

Zur Frage der asymmetrischen Täler im Grabenland zwischen Raab und Mur

Von Sieghard MORAWETZ
(eingelangt am 10. Feber 1967)

Sehr symmetrische Formen, sieht man von bestimmten Klein- und Kleinstformen, wie Rippelmarken, Regenrinnen und Racheln ab, sind in einem Relief selten; das gleiche gilt für typisch asymmetrische Formen, wenn sie eng benachbart in großer Zahl auftreten und man dann von einer Symmetrie der Asymmetrie sprechen kann. Solche Formen fallen auf und interessieren den Geomorphologen. Dazu gehören die asymmetrischen Täler. Solche kommen in größerer Zahl im Umkreis des pannonischen Beckens vor, in Siebenbürgen zwischen Kokel und Marosch und am Ostalpenrand zwischen Raab und Mur, Mur und Kainach, Kainach und Laßnitz und weiter zur Sulm und Saggau hin. Die größten und schönsten Formen liegen jedoch zwischen Raab und Mur.

Im Zuge der zahlreichen klimamorphologischen Untersuchungen im periglazialen Bereich, wie sie C. TROLL, J. BÜDEL, H. POSER und ihre zahlreichen Mitarbeiter durchführten, gewann man auch im Hinblick auf die asymmetrische Talentwicklung neue Gesichtspunkte. Erklärte man zunächst asymmetrische Talanlagen meist mit Hilfe der Tektonik, ohne diese Tektonik immer beweisen zu können, so suchte man bald nach recht allgemeinen Prinzipien, wie die Corioliskraft oder die Zugwirkung in Richtung der jeweils flußabwärts einmündenden Nebenflüsse eines Flußgebietes. Letztere Ansicht führte den Geologen V. HILBER dazu, seine Regel aufzustellen, für die er in den Tälern des Grabenlandes in der Grazer Bucht den Beweis zu erbringen versuchte. Sowohl die Corioliskraft, wie der Zug flußabwärts in einem Flußsystem, sind aber so allgemein, daß die Talasymmetrien viel verbreiteter sein müßten, als sie es in Wirklichkeit sind.

Sicher reicht für zahlreiche asymmetrische Talanlagen, besonders dort, wo man es mit verhältnismäßig großen Tälern und beachtlichen Reliefenergien zu tun hat, e i n e Ursache zur Erklärung nicht aus. Dem Zusammenwirken wohl mehrerer Faktoren verdanken solche Talanlagen ihr Dasein. Damit dürfte man der Wahrheit im allgemeinen zwar näherkommen, aber eine beachtliche Schwierigkeit besteht nun darin, den Anteil, der auf die einzelnen Faktoren entfällt, festzulegen. Außer der Tektonik und der Flußzugkraft spielen bei der Ausgestaltung der Talprofile die Einflüsse von der Seite her eine sehr wichtige Rolle. Weiters ist die Hangentwicklung im einzelnen stark klimabedingt. Ein anderer wesentlicher Faktor ist das Baumaterial und seine Lagerung. In unserem Gebiet handelt es sich durchwegs um Akkumulationen aus Sanden, Tonen, Lehmen, Mergeln, feineren und gröbereren Schottern, die nach Nordosten, Osten und Südosten einfallen, und die, was die Standfestigkeit anbetrifft ziemliche Unterschiede aufweisen. Dann liegt die Grazer Bucht bereits in einer Zone, wo der periglaziale Formenschatz ausklingt und in den Kaltzeiten eine geschlossene Gefromnis nicht mehr vorhanden war. Aber solche Grenzgebiete sind dafür geeignet, Unterschiede aufzuzeigen, auf die man in zentralen Gebieten, wo das Baumaterial sehr einheitlich ist und eine bestimmte Kraft besonders wirkt, nicht stößt-

