ist sowohl für das Gebiet um Kazimierz Dolny als auch für den mittleren Roztocze Höhenrücken eine Zunahme der Bewaldung dokumentiert.

Die Wiederbesiedlung der Gebiete im frühen Mittelalter ermöglichte in Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny ein weiteres Kerbenreißen (vgl. Schmitt et al. 2004 und 2005, Zgłobicki et al. 2003), während bei Guciów trotz einer benachbarten großen Fliehburg und einem größeren Gräberfeld keine Rodungen und keine Bodenerosion nachweisbar sind.

Das stärkste Kerbenreißen in Doły Podmularskie bei Kazimierz Dolny steht im Zusammenhang mit der Ausweitung des Getreidebaus im 17. Jh. (vgl. Schmitt et al. 2004 und 2005). Im Kerbensystem Jedliczny Doł ermöglichen eine intensive Acker- und Waldnutzung durch die seinerzeit blühende Eisen-, Glas- und Holzverarbeitung eine starke Zerschluchtung im 14./15. Jh. (vgl. Schmitt et al. 2006a). In Guciów Gully bewirkten die Neugründung des Dorfes Guciów in der ersten Hälfte des 19. Jh. Rodungen, intensive Landnutzung und damit indirekt das Einreißen von Kerben (vgl. Schmitt et al. 2006b).

Eine letzte Phase des Kerbenreißens vollzog sich in den drei Untersuchungsgebieten im 19./20. Jh. Sie hat ihre mittelbare Ursache in einem erhöhten Landnutzungsdruck aufgrund einer stark gewachsenen Bevölkerungsdichte.

Damit ist das Kerbenreißen ausnahmslos korreliert mit intensiver Landnutzung. Ausgelöst wurde die Zerschluchtung jeweils von wenigen extremen Starkniederschlägen. In der nahen Zukunft erwartbare Veränderungen der Schlagstruktur, der

Feldfrüchte, der Fruchtfolgen sowie der Agrartechnik könnten eine erneute Phase des Kerbenreißen und damit einen weiteren bedeutenden Verlust von Ackerland ermöglichen.

8.1 Summary

The long term landscape dynamics of the south-east Poland ecosystems were investigated by applying the method of the four-dimensional landscape analyses for the first time on the loess areas of the Lublin upland. These are highly sensitive towards soil erosion. At three investigation areas the interactions of land use and soil erosion were reconstructed by combining high-resolution stratigraphic field research and studies on land use history.

To successfully develop and implement sustainable land use systems a detailed knowledge about the spatial and temporal dynamics of soil erosion and its causes is needed. Agriculture in Poland faces a profound conversion since the 1990ies. An increase in soil erosion rates is to be expected. The question is: are the extreme rate of past millennia's going to be reached or even exceeded?

At Doły Podmularskie near Kazimierz Dolny a first gully incision occurred during the early Bronze Age. It is likely connected with intensive land use of the *Trzciniecka*-culture (Schmitt et al. 2004 and 2005, Zgłobicki et al. 2003). In the Guciów system the formation of a gully took place presumably also during Bronze Age (Schmitt et al. 2006b). For the period of the Iron Age an increase of woodland is known for both areas, Kazimierz Dolny and the Central Roztocze.

The resettlement of these areas in the early Middle Ages enabled another gully incision at the Doły Podmularskie system next to Kazimierz Dolny (Schmitt et al. 2004 and 2005, Zgłobicki et al. 2003). At Guciów no traces of forest clearance or soil erosion could be detected despite the nearby stronghold and a large cemetery.

The most severe incision of the Doły Podmularskie system near Kazimierz Dolny is connected with a considerable extension of cereal production in the 17th century (Schmitt et al. 2004 and 2005). In the Jedliczny Doł gully system the intensive use of arable land and forest caused by the growing production of iron, glass and timber enabled a strong gulling during the 14th/15th centuries (Schmitt et al. 2006a). The new foundation of the village Guciów in the first half of the 19th century led to forest clearance and intensive land use and thereby enhanced the incision of gullies (Schmitt et al. 2006b).

In the investigation areas the most recent phase of gulling took place during the 19/20th century when a growing land use pressure was caused by increased population densities.

The results show that gully incision in these areas was always connected with intensive land use and triggered by few extreme rainfalls. The presumed changes

of field structures, crop rotation and agricultural techniques could again start a phase of gully incision causing further loss of arable land in significant quantities.

8.2 Streszczenie

Badania nad długookresową dynamiką zmian geosystemów Polski południowo-wschodniej prowadzone były przy zastosowaniu czterowymiarowych analiz krajobrazowych. Metoda ta na terenach lessowych Wyżyny Lubelskiej została zastosowana po raz pierwszy. Badane obszary należą do bardzo podatnych na procesy erozji gleb. Badania prowadzono w obrębie trzech stanowisk (obszarów). Opierały się one na rekonstrukcji interakcji pomiędzy użytkowaniem terenu a erozją gleb, na podstawie łącznego wykorzystania terenowej analizy stratygraficznej wysokiej rozdzielczości oraz studiów nad historią użytkowania terenu.

Skuteczny rozwój i wdrożenie systemu zrównoważonego użytkowania terenu wymaga dokładnej wiedzy na temat przestrzennej i czasowej dynamiki procesów erozji gleb oraz ich przyczyn. Od początku lat 90 XX w. rolnictwo w Polsce stoi w obliczu poważnych zmian. Należy spodziewać się przy tym wzrostu natężenia erozji gleb. Rodzi się, zatem pytanie: czy istnieje możliwość osiągnięcia lub przekroczenia ekstremalnych wartości erozji występujących tu w poprzednich tysiącach?

W systemie „Doły Podmularskie” w okolicach Kazimierza Dolnego pierwsze rozcięcia wązowowe powstały we wczesnej epoce brązu. Związane to było z intensywnym rolniczym wykorzystaniem terenu przez społeczeństwa kultury trzcinieckiej (Schmitt et al. 2004, 2005, Zgłobicki et al. 2003). W systemie wązowowym w Guciowie powstanie wązowu przypuszczalnie również miało miejsce podczas epoki brązu (Schmitt et al. 2006b). W epoce żelaza w obu obszarach - okolice Kazimierza Dolnego oraz Roztocze Centralne - nastąpił wzrost powierzchni zajmowanej przez wąwozy.

Ponowne zasiedlenie tych obszarów we wczesnym średniowieczu umożliwiło powstanie kolejnego rozcięcia w systemie wązowowym „Doły Podmularskie” w rejonie Kazimierza Dolnego (Schmitt et al. 2004, 2005, Zgłobicki et al. 2003). W okolicach Guciowa nie stwierdzono śladów wycinki lasów oraz procesów erozyjnych, a jedynymi śladami działalności człowieka są grodzisko i duże cmentarzysko.

Najsilniejsze procesy erozji wązowowej w systemie „Doły Podmularskie” w okolicach Kazimierza Dolnego związane były ze znaczącym rozwojem produkcji zbóż w XVII wieku (Schmitt et al. 2004, 2005). W systemie „Jedliczny Dół” intensywne użytkowanie ziemi oraz lasów w związku ze wzrastającą produkcją żelaza, szkła i drewna spowodowała intensywną erozję w XIV/XV w. (Schmitt et al. 2006a). Nowa lokacja wsi Guciów w pierwszej połowie XIX wieku spowodowała wycinkę lasów oraz intensywne użytkowanie ziemi, a co za tym idzie zwiększenie dynamiki procesów erozyjnych (Schmitt et al. 2006b).

W obrębie badanych obszarów ostatnia faza erozji wąwozowej przypada na XIX i XX w. kiedy to zwiększyła się intensywność rolniczego wykorzystania terenu w związku ze wzrostem gęstości zaludnienia.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że procesy erozji wąwozowej na badanych obszarach związane były zawsze z intensywnym użytkowaniem terenu, a uruchamiane w wyniku ekstremalnych opadów. Przepuszczalnie zmiany układu pól, płodozmianu oraz zabiegów agrotechnicznych mogą zapoczątkować kolejną fazę erozji wąwozowej, która spowoduje dalsze zmniejszenie się areалу pól uprawnych na znaczną skalę.

Übersetzt von: Dr. Wojciech Zgłobicki, UMCS Lublin.

9 Literaturverzeichnis

AG Boden (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland. 4. verb. u. erw. Auflage, Hannover.

Areń, B. (1962): Miocen Roztocza Lubelskiego pomiędzy Sanną a Tanwią (The Miocene of the Lublin Roztocze range between Sanna and Tanew rivers). *Prace Inst. Geol.* 30: 5-77 (Polnisch mit englischem Abstract).

Auerswald, K. (1998): Bodenerosion durch Wasser. In: Richter, G. [Hrsg.]: *Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems.* Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 33-42.

Ayres, Q.C. (1936): *Soil erosion and its control.* McGraw-Hill, New York und London.

Bałaga, K. (1998): Post-glacial vegetational changes in the middle Roztocze (E Poland). *Acta Palaeobot.* 38 (1): 175-192.

Balcer, B. (1991): Z badań przemysłu mierzanowickiego na Roztoczu. In: Gurba, J. et al. [Hrsg.]: *Schyłek neolitu i wczesna epoka brązu w Polsce Środkowoschodniej.* *Lubelski Materiały Archeologiczne* 4: 341-349.

Banasiewicz-Szykuła, E. [Hrsg.] (2000): *Archeologiczne odkrycia na obszarze Kazimierskiego Parku Krajobrazowego.* Lubelski Wojewódzki Konserwator Zabytków, Lublin (Polnisch).

Bell, M. (1983): Valley sediments as evidence of land-use on the South Downs. *Proceedings of the Prehistoric Society* 49: 119-150.

Belyaev, V. R., Eremenko, E. A., Panin, A. V. und Belyaev, Y. R. (2005): Stages of late Holocene gully development in the central Russian plain. *International Journal of Sediment Research* 20 (3): 224-232.

Boardman, J. (2003): Socio-economic factors in soil erosion and conservation. *Environmental Science & Policy* 6: 1-6.

Boardman, J. und Bell, M. (1992): Past and present soil erosion: linking archaeology and geomorphology. In: Bell, M. und Boardman, J. [Hrsg.]: *Past and present soil erosion - archaeological and geographical perspectives.* *Oxbow Monograph* 22, Oxford, S. 1-8.

Bork, H.-R. (1983): Die holozäne Relief- und Bodenentwicklung in Lössgebieten. Beispiele auf dem südöstlichen Niedersachsen. In: Bork, H.-R. und Ricken, W. [Hrsg.]: *Bodenerosion. Holozäne und Pleistozäne Bodenentwicklung.* *Catena Supplement* 3: 1-93.

Bork, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt. *Landschaftsgenese und Landschaftsökologie* 13: 1-249.

Bork, H.-R. (1989): Soil erosion during the past Millennium in Central Europe and its significance within the geomorphodynamics of the Holocene. *Catena* 15: 121-131.

Bork, H.-R. und Lang, A. (2003): Quantification of past soil erosion and land use / land cover changes in Germany. In: Lang, A., Hennrich, K. und Dikau, R. [Hrsg.]: *Long Term Hillslope and Fluvial System Modelling - Concepts and Case Studies from the Rhine River Catchment. Lecture Notes in Earth Sciences* 101: 232-239. Springer, Heidelberg.

Bork, H.-R., Bork, H., Dalchow, C., Faust, B., Piorr, H.-P. und Schatz, T. (1998): *Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa*. Klett-Perthes, Gotha und Stuttgart.

Bork, H.-R., Dalchow, C., Frielinghaus, M. (1999): Bodenentwicklung, Bodenzerstörung und Schutzbedürftigkeit von Böden in der Vergangenheit. In: *Schutz des Bodens*. Economica Verlag, Bonn.

Bork, H.-R., Schmidtchen, G. und Dotterweich, M. (2001): Die Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Bodenzerstörung in Mitteleuropa. In: Schauer, P. [Hrsg.]: *DFG-Graduiertenkolleg 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“*. Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel. *Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie* 7. Habelt, Bonn, S. 43-55.

Bork, H.-R., Schmidtchen, G. und Dotterweich, M. [Hrsg.] (2003): *Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän Deutschlands*. *Forschungen zur Deutschen Landeskunde* 253. Deutsche Akademie für Landeskunde, Flensburg.

Buraczyński, J. (1975): Erozja wąwozowa na Roztoczu – międzyrzecze Gorajca i Wieprza. *Biul. LTN* 17, *Geografia* 1 / 2: 13-19 (Polnisch mit englischem Abstract)

Buraczyński, J. (1989/90): Rozwój wąwozów na Roztoczu Gorajskim w ostatnim tysiącleciu. *Ann. UMCS Lublin, sec. B, XLIV/XLV,4*: 95-104 (Polnisch mit englischem Abstract).

Buraczyński, J. [Hrsg.] (2002): *Roztocze. Środowisko przyrodnicze*. Wydawnictwo Lubelskie, Lublin (Polnisch).

Buraczyński, J. und Wojtanowicz, J. (1971): Rozwój wąwozów lessowych w okolicy Dzierzkowic na Wyżynie Lubelskiej pod wpływem gwałtownej ulewy w czerwcu 1969 roku. *Ann. UMCS Lublin, sec. B, XXVI, 6*: 135-168 (Polnisch).

Chmielewski, W., Jażdżewski und K. Kostrzewski, J. (1965): *Pradzieje Polski*. Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków (Polnisch).

Chomicz, K. (1951): Ulewy i deszcze nawalne w Polsce. Wiad. Służby Hydrolog. i Meteorol. 2, 3: 5-88 (Polnisch).

Czarnecki, W (1997): Przemiany osadnictwa ziemi chełmski od połowy IIV do końca XVI wieku, praca doktorska (mps). UMCS Lublin.

Czyżowska, E. (1996): Skutki geomorfologiczne i sedymentologiczne gwałtownej ulewy w dolinie Kalinki 15 września 1995 r. (Wyżyna Miechowska). Przegląd Geologiczny 44 (8): 813-816 (Polnisch).

Dąbrowska, E. (1973): Wielkie grody dorzecza górnej Wisły. Ze studiów nad rozwojem organizacji terytorialno-plemiennej w VII-X wieku (Grossburgen im Flussgebiet der oberen Weichsel. Aus Studien der territorialen und stammesmäßigen Organisationsentwicklung im VII-X Jh.). Wrocław/Breslau (Polnisch mit deutschem Abstract).

Długosz, Jan (1455-1480) : Annales seu cronicae incliti Regni Poloniae.

Dobrowolska, M. (1961): Przemiany środowiska geograficznego Polski. do XV wieku. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Lublin (Polnisch).

Dobrzański, B., Malicki, A. und Ziemnicki, S. (1953): Erozja gleb w Polsce. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, S. 1-93 (Polnisch).

Dotterweich, M. (2003a): Landnutzungsbedingte Kerbenentwicklung während Mittelalter und Neuzeit in der Obermainischen Bruchschollenlandschaft bei Kronach. In: Bork, H.-R., Schmidtchen, G. und Dotterweich, M. [Hrsg.]: Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und JungHolozän Deutschlands. Forschungen zur deutschen Landeskunde 253. Deutsche Akademie für Landeskunde, Flensburg, S. 57-112.

Dotterweich, M. (2003b): Vierdimensionale Landschaftsanalyse als Hilfsmittel zur Rekonstruktion früherer Umweltbedingungen in Franken - Auswirkungen und Rückkopplungsmechanismen historischer Landnutzung auf die Landschaft. In: Becker, H. und Ericsson, J. [Hrsg.]: Bamberger Geographische Schriften, Sonderfolge Band 7, Bamberg.

Dotterweich, M. (2005): High-resolution reconstruction of a 1300 year old gully system in northern Bavaria, Germany: a basis for modelling long-term human-induced landscape evolution. The Holocene 15 (7): 994-1005.

Dotterweich, M., Schmitt, A., Schmidtchen, G. und Bork, H.-R. (2003a): Quantifying historical gully erosion in northern Bavaria. Catena 50: 135-150.

Dotterweich, M., Schmitt, A., Bork, H.-R. und Schmidtchen, G. (2003b): Jungholozäne Bodenerosion und Kerbenentwicklung im Wolfsgraben bei Bamberg. In: Bork, H.-R., Schmidtchen, G. und Dotterweich, M. [Hrsg.]: Bodenbildung, Bodenerosion und

Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän Deutschlands. Forschungen zur deutschen Landeskunde 253. Deutsche Akademie für Landeskunde, Flensburg, S. 129-164.

Dotterweich, M., Haberstroh, J. und Bork, H.-R. (2003c): Mittel- und jungholozäne Siedlungsentwicklung, Landnutzung, Bodenbildung und Bodenerosion an einer mittelalterlichen Wüstung bei Friesen, Landkreis Kronach in Oberfranken. In: Bork, H.-R., Schmidtchen, G. und Dotterweich, M. [Hrsg.]: Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän Deutschlands. Forschungen zur Deutschen Landeskunde 253. Deutsche Akademie für Landeskunde, Flensburg, S. 17-56.

Dreibrodt, S. und Bork, H.-R. (2005): Historical soil erosion and landscape development at Lake Belau (North Germany) – a comparison of colluvial deposits and lake sediments. Zeitschrift für Geomorphologie Supp. 139: 101-128.

Dwucet, K. und Śnieszko, Z. (1996): Redepozycyjna transformacja lessów i gleb nalessowych po gwałtownej ulewie w dniu 15 września 1995 r. na Wyżnie Miechowskiej. Przegląd Geologiczny 44 (8): 790-792 (Polnisch).

Eremenko, E. A., Belyaev, V. R., Karevskaya, I. A., Panin, A. V. (2005): Natural and anthropogenic factors of gully development (Ouzky gully at the Satino Research Station as an example). Geomorphologia 3: 52-65 (Russisch mit englischem Summary).

Favis-Mortlock, D., Boardman, J. und Bell, M. (1997): Modelling long-term anthropogenic erosion of a loess cover: South Downs, UK. Holocene 7: 79-89.

Gábris, Gy., Kertész, Á. und Zámbó, L. (2003): Land use change and gully formation over the last 200 years in a hilly catchment. Catena 50: 151-164.

Gardziel, Z. und Rodzik, J. (2001): Drogi Gruntowe jako stymulator przemian silnie urzeźbionego krajobrazu lessowego (w okolicy Kazimierza Dolnego). In: German, K. und Balon, J. [Hrsg.]: Transformations of the natural environment of Poland and its functioning. The problems of landscape ecology, vol. X. Krakau, S. 305-311 (Polnisch mit englischem Abstract).

Gardziel, Z., Harasimiuk, M. und Rodzik, J. (1996): Dynamika procesów geomorfologicznych w zlewni godarza i związane z nimi zagrożenia dla Kazimierza Dolnego. In: Konferncja „Małopolski przełom Wisły – walory, zagrożenia, ochrona“, Kazimierz Dolny, 18-20 września 1996r., Zarząd Zespołu Lubelskich Parków Krajobrazowych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Muzeum Nadwiślańskie w Kazimierzu Dolnym, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Lublinie, Lublin, S. 21- 31 (Polnisch).

Gardziel, T., Janicki, G. und Skowronek, E. (2001): Przemiany środowiska przyrodniczego wsi Guciów na Roztoczu środkowym pod wpływem gospodarki człowieka. In: German, K. und Balon, J. [Hrsg.]: Transformations of the natural

environment of Poland and its functioning. The problems of landscape ecology, vol. X. Krakau, S. 294-300 (Polnisch mit englischem Abstract).

Gawrysiak, L. und Zagórski, P. (1998): Stages of erosion/denudation valley development in Late Glacial and Holocene with the dry valley in the Bondyryz region (Tomaszów Roztocze) as an example. *Biuletyn Peryglacjalny* 37: 69-79.

Geologische Karte von Polen (1995). Blatt Tomaszów Lubelski.

Geyh, M. A. und Schleicher, H. (1990): Absolute age determination: Physical and chemical dating methods and their applications. Springer, Berlin.

Górniak, A. (1992): The development of soils from loess in the Lublin region (SE Poland). *Polish Journal of Soil Science*, XXV/1: 79-87.

Gurba, J. (1960): Neolithic Settlements on the Lublin Loess Upland. *Ann. UMCS, sec. B, XV, 13*: 211-232.

Gurba, J. (1978): Starożytne i wczesnośredniowieczne osadnictwo Lubelszczyzny. *Z zagadnień kultury ludowej I*: 7-35 (Polnisch).

Gurba, J. (1983): Uwarunkowania środowiskowe osadnictwa społeczeństw wczesnośredniowiecznych na przykładzie Lubelszczyzny. In: Kozłowski, J. K. und Kozłowski, S. K. [Hrsg.]: *Człowiek i środowisko w pradziejach*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warschau, S. 322-327 (Polnisch).

Gurba, J. (1985): Zarys dziejów Roztoczańskiego Parku Narodowego. In: Wilgat, T. [Hrsg.]: *Roztoczański Park Narodowy*. KAW, Lublin, S. 7-9 (Polnisch).

Harasimiuk, M. (1980): Rzeźba strukturalna Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. *UMCS Lublin*, 136 S., Habilitationsschrift (Polnisch).

Harasimiuk, M. (1994): Budowa geologiczna i rzeźba Roztoczańskiego Parku Narodowego. In: Wilgat, T. [Hrsg.]: *Roztoczański Park Narodowy*. RPN, Krakau, S. 55-67 (Polnisch).

Harasimiuk, M. und Henkiel, A. (1975/76): Wpływ budowy geologicznej i rzeźby podłoża na ukształtowanie pokrywy lessowej w zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego (The influence of the geological structure and of the substratum relief on the configuration of loess cover in the area of the western part of the Nałęczów Plateau). *Ann. UMCS Lublin, sec. B, Vol. XXX/XXXI, 4*: 55-86 (Polnisch mit englischem Abstract).

Izdebski, K. (2002): Szata roślinna. In: Buraczyński, J. [Hrsg.]: *Roztocze. Środowisko przyrodnicze*. Wydawnictwo Lubelskie, Lublin, S. 272-327 (Polnisch).

Jahn, A. (1956): Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd (sum. Geomorphology and Quaternary History of Lublin Plateau). *Prace Geog. PAN* 7: 1-453 (Polnisch mit englischem Abstract).

Jaksch, T., Bork, H.-R., Dalchow, C. und Dräger, D. [Hrsg.] (1996): Landnutzung in Mittel- und Osteuropa. *Mezogazda Kiado*, Budapest.

Janicki, G. und Zglobicki, W. (1998): Geomorfologiczne skutki ulewy (z 16 września 1995 r.) w okolicy Garbowa na Wyżynie Lubelskiej. *Ann. UMCS Lublin, sec. B*, LIII,6: 109-129 (Polnisch mit englischem Abstract).

Janicki, G., Rodzik, J. und Zglobicki, W. (2002): Geomorphic effects of land use changes (a case of the Gutanów loess catchment, Poland). *Geografický Časopis* 54: 39-57.

Jaroszewski, W. (1977): Sedymentacyjne przejawy mioceńskiej ruchliwości tektonicznej w strefie krawędziowej na Rostoczu Środkowym (Sedimentary evidence for Miocene tectonic activity in the Central Rostocze). *Przeg. Geol.* 25 (8-9): 418-427 (Polnisch mit englischem Abstract).

Józefaciuk, C. und Kern, H. (1988): Zagrożenie zasobów glebowych kraju. In: *Wszechnica Polskiej Akademii Nauk* [Hrsg.]: *Przemiany środowiska geograficznego Polski*, Wrocław u. a., S. 109-135 (Polnisch).

Kaszewski, B. M., Czerniawski, M. und Mucha, B. (2002): Klimat. In: Buraczyński, J. [Hrsg.]: *Rostocze. Środowisko przyrodnicze*. Wydawnictwo Lubelskie, Lublin, S. 208-227 (Polnisch).

Kaszewski, B. M., Mrugała, Sz. und Warakowski, W. (1995): Klimat. T. 1: Temperatura powietrza i opady atmosferyczne na obszarze Lubelszczyzny (1951-1990). *Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny*. LTN (Polnisch).

Klimowicz, Z. und Uziak, S. (1993): The effect of multi-year agricultural utilization on the Lublin upland soils. *Lubelski Towarzystwo Naukowe*, Lublin, S. 1-80.

Klimowicz, Z. und Uziak, S. (2001): The influence of long-term cultivation on soil properties and patterns in an undulating terrain in Poland. *Catena* 43: 177-189.

Kosmowska, D. (1963): The paleomorphology of loess gullies. Reprinted from the report of the VIth international congress on Quaternary, vol. III, Geomorphological Section, Warschau 1961. Łódź, S. 181-186.

Kowalczyk, W. (2001): Kazimierz Dolny. Oase an der Weichsel – eine deutsch-polnische Ausstellung. *Naturkundemuseum Erfurt und Naturkundemuseum Kazimierz Dolny* (Polnisch und Deutsch).

Krasowska, A. (1976): Kreda między Zamościem, Tomaszowem Lubelskim a Kryłowem (The Cretaceous between Zamość, Tomaszów Lubelski and Kryłów). *Biul. Inst. Geol.* 291: 51-101 (Polnisch mit englischem Abstract).

Kucharczyk, M. (1992): Roślinność i flora. Kazimierski Park Krajobrazowy. In: Wilgat, T. [Hrsg.]: System obszarów chronionych województwa lubelskiego. Wydawnictwo UMCS, Lublin, S. 76-81 (Polnisch).

Lamb, H. H. (1977): *Climate – present, past and future*. Vol. 2. Climatic history and future. Methuen, London.

Lang, A. und Bork, H.-R. (2006): Soil erosion in an historical context. In: Boardman, J. und Poesen, J. [Hrsg.]: *Soil Erosion in Europe*. John Wiley & Son.

Lang, A., Niller, H-P. und Rind, M. (2003): Land Degradation in Bronze Age Germany: Archaeological, Pedological, and Chronometrical Evidence from a Hilltop Settlement on the Frauenberg, Niederbayern. *Geoarcheology* 18 (7): 767-778.

Lang, A. und Hönscheidt, S. (1999). Age and source of soil erosion derived colluvial sediments at Vaihingen-Enz, Germany. *Catena* 38: 89-107.

Libera, J. (1992): Późny paleolit i mezolit Polski południowo-wschodniej. *Archeologiczne Listy*, 2, Lublin (Polnisch).

