

Brückenbau in prähistorischen Talzuschüben am Saaupensüdfuß (Judenbachgraben, Kärnten)

Von Richard BÄK

Mit 2 Abbildungen im Text

Eingelangt am 20. Dezember 1989

Zusammenfassung: Im Zuge der geologischen Vorerkundungen für den „Talübergang Judenbachgraben“ der Südautobahn wurden an den Einhängen des Grabens postmiozäne Talzuschübe nachgewiesen, bei denen mittelmiozäne überkonsolidierte Sedimente und Metatuffe bzw. Phyllite des epizonalen Stockwerkes des Saaupenkristallins von den Hangbewegungen erfaßt wurden. Das kleinräumige akzentuierte Relief am Nordhang und Inklinometerverformungen belegten aktive Teilschollenbewegungen, die bei Niederschlag oder Schneeschmelze (erhöhter Sickerwasserandrang) mobilisiert werden können. Tiefgründungen (Gründungsfuge im Liegenden der Translationsebene) und Entwässerungsmaßnahmen zur Stabilisierung des Hanges waren aus ingenieurgeologischer Sicht für die Standsicherheit des geplanten Brückenobjektes erforderlich.

Einleitung

Der Talübergang der Südautobahn quert den Judenbachgraben in einem Bereich, wo aufgrund der umliegenden Felsaufschlüsse bisher unter Hangschuttbedeckung epizonales Kristallin (WEISENBACH, 1978) vermutet wurde. Rotationskernbohrungen (Trockenbohrungen) bei den generellen Vorerkundungen 1975 lieferten feinsandig-schluffiges, kiesiges Kerngut, das zwar intensive Verwitterung des „Felses“, aber keine tiefgründigen Hangbewegungen erkennen ließ. Erst im Zuge der Detailprojektierung niedergebrachte Rotationskernbohrungen mit Dickspülung belegten, daß das am Hangfuß östlich des Talüberganges anstehende epizonale Kristallin unter jungtertiäre Sedimente abtaucht und die Deckschichten von großflächigen, mindestens 10–20 m mächtigen Talzuschüben betroffen waren.

Die großflächigen Hangbewegungen am Saaupenfuß zwischen Brückl und Griffen (WEISENBACH, 1978) haben ihre Ursache in der geologischen Entwicklung dieses Raumes seit dem Jungtertiär: Der kristalline Höhenzug der Saaualpe war vermutlich bereits seit dem Eozän unter festländischen Bedingungen bei wechselfeuchten, warmen Klimaverhältnissen einer lateritischen Verwitterung (THIEDIG, 1975) unterworfen. Durch die starke prähelvetische Hebung der Saaualpe bildete sich ein steiles Gebirgsrelief aus, das verbunden mit jahreszeitlich intensiven Niederschlägen, von katastrophalen murenartigen Rutschungen betroffen war (BECK-MANNAGETTA, 1953). Der Höhenzug der Saaualpe trug im Pleistozän nur kleine Kargletscher, die die tieferliegenden Täler nicht erreichten (SCHILLIG, 1966). Durch die tiefgründige Verwitterung (Frostsprengung) des periglazialen Bereiches entwickelte sich eine mächtige Verwitterungsdecke, die wegen des fehlenden Gletscherschliffes nicht erodiert wurde. Die Verwitterungsböden wurden von Solifluktionen erfaßt. Durch diese glaziale Destabilisierung der Hänge waren Lockerböden und verwitterter Fels von großflächigen Rutschungen betroffen. Durch die Erosion der Wildbäche wurden die destabilisierten Hänge unterbrochen und die entfestigten Schichten mobilisiert.

Die Talzuschübe an den Einhängen des Judenbachgrabens fügen sich in das regionale geomorphologische Entwicklungsbild ein.