In der Grazer Bucht zwischen Raab und Mur gibt es in dem Riedel- und Hügelland eine doppelte, eine Nord-Süd- und eine West-Ost-Asymmetrie, mit der sich V. HILBER 1882, 1886 u. 1889, N. KREBS 1913 u. 1937 und J. SÖLCH 1917, 1918 u. 1928 befaßten. Bei der Nord-Südasyymmetrie haben die nach Norden laufenden Täler Längen von 4—5 km, die nach Süden führenden solche von 15—25 km. Die Täler sind durchwegs Muldentäler, deren Talsohlen Breiten von 0,5—1 km aufweisen. Das Gefälle dieser Täler beträgt 2—4 ‰, während das rahmende Raabtal im Norden ein solches von 1 ‰ und das Murtal im Süden ein solches von 1,4 ‰ besitzt. Auf einer Strecke von 35 km in West-Ost zählt man neun Täler, so daß die Talabstände im Mittel 3—4 km ausmachen. Der Wert für die West-Ostasymmetrie, steile west-, flache ostexponierte Seite, schwankt, was die Ausmaße der West:Osteinzugsgebiete betrifft zwischen 6:1 beim Saßtal und 2:1 bei dem Pleschbachtal (Mittel 3,7:1). Die Winkeldifferenz zwischen West- und Ostexposition ist mit 14 Grad im Mittel sehr beachtlich. Die ostexponierten Hänge haben Neigungen von 2,5—4 Grad, die Hänge, die nach Westen sehen, dagegen solche von 10—20 Grad. Dabei betragen die Reliefenergien 80—140 m. Die obersten Riedelniveaus in Höhen von 380—440 Meter reichen noch in das jüngste Tertiär zurück. Alle anderen gehören dem Pleistozän an. Aber die obere altquartäre Terrassengruppe, nach A. WINKLER-HERMADEN 1955 die Terrassen VI—VII, ist nur äußerst spärlich vertreten.

Die steilen westexponierten Hänge sind durchwegs ungegliedert, vielfach sogar glatt. Es fehlt da jeder Stockwerkbau, jede Spornbildung, nur Muschelbrüche, Feilenrisse und Rutschwülste schaffen kleine Hangunruhen. Die Westumrahmung weist dagegen 2—3 km lange kleine Tälchen auf, die meist NW bis SO-Richtung haben und deren Gefälle 50—100 ‰ erreicht. Die Einzugsbreite dieser Tälchen liegt zwischen wenigen hundert Metern und einem Kilometer. Die Gräbchendichte beträgt auf diesen Flanken 1,5—2,5, ist damit recht hoch. In diesen Gräbchen läßt sich keine Asymmetrie beobachten. Ab und zu sind die südwestexponierten Hänge und Grabenflanken etwas steiler als die, die nach NO schauen. Die Unterschiede halten sich in sehr mäßigen Grenzen. Man hat den Eindruck, daß nur der Wechsel der Prall- und Gleithangposition die Hanggestaltung maßgeblich bestimmt. Eine gewisse Tendenz des Abgleitens nach Südosten, also im Sinne der Hauptabdachung, mag vorhanden sein. Im Vergleich zu den so deutlichen Asymmetrien der Haupttäler ist die der Seitentälchen überhaupt nicht oder ganz minimal vorhanden. Dafür zeigt sich jedoch etwas anderes. Aus den kleinen Tälchen, Rinnen und Tobelsystemen schieben sich beachtliche Schwemmfächer auf die Talsohle vor und drängen den Nord-Südfluß an die Ostumrahmung. Auf diesen Schwemmkegeln sieht man heute Alterungserscheinungen. Die Stoßtendenz läßt nach, an den Austritten aus den Tobeln wird wenig jüngstes Material nachgeliefert und die kleinen Wasseradern versuchen, sich in ihre eigenen Aufschüttungen wieder einzuschneiden; die Hauptflüsse schwingen von den Prallstellen der Ostumrahmung stärker zurück. Eine bedeutend kräftigere Materialanlieferung aus den Seitengräbchen erfolgte in der jüngeren Tundrenzeit (Dryaszeit), wo nach einer langen und hohen winterlichen Schneedecke im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze größere Wassermengen als heute zum Abfluß kamen. Auch die Vegetation war damals weniger dicht und bot geringeren Schutz vor Erosionsangriffen. Heute werden diese Gräbchen und Tobel von einem dichten Mischwaldkleid mit starkem Unterwuchs überzogen, an feuchten Stellen treten geschlossene Moospolster auf, was einem schnellen Wasserabfluß sehr entgegenwirkt. Bei einer Schneedeckendauer von heute rund 60 Tagen und durchschnittlichen Schnee-

höhen von 30 Zentimetern, taut auf den waldfreien Flächen die winterliche Schneedecke durch die Sonneneinstrahlung an schönen Wintertagen oft unmerklich ab. Im Wald verzögert sich das Abtauen, dort sind kräftige Schmelzhochwässer heute sehr selten. Auch die sommerlichen Gewittergüsse bescheren den kleinen Waldtälichen nur sehr episodisch einen kräftigen Durchfluß.