Libera, J. (1995): Późny paleolit i mezolit środkowoschodniej Polski. UMCS, Lublin (Polnisch).

Machnik, J. (1961): *Badania archeologiczne na Roztoczu Lubelskim w 1959 roku*. Sprawozdania Archeologiczne, vol. XII, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków (Polnisch).

Maciejewski, J. (2002): The Roztocze National Park und Zwierzyniec site. In: Pidek, I. A., Rodzik, J., Urban, D. und Maciejewski, Z. [Hrsg.]: *Pollen Monitoring Programm, 4th international meeting, Lublin-Guciów, 25-30. Sep. 2002, Excursion guide*, S. 23-30.

Maruszczak, H. (1950): Stan i zmiany lesistości województwa lubelskiego w latach 1830-1930. *Ann. UMCS Lublin, sec. B, V,5*: 109-178 (Polnisch mit englischem Abstract).

Maruszczak, H. (1958): Charakterystyczne formy rzeźby obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej (Characteristic relief forms of the loess area within the Lublin upland). *Czasopismo Geograficzne* XXIX: 335-354 (Polnisch mit englischem Abstract).

Maruszczak, H. (1960): Le relief de terrains de loess sur le Plateau de Lublin. *Ann. UMCS Lublin, sec. B, XV,8*: 93-122 (Französisch mit polnischem Abstract).

Maruszczak, H. (1963): Warunki geologiczno-geomorfologiczne rozwoju erozji gleb w południowej części województwa Lubelskiego. Wiadomości Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych, vol. III (4): 19-44 (Polnisch).

Maruszczak, H. (1972): Wyzyny Lubelsko-Wolynskie. In: Klimaszewski, M. [Hrsg.]: Geomorfologia Polski, Tom 1, Polska Południowa Góry i Wyzyny. Warschau, S. 340-383 (Polnisch)

Maruszczak, H. (1973): Erozja wąwozowa we wschodniej części pasa Wyżyn Południowopolskich (Gully erosion in the eastern part of Southern Uplands of Poland). Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 151: 15-30 (Polnisch mit englischem Abstract).

Maruszczak, H. (1983): Procesy rzeźbotwórcze na obszarze Polski w okresie ostatniego zlodowacenia i w holocenie. In: Kozłowski, J. K. und Kozłowski S. K. [Hrsg.]: Człowiek i środowisko w pradziejach. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warschau (Polnisch).

Maruszczak, H. (1986): Tendencje sekularne i zjawiska ekstremalne w rozwoju rzeźby małopolskich wyżyn lessowych w czasach historycznych. Czasopismo Geograficzne LVII,2: 271-282 (Polnisch mit englischem Abstract).

Maruszczak, H. (1988): Zmiany środowiska przyrodniczego kraju w czasach historycznych. In: Wszechnica Polskiej Akademii Nauk [Hrsg.]: Przemiany środowiska geograficznego Polski. Wrocław u. a., S. 109-135 (Polnisch).

Maruszczak, H. (1997): Wczesnośredniowieczne grodzisko w Guciowie na Roztoczu: wnioski z analizy jego topografii i warunków fizjograficznych regionu (przyczynek do studiów nad grodami Czerwieńskimi) (An early medieval earthwork at Guciów in Roztocze: Conclusions from an analysis of its topography and of the geographical conditions of the region (an addendum to the studies on the Czerwień castles). Archeologia Polski Środkowowschodniej II, S. 227-236 (Polnisch mit englischem Abstract).

Maruszczak, H. (1998): Późnoglacialny i młodoholocenijski etap rozwoju erozji wąwozowej w rejonie wczesnośredniowiecznego grodziska w Guciowie. In: Dobrowolski, R. [Hrsg.]: IV zjazd Geomorfologów Polskich. Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce. Stan aktualny i perspektywy III. Wydawnictwo UMCS, Lublin, S. 119-124 (Polnisch).

Maruszczak, H. und Trembaczkowski, J. (1956): Geomorfologiczne skutki gwałtownej ulewy w Piaskach Szlacheckich koło Krasnegostawu (Geomorphological effects of a cloudburst at Piaski Szlacheckie near Krasnystaw). Ann. UMCS Lublin, sec. B, XI,4: 129-168 (Polnisch mit englischem Abstract).

Maruszczak, H., Michalczyk, Z. and Rodzik, J. (1984): Warunki geomorfologiczne i hydrogeologiczne rozwoju denudacji w dorzeczu Grodarza na Wyżynie Lubelskiej. (Geomorphologic and hydrogeologic conditions for denudation development in the

Grodarz drainage basin, Lublin upland). Ann. UMCS Lublin, sec. B, XXXIX, 8: 117-145 (Polnisch mit englischem Abstract).

Michalczyk, Z. (1986): Warunki występowania i krążenia wód na obszarze Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. Rozprawy Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS Lublin. (Habilitation).

Michalczyk, Z. und Kowalczyk, I. (2002): Stosunki wodne. In: Buraczyński, J. [Hrsg.]: Roztocze. Środowisko przyrodnicze. Wydawnictwo Lubelskie, Lublin, S. 228-258 (Polnisch).

Michalczyk, Z. und Wilgat, T. (1998): Stosunki wodne Lubelszczyzny. Wydawnictwo UMCS, Lublin (Polnisch).

Michna, E. und Paczos, S. (1972): Opady atmosferyczne na obszarze Roztocza (Precipitation in the area of Roztocze). Ann. UMCS Lublin, sec. B, XXVII, 9: 247-283 (Polnisch mit englischem Abstract).

Montusiewicz, R. (1991): Reportaż z 1644 roku. Dziennik Lubelski, 23. 10. 1991, Lublin (Polnisch).

Munsell (1975): Soil Color Charts. US Department of Agriculture.

Nachtergaele, J., Poesen, J., Oostwoud Wijdenes, D. und Vandekerckhove, L. (2002): Medium-term evolution of a gully developed in a loess-derived soil. *Geomorphology* 46: 23-39.

Niller, H.-P. (1998): Prähistorische Landschaften im Lößgebiet bei Regensburg. Kolluvien, Auenlehme und Böden als Archive der Paläoumwelt. *Regensburger Geographische Schriften* 31.

Nogaj-Chachaj, J. (1991): The stone-packed graves of the Funnel Beaker culture in Karmanowice, site 35. *Antiquity* 65: 628-40.

Pidek, I. A., Rodzik, J., Urban, D. und Maciejewski, Z. [Hrsg.] (2002): Pollen Monitoring Programm, 4th international meeting, Lublin-Guciów, 25-30. Sep. 2002, Excursion guide.

Poesen, J. (1993): Gully typology and gully control measures in the European loess belt. In: Wicherek, S. [Hrsg.]: Farm land erosion in temperate plains environment and hills. Elsevier, Amsterdam, S. 221-239.

Poesen, J., Nachtergaele, J. und Deckers, J. (2000): Gullies in the Tersaert Forest (Huldenberg, Belgium): climatic or anthropogenic cause? In: Verstraeten, G. [Hrsg.]: Gully erosion processes in the Belgian loess belt: causes and consequences. Excursion Guide. International symposium on gully erosion under global change, K.U. Leuven, Leuven, Belgien, 16.-19. April 2000, S. 15-26.

Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G. and Valentin, C. (2003): Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena* 50: 91-133.

Porto, P., Walling, D. E., Tamburino, V. und Callegari, G. (2003): Relating caesium-137 and soil loss from cultivated land. *Catena* 53: 303–326.

Požaryski, W., Maruszczak, H. und Lindner, L. (1994): Chronostratygrafia osadów plejstoceńskich i rozwój doliny Wisły środkowej ze szczególnym uwzględnieniem przełomu przez wyżyny południowopolskie (Chronostratigraphy of Pleistocene deposits and evolution of the middle Vistula river valley with particular attention to the gap through the south Polish uplands). *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego CXLVII*: 1-58 (Polnisch mit englischer Zusammenfassung).

Reiß, S. (2005): Langfristige Wirkungen der Landnutzung auf den Stoffhaushalt in der Dithmarscher Geest seit dem Neolithikum. *EcoSys Beiträge zur Ökosystemforschung Suppl. Bd. 44*, Kiel (Dissertationschrift an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel), S. 1-194.

Reiß, S., Kelm, R. und Bork H.-R. (2006): Economics and environmental change during the Late Mesolithic and Neolithic Periods - investigations in the valley of the Gieselau near Albersdorf, Schleswig-Holstein, Germany. *Environmental Archaeology. The journal of human palaeoecology* (im Druck).

Rejman, J., Turski, R. und Paluszek, J. (1998): Spatial and temporal variations in erodibility of loess soil. *Soil & Tillage Research* 46: 61-68.

Reniger, A. (1950): Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. *Polish Agricultural Annual - Roczniki Nauk Rolniczych* 54/1: 1-59 (Polnisch mit englischem Abstract).

Richter, G. (1998): Bodenerosion durch Schneeschmelze. In: Richter, G. [Hrsg.]: *Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 43-50.

Rodzík, J. und Zgłobicki, W. (2000): Współczesny rozwój wąwozu lessowego na tle układu pól. In: Radwan, S. and Lorkiewicz, Z. [Hrsg.]: *Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych*. Wydawnictwo UMCS, Lublin, S. 257-261 (Polnisch mit englischem Abstract).

Rodzík, J., Janicki, G. und Zgłobicki, W. (1996): Reakcja agroekosystemu zlewni lessowej na epizodyczny wpływ podczas gwałtownej ulewy. In: Józefaciuk, A. [Hrsg.]: *Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją*. Puławy, 11-12 wrzesień 1996. Lublin, S. 201-214 (Polnisch).

Rodzík J., Schmitt A., Zgłobicki W. 2004: Warunki rozwoju wąwozów Rostocza Szczebrzeszyńskiego. In: Dobrowolski, R. und Terpiłowski, S. [Hrsg.]: *Stan i zmiany*

środowiska geograficznego wybranych regionów wschodniej Polski. PTG, UMCS Lublin, S. 117-123 (Polnisch).

Rogozińska, R. (1961): Sprawozdanie z badań kurhanów kultury trzcinieckiej w Guciowie powiat zamojski. Sprawozdania Archeologiczne, vol. XIII, Ossolinum, Wrocław-Warszawa-Kraków (Polnisch).

Rogozińska, R. (1965): Sprawozdanie z badań cmentarzyska kurhanowego kultury trzcinieckiej w Guciowie powiat zamojski. Sprawozdania Archeologiczne XVI: 51-55 (Polnisch).

Rohdenburg, H. (1970): Morphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten statt Pluvial- und Interpluvialzeiten. *Eiszeitalter und Gegenwart* 21: 81-96.

Rohdenburg, H. (1989): Landschaftsökologie - Geomorphologie. Catena Paperback, Cremlingen-Destedt.

Schatz, T. (2000): Untersuchungen zur holozänen Landschaftsentwicklung in Nordostdeutschland. *Zalf-Berichte* 41, Müncheberg (Dissertationsschrift).

Schmidtchen, G. und Bork, H.-R. (2003): Changing Human Impact during the Period of Agriculture in Central Europe: The Case Study Biesdorfer Kehlen, Brandenburg, Germany. In: Lang, A., Hennrich, K. und Dikau, R. [Hrsg.]: *Long Term Hillslope and Fluvial System Modelling - Concepts and Case Studies from the Rhine River Catchment. Lecture Notes in Earth Sciences* 101: 183-200. Springer, Heidelberg.

Schmidtchen, G., Bork, H.-R. und Dotterweich, M. (2001): Junge Erosionskatastrophen in Ostbrandenburg. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 6: 74-82.

Schmidtchen, G., Bork, H.-R., Reiss, S. und Kelm, R. (2003): Bodendegradation auf der Dithmarscher Geest - Die Flur Reddersknüll bei Albersdorf. In: Bork, H.-R., Schmidtchen, G. und Dotterweich, M. [Hrsg.]: *Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän. Forschungen zur deutschen Landeskunde* 253. Deutsche Akademie für Landeskunde, Flensburg, S. 269-290.

Schmitt, A., Schmidtchen, G., Rodzik, J., Zglobicki, W., Dotterweich, M., Zamhöfer, S. und Bork, H.-R. (2004): Historical gully erosion in southeast Poland, an example from the loess area of the Lublin Upland. In: Li, Y, Poesen, J. and Valentin, Ch. [Hrsg.]: *Gully Erosion under Global Change. Sichuan Science and Technology Press, Chengdu, China*, S. 223-230.

Schmitt, A., Zglobicki, W., Schmidtchen, G., Rodzik, J. Dotterweich, M., Zamhöfer, S. und Bork, H.-R. (2005): Phases of gully erosion in the Kazmierz Dolny area (case study: Doly Podmularskie, SE Poland). In: Zglobicki, W. und Rejman, J. [Hrsg.]: *Human impact on sensitive Geosystems. Maria Curie-Skłodowska University Press, Lublin*, S. 121-128.

Schmitt, A., Rodzik, J., Zglobicki, W., Russok, Ch., Dotterweich, M. und Bork, H.-R. (2006a): Time and scale of gully erosion in the Jedliczny Dol gully system, south-east Poland. *Catena* (im Druck).

Schmitt, A., Bork, H.-R., Rodzik, J., Russok, Ch. und Zglobicki, W. (2006b): Böden speichern die Auswirkungen ökonomischer Krisen (Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen). In: Bork, H.-R. [Hrsg.]: *Landschaften der Erde. Ihre Entwicklung unter dem Einfluss des Menschen*. WBG (im Druck).

Skowronek, E. (1999a): Zmiany krajobrazu w dorzeczu górnego Wieprza pod wpływem działalności człowieka w ostatnim tysiącleciu (Changes in the landscape in the Upper Wieprz river-basin under the influence of man's activity in the last millennium). *Ann. UMCS Lublin, sec. B, LIV, 14*: 279-295 (Polnisch mit englischem Abstract).

Skowronek, E. (1999b): Historia miejscowości Guciów. In: Dębickiego, R. [Hrsg.]: *Rola gleby w funkcjonowaniu ekosystemów*. Kongress der polnischen bodenkundlichen Gesellschaft, 7.-10. September 1999, Lublin, Exkursionsführer, S. 100-103 (Polnisch).

Smolska, E. (im Druck): Hillslope process reconstruction based on colluvium sedimentology (Suwałki Lake District, NE Poland). *Catena*.

Smolska, E. (2005): Znaczenie splukiwania w modelowaniu stoków młodoglacjalnych (na przykładzie Pojezierza Suwalskiego). *Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytet Warszawski, Warschau* (Polnisch).

Śnieszko, Z. (1991): Odbicie ekstremalnych zdarzeń w ewolucji suchych dolin na lessowym Roztoczu (Reflection of extreme events in evolution of dry valleys in loess Roztocze Upland). *Prace Naukowe Uniw. Śląskiego 1107*: 119-128 (Polnisch mit englischem Abstract).

Śnieszko, Z. (1995): Ewolucja obszarów lessowych Wyżyn Polskich w czasie ostatnich 15000 lat (The loess cover evolution during last 15000 years in Polish Uplands). *Prace Naukowe Uniw. Śląskiego 1496*: 1-122 (Polnisch mit englischer Zusammenfassung).

Sobolew, S. S. (1948): Razwitiye erozjonnych procesow na tieritorii jewropiejskoj czasti SSSR i borba s nimi. *Izdatielstwo Akademii Nauk SSSR, Vol. 1.*, Moskau (Russisch).

Someya, T. und Furtak, T. (1996): Zastosowanie programów GIS do analizy i prezentacji przekształceń środowiska (na przykładzie okolic wsi Guciów w otulinie Roztoczańskiego Parku Narodowego) (Application of GIS to the analysis and presentation of the environmental changes – a case study of Guciów village near Roztocze National Park). In: Kistowski, M. [Hrsg.]: *Landscape-ecological studies for protected areas. The problems of landscape ecology 2*. Danzig, S. 225-230 (Polnisch mit englischem Abstract).

Speier, M. (1998): Raum-Zeit-Dynamik in der Vegetations- und Landschaftsentwicklung Mitteleuropas. *Naturschutz und Landschaftsplanung 30 (8/9)*: 237-242.

Stankoviansky, M. (2003): Historical evolution of permanent gullies in the Myjava Hill Land, Slovakia. *Catena* 51: 223-239.

Starkel, L. (1983): Paleografia i klimat późnego plejstocenu i holocenu. In: Kozłowski, J. K. und Kozłowski S. K. [Hrsg.]: *Człowiek i środowisko w pradziejach*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, S. 14-31 (Polnisch).

Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E. Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., Plicht, J.V.D. und Spurk, M. (1998): INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon* 40: 1041-1083.

Stworzyński, M. (1834): *Opisanie statystyczno-historyczne dóbr Ordynacji Zamoyskiej*. Nationalbibliotek Warschau, Bibliotek Ordynacji Zamoyskiej, Nachdruck (mps Sammlung APL, Lublin) (Polnisch).

Superson, J., Jezierski, W., Król, T. (2003): Wpływ deforestacji Płaskowyżu Nałęczowskiego na rozwój osadów dna doliny Bystrej (The influence of the deforestation of the Nałęczów Plateau on sediment development in the Bystra river valley-floor). In: Waga, J. M. und Kocel, K. [Hrsg.]: *Człowiek w środowisko przyrodniczym – zapisz działalności*, Sosnowiec. Polnische Geographische Gesellschaft, Abteilung Katowice, S. 207-212 (Polnisch mit englischem Abstract).

Taylor, R. E. (1997): Radiocarbon Dating. In: Taylor, R. E. und Aitken, M. J. [Hrsg.]: *Chronometric Dating in Archaeology*. *Advances in Archaeology and Museum Science* 2: 65-96.

Teodorowicz-Czerepińska, J. (1981): *Kazimierz Dolny*. Monografia historyczno-urbanistyczna. TPK, Kazimierz Dolny (Polnisch).

Turski, R. (2002): Gleby. In: Buraczyński, J. [Hrsg.]: *Roztocze. Środowisko przyrodnicze*. Wydawnictwo Lubelskie, Lublin, S. 260-271 (Polnisch).

Turski, R., Uziak, S. und Zwadzik, S. (1993): *Gleby. Środowisko przyrodnicze Lubeszczyny*. LTN.

Tyrka, Z. und Rodzik, J. (1998): *Krasnobród. Mała nonografia miasta*. Mała Pracownia Geograficzna, Lublin.

Uziak, S. und Klimowicz, Z. (1994): An attempt at the reconstruction of the past and future soil cover in the loess area (on the basis of the Nałęczów Plateau). *Ann. UMCS, sec. B, XLIX*: 229-242.

Vanwalleghem, T., Van Den Eeckhaut, M., Poesen, J., Deckers, J., Nachtergaele, J., Van Oost, K. und Slenters, C. (2003): Characteristics and controlling factors of old gullies under forest in a temperate humid climate: a case study from the Meerdaal Forest (Central Belgium). *Geomorphology* 56 (1-2): 15-29.

Vanwalleghem, T., Bork, H.-R., Poesen, J., Schmidtchen, G., Dotterweich, M., Nachtergaele, J., Bork, H., Deckers, J., Brüsche, B., Bungeeners, J. und De Bie, M. (2005a): Rapid development and infilling of a historical gully under cropland, central Belgium. *Catena* 63: 221-243.

Vanwalleghem, T., Poesen, J., Van Den Eeckhaut, M., Nachtergaele, J. und Deckers, J. (2005b): Reconstructing rainfall and land-use conditions leading to the development of old gullies. *The Holocene* 15: 378-386.

Walker, M. (2005): *Quaternary dating methods*. John Wiley & Sons, Chichester.

Wasylikowa, K., Starkel, L., Niedziałkowska, E., Skiba, S., Stworzewicz, E. (1985): Environmental changes in the Vistula valley at Pleszów caused by neolithic man. *Przegląd Archeologiczny* 33.

Wróbel, H. (1991): Badania nad osadnictwem kultury trzcinieckiej. *Lubelskie Materiały Archeologiczne IV*. UMCS, Lublin, S. 209-253 (Polnisch).

Zamhöfer, S. (2002): Rekonstruktion der Entwicklung einer Erosionsschlucht bei Kazimierz Dolny. Eine Untersuchung zur holozänen Landschaftsentwicklung im Lubliner Hochland (Südostpolen). Diplomarbeit im Fach Geographie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (unveröffentlicht).

Zapata, F. [Hrsg.] (2002): *Handbook for the assessment of soil erosion and sedimentation using environmental radionuclides*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Niederlande.

Zapata, F. (2003): The use of environmental radionuclides as tracers in soil erosion and sedimentation investigations: recent advances and future developments. *Soil & Tillage Research* 69: 3–13.

Zgłobicki, W. (1998): Antropogeniczne przekształcenia rzeźby i procesów na terenach lessowych użytkowanych rolniczo (Roztocze Szczebrzeszyńskie) (Anthropogenic changes of the relief and morphological processes in agricultural loess areas (Roztocze Szczebrzeszyńskie). *Ann. UMCS Lublin, sec. B, LIII,14*: 305-321 (Polnisch mit englischem Abstract).

Zgłobicki, W. (2002): Dynamika współczesnych procesów denudacyjnych w północno-zachodniej części wyżyny Lubelskiej (Dynamics of contemporary denudation within NW part of Lublin upland). *Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin*, S. 1-159 (Polnisch mit englischer Zusammenfassung).

Zgłobicki, W., Rodzik, J., Schmitt, A., Schmidtchen, G., Dotterweich, M., Zamhöfer, S. und Bork, H.-R. (2003): Fazy erozji wąwozowej w okolicach Kazimierza Dolnego. In: Waga, J.M. and Kocel, K. [Hrsg.]: *Człowiek w środowisku przyrodniczym - zapis działalności*. Sosnowiec, S. 234-238 (Polnisch).

Ziemiński, S. (1949): Zagadnienie przemieszczania gleb pod wpływem wody i próba zapobiegania tym zjawiskom na lessach głębokich. *Ann. UMCS, sec. E*, 4: 256-350 (Polnisch).

Ziemiński, S. und Józefaciuk, C. (1965): *Erozja i jej zwalczanie*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warschau (Polnisch).

Zolitschka, B., Behre, K.E. und Schneider, J. (2003): Human and climatic impact on the environment as derived from colluvial, fluvial and lacustrine archives - examples from the Bronze Age to the Migration period, Germany. *Quaternary Science Reviews* 22/1: 81-100.

Zoll-Adamikowa, H. (1974): Wyniki wstępnych badań wczesnośredniowiecznego zespołu osadniczego w Guciowie, pow. Zamość (Results of preliminary investigations of a habitation complex at Guciów, district of Zamość). *Sprawozd. Arch.* 26: 115-169 (Polnisch mit englischem Abstract).

Zygmunt, E. (2004): Archaeological and radiocarbon dating of alluvial fans as an indicator of prehistoric colonisation of the Głubczyce Plateau (southwestern Poland). *Geochronometria* 23: 101-107.

10 Anhang

10.1 Veröffentlichungen

Schmitt, A., Rodzik, J., Zglobicki, W., Russok, Ch., Dotterweich, M. und Bork, H.-R. (2006a): Time and scale of gully erosion in the Jedliczny Dol gully system, southeast Poland. *Catena* (im Druck).

Schmitt, A., Bork, H.-R., Rodzik, J., Russok, Ch. und Zglobicki, W. (2006b): Böden speichern die Auswirkungen ökonomischer Krisen (Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen). In: Bork, H.-R. [Hrsg.]: *Landschaften der Erde. Ihre Entwicklung unter dem Einfluss des Menschen*. WBG, Darmstadt (im Druck).

Schmitt, A., Zglobicki, W., Schmidtchen, G., Rodzik, J., Dotterweich, M., Zamhöfer, S. und Bork, H.-R. (2005): Phases of gully erosion in the Kazmierz Dolny area (case study: Doly Podmularskie, SE Poland). In: Zglobicki, W. und Rejman, J. [Hrsg.]: *Human impact on sensitive Geosystems*. Maria Curie-Skłodowska University Press, Lublin, S. 121-128.

Schmitt, A., Schmidtchen, G., Rodzik, J., Zglobicki, W., Dotterweich, M., Zamhöfer, S. und Bork, H.-R. (2004): Historical gully erosion in southeast Poland, an example from the loess area of the Lublin Upland. In: Li, Y., Poesen, J. und Valentin, Ch. [Hrsg.]: *Gully Erosion under Global Change*. Sichuan Science and Technology Press, Chengdu, China, S. 223-230.

10.2 Weitere Veröffentlichungen in polnischer Sprache

Rodzik, J., Schmitt, A., und Zgłobicki, W. (2004): Warunki rozwoju wąwozów Roztocza Szczebrzeszyńskiego. In: Dobrowolski, R. und Terpiłowski, S. [Hrsg.]: Stan i zmiany środowiska geograficznego wybranych regionów wschodniej Polski. PTG, UMCS. Lublin, S. 117-123.

Zgłobicki, W., Rodzik, J., Schmitt, A., Schmidtchen, G., Dotterweich, M., Zamhöfer, S. und Bork, H.-R. (2003): Fazy erozji wąwozowej w okolicach Kazimierza Dolnego (Phases of gully erosion in the Kazimierz Dolny area). In: Waga, J.M. und Kocel, K. [Hrsg.]: Człowiek w Środowisku Przyrodniczym - Zapis Działalności, Sosnowiec, Polen. PTG Katowice 3, S. 234 - 238.

10.3 Abstracts

Schmitt, A., Rodzik, J., Zgłobicki, W., Russok, Ch. und Bork, H.-R. (2004): Time and scale of gully erosion in the south-eastern Polish loess region. In: EUROSOIL 2004, September 4th to 12th, Freiburg, Book of Abstracts, S. 114-115.

Schmitt, A., Rodzik, J., Zgłobicki, W., Schmidtchen, G., Dotterweich, M., Zamhöfer, S. und Bork, H.-R. (2002): Ökosystementwicklung bei Kazimierz Dolny, Südost-Polen. In: Klima-Mensch-Umwelt, DEUQUA-Tagung 26.-28.08.2002, Potsdam/Berlin. Terra Nostra 6, S. 334-337 (Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung).

