



Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

DIE MODELLIERUNG DES ABFLUSS- UND FESTSTOFFTRANSPORTES IN WILDBÄCHEN FÜR DIE BEURTEILUNG UND PLANUNG VON SCHUTZMASSNAHMEN DARGESTELLT AM BEISPIEL DES LAINBACH BEI BENEDIKTBEUERN, BAYERN

MODELLING OF DISCHARGE AND SEDIMENT TRANSPORT IN TORRENTS FOR THE ESTIMATION AND PLANNING OF PROTECTIVE MEASURES SHOWN ON THE EXAMPLE OF LAINBACH AT BENEDIKTBEUERN, BAVARIA

Günther Bunza¹, Alexander Ploner² und Thomas Sönser³

ZUSAMMENFASSUNG

Für das Einzugsgebiet des Lainbach bei Benediktbeuern wurden auf der Grundlage von Detailkartierungen des Geo- Hydro- und Bioinventars mit dem Computermodell PROMAB^{GIS} für ausgewählte Szenarien Wasser- und Feststoffabfluss modelliert. Das Modell kombiniert das Abflussbeiwertverfahren mit einem Laufzeitverfahren und ermöglicht die Beurteilung der Niederschlag- Abflusssituation für jedes Pixel des Einzugsgebietes. PROMAB^{GIS} wurde im beschriebenen Fall an einem Schadensereignis von 1990 kalibriert und anschließend für die Simulation weiterer Szenarien eingesetzt.

Die ausgewerteten Szenarien zeigen die Bedeutung der Beurteilung der maßgeblichen Prozesse im Einzugsgebiet und die Ableitung von Abflussbeiwerten und Fließzeiten. Im Lainbach wird somit deutlich, dass neben der Ausführung technischer Maßnahmen über die Erhöhung der Kleinrauhigkeiten in bestimmten Bereichen ein wichtiger Beitrag zur Verringerung der Hochwasserspitze geleistet werden kann. Die Festlegung des Bemessungsereignisses stellt derzeit den wesentlichen Diskussionspunkt dar.

Keywords: GIS-Modell, Abfluss, Feststofftransport, Wildbäche, Bemessungsereignis, Schutzmassnahmen

¹ Prof. Dr. phil., Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstraße 67, D-80636 München, Deutschland
(Tel.: +49-89-9214-1027; Fax: +49-89-9214-1041; email: guenther.bunza@lfw.bayern.de)

² Dipl.-Ing., i.n.n. ingenieurbüro für naturraum-management GmbH & Co KG, Grabenweg 3, A-6020 Innsbruck
(Tel.: +43-512-342725; Fax: +43-512-342725-11; email: office@inn.co.at)

³ Mag., i.n.n. ingenieurbüro für naturraum-management GmbH & Co KG, Grabenweg 3, A-6020 Innsbruck
(Tel.: +43-512-342725; Fax: +43-512-342725-11; email: office@inn.co.at)

ABSTRACT

Based on a detailed survey of the natural inventory in the Lainbach catchment area near Benediktbeuern, runoff and sediment discharge for different scenarios were estimated using the computer model PROMAB^{GIS}. The model combines the rational formula method with a travel time approach and is capable to calculate hydro- and sedigraphs for every position within the channel system. As presented in this paper PROMAB^{GIS} was calibrated on a damage causing flood event in the year 1990 and was subsequently being used for further scenario calculations.

The analysed scenarios clearly point out the importance of an investigation of all relevant processes within the catchment, as well as the determination of runoff coefficients and surface flow velocities. However, the Lainbach study shows that beside the construction of technical measures, an increase in surface roughness for certain areas could also reduce peak flow. At present the identification of the design event turned out to be the major matter of discussion.

Keywords: GIS, modelling, runoff, sediment discharge, torrent catchment, design event, protective measures

EINLEITUNG

Im alpinen Raum sind intensive Flächennutzungen vielfach nur in begrenztem Ausmaß möglich. Dies wird durch die engen Räume bedingt, wobei zudem durch die ansteigende Siedlungstätigkeit und die damit zunehmenden Infrastruktureinrichtungen, Hand in Hand mit der wachsenden Technisierung, ein Ansteigen des Risikos aus Naturgefahren verbunden ist. Damit wird der Umgang mit Naturgefahren wie Wildbachprozesse für die zuständigen Organisationen verstärkt zu einer umfassenden Herausforderung.