Ganz anders lagen die Verhältnisse in der Kaltzeit. Damals gab es Jännermittel von -12 bis -14 Grad (heute -2 Grad) und im Sommer solche von 8 bis 10 Grad. Die Schneedecke bildete sich bereits anfangs Oktober und überzog bis April, an Mächtigkeit zunehmend, das Land. Statt um 50 mm in fester Form gefallenen Niederschlages waren es damals 250—300 mm. Winterliche Schmelz- und Verdunstungsperioden waren nicht möglich. In der Zeit des Einsetzens der Frühjahrsschneesmelze stand eine mächtige Schneedecke zur Verfügung. Diese Frühjahrshochwässer waren die letzte sehr aktive Zeit der Gräbchen- und Tobelausbildung und der Abfluß erlangte nach besonders schneereichen Wintern ein Optimum.

Außer den klimatischen Bedingungen trugen auch die Bodenverhältnisse viel zur Steigerung der Abtragung bei. Überall dort, wo Lehme und Tone die Unterlage bildeten, drang nur wenig Wasser in den Boden ein. In den Gräbchen und Tobeln kam es zu Gefällsprüngen mit erhöhter Abtragung, wo die Eintiefung unter den Lehmen und Tonen sandig-schotterige Schichten anschnitt. An solchen Stellen drang auch der Frost der Kaltzeit tiefer in den Boden ein. Die hier seltenen Kryoturbationen und Eiskeilspalten trifft man fast nur in den Sanden und Schottern an, während sie den vielmetermächtigen Lehmhauben und Lehmverkleidungen fehlen.

Man befindet sich hier, wie dies J. BÜDEL 1944, 1950 u. 1959, C. TROLL 1944 u. 1947 und besonders H. POSER 1948:65 ausführten, nahe der Äquatorialgrenze des kontinentalen Dauerfrostbodens und der kaltzeitlichen Waldgrenze, wo dem Boden sowohl für die Bildung einer Gefronnis als auch für das tiefere oder seichtere Eindringen des Frostes ein ganz großer Ausschlag zukommt. In dem dichten, schweren, oberflächlich oft wasserreichen Lehm, über dem heute eine dichte Laub- und Moosschicht liegt, froh schon bei einer wenig mächtigen Schneedecke selbst in sehr kalten Wintern, so z. B. 1929, 1940, 1942, 1947 und 1954, die ein Mittel von $-3,7$ bis $-4,7$ Grad aufwiesen, der Boden nur einige Dezimeter durch. Auch bei Wintertemperaturen von -10 Grad, aber einer viel mächtigeren Schneedecke, konnte sich in der letzten Kältezeit in den schweren Böden keine Gefronnis ausbilden. Auch heute gibt es in Nordrußland bei Wintermitteln von -10 Grad keine Gefronnis.

Die hier kaum angedeutete Asymmetrie der Kleinsttälchen weicht auf den ersten Blick zwar von den Untersuchungsergebnissen, die H. LÖSCHE 1938, M. SCHWIND 1933, H. POSER und Th. MÜLLER 1951, W. THAUER 1955, L. HEMPEL 1958, W. SCHLEGEL 1961 und Kl. HELBIG 1965 im Erzgebirgsbecken, im Mittelsächsischen Bergland, dem Niederbayrischen Hügelland, im Solling in der Oberpfalz, zwischen Inn und Alz, im Weinviertel und an anderen Stellen des nördlichen Alpenvorlandes feststellten, zwar etwas ab, dient doch bei Einbezug des Materials, hier sei besonders auf die Beobachtungen von C. RATHJENS 1952 verwiesen, doch wieder zur Stützung mancher dort gewonnenen Ergebnisse. Bei Lösche, Poser, Müller und Rathjens werden für die Ausbildung der Asymmetrie die Einwirkung der Sonnenstrahlung, die kräftige Bodenerwärmung und die schnelle Abtrocknung der Hänge bei stark durchlässigem Material als wichtigste Faktoren angesehen. Was die Steilheit der Flanken betrifft, sind nicht immer die stark bestrahlten die steileren. Bei Poser