Schmidtchen, G., Rodzik, J., Zgłobicki, W., Dotterweich, M., Schmitt, A., Zamhöfer, S. und Bork, H.-R. (2002): Reconstruction of historical gully erosion in the loess area of the Lublin upland in SE Poland. In: Center for mountain Environment Research, Chinese Academy of Sciences [Hrsg.]: 2nd International Symposium on Gully Erosion under Global Change, 22.-25.05.2002, Chengdu, China, Book of Abstracts, S. 49.

Zgłobicki, W., Harasimiuk, M., Klimowicz, Z., Rodzik, J., Schmitt, A. und Bork, H.R. (2003): Five thousand years of soil degradation in the loess uplands of the south-east Poland (case study: Lublin upland). Land Degradation and Mitigation: Problems-Conflicts-Solutions, COMLAND Reykjavík Conference, University of Iceland, August 16-23, 2003, Book of Abstracts, S. 37.

11 Danksagung

Allen Personen und Einrichtungen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, danke ich sehr herzlich für ihre Unterstützung.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Jan Rodzik und Dr. Wojciech Zgłobicki von der Maria Curie-Skłodowska Universität in Lublin (UMCS) für die außerordentliche Unterstützung vor Ort und die angenehme und erfolgreiche Zusammenarbeit. Mein Dank gilt gleichermaßen auch dem Rektor der UMCS Lublin, Prof. Marian Harasimiuk, der diese Zusammenarbeit ermöglicht und gefördert hat. Bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Forschungsstation in Guciów, Sylwia und Krzysztof Stępniewski und Ewa Maciejowska, bedanke ich mich für die angenehmen und erfolgreichen Aufenthalte und die Hilfe vor Ort.

Dem Deutschen Akademischen Austauschdienst danke ich für die finanzielle Unterstützung durch das Programm „Go East!“.

Ganz besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork, für die fachlich und menschlich hervorragende Betreuung und Frau Dr. Helga Bork für die freundliche Aufnahme in Kiel. Für die Anfertigung des Zweitgutachtens bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Klaus Dierßen.

Für die verschiedenen physikalischen und archäologischen Datierungen danke ich Prof. Dr. P. Grootes und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung, Marek Reszka am Department of Radiochemistry and Chemistry of Colloids, UMCS Lublin und Anna Tyniec und Tomasz Rodak vom Archäologischen Museum in Krakau.

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Universität Kiel, die mich trotz der räumlichen Entfernung die ganze Zeit über bestmöglich bei allen administrativen und technischen Fragen unterstützt haben, widme ich ein ganz besonderes Dankeschön. Vielen Dank besonders an Christian Russok für die abenteuerliche Fahrt nach Polen.

Ein herzliches Dankeschön an alle Studentinnen und Studenten der CAU Kiel, der UMCS Lublin und der Universität Koblenz-Landau, die mich bei den Geländearbeiten unterstützt haben, insbesondere Steffen Zamhöfer für seine umfassende Diplomarbeit. Vielen Dank auch an Barzej Rodzik für die Baggerarbeiten.

Prof. Markus Dötterweich und Frau Dr. Gabriele Schmidtchen danke ich, dass Sie den Weg vor mir gegangen sind, mit mir die Möglichkeiten vor Ort erkundet, erste Untersuchungen durchgeführt und mich in vielerlei Hinsicht fachlich und menschlich unterstützt haben.

Vielen Dank an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Internationalen Kommission zum Schutz der Oder in Wrocław, Herrn Piotr Nieznański vom World Wildlife

Fund for Nature und der Robert Bosch Stiftung, die mir nach dem Studium die Türe nach Polen geöffnet haben.

Meinen Eltern, Kunigunda Schmitt und Ewald Schmitt, und meinen Schwestern, Monika Schmitt, Christine Schmitt und Julia Schmitt, danke ich für Ihre Unterstützung, Ermutigung und Interesse für meine Arbeit.

Mein größter Dank gilt Thomas Ochs, der weit über das Korrekturlesen hinaus zum guten Gelingen dieser Arbeit beigetragen und immer an meinen Erfolg geglaubt hat.

Kemmern, 13. März 2006

Anne Schmitt

Publikationen

- I Time and scale of gully erosion in the Jedliczny Dol gully system, south-east Poland 76**
- II Böden speichern die Auswirkungen ökonomischer Krisen (Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen) 92**
- III Phases of gully erosion in the Kazmierz Dolny area (Case study: Doly Podmularskie, SE Poland) 98**
- IV Historical gully erosion in southeast Poland, an example from the loess area of the Lublin Upland 107**

I Time and scale of gully erosion in the Jedliczny Dol gully system, south-east Poland

angenommen als

Anne Schmitt¹, Jan Rodzik², Wojciech Zglobicki², Christian Russok¹,
Markus Dotterweich³, Hans-Rudolf Bork¹

(2006)

1: Ecology-Centre, Christian-Albrechts-University of Kiel, Olshausen Str. 75, D-24118
Kiel, Germany

2: Institute of Earth Sciences, Maria Curie-Skłodowska University, al. Krasnicka 2 cd, PL
20-718 Lublin, Poland. Fax: +48-81-537-5510-162, E-mail address: zglobek@biotop.
umcs.lublin.

3: Institute of Environmental Science, University of Koblenz-Landau, Fortstrasse 7,
76829 Landau, Germany, Fax: +49-6341-280-326, E-mail address: mail@markus-dotter-
weich.de

Corresponding author: Fax +49-9544-984-6767, E-mail address: schmitt.anne@gmx.net
(A. Schmitt). Address: Mittelstr. 6, D-96164 Kemmern, Germany.

erscheint in

CATENA Special Issue
Soil Erosion Research in Europe
Helming, K. & Rubio, J. (eds.)

Time and scale of gully erosion in the Jedliczny Dół gully system, south-east Poland

Anne Schmitt¹, Jan Rodzik², Wojciech Zglobicki², Christian Russok¹, Markus Dotterweich³, Hans-Rudolf Bork¹

1: Ecology-Centre, Christian-Albrechts-University of Kiel, Olshausen Str. 75, D-24118 Kiel, Germany

2: Institute of Earth Sciences, Maria Curie-Skłodowska University, al. Krasnicka 2 cd, PL 20-718 Lublin, Poland. Fax: +48-81-537-5510-162, E-mail address: zglobek@biotop.umcs.lublin.

3: Institute of Environmental Science, University of Koblenz-Landau, Fortstrasse 7, 76829 Landau, Germany, Fax: +49-6341-280-326, E-mail address: mail@markus-dotterweich.de

Corresponding author: Fax +49-9544-984-6767, E-mail address: schmitt.anne@gmx.net (A. Schmitt). Address: Mittelstr. 6, D-96164 Kemmern, Germany.

Abstract

Key catchments of the Roztocze loess area in south-east Poland have a great potential of revealing the history of long-term soil erosion and changes in land use. The knowledge of how, when and at which scale soil erosion took place in the past helps one understand the impact of land use changes on the landscapes (Bork, 1989). The Jedliczny Dół gully system near the town Zwierzyniec in south-east Poland was investigated by using detailed field stratigraphy and radiocarbon dating of charcoal and wood.

In connection with new settlements which were established between the 14th and 16th centuries, arable land was cultivated and forests were used much more intensively. As a consequence, the loess soils were strongly eroded during heavy rainfalls. Up to 5 m of colluvial sediments were deposited in the gully system during the 15th and 16th centuries. The thickness of the colluvial sediments indicate severe sheet and rill erosion in the whole catchment which might be related to excessive timber exploitation for the local glass and iron production. With the foundation of the so-called *Ordinariat Zamoyski* at the end of the 16th century, some parts of the area were presumably reforested. High pressure on the land at the beginning of the 19th century enabled a second main phase of gulling before 1900.

Since 1890 at the latest, almost the whole catchment is used as a forest, however, concentrated runoff on compacted forest roads can still be high after heavy rainfalls.

In loess areas soil erosion caused by intensive land use, triggered by heavy rainfalls, can change the landscape drastically. These changes will continue to

influence how catchments react, even if land use would get less intensive again. This knowledge should be considered regarding future, sustainable land use and recent changes in land use in the south-eastern Polish loess regions.

Keywords: historical gully erosion, soil erosion, land use change, loess, south-east Poland

Introduction

To answer the question of how mankind influences long-term soil erosion, we need to understand how land use and soil erosion have interacted and changed the landscape in the past. Detailed stratigraphic research of colluvial sediments in key catchments combined with geo-archaeological dating methods and research on historic land use give new answers on time and extent of past soil erosion (Bork, 1989; Dotterweich, 2005; Lang & Bork, 2006).

The study area in the Jedliczny Dół gully system (N: 50°38'03", E: 22°54'54") was chosen in order to get a more detailed picture about the loess areas of south-east Poland concerning (1) the scale (2) the time frame (3) and the influence of land use on gully erosion and colluvial sedimentation.

The several meters thick loess cover of the Roztocze region is fertile, but without sufficient vegetation cover very susceptible to soil erosion. Gullies with a total length of almost 400 kilometres can be detected in an area of approximately 100 km² (Buraczyński, 1977). The loess landscape is strongly dissected since the loess-derived soils are favourable for the formation of deep gullies and road gullies after the erosion of the Bt-layer (Poesen, 1993).

The Roztocze region in south-east Poland is particularly interesting for investigations on long-term changes of the landscape functions, because historic field structures and traditional agricultural techniques are still in common use. Due to the joining of Poland to the European Union, significant changes in the agricultural structures are to be expected.

Bork et al. (1998), Dotterweich (2005), and Lang and Bork (2006) give an overview of the recent research on long-term gully erosion in Europe. Detailed case studies from different locations in Europe, such as Belgium, Germany, Hungary, Slovakia and Poland, show that intensive land use together with heavy rainfalls are the main cause for soil erosion (Poesen et al., 2000; Dotterweich et al., 2003; Gábris et al.; 2003, Stankoviansky, 2003; Schmitt et al., 2004). For the Kinderveld gully in Belgium, Vanwallegem et al. (2005) have shown that in loess-derived soils quite large gullies can develop successively during only moderate rainfalls. The Kinderveld gully was filled rapidly, e. g. in ten years, with almost 100 sediment sequences.

In Central Europe, peaks of soil erosion due to human impact have been reconstructed for the Bronze Age (around 2200 - 800 BC), Iron Age and Roman Period

(around 800 BC - 250 AD), late Medieval Times (around 1300 - 1500 AD) and Modern Times (Bork et al., 1998). Phases of extreme gully erosion occurred in Germany during the first half of the 14th century and second half of the 18th century (Bork et al., 1998; Dotterweich, 2005; Lang and Bork, 2006). For the Myjava Hill region in Slovakia, Stankoviansky (2003) concluded that gully erosion caused by massive deforestation and triggered by extreme rainfalls during the Little Ice Age took place in two main phases: the first between the end of 16th century and the 1730s, and the second between 1780s and 1840s, with some parts indicating a earlier event of gully erosion in the 14th century. According to Śnieszko (1991), a phase of severe soil erosion in the Roztocze region took place in the 12th century.

Reniger (1950), Maruszczak (1958), Kosmowska (1963), Maruszczak et al. (1984), Buraczyński (1977) and Buraczyński (1989/90) have investigated and mapped soil erosion in the Polish loess areas since the 1950s. The effects of heavy rainfalls on gully development today and in historic times for the south-east Polish loess areas are described by Buraczyński and Wojtanowicz (1971), Maruszczak (1986), and Janicki and Zgłobicki (1998). Recently, Zgłobicki (1998), Rodzik and Zgłobicki (2000), and Janicki et al. (2002) investigated the effects of current land use on geomorphologic processes. So far, long-term soil erosion based on detailed stratigraphic research of exposures has been investigated at only a few sites in south-east Poland (Śnieszko, 1995; Zgłobicki et al., 2003; Schmitt et al., 2004).

Area description and methods

The loess-covered, tectonic escarpment of the Roztocze stretches from south-east Poland to the Ukraine. Highest peaks in the Polish area reach up to 390 m. a. s. l. The study area belongs to the central part of Roztocze near the town Zwierzyniec. It is located in the Wieprz valley next to the village Turzyniec (Fig. 1). Average annual temperature for Zwierzyniec is 7.3 °C and average annual precipitation is 690 mm, with a maximum in June and July (Kaszewski et al., 2002). Geology is dominated by a five to fifteen meter thick loess cover on strongly dissected calcareous glauconitic sandstone of the Upper Cretaceous. A moderate to strongly eroded Luvisol is the dominant soil type. After heavy downpours, streets are often covered with colluvial sediments and most river systems drown in their own bedload. The study area is part of a landscape park with *Abies alba* dominating in the lower and *Fagus sylvatica* in the upper parts.

The approximately 1.16 km² large catchment of the Jedliczny Dół gully system (N: 50°38'03", E: 22°54'54") consists of several branches and side systems (Fig. 1). The main gully has a length of 1.5 km. Fig. 2 shows a cross section through the main branch, determined with basic field equipment. Natural conditions of the studied catchment are favourable for gully erosion: slope inclinations are 10-15°, in some parts even up to 25°. Especially after snows melt, mud slides can be observed on the steep gully walls. Almost the entire catchment is covered by loess with some sandy patches. In the upper part, the V-shaped gullies cut through the loess cover and reach the Upper Cretaceous bedrock. The present, main gully is shaped like a U and cuts up to 5 m through terraced sediments, creating excellent exposures

(Fig. 3). After cleaning the gully walls, allochthonous and autochthonous structures were identified and sketched on a scale of 1 : 20 on grid paper. Basic field analyses included the investigation of colour, density, texture and chemical characteristics such as pH and the CaCO₃-content (after AG Boden, 1994; Munsell, 1975). In addition, drillings were done with a 2-m Puerckhauer to determine the border between in situ loess and colluvial sediments.

The dating of charcoal and wood was done by the Leibniz Laboratory for Radiometric Dating and Isotope Research in Kiel, Germany, with Accelerated Mass Spectrometry (AMS) and conventional (BETA) dating using „CALIB rev 4.3” for calibration (Stuiver et al., 1998). The ages given in this text are at the 2σ confidence level. If possible tree rings of fresh cut trees were counted on site.

Results

In the three exposures JD1, JD2 and JD3 (locations in Fig. 1), no CaCO₃ was detected using 10% HCl, and pH values are around 5.0 to 5.5. The adjacent exposures Jedliczny Dół JD1 and JD2 consist of colluvial sediments with a thickness of up to 5 m (Fig.3). Remarkable is the almost parallel appearance of the layers. They give the drawing of the exposure an almost generalised character, though Fig. 4 shows the original data as it was measured in the field and drawn on a scale of 1 : 20 on grid paper.

The layers of both exposures (Fig. 4) can be grouped into three main parts. The lower parts of these profiles show darker and lighter greyish colours caused by a high content of organic matter. These layers contain a surprisingly large amount of wood, including up to 0.5 meter long branches. The middle parts of the profiles consist of a series of coarse (sand, gravel) and fine (silt, clay) grained sediment bands. The top parts of the profiles are a fine-layered, silty sequence with a more homogenous appearance.

Drillings show that the greyish, silty layers continue 0.18 meter below the basis of exposure JD1, and are then followed by yellowish silt material that contains no detectable CaCO₃ (with 10%HCl). It was not yet possible to detect a clear basis between the colluvial materials and the in-situ loess using the 2 meter Puerckhauer drillings.

Two of the three radiocarbon dates from these two exposures give similar calibrated ages, around the 15th and 16th centuries, although there are more than three meters of sediment between the samples from the upper (KIA 22036) and the lower part (KIA 22035) (Table 1, location of sample Fig.1). The third sample KIA20961 gives an older age, around 13th to 14th century.

The exposure JD3 (Fig. 5) shows a more complex situation due to its different location in the gully system. The basis is a very compact, silty material containing small pieces of calcareous sandstones. On top of that are darkish-grey layers which can be connected to the exposures JD1 and JD2. In the exposure JD3 they

are separated more clearly into different layers and lay at different angles which do not match the recent slope surface (Fig. 5). Placed on top is fine-layered silt with some small gravel lenses.

The main features of the exposures JD1, JD2 and JD3 (dark layers, gravel bands) can be detected over several hundreds of meters throughout the whole gully system.

History of land use

The catchment of the Jedliczny Dół gully system belongs to the village Turzyniec today (Fig. 1). As is typical for the region, the houses of the village are situated along the road. The fields belonging to one farm start directly behind the farm house and stretch out straight, sometimes several kilometres through the hilly landscape. The result is a long, narrow strip field structure that usually is not connected with any topographic feature. It can be assumed that this typical field structure has been existent since mediaeval times.

The first written information mentioning the village Turzyniec is from 1564. But the adjacent villages Topólcza (1379) and Wywłoczka (1497) are definitely of older age (Skowronek, 1999). From the 14th until the 16th centuries, intensive wood exploitation for the iron and glass industry in this area is described by Stworzyński (1834). An ironwork, a smith and a saw mill was in operation in Wywłoczka and a glasswork in Topólcza. The fact that almost the entire region was owned by only one family, the Zamojskis, from the end of the 16th century until 1944 is important for the history of land use in Roztocze. The so-called *Ordinariat Zamojski* was founded by Jan Zamojski in 1589 and is characterised by a regulated land use system and the foundation of new villages (Skowronek, 1999). Forest use in the *Ordinariat Zamojski* was strongly regulated for the production wood and wood products. It is known that during the first half of the 19th century the situation changed (Marzuszczak, 1950). New villages, like Guciów (1825) were founded in the region and land use intensified. It is known that at the end of the 19th century shortage of land due to overpopulated villages got severe. At the beginning of the 20th century, well before World War II, the Jedliczny Dół area was sold to private owners. The new owners cut the wood intensively and used clearings and the gully bottom as grazing grounds. The counting of tree rings shows that most of the trees on the slopes and in the gully today are at least 100 years old.

On a historic map (*German map of Western Russia*, scale 1 : 100,000) (Fig. 6), the forest-field-boundary of the Jedliczny Dół system at around 1830 is almost the same as it is today: most of the catchment is covered with forest. Today, only 20 % of the catchment, mostly situated in the less steep, upper part of the catchment, is used as arable land. Zglobicki (1998) proved that in neighbouring systems, e. g. near the village Kaweczynek, the extension of the forest area significantly increased during the past 150 years.

Discussion and conclusions

From the field data and from radiocarbon datings, the stratigraphy shown in Table 2 can be gained for the main branch of the Jedliczny Dół gully system. Although the time of the first event of gully erosion can not be gained directly from the field data, the radiocarbon date of KIA 22036 from the base of the gully filling is closely related to the event that caused the incision of the main gully very likely in the 14th or 15th century (phase 2 in Table 2). This time frame matches with the peak of soil erosion in Central Europe for late Medieval Times (around 1300–1500 AD) as mentioned by Bork et al. (1998).

The first written proof of the village Turzyniec dates to the late 16th century, the adjacent villages are older. Therefore, deforestation and intensive forest use of the Jedliczny Dół system is likely to have already started in the 14th century, destabilizing the landscape (phase 1 in Table 2) and enabling gully and soil erosion on a large scale (phase 2 to 5 in Table 2). The radiocarbon ages of KIA 22036 and KIA 22035 fall within the time of the growing glass and iron industry in the region, from the 14th up to the 16th centuries. The preserved numerous smaller and larger wood pieces in the bottom part of JD1 and JD2 indicate that the incision of the gully quite likely happened just after deforestation of large parts of the catchment. Whereas slope failures are quite common today they were not found in the colluvial sediments. This indicates rapid filling of the gully. The greyish layers (phase 3 in Table 2) consist mainly of reworked humic horizons eroded from the slopes and re-deposited as colluvial sediments. In JD3 the dark layers follow a former surface indicating that the system was stable for a short period and that enrichment of organic matter took place in situ. It is followed by coarser sediment layers (phase 4 in Table 2) which show that gully erosion has cut through the loess cover in the upper parts of the catchment and has reached the calcareous glauconitic sandstones. The top sequence (phase 5 in Table 2) is mainly eroded material (Al- and Bt-layers) from the slopes indicating sheet and rill erosion in the intensively used catchment. According to the radiocarbon ages of KIA 22036 and KIA 22035 more than 3 m of coarse and fine sediments were deposited in the gully system during the second half of the 15th century and/or in the early 16th century. The third sample (KIA20961) is very likely reworked material and gives therefore an older age.

With the foundation of the *Ordinariat Zamojski* at the end of the 16th century, considerable areas in the vicinity of the Jedliczny Dół system were put under more regulated forest use, thus partly re-stabilizing the ecosystem. (phase 6 in Table 2). This more stable phase ended probably already in the first half of the 19th century when an intensification of land use is known for the whole *Ordinariat Zamojski*. Shortage of land due to overpopulated villages got severe at the end of the 19th century. The Jedliczny Dół area was sold to private owners before World War II, cattle grazed on cleared slopes and at the bottom of the gully (phase 7 in Table 2). The historic map (Fig. 6) shows that the gully system and the forest–field border in 1890 are almost the same as they are today. Because of the age of trees on the slopes and in the gully, determined by the counting of tree rings, the main gully must be older than 100 years.

The influence of gulling on the drainage pattern of the catchment, as generally described by Poesen et al. (2003), can also be observed in the Jedliczny Dół system. During strong rainfalls, small streams with a high potential of erosion develop in the bottom lines of the gullies. Severe erosion can occur on forest roads, although almost the whole catchment is used as a forest today. Ephemeral gullies develop and are filled with material eroded in the bottom line or from slides of partly unstable gully walls.

The enormous size of the Jedliczny Dół gully system and the thickness of its colluvial sediments show how sensitive and how fast the south-east Polish loess landscape reacts to changes in land use. For a nearby gully system, Zgłobicki (1998) calculated that the volume of material removed corresponds to a total lowering of the surface of 0.25 m for the entire catchment.

The main gully of the Jedliczny Dół system has cut through almost 5 m of colluvial sediments which are not older than 15th or early 16th centuries as proven by the radiocarbon dates (Table 1). The foundation and enlargement of villages in the 14th century was accompanied by intensive forest use for local iron- and glassworks during the 15th and early 16th centuries. The incision of the first gully and the successive accumulation of the almost 5 m of colluvial sediments was caused by this drastic change in land use in most parts of the catchment. The accumulation of the almost five meters of colluvial sediments was caused by a sudden and drastic change in land use in most parts of the catchment. Thus, the Jedliczny Dół gully system as it appears today was most likely incised in only a few decades before the 1890.

Today the integration of Poland into the European Union changes the socio-economic framework of the region under investigation completely. The recent and very fast transition of forms of land use and farming techniques calls for immediate mapping and investigation of the highly valuable geoarchives of the south-east Polish loess region. The reactions of the ecosystem towards these changes can be monitored under real time conditions in situ and can be compared to the long-term soil erosion to deepen the understanding of the time and scale of soil and gully erosion in loess areas. This may help to establish sustainable systems of land use. Especially the influences of forest use, the melting of snow and socio-economic pressures on soil erosion processes in south-east Poland calls for more and detailed field studies combined with archaeological investigations and research of historic documents and maps.

Acknowledgements

The authors thank the DAAD for supporting the scientific co-operation between Germany and Poland with the GO EAST! programme and the Roztocze field station in Guciów for accommodation and scientific support.

References

- AG Boden, 1994: Bodenkundliche Kartieranleitung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland. 4. verb. u. erw. Auflage, Hannover.
- Bork, H.-R., 1989. Soil erosion during the past Millennium in Central Europe and its significance within the geomorphodynamics of the Holocene. *Catena* 15: 121-131.
- Bork, H.-R., Bork, H., Dalchow, C., Faust, B., Piorr, H.-P. and Schatz, T., 1998. Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Klett-Perthes, Gotha und Stuttgart.
- Buraczyński, J., 1977. Natężenie rozji wąwozowej i erozji gleb na Roztoczu Gorajskim. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 193: 91-99 (in Polish with English abstract).
- Buraczyński, J., 1989/90. Rozwój wąwozów na Roztoczu Gorajskim w ostatnim tysiącleciu. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia Section B*, Vol. XLIV/XLV,4: 95-104 (in Polish with English abstract).
- Buraczyński, J., and Wojtanowicz, J., 1971. Rozwój wąwozów lessowych w okolicy Dzierzkowic na Wyżynie Lubelskiej pod wpływem gwałtownej ulewy w czerwcu 1969 roku. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, Section B*, Vol. XXVI,6: 135-168 (in Polish with French and Russian abstract).
- Dotterweich, M., Schmitt, A., Schmidtchen, A. and Bork, H.R., 2003. Quantifying historical gully erosion in northern Bavaria. *Catena* 50: 135– 150.
- Dotterweich, M., (2005): High resolution reconstruction of a 1300 years old gully system in Northern Bavaria, Germany as a basis for modelling long term man induced landscape evolution. *The Holocene* 15: 994-1005.
- Gábris, G.Y., Kertész, A. and Zámbo, L., 2003. Land use change and gully formation over the last 200 years in a hilly catchment. *Catena* 50: 151– 164.
- Janicki, G. and Zglobicki, W., 1998. Geomorfologiczne skutki ulewy (z 16 września 1995r) w okolicy Garbowa na Wyżynie Lubelskiej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia Section B*, Vol. LIII,6: 109-129 (in Polish with English abstract).
- Janicki, G., Rodzik, J. und Zglobicki, W. (2002): Geomorphic effects of land use changes (a case of the Gutaków loess catchment, Poland) *Geografický Časopis* 54: 39-57.
- Kaszewski, B. M., Czerniawski, M. and Mucha, B., 2002. Klimat. In: Buraczyński, J., 2002 (Editor). *Roztocze. Środowisko przyrodnicze*. Wydawnictwo Lubleskie, Lublin, pp. 208-227.

Kosmowska, D., 1963. The paleomorphology of loess gullies. Reprinted from the report of the VIth International congress on Quaternary, Warsaw 1961, Vol. III, Geomorphological Section, Łódź, pp. 181-186.

Lang, A. and Bork, H.-R., 2006. Soil erosion in an historical context. In: Boardman, J. and Poesen, J. (Editors). Soil Erosion in Europe. John Wiley & Sons.

Maruszczak, H., 1958. Charakterystyczne formy rzeźby obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej. *Czasopismo Geograficzne* XXIX: 335-354 (in Polish with English abstract).

Maruszczak, H., 1986. Tendencje sekularne i zjawiska ekstremalne w rozwoju rzeźby małopolskich wyżyn lessowych w czasach historycznych. *Czasopismo Geograficzne* LVII,2: 271-282 (in Polish with English abstract).