Geologischer Überblick

Das epizonal metamorphe Kristallin nordseitig des Judenbachgrabens besteht aus Metatuffen und -tuffiten, die teilweise chloritführend sind, bzw. aus Graphitphylliten mit Marmoreinlagerungen (KLEINSCHMIDT und WURM, 1966). Bei generellem Südfallen der Schieferung sind die phyllitischen Gesteine um eine gegen E abtauchende B-Achse verfalzt. Eine flachwellige Verfaltung um eine N-S streichende Faltenachse bewirkt eine Streuung des Streichens der Schieferungsflächen. Als dominierende Klufscharen sind NW-SE streichende, steil gegen NE bzw. SW einfallende Klüfte (HK 1), NE-SW streichende, steil gegen NW bzw. SE einfallende Klüfte (HK 2) und E-W streichende, steil N bzw. S fallende Trennflächen (HK 3) entwickelt.

Dem Felsrelief lagern verfestigte jungtertiäre Sedimente auf: Die Schichtabfolge setzt über dem Kristallin mit „Blockschuttlagen“ (Grobblockwerk in feinsandig-schluffiger Matrix) ein. Gegen das Hangende nimmt der Anteil an Grobblockwerk sukzessive ab. Die feinsandig-schluffigen, leicht kiesigen, verfestigten Sedimente sind aufgrund der schlechten Kornsortierung als unreife Wildbachablagerungen anzusprechen, deren Kieskomponenten vorwiegend aus phyllitischen Gesteinen bestehen.

Die ca. 40–50 m mächtige Schichtabfolge wird von mergeligen Tonsteinen abgeschlossen, in denen am südlichen Hangrücken in ca. 480 m SH eine 2,80 m mächtige inkohlte Zone (lignitische Braunkohle mit Schluffsteinzwischenlagen) eingelagert ist.

Lithologisch entsprechen die hangenden Anteile der „Wildbachschotter“ und die mergeligen Ton- bzw. Schluffsteine mit Kohleschmitzen dem jungtertiären Vorkommen bei Schönweg, für das durch eine Süßwasserfauna (BECK-MANNAGETTA, 1952) und durch Wirbeltierfunde (RABEDER, 1984, RAUSCHER, 1984) ein mittelmiozänes Alter (Badenien?) belegt ist.

Ton- und Schluffsteine mit Pflanzenresten wurden ebenfalls westlich des Pöllingbaches südlich des Anwesens Föstner am Autobahnzubringer aufgeschlossen. Die Anschlussstelle St. Andrä entwickelt sich auf einer jungtertiären Verebnungsfläche, unter der Äquivalente des Schönweg-Tertiärs anstehen.

Diese jungtertiären Schichten des Judenbachgrabens verbinden das Vorkommen von Schönweg mit dem des Lavanttales und bestätigen den von BECK-MANNAGETTA, 1952, angenommenen Kontakt der Sedimentationsräume. Der kristalline Untergrund, der ein ausgeprägtes Relief aufweist, grenzt mit steilen „Flanken“, die vermutlich tektonisch überprägt sind, an die jungtertiären Sedimente.

Präalluviale Restschotter bedecken auf kleinen Verebnungsflächen den jungtertiären und kristallinen Untergrund. Berücksichtigt man die rückstauende Wirkung der Seeablagerungen des Lavanttaler Stausees (Terrasse von St. Andrä aus Stausanden, KLEINSCHMIDT und WURM, 1966), so dürfte die feinsandig-schluffige, leicht kiesige Resedimentation in der Talfurche des Judenbachgrabens bereits im Spätglazial eingesetzt haben.

Morphologie und Schichtaufbau der Rutschkörper

Die ca. NE-SW verlaufende Hangmulde an der Nordflanke des Judenbachgrabens wies vor dem Autobahnbau ein akzentuiertes kleinräumiges Relief auf, das von Runsen, Grabenstrukturen, Verebnungen und Steilstufen von ca. 3 m Höhe bestimmt wurde. Diese morphologischen Elemente deuteten auf relativ junge, oberflächennahe Teilschollenbewegungen auf dem 15° geneigten Hang hin (Abb. 1).