Im Einzugsgebiet des Lainbach bei Benediktbeuern (Bayern) wurden bei den Hochwasserereignissen von 1990 und 1999 zahlreiche Hangbewegungen (re-)aktiviert sowie Erosionen und Wildbachereignisse ausgelöst. Davon waren 1990 auch Teile des Siedlungsraumes erheblich betroffen.

Die mit diesen Ereignissen verbundenen nicht unerheblichen Veränderungen im Einzugsgebiet ließen es notwendig erscheinen, aufbauend auf detaillierten Erhebungen und Untersuchungen im Gelände, prozess- und szenarienorientierte Massenbilanzen (Wasser und Feststoffe) mit Hilfe eines Computermodells (PROMAB^{GIS}) für das Gesamteinzugsgebiet sowie für Teileinzugsgebiete durchzuführen. Die Ergebnisse daraus sollen in weiterer Folge als Grundlage für die Beurteilung des derzeitigen Ausbauzustandes und für die Planung eventuell weiterer notwendiger Schutzmaßnahmen dienen.

DAS EINZUGSGEBIET DES LAINBACH

Geographische Lage

Der Lainbach, ca. 70 km südlich von München gelegen, entwässert ein Gebiet von 18,4 km². Auf seinem Schwemmkegel liegt die Ortschaft Benediktbeuern (675 m ü.NN) zusammen mit dem im Jahre 750 gegründeten Benediktinerkloster. Vorfluter ist die Loisach, höchster Punkt die Benediktenwand mit 1801 m Seehöhe. Hauptbäche im Lainbacheinzugsgebiet sind die

Schmiedlaine (9,4 km²) und die Kotlaine (6,2 km²), welche nach deren Zusammenfluss den Lainbach bilden (siehe Abb. 1).

Geologie

Das Gebiet liegt im Grenzbereich Nördlichen Kalkalpen/Flysch Zone (siehe Abb. 1). Mit Ausnahme des südlichen Bereiches (Wettersteinkalks der Benediktenwand) dominieren im Gebiet veränderlichste wasserempfindliche und erosionsanfällige Gesteine bei kleinräumigem Wechsel und starker tektonischer Beanspruchung (Doben, 1985).