Maruszczak, H., Michalczyk, Z. and Rodzik, J., 1984. Warunki geomorfologiczne i hydrogeologiczne rozwoju denudacji w dorzeczu Grodarza na Wyżynie Lubelskiej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, Section B, Vol. XXXIX,8*: 117-145 (in Polish with English abstract).

Munsell, 1975: Soil Color Charts. U.S. Department of Agriculture.

Poesen, J., 1993. Gully typology and gully control measures in the European loess belt. In: Wicherek, S. (Editor), Farm Land Erosion in Temperate Plains Environment and Hills. Elsevier, Amsterdam, pp. 221-239.

Poesen, J., Nachtergaele, J. and Deckers, J., 2000. Gullies in the Tersaert Forest (Huldenberg, Belgium): climatic or anthropogenic cause? In: Verstraeten, G. (Editor), Gully Erosion Processes in the Belgian Loess Belt: Causes and Consequences. Excursion Guide. International Symposium on Gully Erosion Under Global Change, K.U. Leuven, Leuven, Belgium, 16– 19 April 2000, pp. 15– 26.

Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G. and Valentin, C., 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena* 50: 91-133.

Reniger, A., 1950. Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. *Rocz. Nauk. Roln.* 54: 1-59 (in Polish with English abstract).

Rodzik, J. and Zglobicki, W., 2000. Współczesny rozwój wąwozu lessowego na tle układu pól. In: Radwan, S. and Lorkiewicz, Z. (Editors). Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej Lublin, pp. 257-261 (in Polish with English abstract).

Schmitt, A., Schmidtchen, G., Rodzik, J., Zglobicki, W., Dotterweich, M., Zamhöfer, S. and Bork, H.-R., 2004. Historical gully erosion in south-east Poland, an example from the loess area of the Lublin Upland. In: Li, Y. and Poesen, J. (Editors), 2004. Gully Erosion under Global Change. Sichuan Science and Technology Publishing House, pp. 223-230.

Skowronek, E., 1999. Zmiany krajobrazu w dorzeczu górnego Wieprza pod wpływem działalności człowieka w ostatnim tysiącleciu. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, Section B, Vol. LIV,14: 279-295* (in Polish with English abstract).

Śnieszko, Z., 1991. Odbicie ekstremalnych zdarzeń w ewolucji suchych dolin na lessowym Roztoczu. *Prace Naukowe Uniw. Śląskiego, 1107: 119-128.*

Śnieszko, Z., 1995. Ewolucja obszarów lessowych Wyżyn Polskich w czasie ostatnich 15000 lat. *Prace Naukowe Uniw. Śląskiego, 1496: 1-122* (in Polish with English summary).

Stankoviansky, M., 2003. Historical evolution of permanent gullies in the Myjava Hill Land, Slovakia. *Catena 51: 223-239.*

Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E. Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., Plicht, J.V.D. and Spurk, M., 1998. INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon 40: 1041-1083.*

Stworzyński, M., 1834. *Opisanie statystyczno-historyczne dóbr Ordynacji Zamoyskiej.* Biblioteka narodowa w Warszawie, Biblioteka Ordynacji Zamoyskiej, rękopis (mps APL w Lublinie), (in Polish).

Vanwalleghem, T., Bork, H.-R., Poesen, J., Schmidtchen, G., Dotterweich, M., Nachtergaele, J., Bork, H., Deckers, J., Brüsck, B., Bungeneers, J. and De Bie, M., 2005. Rapid development and infilling of a historical gully under cropland, central Belgium. *Catena 63: 221-243.*

Zgłobicki, W., 1998. Antropogeniczne przekształcenia rzeźby i procesów na terenach lessowych użytkowanych rolniczo (Roztocze Szczebrzeszyńskie). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, Section B, Vol. LIII,14: 305-321* (in Polish with English abstract).

Zgłobicki, W., Rodzik, J., Schmitt, A., Schmidtchen, G., Dotterweich, M., Zamhoeffler, S. and Bork, H.-R., 2003: Fazy erozji wąwozowej w okolicach Kazimierza Dolnego. In: Waga, J.M. and Kocel, K. (Editors). *Człowiek w środowisku przyrodniczym - zapis działalności.* Sosnowiec, pp. 234-238 (in Polish).

Tables

Table 1: Radiocarbon dates of samples taken from Jedliczny Dół exposures JD1 and JD2 (Fig. 4).

sample no.	radiocarbon age	calibrated age 2 σ cal	material
KIA20961	BP 714 \pm 25	AD 1262 - 1301 (90,6 %) AD 1371 - 1379 (4,8 %)	large piece of wood
KIA22035	BP 385 \pm 21	AD 1443 - 1519 (76,3 %) AD 1591 - 1623 (19,1 %)	large piece of wood
KIA22036	BP 388 \pm 23	AD 1441 - 1520 (76,3 %) AD 1589 - 1624 (19,1%)	small piece of charcoal

Table 2: Stratigraphy of the Jedliczny Dół gully system. Gullying after deforestation in the 14th/15th and rapid infilling in 15th/16th century connected with intensive forest use. Phase of stabilisation ended in the first half of the 19th century, due to growing population in the villages and selling of the land to many private owners. Second gully cuts through colluvial sediments and loess before 1900.

Phase	Process	Time frame	Colluvial sediments	Sediment source	Land use
1	Deforestation	14 th and/ or 15 th centuries			Intensive forest use for ironworks, glassworks, sawmills
2	Gullying				
3	Rapid filling of the gully	15 th and/ or 16 th centuries	Silt, rich in organic matter, many pieces of wood	Rill and sheet erosion mostly on slopes (humic horizons)	
4			Silt, gravel, clay and sand	Gully erosion cuts through loess cover in upper parts of the catchment	
5			Fine layered silt	Rill and sheet erosion mostly on slopes (Al, Bt and loess)	
6	Moderate stabilisation	End of 16 th to beginning of 19 th centuries			Intensive but regulated forest use of the Ordinariat Zamojski
7	Gullying	First half of 19th to early 20 th centuries			intensification of land use from first half of 19 th century, overpopulated villages, grazing
8	Stabilization of slopes, moderate linear erosion and sedimentation in the gully, runoff concentration on compacted forest roads, landslides on partly unstable gully slopes	After World War II until today			Moderate forest use, increasing mechanisation causing compaction of forest roads

Figures

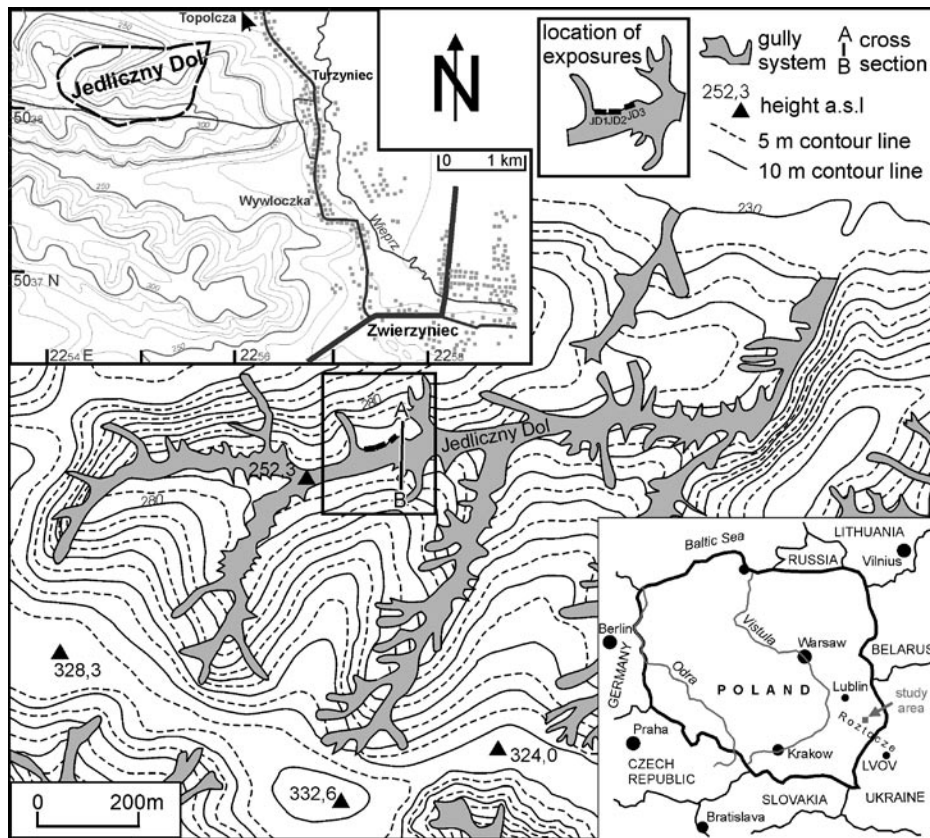


Fig. 1: The study area of the Jedliczny Dół gully system is west of the village Turzyniec near the town Zwierzyniec in the central part of the Roztocze region, south-east Poland. The location of the three exposures (JD1, JD2 and JD3) in the main gully is marked by black lines. The cross-section (A-B) is shown in Fig. 2.

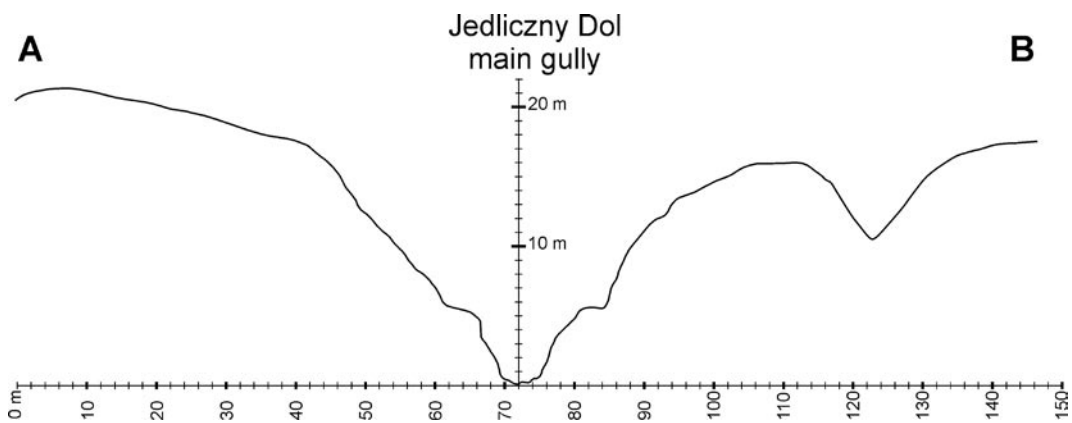


Fig. 2: Cross section through the main, U-shaped branch of the Jedliczny Dół gully system (Fig. 1) determined with basic field equipment.

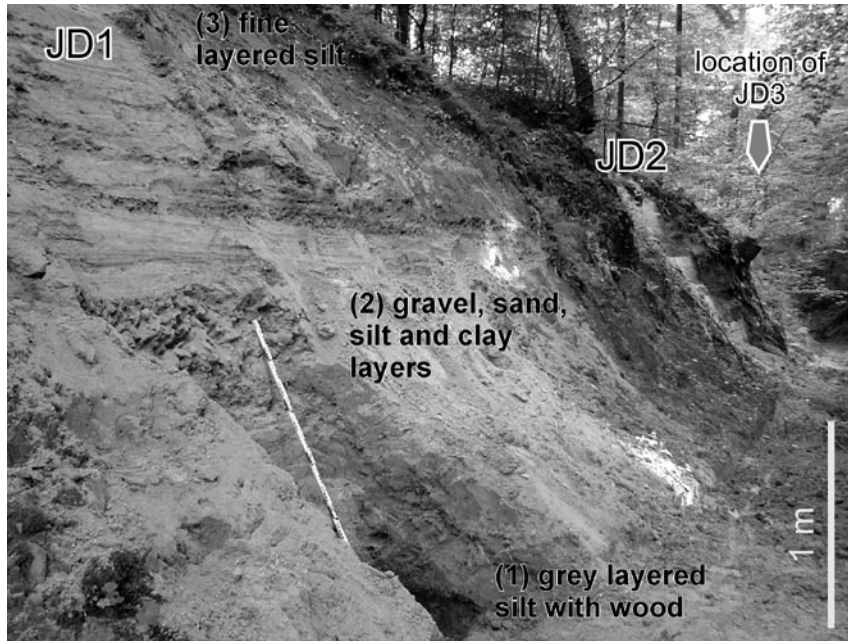


Fig. 3: Five meters of colluvial sediments in the exposures JD1 and JD2. Bottom: (1) grey layered silt, containing high amounts and large pieces of wood. Middle: (2) coarse (gravel, sand) and fine (silt, clay) layers. Top: (3) fine layered silt.

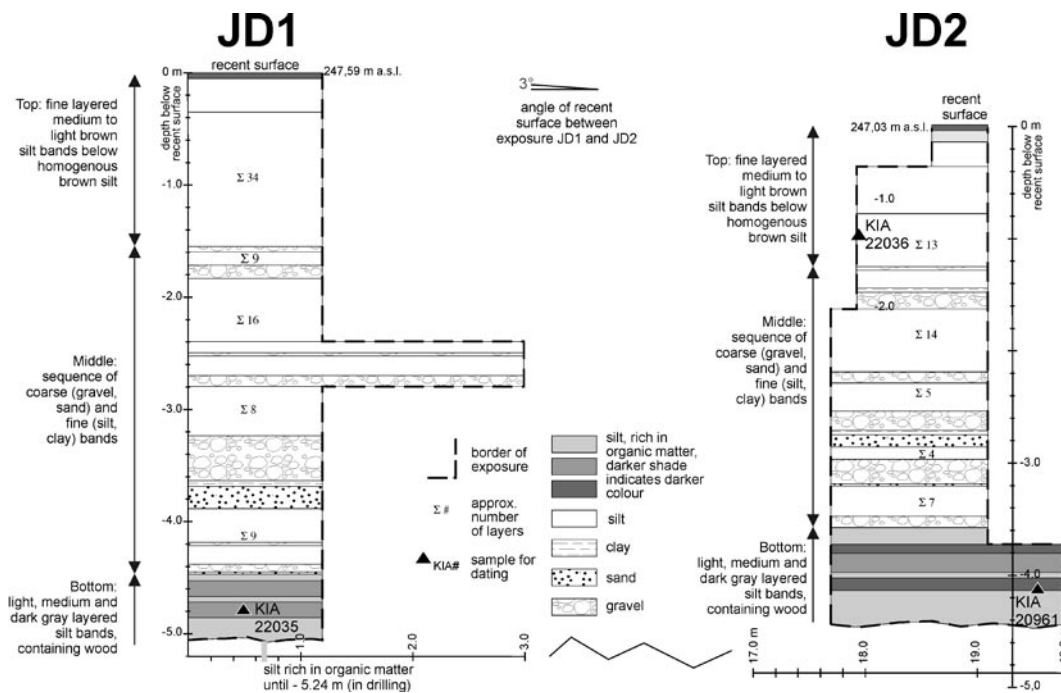


Fig. 4: Drawing of the adjacent exposures JD1 and JD2 (original scale 1 : 20) with location of samples for radiocarbon dating (KIA 22036, KIA 22035 and KIA 20961). The darker and lighter greyish silty layers at the bottom reach further -0.18 meter below the basis of the exposure. Gravel layers of the middle part consist of calcareous glauconitic sandstone. The top sequence of at least 34 single silty layers has light brown and greyish colours. No CaCO_3 was detected in the profile.

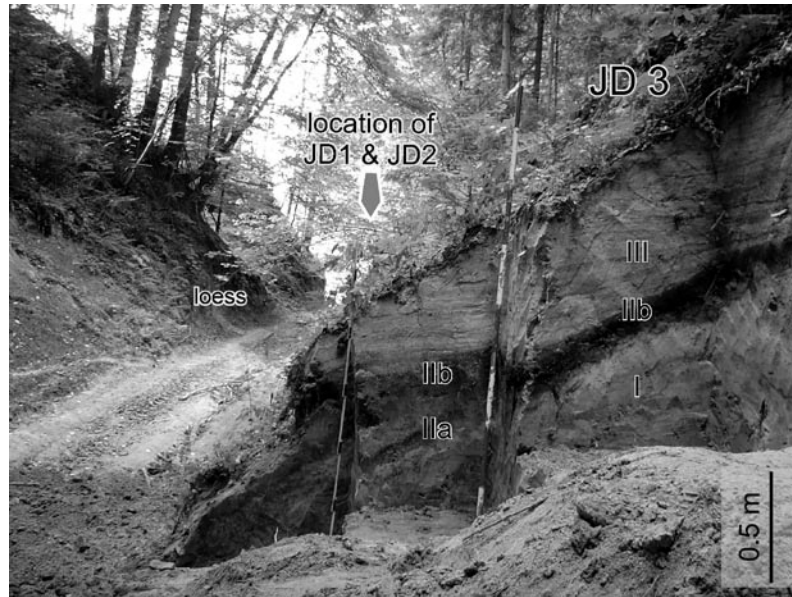


Fig. 5: Picture of exposure JD3 showing fine layered silty sediments (III) above darkish-grey silt, rich in organic matter (IIa and IIb). The basis of the exposure consists of a very compact silty material (I) containing some small pieces of calcareous glauconitic sandstone. The opposite wall of the gully cuts through the original loess.

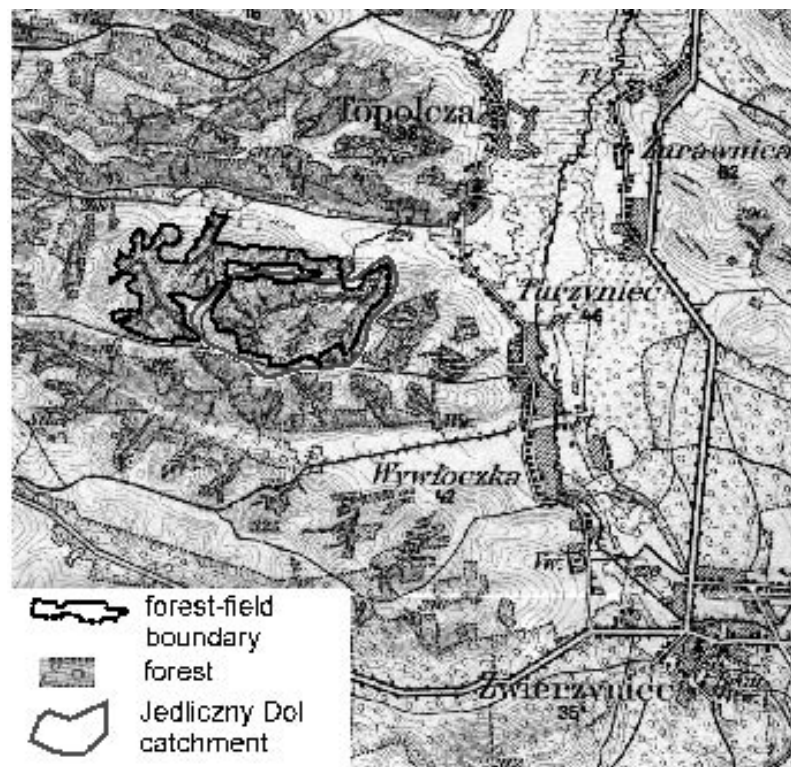


Fig.6: Historic map from 1914, original scale 1 : 100,000, is based on the Russian field survey showing topography and land use of 1890. The Jedliczny Dół catchment next to the village Turzyniec is almost completely forest. The forest-field boundary is marked as a black dotted line. The catchment is marked with a grey outline.

II Böden speichern die Auswirkungen ökonomischer Krisen (Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen)

angenommen als

Anne Schmitt¹, Hans-Rudolf Bork², Jan Rodzik³,
Christian Russok² und Wojciech Zglobicki³

(2006)

1: Anne Schmitt, Mittelstr. 6, 96164 Kemmern

2: Prof. Hans-Rudolf Bork und Christian Russok. Ökologiezentrum, Christian-Albrechts-
University of Kiel, Olshausen Str. 75, 24118 Kiel

3: Dr. Jan Rodzik und Dr. Wojciech Zglobicki, UMCS Lublin, Instytut Nauk o Ziemi,
Zakład Geologii, al. Kraśnicka 2 cd, PL 20-718 Lublin. jrodzik@biotop.umcs.lublin.pl,
zglobek@biotop.umcs.lublin.pl

erscheint in

Bork, H.-R. [Hrsg.]: Landschaften der Erde.
Ihre Entwicklung unter dem Einfluss des Menschen.
WBG, Darmstadt (im Druck).

Böden speichern die Auswirkungen ökonomischer Krisen (Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen)

Anne Schmitt, Hans-Rudolf Bork, Jan Rodzik, Christian Russok und Wojciech Zgłobicki

In einem Höhenzug, der sich von der südostpolnischen Region Roztocze bis in die Ukraine erstreckt, überlagern Löss kalkhaltige, glaukonitische Sandsteine des Oberen Maastricht. Die fruchtbaren, bis zu 30 Meter mächtigen, Löss wurden von neolithischen Kulturgruppen bereits im dritten vorchristlichen Jahrtausend landwirtschaftlich genutzt (Skowronek 1999). Mit der Eisenzeit klingen die Spuren früher Besiedlung nahezu vollständig aus. Bis zum Ende der Völkerwanderungszeit dominierten Wälder die Umgebung des heutigen Dorfes Guciów in der Region Roztocze (Skowronek 1999; Bałaga 1998).

Eine frühmittelalterliche Blütezeit des Vorgängerortes von Guciów ist dokumentiert durch eine Fliehburg aus dem 10. Jh. und mehr als 200 Gräber (Zoll-Adamikowa 1974; Maruszczak 1997). Sie endete 1241 mit dem Einfall asiatischer Völker.



Das Dorf Guciów wurde in den 1820er-Jahren von Stanisław Zamoyski gegründet (Skowronek 1999). Im Siedlungsplan aus jener Zeit ist eine Langstreifenflur mit mehreren Kilometer langen, an den Häusern beginnenden Feldern für Guciów belegt. Heute enden die schmalen Äcker bereits nach kaum 300 Meter an den Waldrändern des Nationalparks Roztocze (Abb. 139). Inmitten der Tannen- und Buchenwälder liegende Ackerrandstreifen bezeugen die frühere landwirtschaftliche Nutzung.

Straßendörfer wie Guciów, mit farbenfroh gestrichenen, kleinen Holzhäusern beiderseits der Hauptstraßen, prägen mit ihren

*Abb. 139: Luftbild des Kerbensystems von Guciów
(Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen).*

malerischen Langstreifenfluren den Südosten Polens. Aus der Ferne fügen sich die verschiedenartigen Feldfrüchte zu einem anmutigen Webteppich. Lediglich einzelne Gehölzinseln und häufig dreieckige Wäldchen unterbrechen das harmonische Farbmuster. In den Wäldchen wechselt das sanft wellige Relief plötzlich zu steilen Schluchten und Hohlwegen (Abb. 140). An den nahezu senkrechten Hohlwegwänden steht zumeist Löss an. Während der sommerlichen Starkniederschläge oder der Schneeschmelzen im Frühjahr sammelt sich in den Hohlwegen kurzzeitig Abfluss, der tiefe Kerben einzureißen vermag. Der starke Abfluss spült den erodierten Löss bis auf die Hauptstraßen und blockiert sie vorübergehend.



Abb. 140: Hohlweg im Kerbensystem Guciów (Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen).

Die Spuren von Menschen reichen tief unter die heutige Geländeoberfläche, wie ein Aufschluss auf einem Schwemmfächer zwischen zwei Schluchtarmen unterhalb eines Hohlweges zeigt (Abb. 141).

Eine zwei Meter mächtige Abfolge fein geschichteter Sedimente mit im unteren Teil eingelagerten Schotterkörpern und -linsen wurde sichtbar (Abb. 142). Die Schotterkörper belegen starke Abflussereignisse, bei denen die unter dem Löss anstehenden Gesteine erfasst und im Schluchtsystem transportiert wurden.

Zahlreiche schwächere Abflussereignisse, bei denen jeweils wenig Löss aus den Fahrspuren des Hohlweges auf den Schwemmfächer gespült wurde, erzeugten die feine Schichtung. In der Feinschichtung fallen dunkle Körper mit einem höheren Gehalt an organischer Substanz auf, dabei handelt es sich um ehemalige Oberflächen mit ihren Humushorizonten. Im oberen Bereich des Aufschlusses sind die humoseren Bänder in einem Abschnitt humusärmer und seltener. In kurzen Ruhe-

phasen zwischen den Abflussereignissen bildeten sich die geringmächtigen Humushorizonte.

Mehrfach ist die Feinschichtung gestört. Im Verlauf feuchter Phasen über den Schwemmfächer fahrende Fuhrwerke sanken in die weiche Schichtung. Zurückgeblieben sind die Abdrücke der Wagenräder (Abb. 143).

Die fein geschichteten Ablagerungen sind auf zahlreiche schwache Abflussereignisse zurückzuführen. Eine starke Entnahme von Streu und Holz in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts bedingte sehr geringe Humusgehalte. Rechts der Zahlen 17 und 18 des Maßstabes ist der Abdruck eines in die Feinschichtung eingesunkenen Wagenrades (Abb. 143) sichtbar.

Das Befahren des Hohlweges und damit die Verdichtung des Lösses in den Fahrspuren förderte die Bodenerosion. Die Oberfläche des Weges war nicht durch Vegetation geschützt, Niederschlags- und Schneeschmelzwasser sammelte sich auf der verdichteten Oberfläche, spülte den Hohlweg aus und schüttete den Schwemmfächer auf.

Radiokarbondatierungen von Holzkohlen aus dem Aufschluss belegen das geringe Alter der gesamten im Aufschluss sichtbaren Ablagerungen. Sehr wahrscheinlich sind sie eine indirekte Folge der Neugründung des Dorfes Guciów im 19. Jh. und der damit verbundenen Rodungen der Wälder und anschließenden ackerbaulichen Nutzung der Hänge. Nach dem Zweiten Weltkrieg begann die Abwanderung aus dem Dorf.