Der südliche Hang fällt mit 10° Neigung gleichmäßig bis zum Judenbachgraben ab. Nur knapp über Talboden ist eine Versteilung auf 15° (Uferanbruch des Judenbaches) zu beobachten.

Die ca. 10–18 m mächtigen Rutschkörper am Nord- und Südhang werden aus braunen, entfestigten jungtertiären Sedimenten und hangschuttartig aufgelockerten Kristallinspänen aufgebaut: Die Translationsebene der Hangbewegung weist am Nordhang eine mittlere Neigung von 10° bis 14° , am Südhang von 15° bis 20° auf. Die Bewegungen erfolgten am Übergang von den braunen verwitterten Schichten zu den grünlichgrauen, unverwitterten, überkonsolidierten jungtertiären Sedimenten.

Die Wechselfolge von verrutschtem Jungtertiär und Kristallinspänen am Nordhang belegt die Durchbewegung des Rutschkörpers selbst. In Verbindung mit den morphologischen Elementen ergibt dies das Bild eines progressiven Bruches mit einer Aufeinanderfolge von Rotationsgleitungen und nachfolgender Entwicklung einer einheitlichen Translationsebene (PRINZ, 1982). Am Südhang entspricht die Ausbildung des Gleitkörpers einer einfachen Translationsrutschung (Abb. 2).

Die Felsaufschlüsse im Talboden östlich der Autobahnachse und an den Taleinhängen über 500 m SH können dem nicht verrutschten kristallinen Untergrund zugeordnet werden.

Geomechanische Interpretation der Hangbewegungen

Die Kristallinspäne in den Rutschmassen belegen Felskeilgleitungen in den epizonal metamorphen Metatuffiten des Scherziwaldes bzw. in den im Süden anstehenden Serizitphylliten.

Das Abgleiten der Felspartien wurde entweder durch Unterschneidung der mit 15° bis 30° flach gegen Süden einfallenden Schieferungsflächen oder durch ein Weichen der vorgelagerten jungtertiären Schichten ausgelöst. Das Lösen von Felspartien aus dem Felsverband wurde durch die als Zugspalten wirkenden Kluftscharen und durch die reibungsmindernde Wirkung der schluffig-tonigen Verwitterungsprodukte in den Schieferungsflächen begünstigt. Die gefügebedingte Beweglichkeit der Kluftkörper wurde durch Gleitkeilbildungen an den Anschnittböschungen der Autobahn (Unterschneidung von Schieferungsflächen) bestätigt.

Progressive Rotationsgleitungen mit Entwicklung einer einheitlichen Gleitfläche (Translationsebene) im Übergang von hangenden entfestigten Verwitterungsdecken zu den liegenden überkonsolidierten feinkornreichen Böden werden von PRINZ, 1982, und VEDER, 1979, als charakteristische Bewegungsformen in überkonsolidierten Sedimenten beschrieben: Die verfestigten jungtertiären Sedimente verlieren durch Verwitterung und Entspannung normal zur Hangoberfläche ihre Anfangsscherfestigkeit. Durch die vertikale Entspannung treten hangparallele Spannungen (VEDER, 1979) auf, die im Übergang zu den liegenden ungestörten Schichten ein örtliches Versagen (Verformungen) hervorrufen können. Durch die oberflächliche Entspannung nimmt außerdem die Durchlässigkeit für Sickerwasser zu, das am Liegenden über dem ungestörten Bereich gestaut wird und hangparallel abströmen muß. Die Minderung der Scherfestigkeit durch fortschreitende Verwitterung (Entspannung) und durch episodische Durchfeuchtung bei Starkregen bzw. Tauwetterperioden führt zu hangparallelen Kriechbewegungen, die durch die Erosion am Hangfuß in ihrem Ablauf beschleunigt werden.