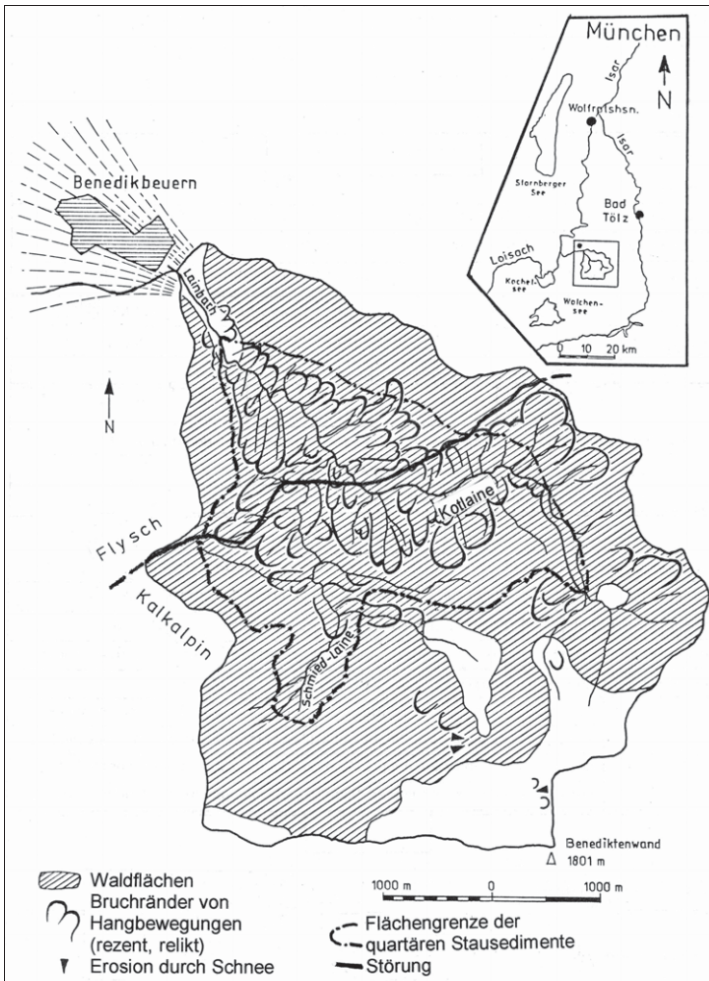


Abb.1: Das Einzugsgebiet des Lainbach: geographische Lage, Waldverteilung, Abtragsformen, Geologie (vereinfacht).

Fig. 1: Catchment area of the torrent Lainbach: geographical index map, forests, landslides and erosion, geology simplified).

Im Zentrum des Lainbach-Gebietes liegen Reste würmzeitlicher Stausedimente (siehe Abb. 1). Sie nehmen ca. 6,5 km² (32%) des Einzugsgebietes ein, werden stellenweise bis über 150 m mächtig (Bader, 1985; Bunza et al., 1988) und sind lokal von Moränenablagerungen bedeckt. Der Lainbach und seine Zubringer haben sich spät- bis postglazial kerbtalförmig bis ins Anstehende eingeschnitten. Die Oberläufe dieser Täler, in denen die Sedimente ausbeißern, sind bis in die Gegenwart durch zahlreiche aktuelle Rutschungen und Feilenanbrüche charakterisiert. Weite Teile der noch vorhandenen Oberfläche der Beckenfüllung sind durch großflächige Vernässungen geprägt, die seichtgründige Kriechbewegungen begünstigen. Die Anbrüche und Hangbewegungen sind für den Feststoffhaushalt des Lainbach von großer Bedeutung (GeoALP 2000; Felix et al. 1988).

Wildbachtätigkeit

Für die Wildbachtätigkeit des Lainbach und seiner Zubringer sind einerseits, wie erwähnt, die zahlreichen und vielfach weiträumigen Feststoffherde in den Stausedimenten relevant. Andererseits sind für das Abflussgeschehen – und damit auch für den Geschiebetransport – neben den meteorologischen Bedingungen die Böden (in Abhängigkeit von der Geologie) und die Vegetation entscheidend.

Das blattförmige Einzugsgebiet, am Nordrand der Alpen gelegen, ist stark geprägt durch Staulagen aus westlicher bis nordwestlicher Richtung. Dementsprechend treten die Niederschläge das gesamte Jahr hindurch auf. Das Jahresmittel des Gebietsniederschlags wird in der Messperiode 1972 bis 1983 mit 2148 mm angegeben (Felix et al., 1988). Aufgrund konvektiver Luftmassenbewegungen kommt es insbesondere in den Monaten Juli und August zu häufigen Starkregenereignissen.

Ca. 75 % des Lainbacheinzugsgebietes sind mit Wald (Fichtenwald über 1000 m MH; submontaner Mischwald bis ca. 675 m MH; siehe Abb. 1) bedeckt. Trotzdem ist die Wasserretention in der Fläche nur mäßig. Dies ist einerseits auf eine unzureichende Strauch- und Krautschicht sowie ungenügende Verjüngung in den Wäldern, andererseits auf die Bodenausbildung zurückzuführen. So dominieren in den Geländebereichen der Staubeckensedimente über 900 m ü.NN und auf den Hängen der Flysch Berge hydromorphe Böden wie Pseudogley-Braunerden, Naßgleye und anmoorige Böden, die bei Starkregen hohe Oberflächenabflüsse bedingen (Grotenthaler, 1985; Tschauder, 1973).

Die Folge sind häufig geschiebereiche Hochwässer und Muren, die im Lainbach-Unterlauf über Jahrhunderte Fluren und Verkehrswege schwer schädigten (überliefert seit 1250). Dokumentiert ist ein großes Wildbachereignis am 28. Mai 1907, das durch ein ca. 40 Minuten währendes Niederschlagsereignis ausgelöst wurde. Dabei wurde ein Spitzenausschuss von 78 m³/s erfasst.