Die Versorgungskrisen in der Zeit vom Zweiten Weltkrieg bis zur Regierungszeit Giereks in den 1970-er Jahren hinterließen bis heute weitgehend unbekannte, verborgene Spuren in den Landschaften Polens. Vor allem in den Phasen mit gravierenden Engpässen in der Lebensmittelversorgung mussten auch die Wälder besonders intensiv genutzt werden. Die umfangreiche Entnahme von Laub und Holz wurde nicht durch Düngung kompensiert. Der resultierende Nährstoffmangel in den Waldböden minderte das Wachstum der Gehölze; die Böden in den Wäldern um Guciów verarmten rasch. Selbst die Ablagerungen im Schwemmfächer unterhalb des Hohlweges, die vorwiegend aus umgelagertem, entkalktem Löß bestanden, versauerten ungewöhnlich rasch. Die Humushorizonte jener Jahre sind daher nur sehr schwach ausgeprägt; sie besitzen ganz ungewöhnlich geringe Gehalte an organischer Substanz.

Die Nutzung des heute von Kerben und Hohlwegen tief zerschnittenen Gebiets ist schwierig und wenig rentabel. Die Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung wird durch die Ausweisung des Nationalparks Roztocze verstärkt. Wie bereits nach der Eisenzeit kehren die Wälder zurück.

Literatur

Bałaga, K. (1998): Post-glacial vegetational changes in the middle Roztocze (E Poland). – In: *Acta Palaeobot.* 38 (1): 175-192.

Rogozińska, R. (1965): Sprawozdanie z badań cmentarzyska kurhanowego kultury trzcinieckiej w Guciowie, pow. Zamość, w sezonie wykopaliskowym 1964 roku. *Sprawozdania Archeologiczne*, t. XVI: 51-55.

Maruszczak, H. (1997): Wczesnośredniowieczne grodzisko w Guciowie na Roztoczu: Wnioski z analizy jego topografii i warunków fizjograficznych regionu (Przyczynek do studiów nad Grodami Czerwieńskimi). – In: *Archeologia Polski Środkowowschodniej*, t. II, 1997: 227-236.

Skowronek, E. (1999): Historia miejscowości Guciów. – In: Dębicki Ryszard (Hrsg.): *Rola Gleby w funkcjonowaniu Ekosystemów. Przewodnik Kongresu Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego, Międzynarodowa Konferencja Naukowa Lublin, 7-10 Września 1999*: 100-103.

Zoll-Adamikowa, H. (1974): Wyniki wstępnych badań wczesnośredniowiecznego zespołu osadniczego w Guciowie pow. Zamość. *Sprawozdania Archeologiczne*, t. XXVI, Ossolineum, Wrocław – Warszawa - Kraków: 115-171.



Abb. 141: Schwemmfächer unterhalb des Hohlweges (Kerbensystem Guciów, Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen).

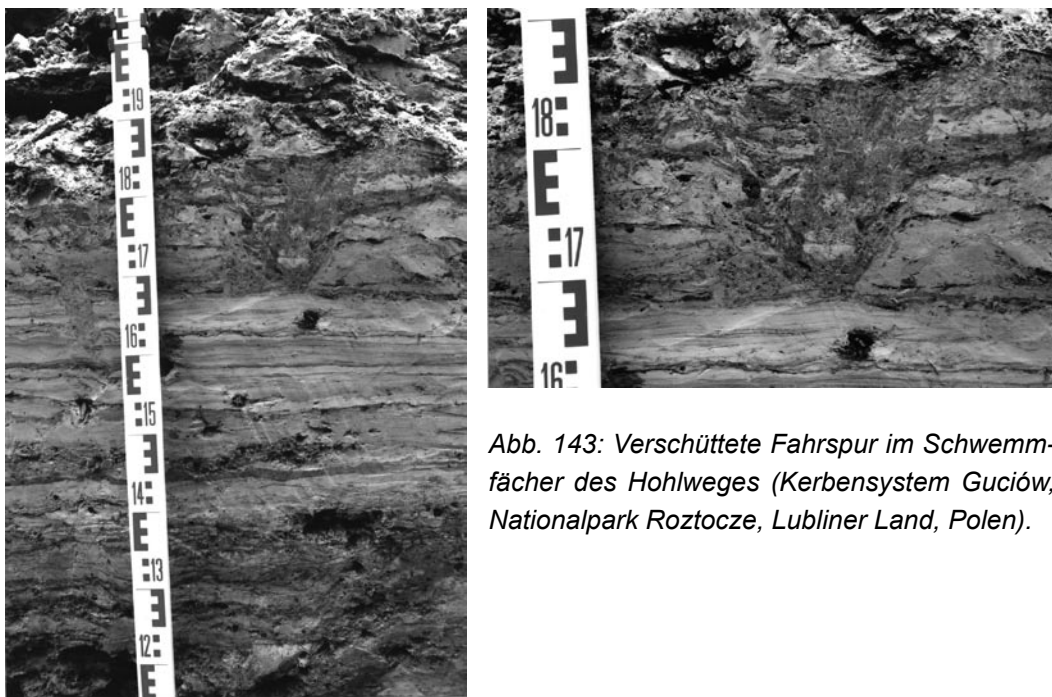


Abb. 143: Verschüttete Fahrspur im Schwemmfächer des Hohlweges (Kerbensystem Guciów, Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen).

Abb. 142: Aufschluss auf dem Schwemmfächer (Kerbensystem Guciów, Nationalpark Roztocze, Lubliner Land, Polen).

III Phases of gully erosion in the Kazmierz Dolny area (Case study: Doly Podmularskie, SE Poland)

erschienen als

Anne Schmitt¹, Wojciech Zglobicki², Gabriele Schmidtchen¹, Jan Rodzik²,
Markus Dotterweich³, Steffen Zamhöfer¹ and Hans-Rudolf Bork¹

(2005)

1: Ecology-Centre, University of Kiel, Olshausen Str. 40, D-24098 Kiel, Germany. E-mai:
schmitt.anne@gmx.net

2: Institute of Earth Sciences, University of Maria Curie-Skłodowska, Kraśnicka 2 CD, 20-
718 Lublin, Poland. Fax: +48-81-537-5510-162, E-mail address: zglobek@biotop.umcs.
lublin.

3: Institute of Environmental Science, University of Koblenz-Landau, Fortstrasse 7,
76829 Landau, Germany

in

Zglobicki, W. und Rejman, J. [Hrsg.]:
Human impact on sensitive Geosystems.
Maria Curie-Skłodowska University Press, Lublin.

S. 121-128

PHASES OF GULLY EROSION IN THE KAZIMIERZ DOLNY AREA (CASE STUDY: DOŁY PODMULARSKIE, SE POLAND)

Anne Schmitt¹, Wojciech Zgłobicki², Gabriele Schmidtchen¹, Jan Rodzik²,
Markus Dotterweich³, Steffen Zamhöfer¹ and Hans-Rudolf Bork¹

¹ Ecology-Centre, University of Kiel, Olshausen Str 40, D-24098 Kiel, Germany.

E-mail: schmitt.anne@gmx.net

² Institute of Earth Sciences, University of Maria Curie-Skłodowska, Kraśnicka 2C,D, 20-718
Lublin, Poland.

³ Institute of Environmental Science, University of Koblenz-Landau, Fortstrasse 7, 76829 Landau,
Germany.

ABSTRACT

The studied gully is situated in the east of the city of Kazimierz Dolny (south-east Poland), where the steep margins of the Lublin Upland loess plateau descends to the Vistula River valley. The susceptibility of loess to erosion, frequent and heavy rainfalls and steep relief gradients are natural conditions that make the area favourable to gully erosion induced by land use.

Studies were carried out in a strongly branched gully system *Doły Podmularskie* of 0.35 km² catchment and total length of the gullies is 3 km. One tributary gully of the *Doły Podmularskie* system was studied in detail to reveal the processes of its formation. The stratigraphic sequence consisted of colluvial material of thickness of 3.8 m. Pottery fragments, found in debris in the gully, indicated that the area has been used for agriculture since the early Bronze Age and caused gully erosion. It suggested also that initial gully development could be connected with this period. However, the main gully erosion structures are probably not older than 300 years as the ¹⁴C-dating of charcoal and pottery fragments show.

Keywords: historical gully erosion, loess areas, Lublin Upland.

ANTHROPOGENIC IMPACT ON GULLY DEVELOPMENT

To answer the question of how mankind affected the development of ecosystem in the past, we need to understand how land use changed the landscape since Neolithic times (5000 BP) when first agricultural cultures appeared in Central Europe. Since that time, the landscape and the soil cover in Europe was greatly altered by man.

Soil is the basis for agriculture and hence an important natural resource. Without the influence of man natural forests would protect the soil from erosion (Bork, 1988; Berbuda and Richter, 1998). Due to a growing population more and more land was deforested and cultivated. Arable land is less protected against soil erosion and therefore heavy rainfall and snowmelt events will cause the removal of fertile top soil and gullying. Severe soil erosion can lead to the abandonment of fields and to successive reforestation (Bork 1983, 1988, 1989). In Central Europe peaks of soil erosion due to human impact have been asserted to the Bronze Age (around 2200-900 BC), Iron Age (around 800-0 BC), Late Medieval Times (around 1300-1500 AD) and Modern Times (Bork et al. 1998).

The past landscapes can be reconstructed by stratigraphic research of alluvial and colluvial sediments (Bork, 1983, 1988, 1989; Bork et al., 1998, 2001; Lang and Höhnscheid, 1999; Schmidtchen et al., 2001; Starkel, 1987). Understanding of the scale and dynamics of soil erosion processes in the historic times allows us to judge the impact of present land use systems. This is especially important for regions where traditional land use systems are changing as it is happening in south-east Poland. Due to the joining of Poland with the European Union, significant changes in the agricultural structures are to be expected.

Thick loess cover (up to 30 m) around the city of Kazimierz Dolny in south-east Poland without a sufficient vegetation cover is susceptible to erosion. The area is known for its deep road gullies and gully systems with densities even up to 11 km²·km⁻² (Maruszczak, 1973). Local, generally short rainfalls of high intensities are typical for this region, situated at the margin of the Lublin Upland. Cultivated parcels due to high relief gradients are strongly prone to soil erosion. Local roads are regularly covered with sediment and nutrients are washed into the river systems.

Polish scientists such as Reniger (1950), Maruszczak (1958), Kosmowska (1963), Maruszczak et al. (1988) and Buraczyński (1989/90) have investigated and mapped soil erosion in the Polish loess areas since the 1950-ies. Many researches describe the effects of heavy rainfall events on gully development (e.g.

Buraczyński and Wojtanowicz, 1971; Maruszczak, 1986; Janicki and Zglobicki, 1998). Recently Zglobicki (1998), Rodzik and Zglobicki (2000) and Janicki et al. (2002) investigated the effects of current land use on geomorphologic processes.

The aim of the work was to reconstruct the development of the studied gully system on the basis of detailed stratigraphic studies of gully infillings.

METHODS

The field investigations of the Doły Podmularskie gully system included drillings in the bottom line of the side system and a detailed stratigraphic analysis of 10 exposures. The exposures are situated along the walls of the recent gully system that cuts through the older sediments. The data presented in the paper come from the largest and the most interesting exposure formed by the walls of the gully head. It reaches a maximum depth of 3.8 meters.

After cleaning the gully walls allochthonous and autochthonous structures were identified and sketched in a scale of 1:20. Field and laboratory analyses included the investigation of colour, density, texture and chemical characteristics such as pH and the CaCO₃-content (after AG Boden, 1994; Munsell, 1975).

The time frame was determined by ¹⁴C-dating of charcoal and archaeological dating of pottery. Radiocarbon dates were determined with the AMS method by the Leibniz-Labor, Kiel, Germany. The radiocarbon calibration program REV. 3.0 was used for calibrating the radiocarbon ages. The archaeological dating was done by Anna Tyniec and Tomasz Rodak of the Archaeological Museum in Krakow, Poland, and Radosław Myszka of the University of Göttingen, Germany.

RESULTS

The studied, strongly branched gully system *Doły Podmularskie* has a 0.35 km² large catchment. The total length of the gullies in the system is 3 km (Fig. 1). Most of the catchment is used by agriculture, whereas the gully system itself is covered by forest. The studied tributary gully is 200 m long, up to 30 m wide and has a maximum depth of 15 m.

The main exposure was situated at the gully head. On the top of the slope remain parts of the elluvial horizon and the clay enriched B₁ (illuvial) horizon of a 1.5 m thickness. They are remnants of former *Luvisol* that developed in the original loess during the early and middle Holocene. This soil profile is covered

by more than 0.5 m of colluvial sediments which are dated to Modern Times (charcoal radiocarbon age: 2σ cal AD 1528-1552, 1633-1669, 1781-1796, 1946-1955, BP 256 \pm 24, KIA17467).

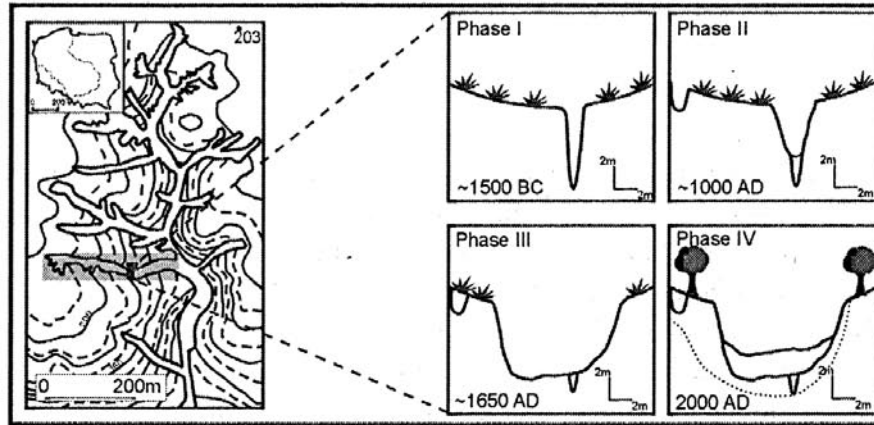


Fig.1. Location of studied tributary gully and phases of gully development

On the right side of the tributary gully, a small ravine filled by laminated sediments and colluvia was found. Charcoal found in the lower part of the filling was dated on the Early Medieval Times (radiocarbon age: 2σ cal AD 887-983, BP 1122 \pm 22 KIA 15258).

A detailed stratigraphy of the central section of the exposure at the gully head is presented in the Figure 2. The lower 4 m of erosion form (depth to 11 m) were successively filled with material sharply distinguished from the original loess. The filling of this former gully consists of material from landslides (chaotic structures, whole blocks collapsed) and material transported by water down the slope and along the thalweg (stratified structure). The dark layers in the exposure indicate a higher content of organic matter and initial stages of soil formation under vegetation cover.

In the deepest part of the filling there is quite a narrow gully form with almost perpendicular walls (Fig. 2). Charcoal (radiocarbon age: 2σ cal BC 2011-2000, 1977-1880, 1836-1830, BP 3578 \pm 21, KIA15256), a snail house (radiocarbon age: 2σ cal BC 1599-1586, 1584-1564, 1530-1428, BP 3228 \pm 32,

KIA15927) and pottery fragments (archaeological age: 1700-1300 BC) found in the filling of this first gully were dated to the Bronze Age.

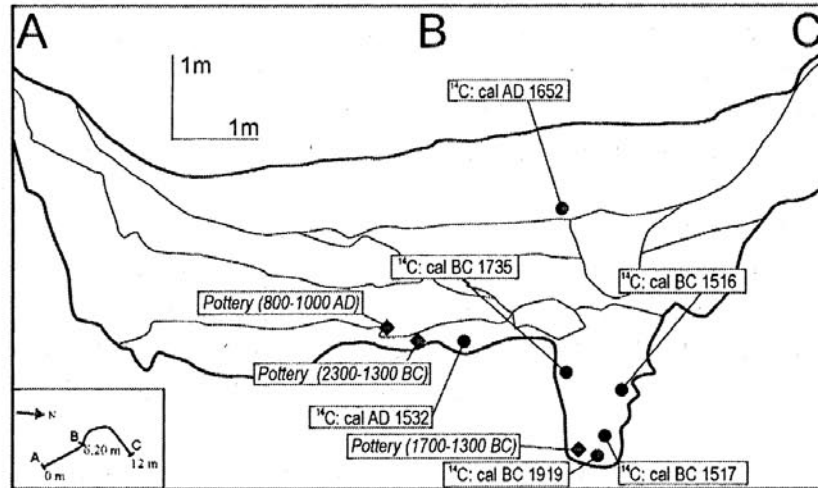


Fig. 2. Stratigraphy of the sediments in the main exposure

Almost 1.5m above in the stratigraphic sequence the former erosion form broadens (Fig. 2). In this part of the exposure together with pottery fragments from the Bronze Age (archaeological age: 2300-1300 BC) pottery fragments from the Early Medieval (archaeological age: around 800-1000 AD) and charcoal dated on the Modern Times were found (radiocarbon Age: 2σ cal AD 1492-1502, 1515-1599, 1616-1647, BP 307 ± 21 , KIA15257). Deposits located 1.5 m further up were also dated to Modern Times (radiocarbon age: 2σ cal AD 1642-1663, 1950-1951, BP 250 ± 16 , KIA15255). It was found in a dark layer (with high content of organic matter).

DISCUSSION ON THE GULLY DEVELOPMENT

Four main phases of gully erosion could be established on the basis of the studies undertaken within the tributary gully (Fig. 1). Pottery fragments from the Bronze Age, found in the deepest part analysed exposure, indicate that the area was settled about 4000 years ago. With this period, an initial gully development phase could be started (Phase I). It is confirmed, not only by the pottery dating but

also by a Bronze charcoal and no evidence of soil formation in the filling of the first, very narrow and steep gully. It proves that the gully was filled soon after the incision.

The second phase of gully development took place in Early Medieval Times (Phase II). A small ravine on the right side of the present-day gully was eroded. The most severe gully erosion event took place in Modern Times. It is supported by the youngest radiocarbon dates in the stratigraphic sequence (KIA15257, KIA 15255). This gully was broader and less steep than the first one (Phase III). But even after this severe erosional event, the upper parts of the catchment were still used as arable land. Only the gully itself became forested. The gully was successively filled with material eroded from the slopes and landslides material. The pottery fragments dated to the Bronze Age (archaeological age: 2300-1300 BC) and the Early Medieval Times (archaeological age: around 800-1000 AD) found in this layer of the filling were probably relocated together with the eroded material.

Some layers in the upper part of the profile were characterized by a darker colour. These layers were enriched in organic matter mostly originating from eroded and re-deposited humic horizons. In the upper part of exposure a humic horizon developed, indicating a phase of stability during which initial soil development could occur. This phase lasted most probably not longer than a couple of years. Then, the next phase of further severe gully development took place and left the system as it appears today (Phase IV).

CONCLUSIONS

1. The stratigraphic sequence of the Holocene sediments indicates that four phases of gully development and successive filling of the erosion forms occurred since Neolithic times. The phases could be dated to: Bronze Age (I), Early Medieval Times (II), 16th-17th century (III), second half of 19th century – till present day (IV).
2. Phases of gully development and intensive erosion were separated by phases of stabilization and partially infilling of the gully caused by less intensive human agricultural impact.
3. The pottery fragments dated to the Early Bronze Age that were found in the deepest part of the stratigraphic sequence and results of ¹⁴C dating indicate that even the pre-historic land-use caused soil erosion.

4. The most severe gully erosion event was dated between 16th-17th century as a result of the most intensive agricultural land use of the catchment and climatic changes (higher intensity of heavy rainfalls during the Little Ice Age).

REFERENCES

1. AG Boden, 1994. Bodenkundliche Kartieranleitung. Arbeitsgruppe Boden (Eds.), Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland. 4. verb. u. erw. Auflage, Hannover.
2. Berburda, J., and G. Richter. 1998. Kurze Geschichte der Bodenerosion und ihrer Erforschung in Mitteleuropa. In: G. Richter (Ed), Bodenerosion - Analyse und Bilanz eines Umweltproblems. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt.
3. Bork, H.-R. 1983. Die holozäne Relief- und Bodenentwicklung in Lößgebieten. Beispiele aus dem südöstlichen Niedersachsen. [in:] H.-R.Bork and W.Ricken (Eds.), Bodenerosion, holozäne und pleistozäne Bodenentwicklung, Catena Supplement, 3: 1-93.
4. Bork, H.-R., 1988. Bodenerosion und Umwelt. Landschaftsgenese und Landschaftsökologie 13, Braunschweig.
5. Bork, H.-R. 1989. Soil Erosion during the past Millennium in Central Europe and its significance within the geomorphodynamics of the Holocene. [in:] Ahnert F. (Ed), Landforms and landform evolution in West Germany, Catena Supplement, 15: 121-131.
6. Bork, H.-R., Bork, H., Dalchow, C., Faust, B., Piorr, H.-P., and Th. Schatz. 1998. Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Klett-Perthes Gotha und Stuttgart.
7. Bork, H.-R., Schmidtchen, G. and M. Dotterweich. 2001. Die Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Bodenzerstörung in Mitteleuropa. [in:] DFG-Graduiertenkolleg 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“ Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel, Regensburger Beiträge zur prähistorischen Archäologie, 43-55.
8. Buraczyński, J., and J. Wojtanowicz. 1971. Evolution des ravines dans les less des environs de Dzierzkowice (Plateau de Lublin) sous l'action de la violente averse de Juin 1969. [in Polish] Annales UMCS, Section B, XXVI, 6: 135-168.
9. Buraczyński, J. 1989/90. Development of the gullies In the Goraj Rotoczce during the last Millenium [in Polish]. Annales UMCS, Section B, XLIV/XLV, 4: 95-104.
10. Janicki, G., and W. Zglobicki. 1998. Geomorphological effects of a cloudburst on 16th september 1995 in the area of Garbów on the Lublin Upland [in Polish]. Annales UMCS B, LIII, 6: 109-129.
11. Janicki, G., Rodzik, J., and W. Zglobicki. 2002. Geomorphic effects of land use changes (a case of the Gutanów loess catchment, Poland). Geograficky Casopis, 54: 39-57.

12. Kosmowska, D. 1963. The paleomorphology of loess gullies. Reprinted from the report of the VIth International congress on Quaternary, Warsaw 1961, Vol. III, Geomorphological Section, 181-186.
13. Lang, A., and S. Höhnscheid. 1999. Age and source of colluvial sediments at Vaihingen-Enz, Germany. *Catena*, 38: 89-107.
14. Maruszczak, H. 1958. Characteristic relief forms of the loess area within the Lublin upland [in Polish]. *Czasopismo Geograficzne*, XXIX: 335-354.
15. Maruszczak, H. 1973. Gully erosion in the eastern part of southern uplands of Poland [in Polish]. *Zesz. Nauk. Post. Nauk. Roln.*, 151: 15-30.
16. Maruszczak, H. 1986. Secular tendencies and extreme phenomena in the development of the loess upland relief of little Poland in historical times [in Polish]. *Czasopismo Geograficzne*, LVII, 2: 271-282.
17. Maruszczak, H., Michalczyk, Z., and J. Rodzik. 1984. Geomorphologic and hydrogeologic conditions for denudation development in the Grodarcz drainage basin, Lublin Upland [in Polish]. *Annales UMCS, Section B*, XXXIX, 8: 117-145.
18. Munsell, 1975. *Soil Color Charts*. US Department of Agriculture, Baltimore, Maryland.
19. Reniger, A. 1950. Próby oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. *Rocz. Nauk. Roln.*, 54: 1-59.
20. Rodzik, J., and W. Zglobicki W. 2000. Contemporary development of loess gully against the background of field arrangement. [in:] S. Radwan and Z. Lorkiewicz (Eds.), *Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych* [in Polish]. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej Lublin, 257-261.
21. Schmidtchen, G., Dotterweich, M. and H.-R. Bork. 2001. Junge Erosionskatastrophen in Ostbrandenburg. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 145, 74-82.
22. Starkel, L., 1987. Anthropogenic Sedimentological Changes in Central Europe. *Striae* 26: 26-29.
23. Zglobicki, W. 1998. Anthropogenic changes of the relief and morphological processes in agricultural loess areas [in Polish]. *Annales UMCS, Section B*, LIII, 14: 305-321.

IV Historical gully erosion in southeast Poland, an example from the loess area of the Lublin Upland

erschienen als

A. Schmitt, G. Schmidtchen, J. Rodzik, W. Zgłobicki,
M. Dotterweich, S. (Z)Amhöfer, and H.-R. Bork

(2004)

in

Li, Y, Poesen, J. and Valentin, Ch. [Hrsg.]:
Gully Erosion under Global Change.
Sichuan Science and Technology Press, Chengdu, China.

S. 223-230

17 Historical Gully Erosion in Southeast Poland, an Example from the Loess Area of the Lublin Upland

A. Schmitt, G. Schmidtchen, J. Rodzik, W. Zglobicki,
M. Dotterweich, S. Amhöfer, and H.-R. Bork

ABSTRACT

The first investigations of the Polish-German research co-operation on historical gully erosion started in autumn 2001. The current investigation area in Southeast Poland is situated east of the city of Kazimierz Dolny, where the steep margin of the Lublin Upland loess plateau is descending to the Vistula River. The liability of loess to soil erosion, frequent and heavy rainfalls and steep relief gradients are natural conditions that make the area favourable to land use induced gully erosion.

The investigated, strongly branched gully system Doły Podmularskie has a 0.35 km² large catchment. The total length of the gullies in the system is 3 km. One tributary gully of the Doły Podmularskie system was investigated in detail to reveal the processes of its formation. The stratigraphic sequence consists of colluvial material and material from mass movements in a thickness of 3.8 m. Pottery fragments indicate that the area was used for agriculture since the early Bronze Age and caused gully erosion. But the main gully erosion structures that are visible today are probably not older than 300 years as the ¹⁴C-dating of charcoal and pottery fragments show.

ANTHROPOGENIC INFLUENCES ON ECOSYSTEM DEVELOPMENT

To answer the question how mankind influenced ecosystem development in former times we need to understand how land use changed the environment since Neolithic (5000 BP) times when mankind started to cultivate the landscape in Central Europe. The landscape and the soil cover in Europe as

*Y. Li, J. Poesen, & C. Valentin (eds.). (2004).
Gully erosion under global change, 223 - 230.*

it appears today were strongly altered by man.