und Müller haben die N—NO gerichteten Hänge der primären Asymmetrie die größeren Neigungen. Hempel fand im Buntsandstein des Solling, daß der Sektor Nord über Westen nach Süden den größeren Anteil an Steilhängen aufweist als der östliche. RATHJENS maß in den Tälchen, die die Terrassenschotter des Harthäuser Gebietes zerschlitzen, die stärker abgeflachten Böschungen in südöstlich bis östlicher Richtung. Rathjens wie Poser und Müller berichten, daß die Talasymmetrie dort schön ausgebildet ist, wo der Untergrund aus größeren Kiesen und Schottern besteht, daß sie dagegen nur sehr schwach ist, wo Ton, Letten oder Feinsand lagert. Die Rolle der Materialbedingtheit ist nicht zu übersehen. Der Gegensatz aufgetauter, abgetrockneter, stark durchlässiger Hänge, zu denen die durch Bodengefrorenis, lange Schneedecke oder Lößüberwehung undurchlässig wurden und damit stärkere Solifuktionsvorgänge erlitten, könnte, so meint RATHJENS 1952:149, der wichtigste Grund für die Talasymmetrie sein. Im Grabenland sind die stark verlehmtten Hänge mit ihren Rutschungen die weniger steilen, und sie zeigen wegen des schwer eindringenden Frostes nur vereinzelt Solifuktionserscheinungen. Diese Hänge reagieren auch auf stärkere oder schwächere Bestrahlung, größere oder geringere Austrocknung nur schwach. Rathjens betont ausdrücklich die Beschränkung der asymmetrischen Talbildung in der letzten Kaltphase auf den Terrassenschotter und ihr Zurücktreten im stärker tonigen Moränengebiet.

J. BÜDEL 1944, 1950 u. 1959 und in jüngster Zeit Kl. HELBIG billigen für die Initiierung der Talasymmetrie der Windrichtung als Niederschlagsbringer und damit verbunden der Luv-Leelage im Hinblick auf die Niederschlagsserhöhung — der Feuchthang ist der beweglichere — große Bedeutung zu. Im Grabenland, wo Winde aus dem Süden (SW, S, SO) überwiegen — so sind die SW und Vb Wetterlagen, vor allem im Winter, die Hauptniederschlagsbringer — kommt der West-Ostexposition und dem Gegensatz zwischen West- und Ostauslage mit ihren Glatt- und Stufenhängen, die O. JESSEN, R. SCHWINNER und H. SPREITZER analysierten, keine größere Bedeutung zu.

Wo die Grabenlandtäler zwischen Leibnitz und Mureck in das Murfeld austreten, gibt es große Terrassen, die alle dichten Wald tragen und nach den Wäldern benannt sind: Kaarwaldterrasse (zwischen Stiefing/Schwarzautal), Schweinsbachwaldterrasse (zwischen Schwarzau-/Saßtal), Weinburgerwaldterrasse (zwischen Saß-/Ottersbachtal) und die Glauningwaldterrasse (zwischen Ottersbach-Gnastal). Diese Terrassen mit Arealen von 18, 16, 10 und 14 Quadratkilometern unterscheiden sich von den tieferen Terrassen an der Mur durch ihre geschlossenen und mächtigen Lehmdecken. Diese Lehmverkleidung beträgt durchwegs mehrere Meter und erreicht an vielen Stellen 10—15 Meter. Die kleinen Tälchen und Einschnitte, die diese Terrassen zerlegen, durchteufen kaum wo den Lehm. Unter dem Lehm lagert Schotter. Die Höhenunterschiede, die diese kleinen Tälchen überwinden, schwanken zwischen 30—50 Metern. A. WINKLER-HERMADEN 1955 ordnet diese Terrassen zum größten Teil der Helfbrunner Terrasse (Terrasse X), die höheren teils der Schweinsbachwaldterrasse (Terrasse IX) zu. Terrasse X ist nach Winkler-Hermaden Riß-Würm-Interglazial, Terrasse IX Mindel-Riß-Interglazial. Auf jeden Fall erlebten diese Terrassen alle Würmkaltphasen, die höchsten Teile sogar zwei Hauptkaltzeiten. Von den Würmterrassen längs der Mur, die reine Schotterterrassen mit erst einer dünnen Bodenkrume sind, unterscheiden sie sich durch die mächtigen Lehmhauben und durch eine Orientierung in die Grabenlandtäler hinein. Die Lehme der Lehmhauben weisen Schotterschnüre auf, sie werden als Auenlehme bezeichnet. Es ist jedoch im Sinne von J. FINK 1961/62 wohl möglich, daß die mächtigen