Am 30. Juni 1990 verursachte ein Starkniederschlagsereignis einen extremen Abfluss im Lainbach: 90 mm Niederschlag fielen innerhalb von ca. 40 Minuten (i ca. 2mm/min). In der Folge führte der Lainbach Hochwasser (Abflussspitze 210 m³/s) und verursachte besonders im Ortsteil Ried große Schäden durch Feststoffe und Wildholz (WWA Weilheim, 1990). Darüber hinaus wurde die Bundesstraße 11 und die Bahnlinie München – Kochel unterbrochen.

Die ausgiebigen Niederschläge zu Pfingsten 1999 hatten zahlreiche Rutschungen, Erosionen, Hochwasser und Murgänge zur Folge. Letztere blieben jedoch infolge des zwischenzeitlich erfolgten Unterlauf-Ausbaues ohne nennenswerte Folgen für Benediktbeuern.

Seit 1985 werden wasserbauliche Maßnahmen im Lainbacheinzugsgebiet gesetzt. Neben der Sicherung der Hanganrisse durch ingenieurbioologische Maßnahmen (seit 1965) konzentrieren sich die Arbeiten auf die Konsolidierung und Sicherung der Gerinnesohle.

PROZESSORIENTIERTE MASSENBILANZEN

Wildbachkundliche Untersuchungen

Aufgrund der genannten Wildbachereignisse und die durch das Pfingsthochwasser 1999 verursachten Abtragsprozesse, Murgänge und Zerstörungen an bestehenden Wildbachverbauungen, wurden in einem ersten Schritt seitens der Wasserwirtschaft geomorphologische und wildbachkundliche Untersuchungen und Erhebungen im Maßstab 1:10.000 angeregt. Diese wurden im Jahre 2000 vom Büro GeoALP (GeoALP, 2001) durchgeführt. Sie geben einen Überblick über die Hangbewegungen, die aktiven Feststoffherde, die Eintiefungsprozesse und das Geschiebepotenzial in den jeweiligen Einzugsgebieten. Auf dieser Basis musste davon ausgegangen werden, dass allein in den Gewässerstrecken bis zu 100.000 m³ transportierfähiges Geschiebe lagert. Etwa die gleiche Menge könnte zusätzlich in verschiedenen Hangbereichen mobilisiert werden.

Das Modellkonzept PROMAB^{GIS}

Aufbauend auf die wildbachkundlichen Untersuchungen wurden 2002 im Auftrag der Wasserwirtschaft durch das Ingenieurbüro i.n.n. der Abfluss- und Feststofftransport mit Hilfe von PROMAB^{GIS} modelliert (i.n.n. ingenieurbüro, 2002). Dabei wurde folgende Vorgangsweise beschrieben:

- Erstellung eines digitalen Geländemodells (DGM): im Falle des hier vorliegenden Projekts wurde ein digitales Geländemodell mit einer horizontalen Auflösung von 20 x 20 m erstellt, wobei die Höheninformation aus Isohypsen mit einer Äquidistanz von 10 m extrahiert wurde.
- Aufarbeitung der zur Verfügung stehenden Feld- und Literaturdaten.
- Ergänzende Datenerhebung im Gelände und deren Bewertung: Feststoffpotenziale; Geländeregulprofile zur Abschätzung der Hang- und Grabenprozesse; Bewertung der Standorteinheiten hinsichtlich ihrer Abflussbereitschaft (Abflussbeiwerte und Fließgeschwindigkeiten).
- Digitale Aufbereitung der Kartiererergebnisse.
- Abflussmodellierung: die der Simulation zugrundeliegenden Niederschlagsszenarien werden jeweils an die im Umfeld des Einzugsgebietes gültigen Klimabedingungen angepasst.
- Ermittlung der Feststofferosion bzw. -akkumulation im Gerinne.

Als Ergebnis dieses Bearbeitungsablaufes mit PROMAB^{GIS} steht der Erhalt von Abfluss- und Feststoffganglinien, und zwar nicht nur für den Gesamtauslass des Gebietes, sondern für jede Position des bearbeiteten Gerinnenetzes. Die Abflussentwicklung bzw. Abflusskonzentration kann so optimal analysiert werden. PROMAB^{GIS} ist als flächendetailliertes Modell realisiert.