Soil is the basis for agriculture and hence an important natural resource. Without the influence of man natural forests would protect the soil from erosion in Central Europe (Bork 1988; Barbuda & Richter 1998). Due to growing population more and more land is deforested and cultivated. Arable land is less protected against soil erosion and therefore heavy rainfall and snowmelt events will cause gulying and removal of fertile topsoil. Severe soil erosion can lead to the abandonment of plots and to successive reforestation (Bork 1983, 1988, 1989). In Central Europe peaks of soil erosion due to human impact have been reconstructed for the Bronze Age (around 2200-900 BC), Iron Age (around 800-0 BC), Late Medieval Times (around 1300-1500 AD) and Modern Times (Bork et al. 1998).

The past landscapes can be reconstructed by stratigraphic research of alluvial and colluvial sediments (Bork 1983, 1988, 1989; Bork et al. 1998, 2001; Lang & Höhnscheid 1999; Schmidtchen et al. 2001; Starkel 1987). The understanding of the scale and dynamics of soil erosion processes in historic times allows us to judge the impact of present land use systems. This is especially important for regions where traditional land use systems are changing rapidly as it is happening in Southeast Poland. During the socialist regime only part of the land was collectivised and in Southeast Poland traditional agricultural systems continued to exist until today. Due to the accession processes of Poland to the European Union significant changes in the agricultural structures are to be expected for the next decade.

The up to 30 m thick loess cover around the city of Kazimierz Dolny in Southeast Poland is fertile. But without a sufficient vegetation cover it is susceptible to soil erosion. The area is famous for its deep road gullies and gully systems which show a high density of 11 km/km² (Maruszczak 1973). Situated at the margin of the Lublin uplands local rainfalls of high intensities are typical for this region. Due to the high relief gradients the cultivated plots are strongly prone to soil erosion. Streets are regularly covered with sediments and nutrients are washed into the river systems.

Polish scientists such as Reniger (1950), Maruszczak (1958), Kosmowska (1963), Maruszczak et al. (1988) and Buraczyński (1989/90) investigated and mapped soil erosion in the Polish loess areas since the 1950s. Many investigations describe the effects of heavy rainfall events on gully development (e. g. Buraczyński & Wojtanowicz 1971; Maruszczak 1986; Janicki & Zglobicki 1998). Recently Zglobicki (1998), Rodzik & Zglobicki (2000) and Janicki et al. (2002) investigated the effects of current land use on geomorphologic processes. A quantitative calculation of past soil erosion based on detailed stratigraphic research of exposures has not been undertaken for Southeast Poland yet.

METHODS

The field investigations of the Doly Podmularskie gully system so far in-

cluded drillings in the bottom line of the side system and a detailed stratigraphic analysis of 10 exposures. The exposures are situated along the walls of the recent gully system that cuts through the older sediments. The largest and main exposure is formed by the walls of the gully head and reaches a maximum depth of 3.8 meters (Fig. 1).



Figure 1. Main exposure at the gully head

The walls of the exposures were cleaned. The borders of sediments, soil formations and other characteristics found on the cleaned walls were marked. For the drawings a horizontal scale of 1: 20 and a vertical scale of 1: 10 were used. The field description of sediments included colour, substrate, texture and chemical characteristics such as pH and the CaCO₃ content.

The time frame was determined by ¹⁴C-dating of charcoal and archaeological dating of pottery. Radiocarbon dates were determined with the AMS method by the Leibniz-Labor, Kiel, Germany. The radiocarbon calibration program REV. 3.0 was used for calibrating the radiocarbon ages. The archaeological dating was done by Anna Tynieć and Tomasz Rodak of the Archeological Museum in Krakow, Poland, and Radosław Myszka of the University of Göttingen, Germany.

RESULTS OF THE DOLY PODMULARSKIE GULLY SYSTEM

The investigated, strongly branched gully system Doły Podmularskie has a

0.35 km² large catchment. The total length of the gullies in the system is 3 km. Most of the catchment is used for agriculture whereas the gully system itself is covered by forest. The development of one of its sub-systems is being investigated since autumn 2001. This tributary gully is 200 m long, up to 30 m wide and has a maximum depth of 25 m.

The main exposure of this system is situated at the gully head (Fig. 1). On the top of the slope (Fig. 1 left side) remain parts of the leaching horizon and the clay enriched B_t horizons of a 1.5 m thickness. They are from a former Luvisol that developed in the original loess during the early and middle Holocene. This cut soil profile is covered by more than 0.5 m of colluvial sediments which are dated into Modern Times (charcoal radiocarbon age: 2σ_{cal} AD 1528-1552, 1633-1669, 1781-1796, 1946-1955, 256 ± 24, KIA17467, Leibniz-Labor Kiel).

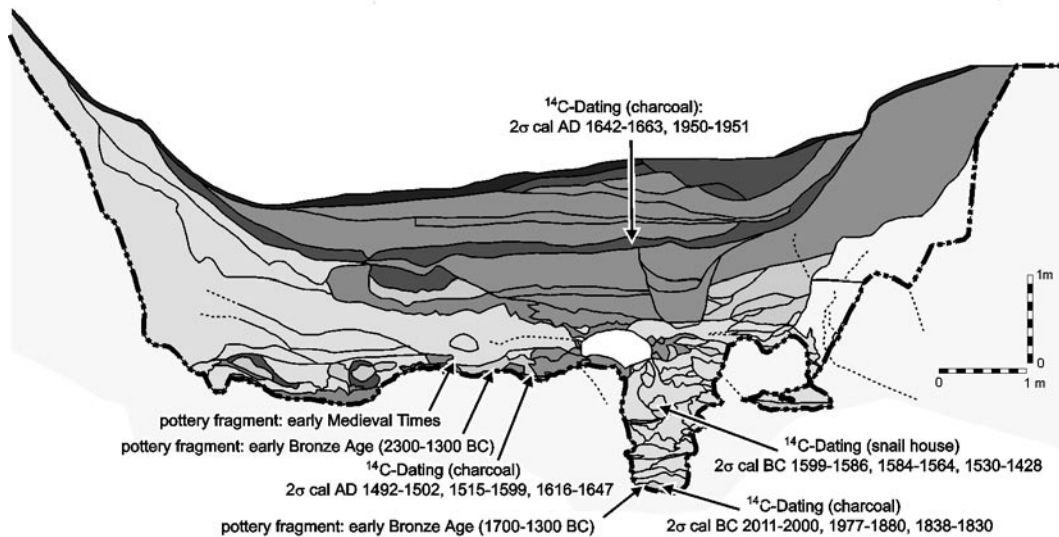


Figure 2. Stratigraphy of the gully head

Figure 2 shows a detailed stratigraphy of the central section of the exposure at the gully head. The lower 4 m of the 11 m deep erosion form were successively filled with material sharply distinguished from the original loess. The filling of this former gully is origins of material from slope failures (chaotic structures, whole blocks collapsed) and from material transported by water down the slope and along the thalweg (stratified structure). The dark layers in the exposure indicate a higher content in organic matter and soil formation under vegetation cover.

The deepest part of the filling is a quite narrow gully form with almost perpendicular walls. Charcoal (radiocarbon age: 2σ_{cal} BC 2011-2000, 1977-1880, 1836-1830 3578 ± 21, KIA15256), a snail house (radiocarbon age: 2σ_{cal} BC 1599-1586, 1584-1564, 1530-1428 3228 ± 32, KIA15927, Leibniz-Labor Kiel) and pottery fragments (archaeological age: 1700-1300 BC) found in

the filling of this first gully is from the Bronze Age.

Almost 1.5 m further up in the stratigraphic sequence the former erosion form broadens. Together with pottery fragments from the Bronze Age (archaeological age: 2300-1300 BC) there are pottery fragments from Early Medieval (archaeological age: around 800-1000 AD) times and charcoal dated into Modern Times in the same layer (radiocarbon Age: 2σ cal AD 1492-1502, 1515-1599, 1616-1647, BP 307 \pm 21, KIA15257). The charcoal found another 1.5 m further up also dates into Modern Times (radiocarbon age: 2σ cal AD 1642-1663, 1950-1951, 250 \pm 16, KIA15255). It was found in a dark layer, rich in organic matter.

DISCUSSION OF THE GULLY DEVELOPMENT

The pottery from the Bronze Age indicates that the area was cultivated 4000 years ago. The farmers settled in a landscape with fertile loess cover. In the loess a Luvisol had developed during early and middle Holocene. There is evidence of gully erosion for that early period of human influence. We found Bronze Age charcoal in the deepest parts of the filling of the first gully. The fact that there is absolutely no evidence of soil formation in the filling of the first, very narrow and steep gully also proves that the gully was filled soon after the incision. Today only the deepest parts of the filling are still preserved. These deepest parts were not altered by soil formation.

The youngest radiocarbon dates in the stratigraphic sequence indicate (radiocarbon age: 2σ cal BC 1599-1586, 1584-1564, 1530-1428 3228 (32, KIA159271; 2σ cal AD 1642-1663, 1950-1951, 250 \pm 16, KIA15255) that a severe gully erosion event took place in Modern Times. This gully was broader and less steep than the first one. But even after this severe erosion event the upper parts of the catchment were and are still used as arable land. Only the gully itself became forest. Therefore the second gully was successively filled with material eroded from the slopes and material from slope failures. The pottery fragments from the Bronze Age (archaeological age: 2300-1300 BC) and Early Medieval Times (archaeological age: around 800-1000 AD) found in the same lower layer of the filling were probably relocated together with the eroded material. It is the youngest date that gives us the maximum age of the gully that cut in approx. 200-300 years ago.

Some layers in the upper part of the profile have a darker colour. These layers are enriched in organic matter mostly originating from eroded and re-deposited humic horizons. In the upper part a humic horizon developed, indicating a phase of stability during which initial soil development could occur. This phase was maybe not longer than a couple of years.

The ongoing use of the catchment led to another severe gully erosion event and left the system as it appears today.

CONCLUSIONS

The investigations of the Doly Podmularskie gully system try to answer the question when and why the most severe gully erosion took place and what consequences this had on further land use. The stratigraphic sequence of the Holocene sediments indicates that three main phases of gully erosion and successive filling of the erosion forms occurred since Neolithic times.

Whereas the field investigations give a clear picture of the spatial dimension the interpretation of the datable material is more complicated. The pottery fragments of the Early Bronze Age in the deepest part of the stratigraphic sequence indicate that already the pre-historic land use caused soil erosion. Today only the lowest part of this gully erosion and its filling is preserved. Therefore it is no surprise that we did not find a pre-historic soil horizon.

We did find evidence that at least two severe gully erosion events took place in historical times. The first gully was filled with colluvial and mass movement sediments whereas the second big erosion formation cuts through these older sediments and shapes the current landscape.

The stratigraphy of the sub-system in the Doly Podmularskie gully system near Kazimierz Dolny clearly shows that land use had a strong influence on the landscape and the soil development since the Bronze Age. But the most severe erosion maybe occurred less than 300 years ago. Today a distinctive part of the catchment can not be used as arable land because it is strongly dissected by gully erosion. The detailed survey of the catchment will provide the basis for a soil erosion budget calculation. Historical documents and maps might provide more information about when and how the area was used. More investigations of other catchments in the region are needed to see if the findings of the Doly Podmularskie system are typical for the Lublin upland. These findings will give a long-term view on the land use induced soil erosion processes in this region.

REFERENCES

- Berburda J & G Richter, 1998. Kurze Geschichte der Bodenerosion und ihrer Erforschung in Mitteleuropa. In: *Bodenerosion - Analyse und Bilanz eines Umweltproblems*. ed Richter, G. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt.
- Bork H-R, 1983. Die holozäne Relief- und Bodenentwicklung in Lößgebieten. Beispiele aus dem südöstlichen Niedersachsen. In: *Bodenerosion, holozäne und pleistozäne Bodenentwicklung*, eds H-R Bork & W Ricken, *Catena Supplement 3*, pp 1-93.
- Bork H-R, 1988. Bodenerosion und Umwelt. *Landschaftsgenese und Landschaftsökologie 13*, Braunschweig.
- Bork H-R, 1989. Soil Erosion during the past Millennium in Central Europe

- and its significance within the geomorphodynamics of the Holocene. In: Landforms and landform evolution in West Germany, ed F Ahnert, *Catena Supplement*. 15, pp 121-131.
- Bork H-R, Bork H, Dalchow C, Faust B, Piorr H-P & Schatz T, 1998. Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. *Klett-Perthes Gotha und Stuttgart*.
- Bork H-R, Schmidtchen G & Dotterweich M, 2001. Die Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Bodenzerstörung in Mitteleuropa. In: DFG-Graduiertenkolleg 462 Paläoökosystemforschung und Geschichte "Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel, Regensburger Beiträge zur prähistorischen Archäologie, 43-55.
- Buraczyński J & Wojtanowicz J, 1971. Rozwój w¹wozów lessowych w okolicy Dzierzkowic na Wyżynie Lubelskiej pod wp³ywem gwa³townej ulewy w czerwcu 1969 roku. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sk³odowska Lublin-Polonia, Section B, Vol. XXVI*, 6, 135-168.
- Buraczyński J, 1989/90. Rozwój w¹wozów na Roztoczu Gorajskim w ostatnim tysi¹cleciu. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sk³odowska Lublin-Polonia Section B, Vol. XLIV/XLV*, 4, 95-104.
- Janicki G & Zglobicki W, 1998. Geomorfologiczne skutki ulewy (z 16 ż 1995r) w okolicy Garbowa na Wyżynie Lubelskiej (Geomorphological effects of a cloudburst on 16th september 1995 in the area of Garbów on the Lublin upland). *Annales Universitatis Mariae Curie-Sk³odowska Lublin-Polonia Section B, Vol. LIII*, 6, 109-129.
- Janicki G, Rodzik J, Zglobicki W 2002. Geomorphic effects of land use changes (a case of the Gutanów loess catchment, Poland). *Geografický Casopis*, 54, 2002, 39-57.
- Kosmowska D, 1963. The paleomorphology of loess gullies. Reprinted from the report of the VIth International congress on Quaternary, Warsaw 1961, Vol. III, Geomorphological Section, 181-186.
- Lang A & Höhnscheid S, 1999. Age and source of colluvial sediments at Vaihingen-Enz, Germany. *Catena*, 38, 89-107.
- Maruszczak H, 1958. Charakterystyczne formy rzeźby obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej (Characteristic relief forms of the loess area within the Lublin upland). *Czasopismo Geograficzne XXIX*, 335-354.
- Maruszczak H, 1973. Erozja w¹wozowa we wschodniej czesci pasa wyzyn poludniowopolskich. *Zesz. Nauk. Post. Nauk. Roln.* 151, 15-30.
- Maruszczak H, 1986. Tendencje sekularne i zjawiska ekstremalne w rozwoju rzeźby malopolskich wyzyn lessowych w czasach historycznych (Secular tendencies and extreme phenomena in the development of the loess upland relief of little Poland in historical times). *Czasopismo Geograficzne, LVII*, 1986, 2, 271-282.
- Maruszczak H, Michalczyk Z & Rodzik J, 1984. Warunki geomorfologiczne i hydrogeologiczne rozwoju denudacji w dorzeczu Grodarza na Wyżynie Lubelskiej (Geomorphologic and hydrogeologic conditions for denudation development in the Grodarz drainage basin, Lublin upland). *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska Lublin-Polonia, Sec-*

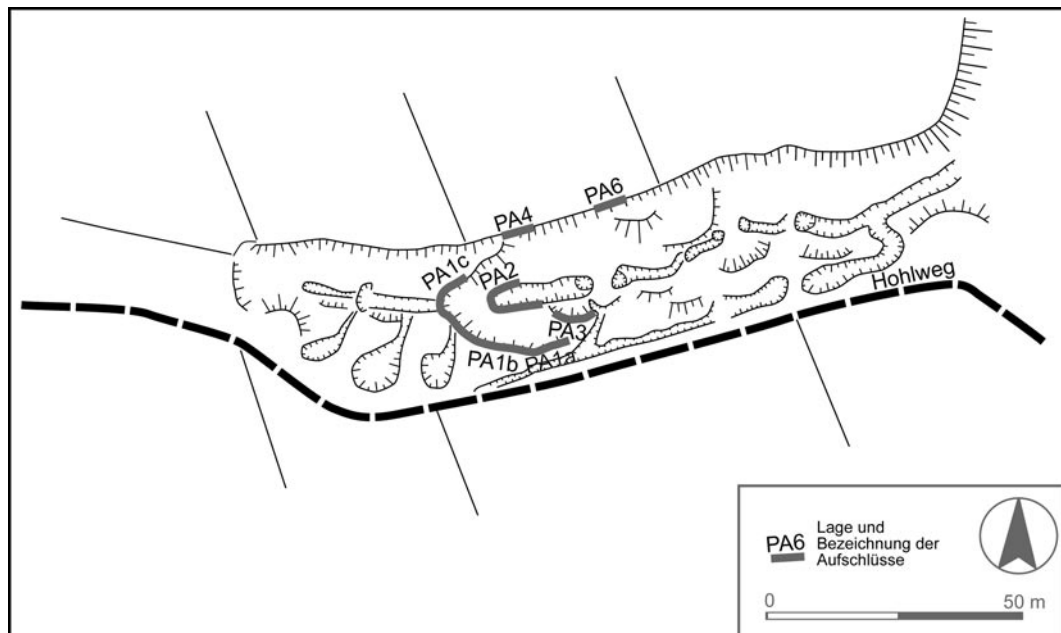
tion B, Vol. XXXIX, 8, 117-145.

- Reniger A, 1950. Próby oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. *Rocz. Nauk. Roln.*, 54, 1-59.
- Rodzic J & Zglobicki W, 2000. Współczesny rozwój wód lessowych na tle układu pól (Contemporary development of loess gully against the background of field arrangement). In: *Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych*, eds S Radwan & Z Lorkiewicz, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej Lublin, 257-261.
- Schmidtchen G, Dotterweich M & Bork H-R, 2001. Junge Erosionskatastrophen in Ostbrandenburg. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 145, 74-82.
- Starkel L, 1987. Anthropogenic Sedimentological Changes in Central Europe. *Striae*, 26, 26-29.
- Zglobicki W, 1998. Antropogeniczne przekształcenia rzeźby i procesów na terenach lessowych użytkowanych rolniczo (Roztocze Szczebrzeszyńskie) (Anthropogenic changes of the relief and morphological processes in agricultural loess areas). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, Section B, Vol. LIII, 14, 305-321.*

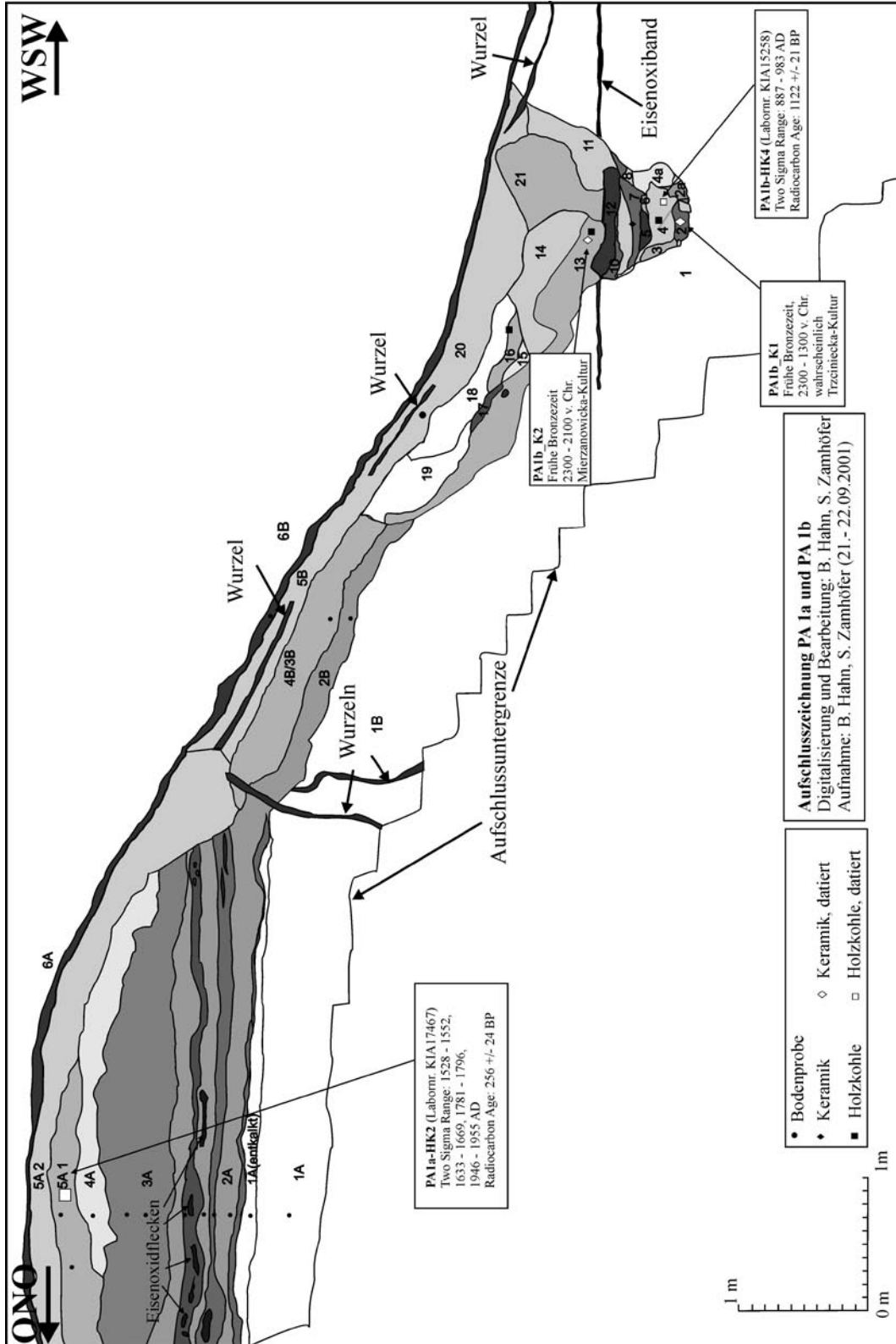
Aufschlusszeichnungen

Doły Podmularskie: Lage der Aufschlüsse PA1ab, PA1c, PA2, PA3, PA4, PA6	116
Aufschluss PA1ab	117
Aufschluss PA1c	118
Aufschluss PA2	119
Aufschluss PA3	120
Aufschluss PA4	121
Aufschluss PA6	122
Guciów Gully: Lage der Aufschlüsse GG1, GG2, GG3 und GG4.	123
Aufschluss GG1	124
Aufschluss GG2	125
Aufschluss GG3	126
Aufschluss GG4	127
Jedliczny Dół: Lage der Aufschlüsse JD1, JD2, JD3, JD4, JD5	128
Aufschluss JD1 und JD2	129
Aufschluss JD3	130
Aufschluss JD4	131
Aufschluss JD5	132