Die Talzuschübe im Judenbachgraben müssen sich im Zuge der Erosion ereignet haben, wobei die Eintiefung nach dem Badenien erfolgt sein muß: Sowohl im ausklingenden Jungtertiär als auch im Quartär waren klimatische Rahmenbedingungen für tiefgründige Verwitterung und hohe Durchfeuchtung gegeben. Im Jungtertiär herrschten wechselseuchte warme Klimaverhältnisse vor (THIEDIG, 1975), im Quartär lag das Gebiet im periglazialen Bereich (SCHILLIG, 1966). Intensive Niederschläge verursachten immer wieder episodische Kriechbewegungen an den durch die Verwitterung entfestigten Hän-

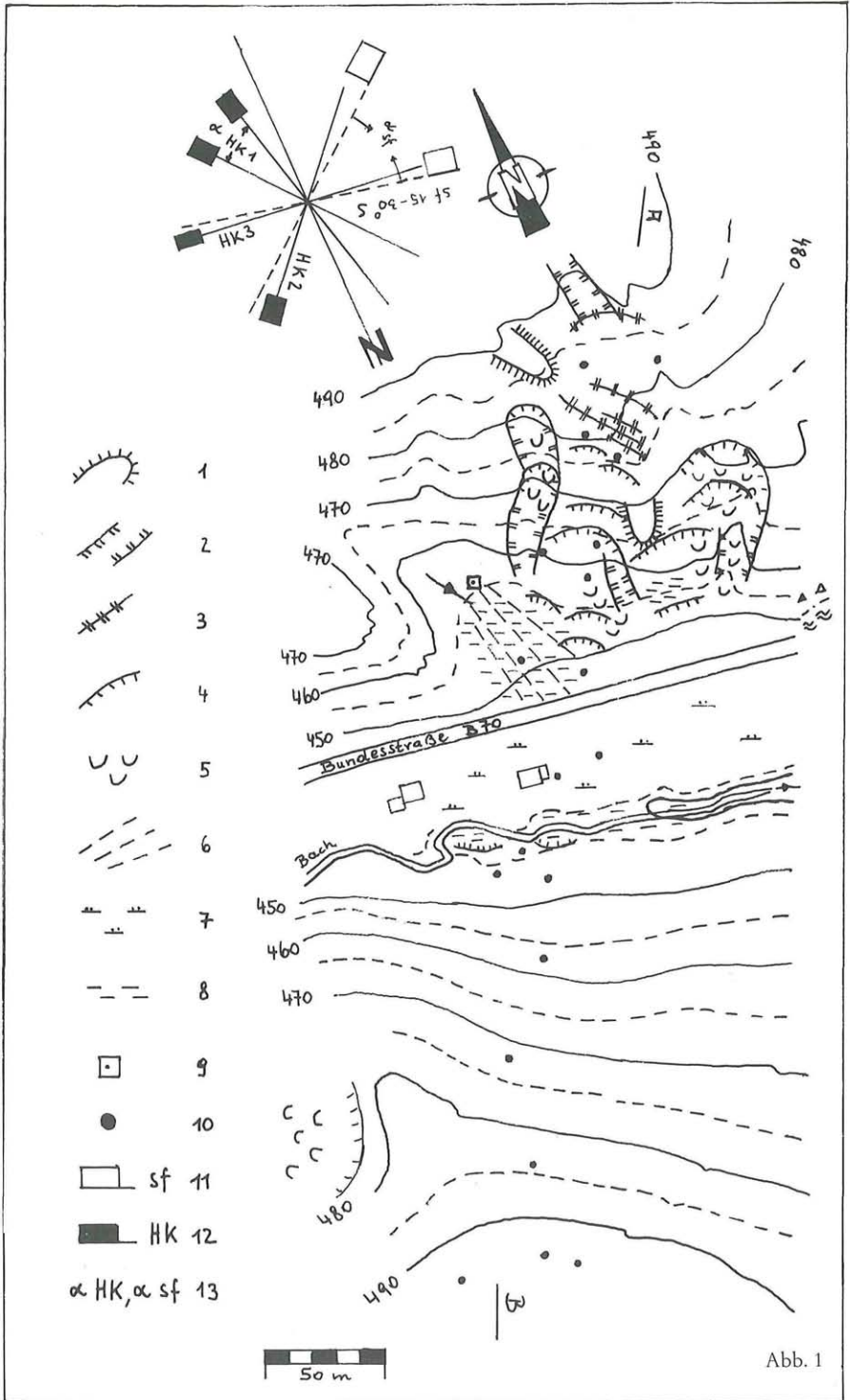


Abb. 1

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at.
gen. Ein postmiozänes Alter (Mittelmiozän) der Hangbewegungen ist gesichert: Berücksichtigt man die rückstauende Wirkung des Lavanttaler Stausees, so dürfte die Resedimentation im Judenbachgraben im Spätglazial eingesetzt haben. Die Talzuschübe müßten daher spätestens im Spätglazial (oder zwischeneiszeitlich) erfolgt sein.

Aufgrund der stützenden Wirkung der jungen Talauffüllungen (Alluvionen, Gleitmassen) sind die Kriechbewegungen an der alten tiefliegenden Translationsebene zwar derzeit inaktiv, bei Unwetter und Schneeschmelze (erhöhter Sickerwasserandrang) können aber Teilschollen mobilisiert werden: Das akzentuierte kleinräumige Relief (Abb. 1) am Nordabhang des Judenbachgrabens und Inklinometermessungen belegten episodische Kriechbewegungen, wobei allerdings für den Beobachtungszeitraum von einem Jahr am Nordhang nur eine Gesamtverfassung von maximal 1,5 cm nachgewiesen wurde. Die durch die Inklinometer ausgewiesene Bewegungsfuge entspricht der im Längenschnitt dargestellten Translationsebene, wobei die Achse der Talzuschübe mit dem größten Tiefgang westlich der Autobahnachse liegen muß. Am Südhang wurden keine aktiven Kriechbewegungen festgestellt.