Es kann somit die Auswirkung lokaler Veränderungen in der Landbedeckung beurteilt werden, was sich vor allem für die Planung von Maßnahmen zur Minderung der Abflussspitze als großer Vorteil erweist. So ist beim Lainbach, wie in den Schlussfolgerungen noch näher beleuchtet, unter anderem an gezielte forstliche Maßnahmen gedacht.

Für eine detailliertere Beschreibung des Modells PROMAB^{GIS} sei auf einen weiteren Interpraevent-Beitrag von Schöberl et al. (2004) verwiesen.

ERGEBNISSE AUS DEM UNTERSUCHUNGSGEBIET LAINBACH

Das der Simulation zugrunde liegende Szenario orientiert sich am Ereignis vom 30. 06. 1990 und geht von einem Starkniederschlag mit einer maximalen Intensität von $i = 2\text{mm/min}$ über eine Dauer von 40 Minuten aus. Zudem wurden Szenarien mit Intensitäten von $i = 3,5\text{mm/min}$ für 15 Minuten und $i = 1,2\text{mm/min}$ für 40 Minuten berechnet. Die Simulationsergebnisse dieser Ereignisse sind in den folgenden Abbildungen zusammengefasst und dienen in der weiteren Folge als Grundlage für die Beurteilung des Risikos.

Szenario 1:

Das erste Szenario orientiert sich am Ereignis vom 30. 06. 1990 (Eichereignis) und geht von einem Starkniederschlag mit einer Intensität von 2 mm/min über eine Dauer von 40 Minuten als Blockniederschlag aus.

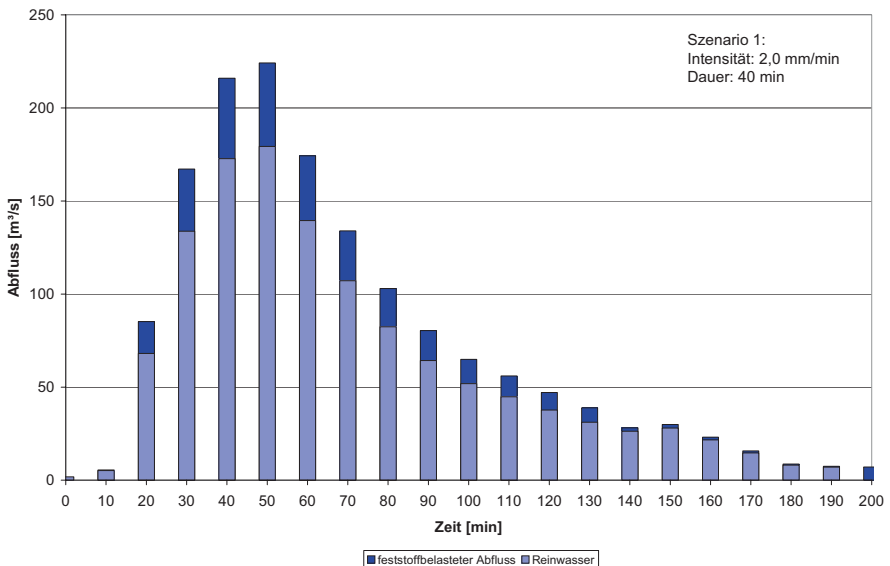


Abb. 2: Simulierte Ganglinie des „Reinwasser“- und des feststoffbelasteten Abflusses für den Auslass des Gesamteinzugsgebietes (Szenario 1: Intensität: $2,0\text{ mm/min}$, Dauer 40 min).

Fig. 2: Simulated hydro-sedigraph for the outlet of the Lainbach catchment area (scenario 1: rainfall intensity: $2,0\text{ mm/min}$, duration: 40 min).