Lehne nicht nur aus reinen Auenlehmen bestehen, sondern daß auch äolisches Material zu der Mächtigkeit beitrug. Diese sonst recht wichtige Frage ist für unsere Zwecke aber unerheblich. Auch die Frage, ob das Terrassenmaterial in interglazialen oder glazialen Perioden angeliefert wurde, interessiert da nicht sehr, da diese Terrassen die letzte große Kaltzeit auf alle Fälle erlebten.

Wie sehen diese Terrassen, vor allem die kleinen Tälchen und Einschnitte, die die Terrassen kerben, aus? Zunächst überrascht die große Dichte der Tälchen. Im Kaarwald gibt eine solche von 1,7, im Schweinsbachwald von 1,6, im Weinburgerwald von 1,9 und im Glauningwald von 1,8. Der Maximalabstand der Einschnitte überschreitet im Schweinsbachwald, wo es die größten gibt, nicht 800 Meter, im Weinburgerwald kaum 400 Meter. Auf der Würmterrasse des Grazer Feldes kann man dagegen in N—S-Richtung an die 20 km zurücklegen, ohne auf einen Wasserlauf zu stoßen, und es bleiben dort viele Quadratkilometer ohne Taleinschnitte. Die Schotterterrasse wirkt dort als petrographisches Trockengebiet. Die Terrassen mit Lehmverkleidung erfuhren hingegen eine starke Zerschneidung. Die üppige Vegetation, die beachtliche Wärme und Verdunstung im Sommer, die bescheidenen Schneelagen im Winter halten die Wasserführung der kleinen Tälchen und Rinnen niedrig. Der Abflußfaktor liegt unter 10 sec./lit./km² und damit bedeutend unter dem der Randgebirgsflüsse. Diese Tälchen und Rinnen kämpfen heute an zahlreichen Stellen recht erfolglos gegen akute seitliche Rutschungen und Zuschübe. Winzige Stauungen mit nachfolgenden Überläufen sind häufig. Eine Asymmetrie läßt sich nirgends verfolgen. Der Wechsel von kleinen Prall- und Gleithängen bestimmt dort, wo die Wasseradern etwas stärker geworden sind und das Gefälle zunimmt, das Bild. Die Talrichtung spielt für die Ausgestaltung keine Rolle. Die längsten Terrassentälchen haben Längen von 4—4,5 km. Sie ziehen meist in N—S-Richtung, sind verzweigt, man zählt drei bis vier Nebenrinnen. Dann arbeiten von den West- und Osträndern der Terrassen kleine, meist gegen einen Kilometer, ausnahmsweise zwei Kilometer lange Einschnitte zurück. Die Richtungen sind NO bis SW und NW—SO. Reine O—W und W—O-Verläufe fehlen so gut wie ganz. Auch bei diesen kleinen Kerben fehlen Asymmetrien. Das Gefälle der Terrassentälchen ist ziemlich unterschiedlich: In den längeren Tälchen mißt man während der ersten 1—2 km 5—10 ‰, dann steigert es sich bis 15—20 ‰, in den kurzen Seiteneinrissen erhöht es sich auf 20—30 ‰. Trotz dieser Unterschiede verhalten sich die einzelnen Talabschnitte, was die Flanken anbetrifft, fast gleich; wieder fehlt jede Asymmetrie.