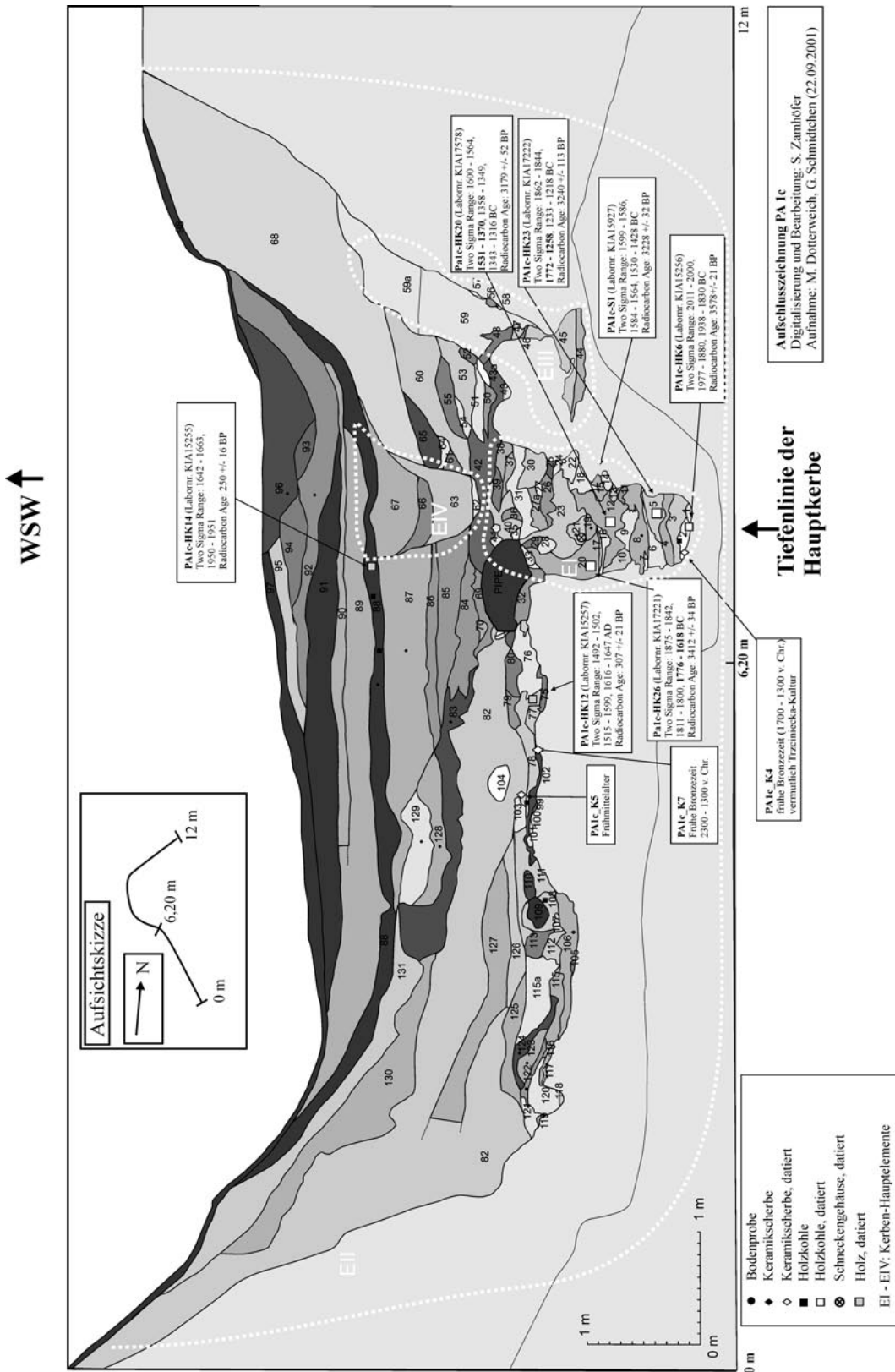
Doły Podmularskie



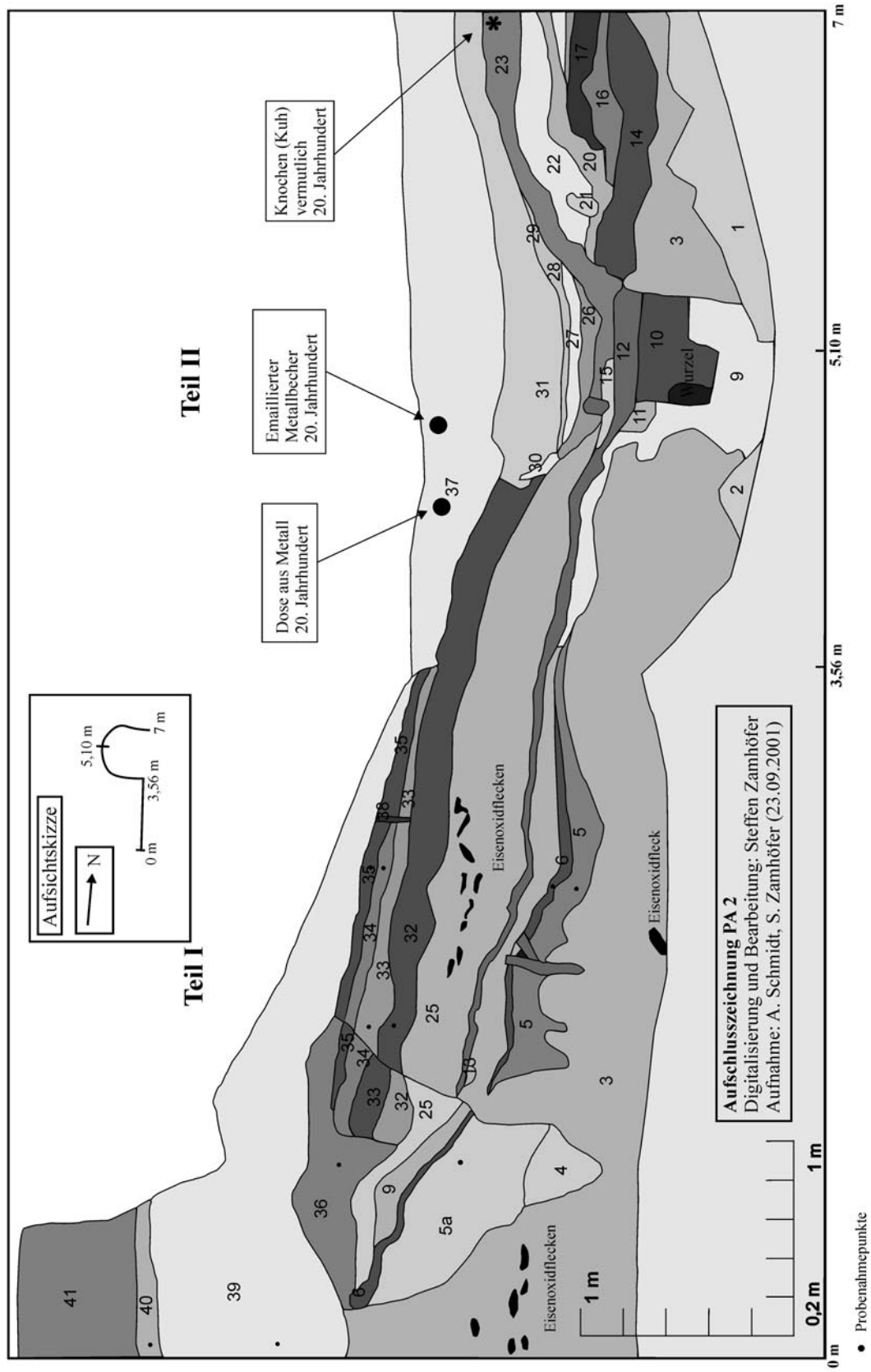
Doły Podmularskie: Lage der Aufschlüsse PA1ab, PA1c, PA2, PA3, PA4, PA6



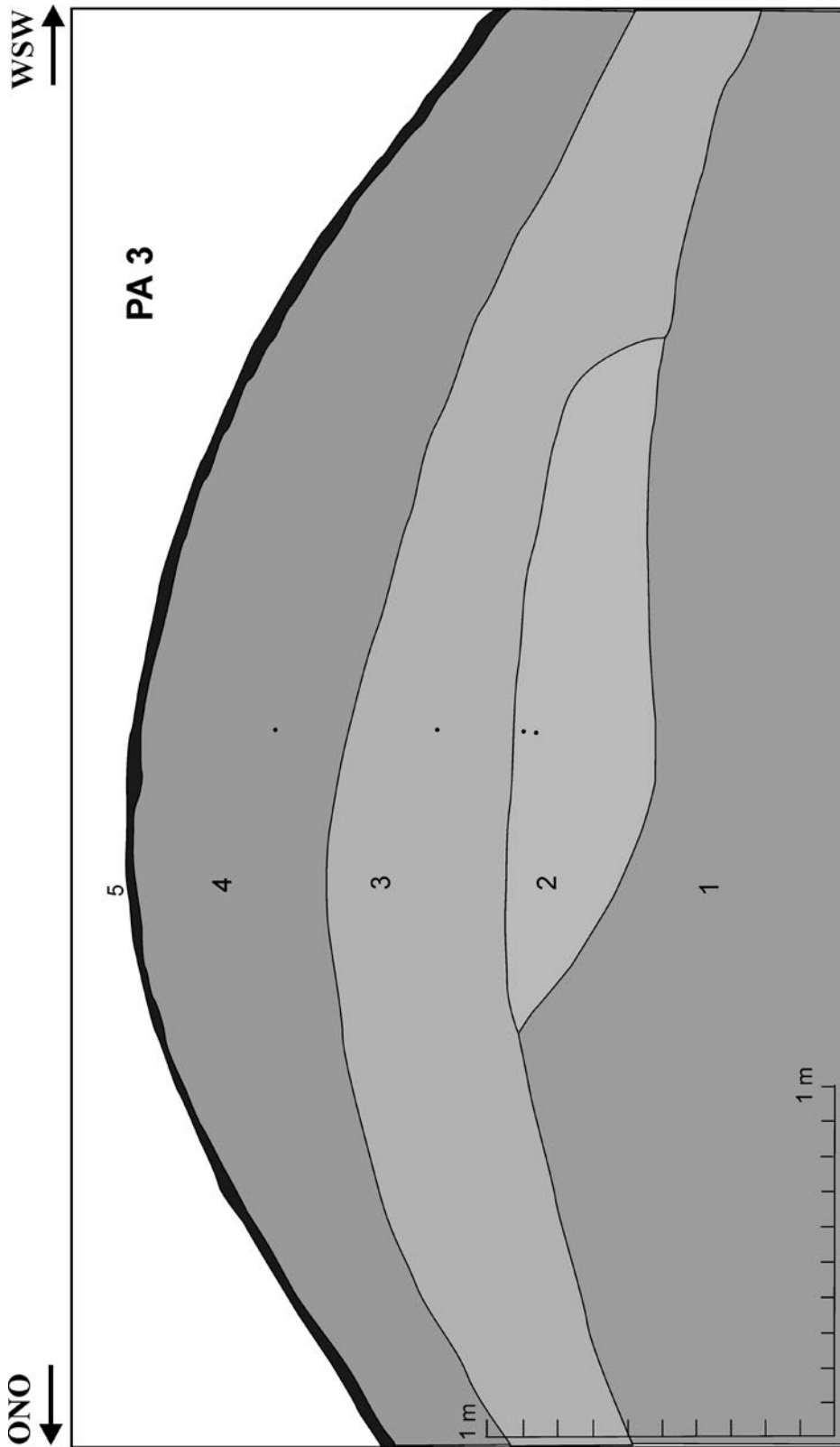
Aufschluss PA1ab



Aufschluss PA 1c



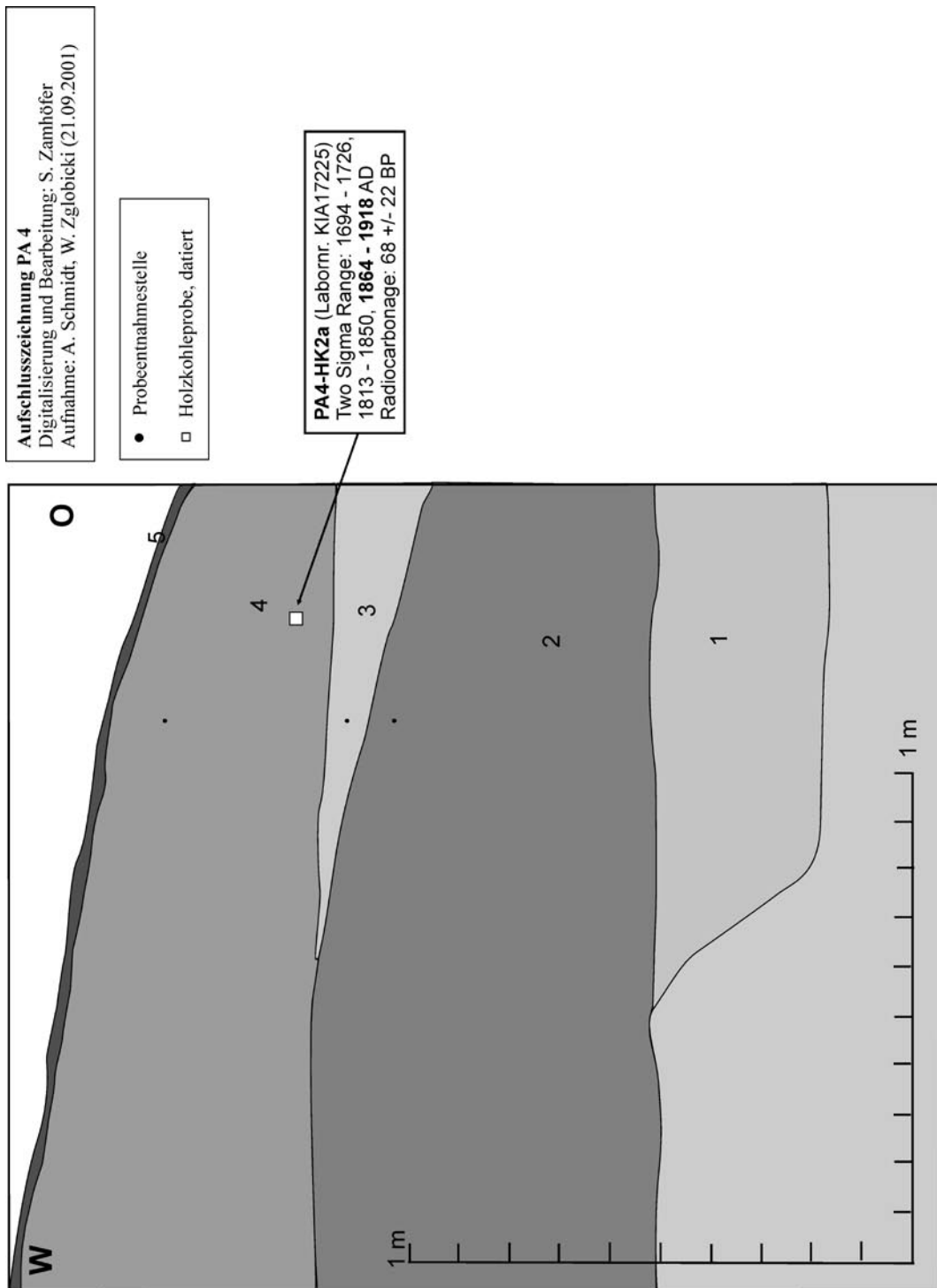
Aufschluss PA2



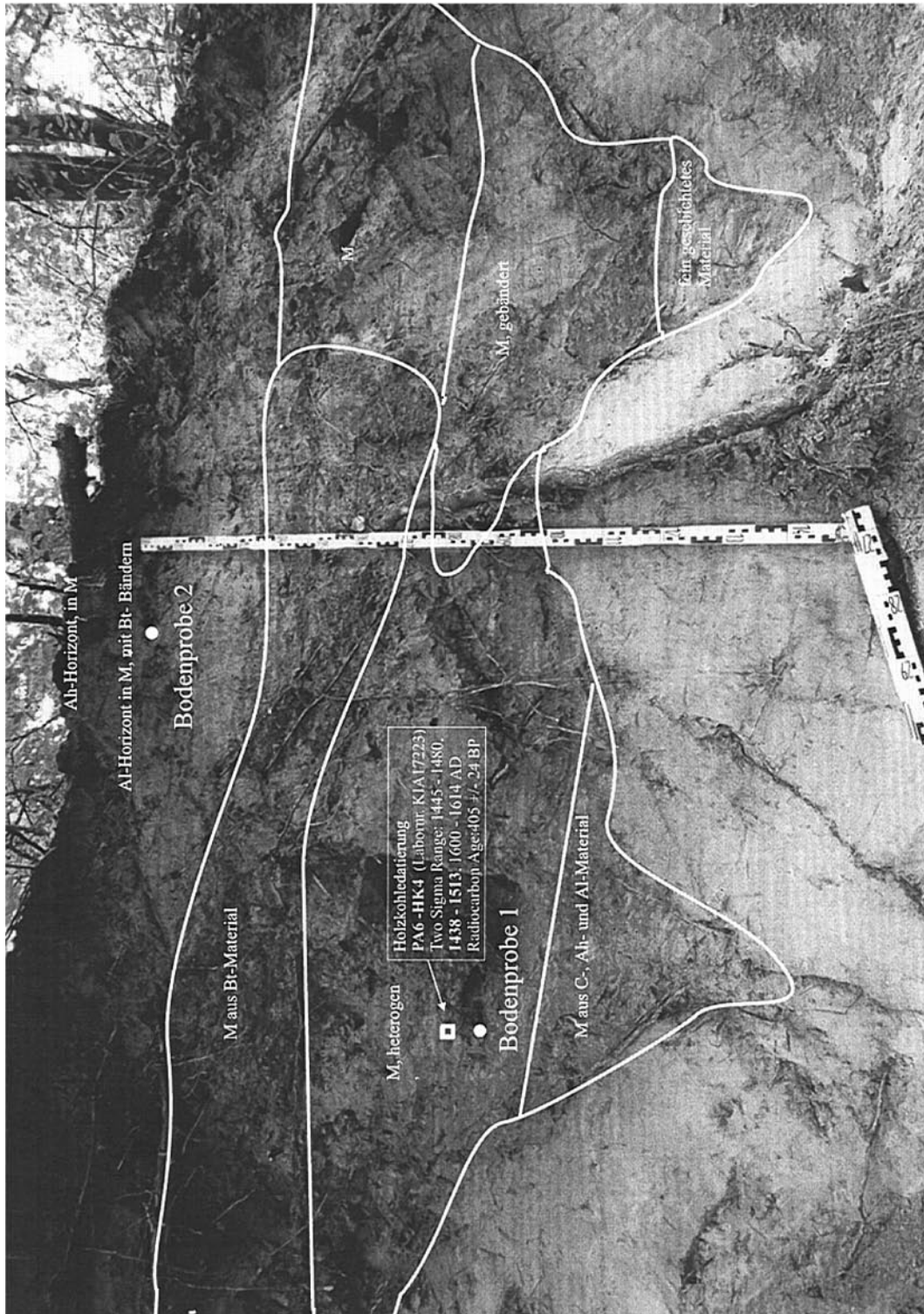
Aufschlusszeichnung PA 3
 Digitalisierung und Bearbeitung: S. Zamhöfer
 Aufnahme: M. Dotterweich (21.09.2001)

• Probenentnahmestelle

Aufschluss PA3

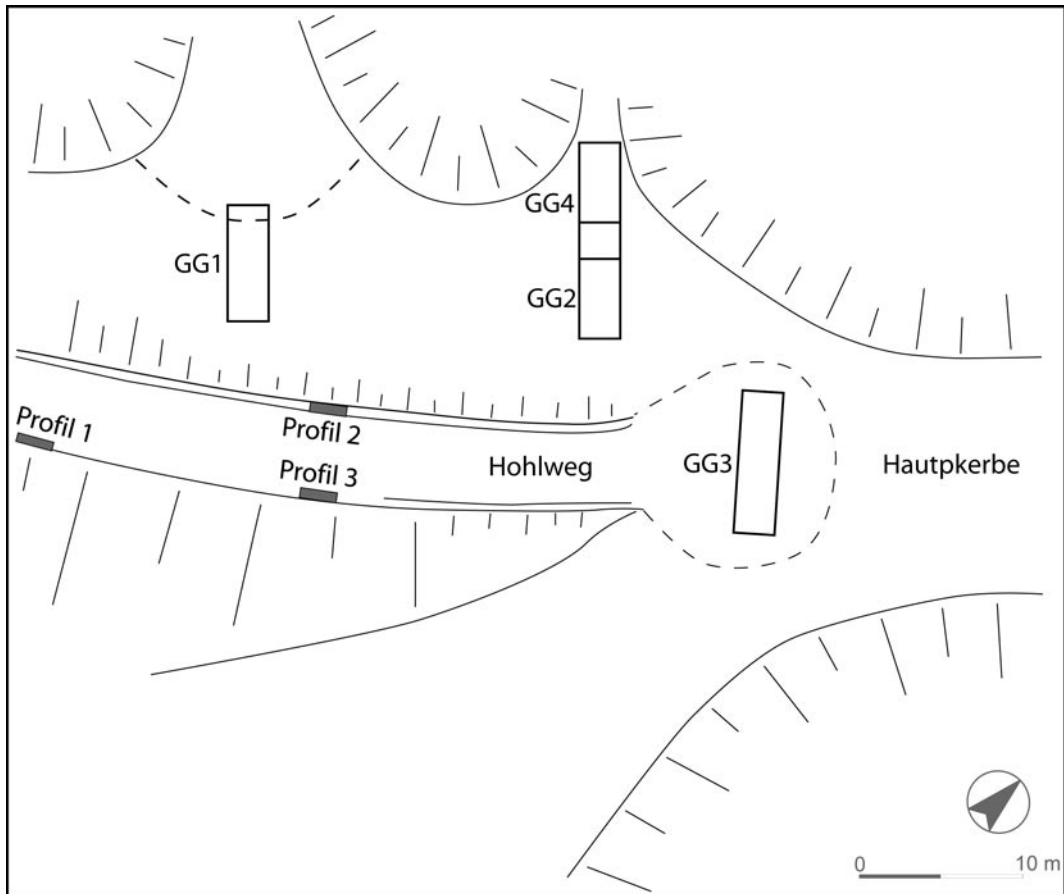


Aufschluss PA4



Aufschluss PA6

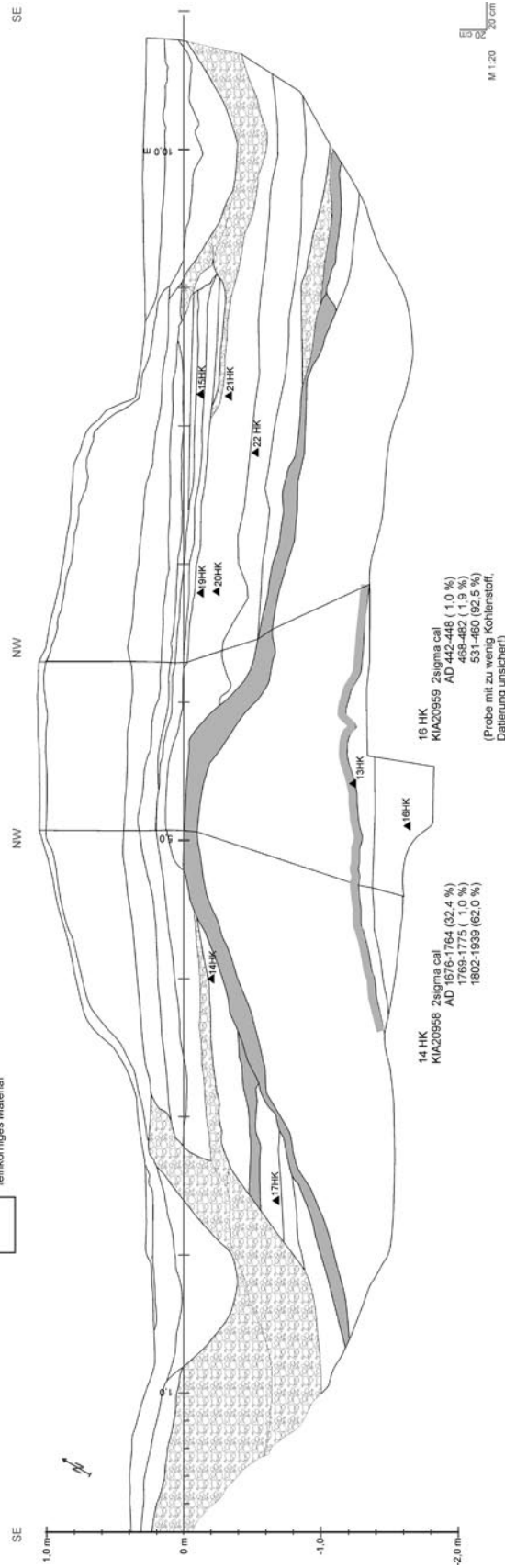
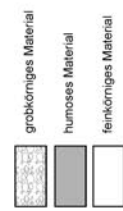
Guciów Gully



Guciów Gully: Lage der Aufschlüsse GG1, GG2, GG3 und GG4.

Aufschluss Guciów Gully 1 (GG1)

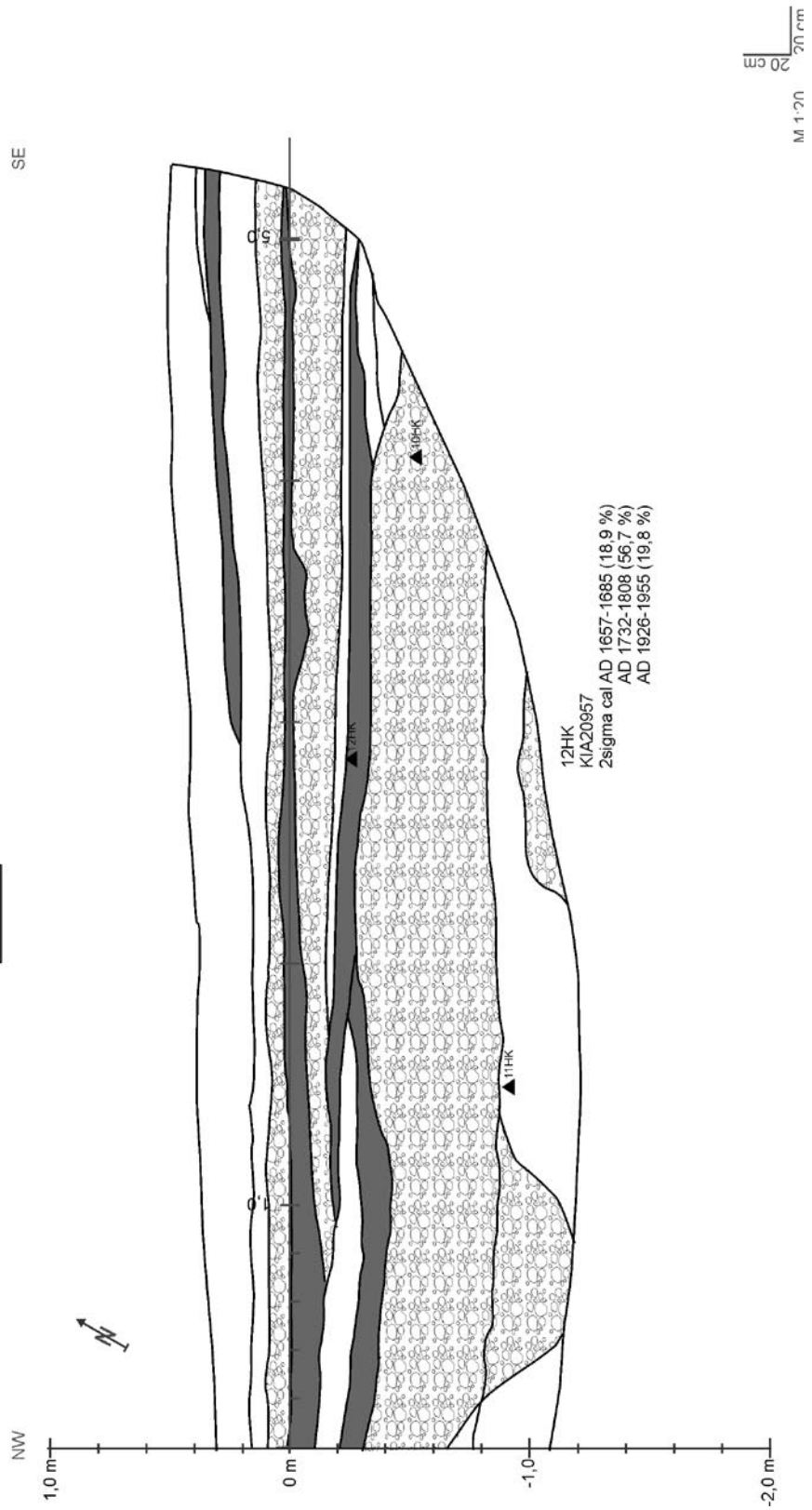
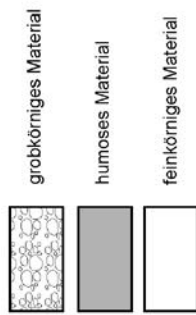
SE von Guciów, Region Rostocze, Südost-Polen
 Aufnahme vom: 08.04.03
 durch: Schmitt/Russow/Rodzki/Zigobicki/Bork



Aufschluss GG1

Guciów Gully 2 (GG2)