Die Abb. 2 zeigt die Abflussganglinie („Reinwasser“) und die Ganglinie des Wasser-Feststoffgemisches im Profil Fkm 4,2, welches vom Auftraggeber als Auslass für die Berechnungen vorgegeben wurde. Die Hochwasserspitze passiert den Beobachtungspunkt am Auslass 50 Minuten nach Beginn des Niederschlags. Zu diesem Zeitpunkt ergibt die Simulation mit der Software PROMAB^{GIS} einen feststoffbelasteten Spitzenabfluss von 225 m³/s, der sich aus 180 m³/s „Reinwasser“ und 45 m³/s Feststoffen zusammensetzt. Insgesamt passieren ca. 740.000 m³ Wasser und 172.000 m³ Feststoffe die betrachtete Stelle des Einzugsgebietes. Geschleibetransport tritt bereits ab sehr geringen Abflusswerten entsprechend dem Aufbau des Gerinnes auf. Quantitativ relevant wird der Feststofftransport jedoch erst zum Berechnungszeitpunkt 20 Minuten. An der Abflussganglinie ist zu erkennen, dass über einen Zeitraum von ca. 20 Minuten der feststoffbelastete Abfluss über 200 m³/s liegt.

Szenario 2:

Das zweite Szenario mit einer Niederschlagsintensität von 3,5 mm/min und einer Niederschlagsdauer von 15 Minuten beschreibt ein sehr intensives, jedoch nur kurz andauerndes Niederschlagsereignis. Aus Wetzel (1992) geht hervor, dass beim Ereignis von 1990 in den ersten 15 Minuten solch hohe Niederschlagsintensitäten erreicht worden sind.

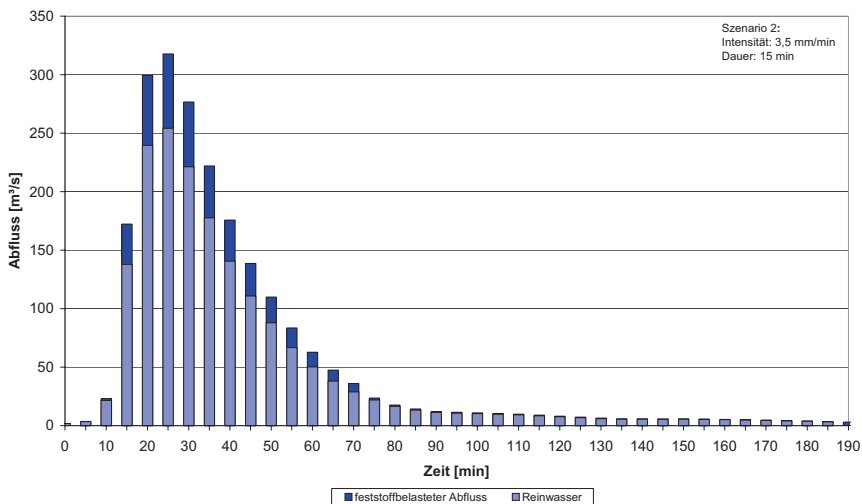


Abb. 3: Simulierte Ganglinie des „Reinwasser“- und des feststoffbelasteten Abflusses für den Auslass des Gesamteinzugsgebietes (Szenario 2: Intensität: 3,5 mm/min, Dauer 15 min).

Fig. 3: Simulated hydro-sedigraph for the outlet of the Lainbach catchment area (scenario 2: rainfall intensity: 3,5 mm/min, duration: 15 min).

Deutlich zu erkennen ist die Hochwasserspitze, welche 25 Minuten nach einsetzen des Niederschlags einen Spitzenwert von 320 m³/s feststoffbelasteten Abfluss erreicht (Abb. 3). Die Spitze setzt sich aus 250 m³/s Reinwasser und 70 m³/s Feststoffen zusammen. Über den betrachteten Zeitraum passieren den Beobachtungspunkt am Auslass des Gesamteinzugsgebietes 650.000 m³ Wasser und Feststoffe. Solch hohe Spitzenabflüsse sind nur unter extremen Bedingungen zu erwarten. Sie würden jedoch auf jeden Fall im Eintretensfall zum Überborden des Gerinnes und zu Schäden im Siedlungsbereich führen. Der

Verlauf der Ganglinie ist verglichen mit dem des Szenarios 1 stärker akzentuiert: Sind die Spitzenabflüsse am Ende des Niederschlagsereignisses (>15 min) noch über 250 m³/s, so fallen die Abflusswerte bereits eine Stunde nach Ende des Niederschlags (Zeitschritt 75) unter 25 m³/s.

Szenario 3:

Das dritte Szenario mit einer Intensität von 1,2 mm/min und einer Niederschlagsdauer von 40 Minuten basiert auf den Daten des Deutschen Wetterdienstes GF Hydrometeorologie. Die Szenarienwerte entsprechen einem Ereignis mit einem hundertjährigen Wiederkehrintervall.