Die obersten Talpartien auf der Terrasse beginnen als flache, recht langgestreckte Dellen, die entweder allmählich in wirkliche Kerben übergehen oder ab und zu kleine Versteilungen, im Sinne der Tobel- und Tilkensprünge, aufweisen. Ursache dafür sind das Zusammenfließen kleinster Wasseradern, ab und zu auch Unterschiede im Untergrund. Aber diese Sprünge, die bei den Tobeln im Oststeirischen Hügelland infolge der Wechsellagerung von Sanden-Schottern und Tonen zur Regel gehören, treten in diesen Terrassen nur sehr vereinzelt auf. Sie werden häufiger, wo der schotterige Untergrund erreicht wird. Die Anlage der seitlichen Einrisse wird von den Talsohlen des Grabenlandes mit ihren Kolluvionen beeinflußt, die längeren N—S-Täler von der tieferen Terrassenflur des Murtales. An Wasseraustritten wird vom unteren Terrassenrand zurückgearbeitet, es gibt da breite, kurze Kerben. Die längsten Täler wurzeln noch im Riedelland, das im Norden die Terrassen überragt, dort konnten sich kleine Quellbäumchen entwickeln, die die Terrasse der Länge nach queren. In den Schottern der Würmterrasse versickern dagegen solch kleine Adern.

Es gibt dort höchstens ganz flache Schwemmkegel und dann noch kleine Partien mit verschmierten Schottern. Ein Wechsel der Formung tritt hier, selbst wenn sich die Wasserläufe bis zu den Schottern durcharbeiteten, zunächst nicht ein, sondern erst dann, wenn die Einschnitte im Schotter eine genügende Tiefe erreicht haben. Bei zu seichten Einschnitten kämpfen die Wasseradern noch stark mit den nachrutschenden Lehmen. Zusammenfassend muß man für die Terrassen mit mächtigen Lehmmauben feststellen, daß unabhängig von der Richtung der kleinen Tälchen jede Asymmetrie fehlt. Das Terrassenmaterial ist für diese Ausformung, wie dies C. Rathjens für das Gebiet des Inn-Isargletschers belegte, der maßgebliche Faktor.

Fragt man sich nach der Ursache der großen Asymmetrie der N—S-Täler, so reichen die Differenzierungen durch Expositionsunterschiede verschiedener Durchfeuchtung nach Luv- oder Leelage, oder auch Summierungen dieser Faktoren im Sinne von Büdel, Jessen, Poser und Troll, wo die NO-Lagen als feuchtere und daher beweglichere gelten, nicht aus. Wohl läßt sich die so auffällige W—O-Asymmetrie im Sinne einer sekundären Asymmetrie, bei der die kleinen Zubringer die N—S-Flüsse an die Ostumrahmung drängen, erklären. Die Einleitung zu diesen Vorgängen hat man jedoch wo anders zu suchen. Auch die Hilbersche Regel reicht da nicht aus. N. KREBS 1913 u. 1928 schloß sich schon früh der Ansicht von A. WINKLER-HERMADEN an, daß da die Tektonik der auslösende Faktor war. Auch J. SÖLCH 1928:101 spricht von Schrägstellungen.

Die letzte maßgebliche Ausformung und starke Bedrängung der Ostumrahmung erfolgte jedoch während der letzten Spätphase der Kaltzeit, als die O—SO orientierten Tobel und all die kleinen in dieser Richtung ziehenden Nebentälchen zur Zeit der Schneeschmelze sehr aktiv wurden und mit ihren Schwemmfächern die Flüsse nach Osten stießen. Diese Aktivität hatte in der jüngeren Tundrenzeit den letzten Höhepunkt.