Ingenieurgeologische Schlußfolgerungen

Die ingenieurgeologischen Vorerkundungen – geomorphologische Kartierung, Schürfe und Bohrungen – ergaben tiefgründige prähistorische Hangbewegungen, die zur Ausbildung von Schwächezonen führten, an denen in Abhängigkeit vom Sickerwasserangebot episodisch Teilschollenbewegungen (aktive Kriechbewegungen) stattfinden. Die geringe mittlere Hangneigung von 15° und die flach geneigten Translationsebenen (10° – 22°) belegen die geringe Scherfestigkeit des Untergrundes bzw. den minimalen Reibungswinkel der verrutschten feinkörnigen Verwitterungsprodukte des Jungtertiärs.

Um die Standsicherheit für das Brückenobjekt gewährleisten zu können, wurden in Zusammenarbeit mit dem Bodenmechaniker Vorschläge hinsichtlich Gründung und Hangsicherung entwickelt, die im Projekt Berücksichtigung fanden: Für die Pfeiler des Brückenobjektes waren Tiefgründungen (Brunnen) mit Einbindung in den standfesten Untergrund (Gründungsfuge unterhalb der alten Translationsebenen) erforderlich. Die Längsachse der elliptischen Brunnen wurde etwa in Fallinie des Hanges (= Tragwerksachse) angeordnet, um die nötige Steifigkeit der Gründungskonstruktion gegen den Hangschub zu erlangen. Um den Hang möglichst wenig durch Eingriffe zu stören, wurde in einem Wahlentwurf die Zahl der Pfeilergründungen reduziert: Örtlich mußten zur Reduktion der Hangschubkräfte, die aus dem aktiven Hanggekrieche und aus Dammauflasten resultierten, Verankerungen (Ankerbalken mit Freispielankern) vorgenommen werden.