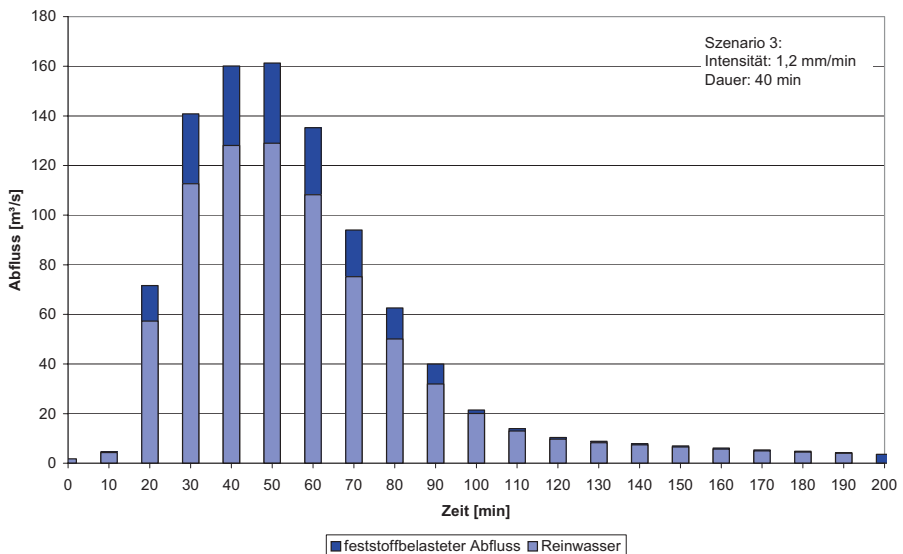


Abb. 4: Simulierte Ganglinie des „Reinwasser“- und des feststoffbelasteten Abflusses für den Auslass des Gesamteinzugsgebietes (Szenario 3: Intensität: 1,2 mm/min, Dauer 40 min).

Fig. 4: Simulated hydro-sedigraph for the outlet of the Lainbach catchment area (scenario 3: rainfall intensity: 1,2 mm/min, duration: 40 min).

Die Hochwasserspitze des hundertjährigen 40-Minuten Niederschlags erreicht laut den Berechnungen mit PROMAB^{GIS} einen Spitzenabfluss von 160 m³/s nach 50 Minuten (Abb. 4). Der Anteil mittransportierter Feststoffe bleibt unter 20 % (30 m³/s Feststoffe), was für den relativ flach geneigten Gerinneabschnitt am Auslass des Einzugsgebietes plausibel erscheint. Insgesamt passieren den Beobachtungspunkt am Auslass über den berechneten Zeitraum 580.000 m³ Wasser und Feststoffe.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Modellierung von Massenbilanzen (Abfluss und Feststoffe) mit Hilfe der Software PROMAB^{GIS} erbrachte am Beispiel des Lainbach bei Benediktbeuern gute Übereinstimmungen mit den beobachteten bzw. errechneten Werten anlässlich des Ereignisses von 1990. Bei einem Starkniederschlag mit einer Intensität von 2mm/min und einer Dauer von 40 Minuten als Blockniederschlag, kommt es in den Teileinzugsgebieten zu

feststoffbelasteten Hochwasserabflüssen, z.T. auch zu Murgängen. Im Hauptgerinne, dem Lainbach, ergibt sich ein feststoffbelasteter Spitzenabfluss von 225 m³/s – bei einer Konzentrationszeit von 40 Minuten –, wodurch der ausgebaut Schwemmkegellauf des Lainbach voll beansprucht wird.

Geht man von einem Niederschlagsereignis als Blockregen mit einer Intensität von 3,5 mm/min aus, wie er in den ersten 15 Minuten beim Ereignis von 1990 im zentralen Bereich des Einzugsgebietes auftrat, so ist die Verbauung am Schwemmkegellauf unzureichend. Darüber hinaus ist mit Schäden an den Verbauungen in den Nebenbächen zu rechnen.