Literatur

- BÜDEL J. 1944. Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. Beiträge zur Geomorphologie der Klimazonen und Vorzeitklimata. Geol. Rundschau, 34, Klimaheft.
— 1950. Die Klimaphasen der Würmzeit. Die Naturwissenschaft, 37.
— 1953. Die periglazialmorphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas auf der ganzen Erde. Erdkunde, 7:249-266.
— 1959. Periodische und episodische Solifluktion im Rahmen der klimatischen Solifluktionstypen. Erdkunde, 13:297-314.
- FINK J. 1961/62. Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. Mittl. Geolog. Ges. Wien, 54.
- HEMPFEL L. 1958. Eiszeitalter und Gesteinsstruktur, ihre Bedeutung für die asymmetrischen Talformen im Buntsandstein, Eiszeitalter und Gegenwart, 9.
- HELBIG Kl. 1965. Asymmetrische Eiszeittäler in Süddeutschland und Österreich. Würzburger Geogr. Arbeiten, 14.
- HILBER V. 1886. Asymmetrische Täler. Petermanns Mittl., 32.
— 1882. Über einseitige westliche Steilböschungen der Tertiärrücken südöstlich von Graz. Verh. d. geolog. Reichsanstalt, Wien.
— 1889. Die Entstehung der Talungleichseitigkeit. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark.
- JESSEN O. 1935. Reliefasymmetrie und Auslage. Peterm. Mittl., 81:400-404 u. 433-436.

- KREBS N. 1913 u. 1928. Die Ostalpen und das heutige Österreich. Stuttgart.
— 1937. Talnetzstudien. Sitzber. d. Preuß. Akad. d. Wiss.
- LÖSCHE H. 1938. Die Talungleichseitigkeit im Erzgebirgsbecken. Geogr. Anzeiger, 1.
- POSER H. 1947. Dauerfrostboden und Temperaturverhältnisse während der Würmeiszeit im nicht vereisten Mittel- und Westeuropa. Die Naturwissenschaften, 34.
— 1948. Boden- und Klimaverhältnisse in Mittel- und Westeuropa während der Würmeiszeit. Erdkunde, 2:53-68.
— & MÜLLER Th. 1951. Studien an asymmetrischen Tälern des Niederbayrischen Hügellandes. Nachrichten Akad. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., Abt. 1.
- RATHJENS C. 1952. Asymmetrische Täler in den Niederterrassen des nördlichen Alpenvorlandes. Geologica Bavaria, 14, München.
- RIEDL H. 1958. Beiträge zur Morphologie des Gebietes der Waschbergzone. Diss. Wien.
— 1960. Beiträge zur Morphologie des Gebietes der Leiser Berge und des Falkensteiner Höhenzuges. Mittl. Österr. Geogr. Ges., 102. 65-76.
— 1961. Ergebnisse einer Taluntersuchung in der Oststeiermark. Mitt. naturw. Ver. f. Steiermark, 97:194.
- SÖLCH J. 1917. Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des steirischen Gebirgsrandes und seiner Nachbarschaft. Forsch. z. dt. Landes- und Volkskunde, 21.
— 1918. Ungleichseitige Flußgebiete und Talquerschnitte. Peterm. Mittl. 1918:203-210 u. 249-255.
— 1928. Landformung der Steiermark. Veröffentl. Naturwiss. Ver. Steiermark, Graz.
- SPREITZER H. 1960. Hangformung und Asymmetrie der Bergrücken in den Alpen und im Taurus, Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl. Bd. 1:211-236.
- SCHLEGEL W. 1961. Die asymmetrischen Täler des östlichen Weinviertels. Mittl. Österr. geogr. Ges., 103.
- SCHWINNER R. 1923. Die Niederen Tauern. Geolog. Rundschau, 14.
— 1924. Geologisches über die Niederen Tauern. Zeitschr. D. Ö. A. V. 24:53.
- SCHWIND M. 1933. Die Oberflächenformen des Mittelsächsischen Berglandes zwischen Zwickauer Mulde und Chemnitz. Mittl. Ver. Geogr. Univ. Leipzig, 121.
- THAURER W. 1955. Die asymmetrischen Täler als Phänomen periglazialer Abtragungsvorgänge erläutert an Beispielen aus der mittleren Oberpfalz. Mitt. Frankf. geogr. Ges. 2.
- TROLL C. 1944. Strukturboden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geolog. Rundschau, 34, Klimaheft.
— 1947. Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung. Erdkunde, 1:162-174.
- WINKLER-HERMADEN A. 1913. Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des steirischen Tertiärs. Jb. geolog. Reichsanstalt, Wien.
— 1955. Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. Österr. Akad. d. Wiss. math.-nat. Kl., Denkschriften, 110.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Sieghard MORAWETZ,
Universität Graz, Geograph. Institut, A - 8010 G r a z.