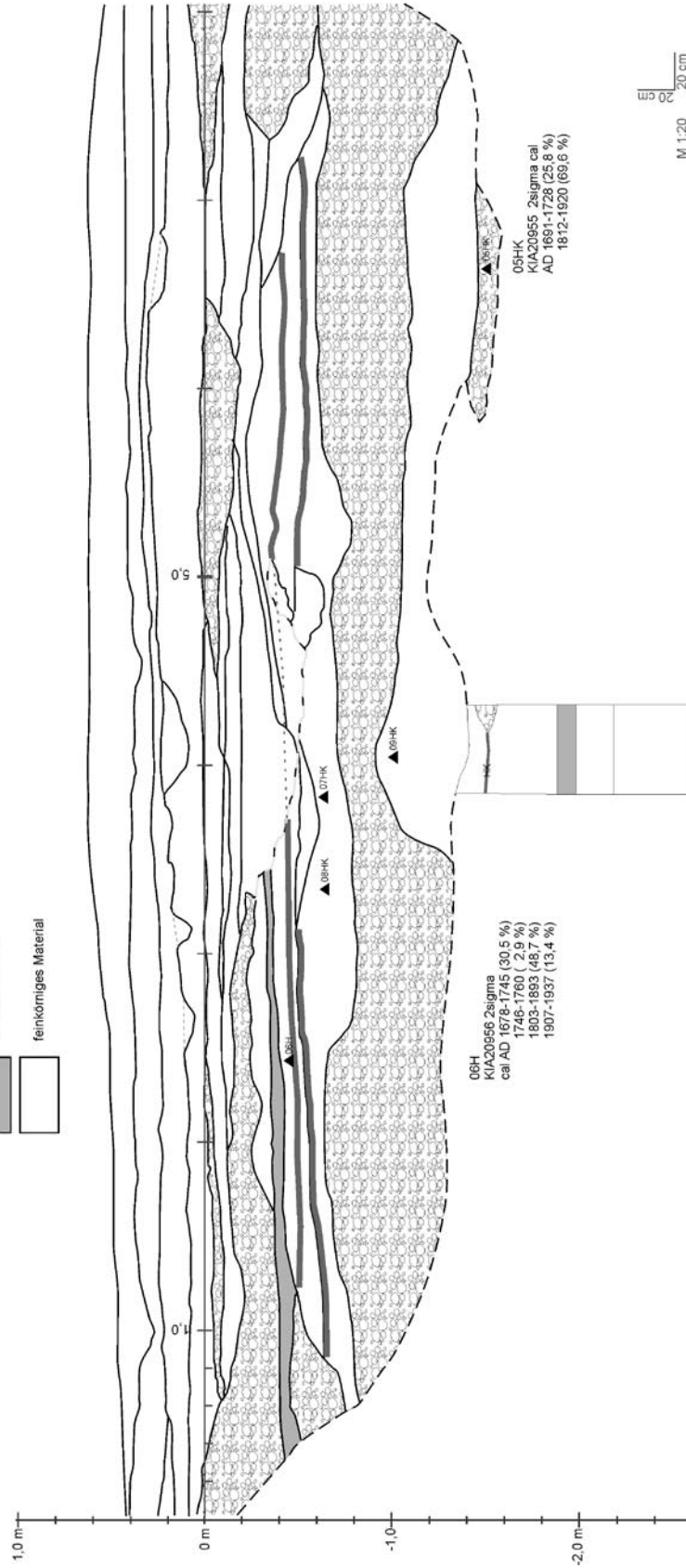
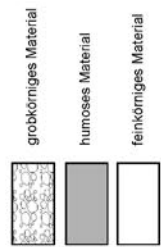
SE von Guciów, Region Roztocze, Südost-Polen
 Aufnahme vom: 13.04.03
 durch: Schmitt/Russok/Rodzicki/Zigobicki/Bork



Aufschluss GG2

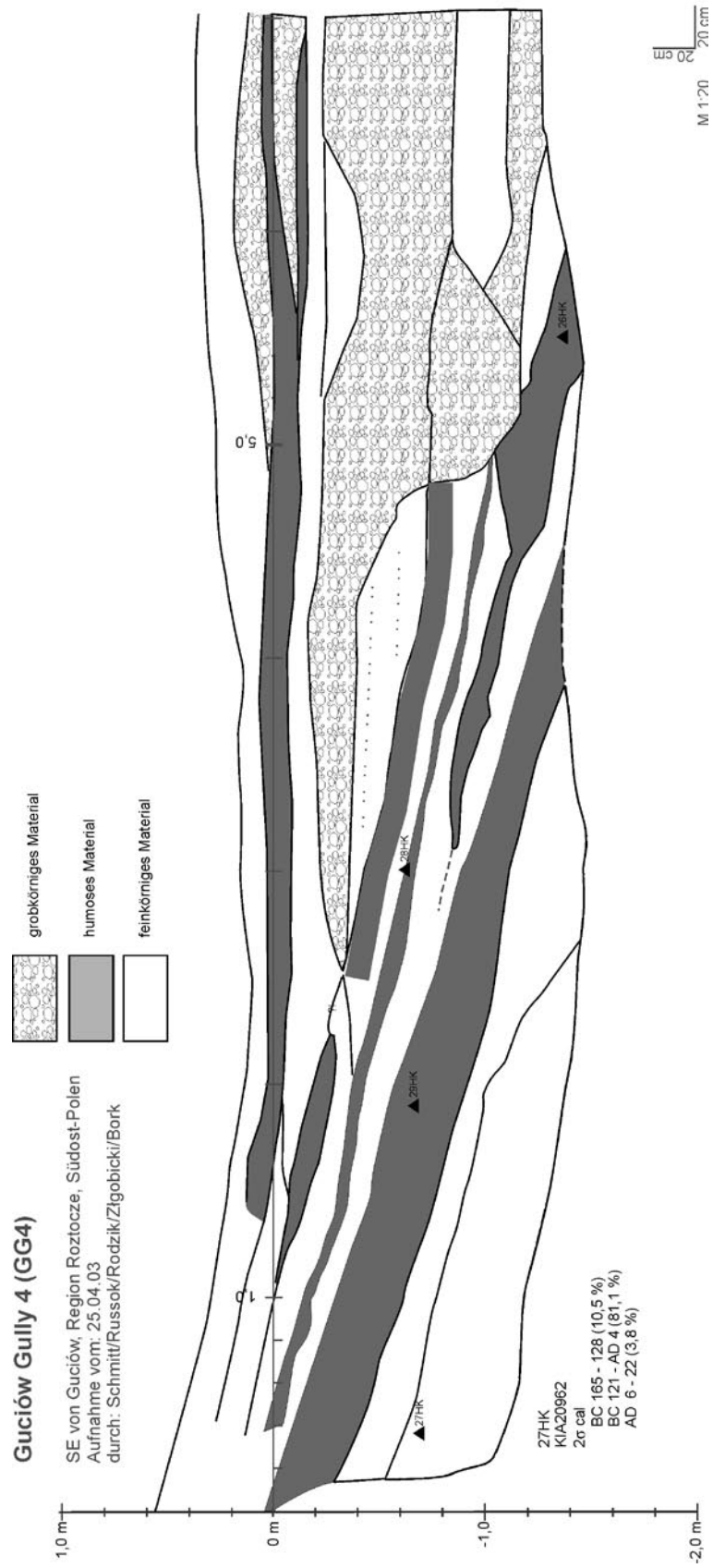
Guciów Gully 3 (GG3)

SE von Guciów, Region Roztocze, Südost-Polen
 Aufnahme vom: 10.04.03
 durch: Schmitt/Russok/Rodzic/Zigobicki/Bork

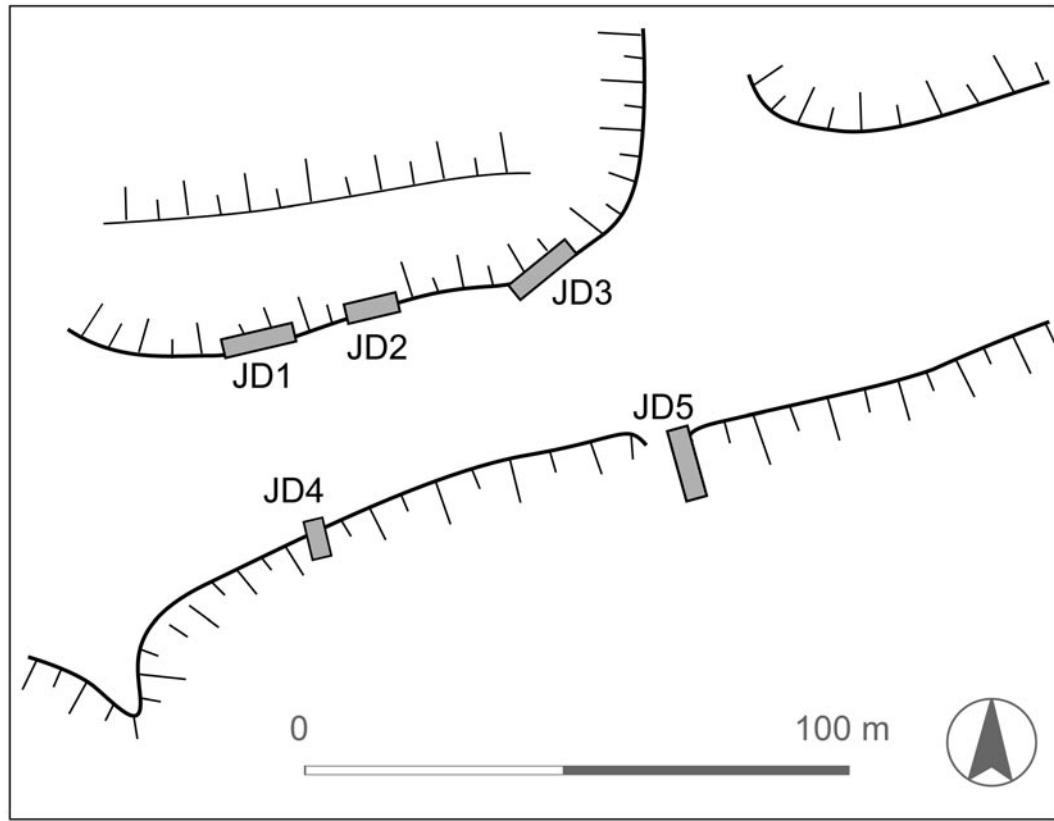


Aufschluss GG3

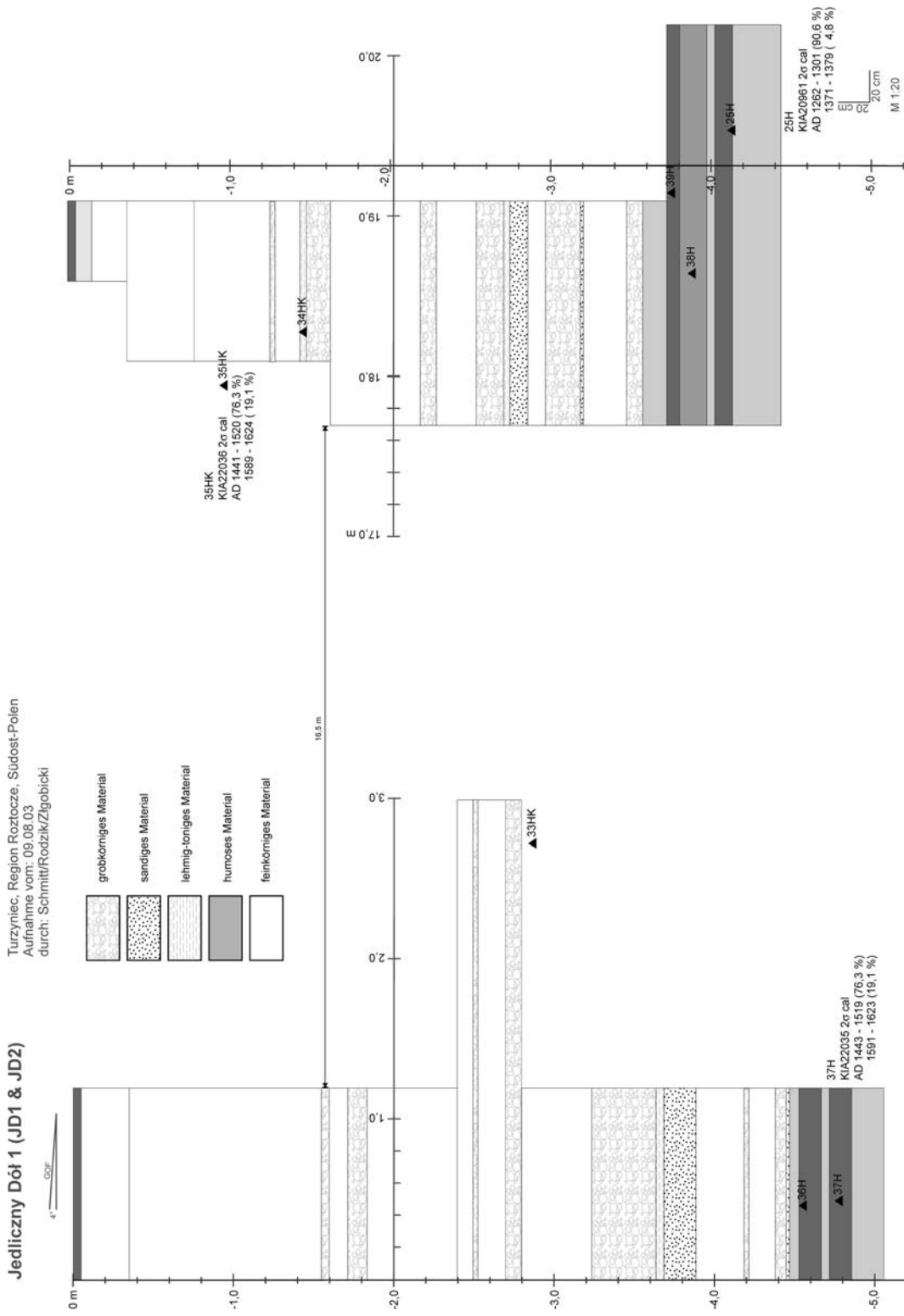
Aufschluss GG4



Jedliczny Dół






Jedliczny Dół: Lage der Aufschlüsse JD1, JD2, JD3, JD4, JD5

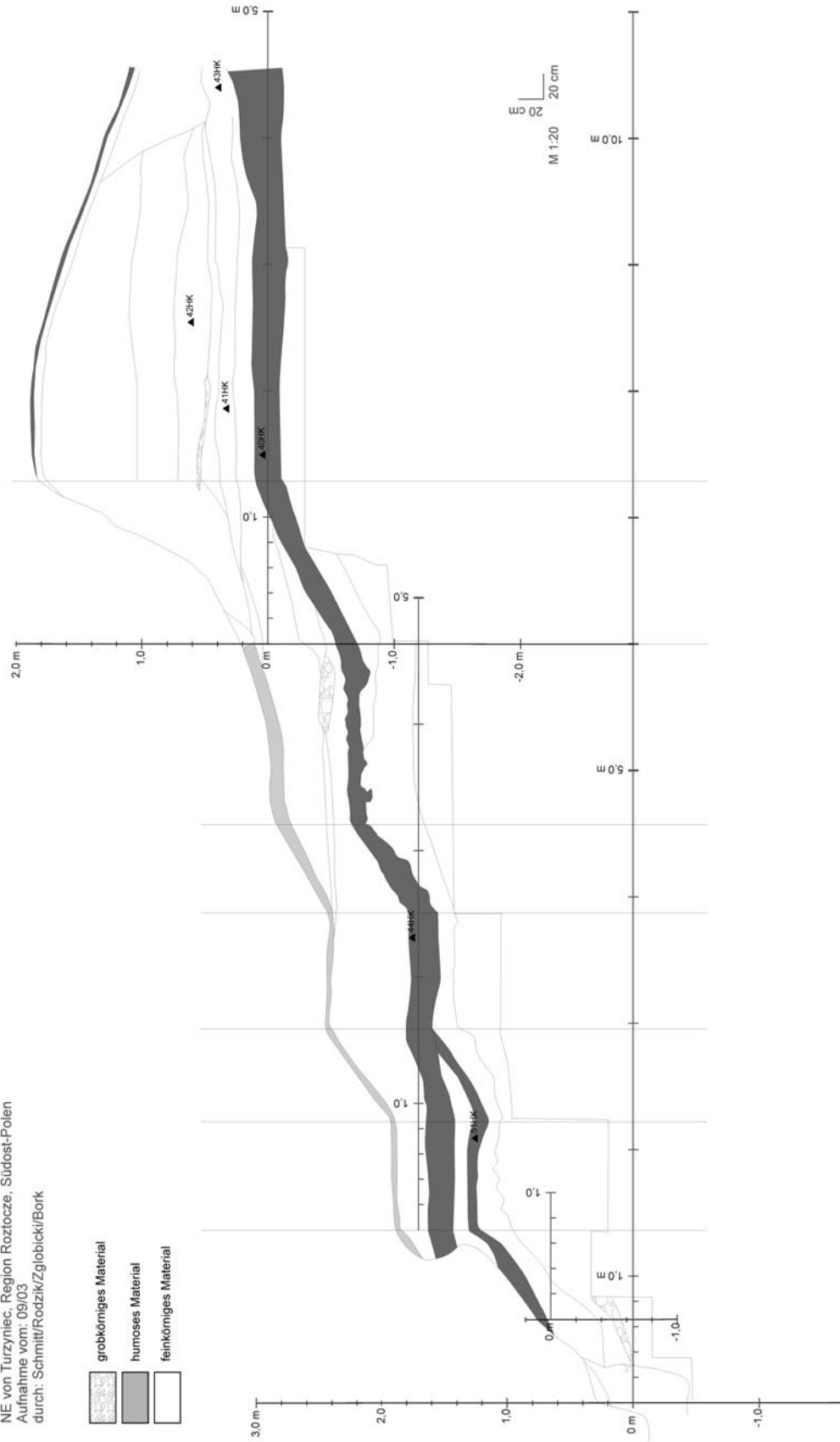


Aufschluss JD1 und JD2

Jedliczny Dół 3 (JD3)

NE von Turzyniec, Region Roztocze, Südost-Polen
 Aufnahme vom: 09/03
 durch: Schmitt/Rodzicki/Zglobicki/Bork

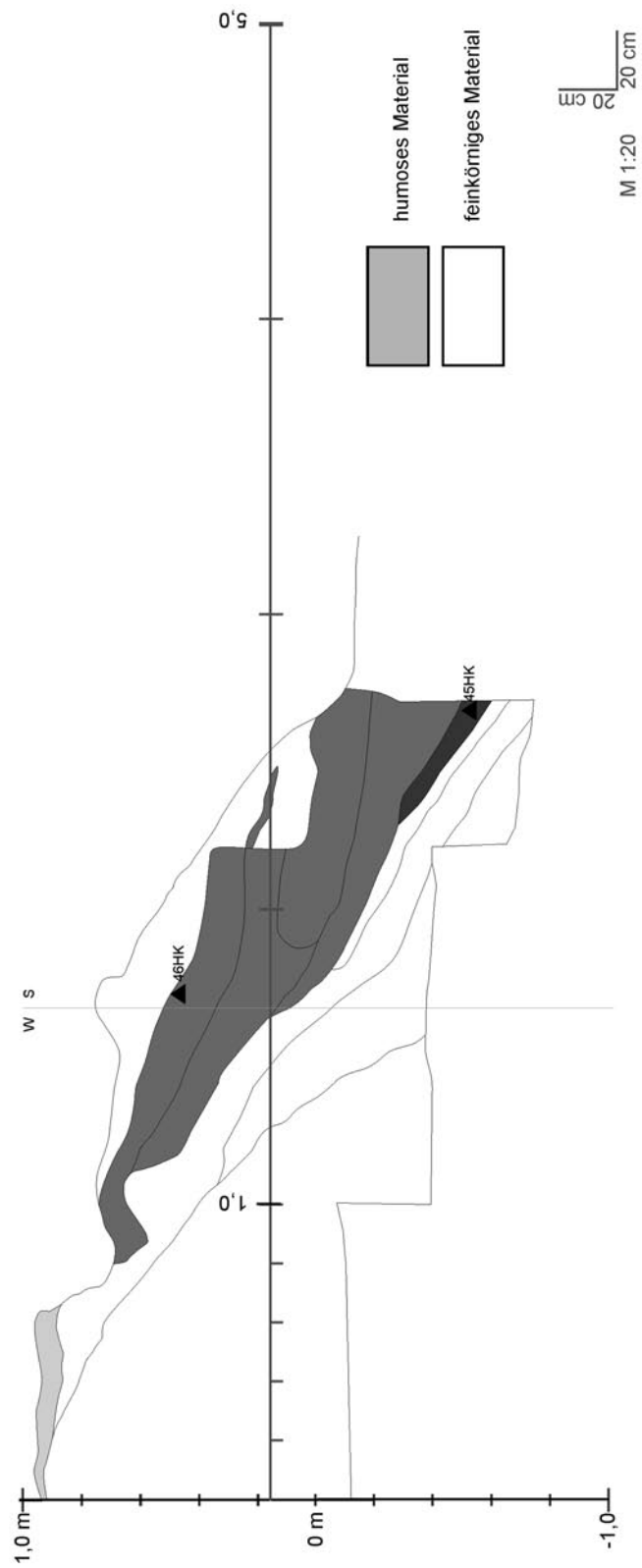
-  grobkörniges Material
-  humoses Material
-  feinkörniges Material



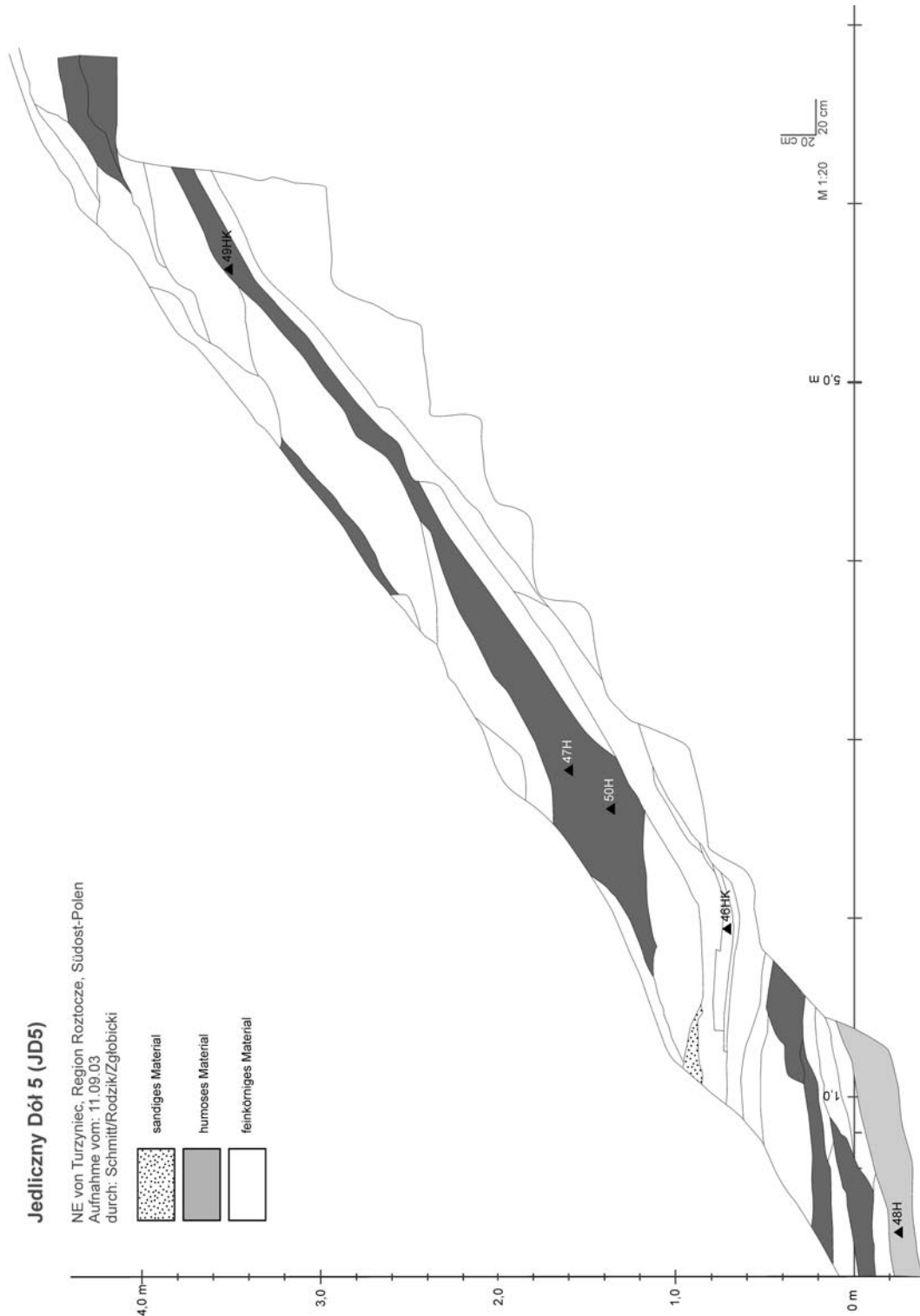
Aufschluss JD3

Jedliczny Dół 4 (JD4)

NE von Turzyniec, Region Roztocze, Südost-Polen
Aufnahme vom: 10.09.03
durch: Schmitt/Rodzik/Zglobicki



Aufschluss JD4



Aufschluss JD5

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit „Auswirkungen der langfristigen Landnutzungsdynamik auf die Ökosysteme Südost-Polens“, abgesehen von der wissenschaftlichen Beratung durch den Betreuer, in Inhalt und Form von mir selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel und Literatur angefertigt wurde.

Diese Arbeit wurde keiner anderen wissenschaftlichen Institution vorgelegt und es handelt sich hierbei um den ersten Promotionsversuch.

In den aufgeführten Publikationen, die Teil dieser Arbeit sind, trage ich den Hauptanteil der wissenschaftlichen Arbeiten. Die Arbeit ist unter Einhaltung der Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis entstanden.

Kemmern, 13. März 2006

Anne Theresia Schmitt