Wegen der Rutschanfälligkeit des verwitterten Jungtertiärs waren die Voreinschnitte, die für die Gründungsarbeiten notwendig waren, auf ein Minimum zu reduzieren und mit einer verankerten, bewehrten Spritzbetonschale (temporäre Hangsicherung) zu sichern. Für permanente Hanganschnitte ohne Stützbauwerke wurde eine Böschungseignung von 2:5 (ca. 22°) und die Notwendigkeit rascher Begrünung mit Tiefwurzlern vorgegeben. Um die Stabilität des Hanges zu erhöhen, wurden Entwässerungsmaßnah-

Abb. 1: Lageplan mit geomorphologischer Kartierung und Gefügediagramm: 1 = Hangrücken, 2 = Runse, 3 = Graben, 4 = Anrißkante, 5 = Rutschkörper (Wulst), 6 = Schwemmkegel, 7 = Talfüllung, 8 = Vernässung, 9 = Brunnen, 10 = Ansatzpunkt von Bohrungen, 11 = Schieferung, 12 = Hauptklufscharen, 13 = Streubreite des Streichens. A–B: Lage des geologischen Längenschnitts.

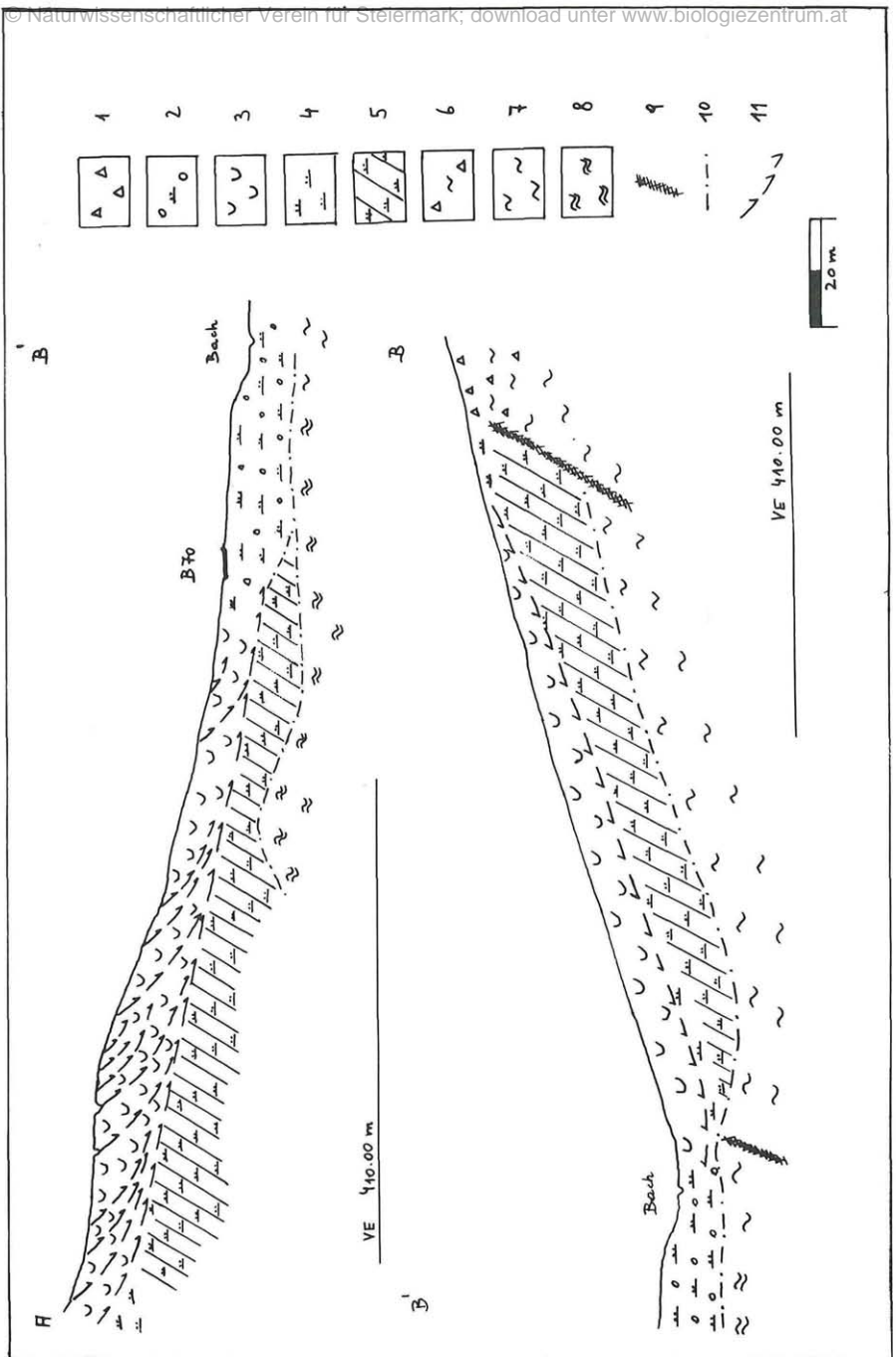


Abb. 2: Geologischer Längenschnitt: 1 = Hangeschutt, 2 = Talfüllung, 3 = Rutschmassen, 4 = verwittertes, entfestigtes Jungtertiär, 5 = überkonsolidiertes Jungtertiär, 6 = verwitterte, mürbe Serizitphyllite, 7 = Serizitphyllite, 8 = Metatuffe und -tuffite, 9 = Störungszone, 10 = Schichtgrenze, 11 = Gleitfläche (Translationsebene).

men wie Drainagen bzw. Drainagebohrungen empfohlen und ausgeführt. Die anfallenden Sicker- und Oberflächenwässer werden über dichte Gerinne in die Vorflut (Judenbachgraben) ausgeleitet, um ein Versickern im Hangbereich zu verhindern.

Wegen der Labilität der Hänge war bei den Baumaßnahmen mit einer Aktivierung von Teilschollenbewegungen zu rechnen. Es wurden daher zur begleitenden Baukontrolle Meßeinrichtungen wie Inklinometer, Extensometer und Meßanker zur Überwachung des Hanges eingesetzt. Geodätische Vermessungen und Inklinometermessungen belegen eine geringfügige Kriechbewegung des Hanges. An den Pfeilerstandorten konnten keine Bewegungen festgestellt werden.

Literatur

- BECK-MANNAGETTA, P. (1952): Zur Geologie und Paläontologie des Tertiärs des unteren Lavanttales. – Jb. Geol. B. A. 95: 1–102.
- BECK-MANNAGETTA, P. (1953): Ein tertiärer Wildbach im Granitztal (Ostkärnten) und die Geschichte seiner Landschaft. – Geol. u. Bauw., 20: 139–144.
- KLEINSCHMIDT, G., und WURM, F. (1966): Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten), X. Paläozoikum und epizonale Serien zwischen St. Andrä im Lavanttal und Griffen. – Carinthia II, 76: 108–140.
- PRINZ, H. (1982): Abriß der Ingenieurgeologie. Enke-Verlag, Stuttgart.
- RABEDER, G. (1984): Bransatoglis (Gliridae, Rodentia, Mammalia) aus dem Mittelmiozän von Schönweg bei St. Andrä im Lavanttal (Kärnten). – Beitr. Paläont. Österr., 11: 511–519.
- RAUSCHER, K. L. (1984): Ein Fischadleri aus dem Mittelmiozän von Kärnten (Österreich). – Beitr. Paläont. Österr., 11: 61–69.
- SCHILLIG, D. (1966): Geomorphologische Untersuchungen in der Saualpe. – Tübinger Geograph. Studien, 21: 1–81.
- THIEDIG, F. (1975): Die Entwicklung des postvariszischen Deckgebirges in der Umgebung der Saualpe. – Clausth. Geol. Abh., 1: 175–186.
- VEDER, Ch. (1979): Rutschungen und ihre Sanierung. – Springer-Verlag, Wien–New York.
- WEISSENBACH, N. (1978): Geologische Karte der Saualpe-Süd (Kärnten). – Geol. B. A., Wien.

Anschrift des Verfassers: Dr. Richard BÄK, Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 15 (Geologie), Jesserniggstraße 3, 9021 Klagenfurt, Österreich.