Aufgrund dieser Tatsachen wird derzeit die Frage des akzeptablen Restrisiko angesichts zukünftig zu erwartender vermehrter und verstärkter Starkniederschläge infolge der Klimaänderung diskutiert.

Unter Berücksichtigung der bisher durchgeführten Schutzmaßnahmen und des großen Schadenpotenzials können nur integrale Maßnahmen zur Vermeidung der dargestellten Gefahren beitragen.

An erster Stelle stehen dabei Maßnahmen, die zur Verminderung der Fließgeschwindigkeiten des Oberflächenabflusses im Einzugsgebiet beitragen. In großen Teilen des Gebietes treten bei einem Starkregen hohe Fließgeschwindigkeiten des Abflusses an den Hängen auf (ca. 40 cm/s). Zudem erreicht der Oberflächenabfluss in vielen Teileinzugsgebieten etwa zur gleichen Zeit die Vorfluter. Die Folgen sind hohe Abflussspitzen. Eine Verminderung der Fließgeschwindigkeiten an den Hängen kann vor allem über die Erhöhung der Bodenrauigkeiten erfolgen. Hierzu muss eine Verbesserung der Wald- und Vegetationsstrukturen angestrebt werden.

Da diese Maßnahme nur langfristig wirksam ist, wird in Kombination dazu – im Sinne eines forsttechnischen Systems – die Unterhaltung vorhandener Bauwerke in den Gerinnen grundsätzlich notwendig sein, da sie größtenteils wichtige Stabilisierungsfunktionen erfüllt. Auch muss die Errichtung einer Rückhalte- /Dosieranlage im Lainbach unterhalb der Schmiedlainen-Mündung in Betracht gezogen werden.

Es ist geplant, die Wirksamkeit der Maßnahmen, insbesondere die der Waldsanierung, modellhaft mit PROMAB^{GIS} zu überprüfen.

LITERATUR

- Bader, K. (1985): „Geophysikalische Untersuchungen.“ In: *Geol. Karte von Bayern 1:25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8334 Kochel a. See, 72 - 77*, München.
- Bunza, G., Karl, J., Kraus, O. (1988): „Veränderungen der Wildbachgefährdungen und deren Klassifizierung bei größeren Waldverlusten.“ *Int. Symp. Interpraevent 1998 – Graz, Tagungspublikation, Bd. 1, 15 - 49*, Klagenfurt 1988.
- Doben, K. (1985): „Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8334 Kochel a. See.“ *Hrsg. u. Verl. Bayer. Geologisches Landesamt*, München 1985.
- Felix, R., Priesmeier, K., Wagner, O., Vogt, H., Wilhelm, F. (1988): „Abfluss in Wildbächen. Untersuchungen im Einzugsgebiet des Laibaches bei Benediktbeuern/Oberbayern.“ *Abschlussbericht des Teilprojektes A2 Sonderforschungsbereich 81 (TUM); Münchner Geographische Abhandlungen, Reihe B, Bd. 6*, München.

- GeoALP (2000): „Bericht zu den wildbachkundlichen Erhebungen und zur Hangdynamik im Lainbacheinzugsgebiet im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim.“ Mit geomorphologischer Karte 1:10.000, Wackersberg.
- Grottenthaler, W. (1985): „Die Böden.“ In: *Geol. Karte von Bayern 1:25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8334 Kochel a. See, 111-118*, München.
- i.n.n. ingenieurbüro (2002): „Prozessorientierte Massenbilanzen Lainbach Benediktbeuern“, Gutachten im Auftrag des WWA Weilheim.
- Schöberl F., Stötter J., Schönlaub H., Ploner A., Sönsler T., Jenewein S. & Rinderer M. (2004): PROMAB^{GIS}: Ein GIS-basiertes Werkzeug für die Ermittlung von Massenbilanzen in alpinen Einzugsgebieten. Beitrag zum Symposium Interpraevent 2004, Riva del Garda.
- Tschauder, S. (1973): „Die Ökovarianz des Lainbachniederschlagsgebietes.“ *Zulassungsarbeit am Institut für Geographie der Universität München*, München 1973.
- Wasserwirtschaftsamt Weilheim (1990): „Gewässerkundlicher Bericht über das Hochwasserereignis vom 30. 06. 1990 am Lainbach bei Benediktbeuern.“ SG A3 Gewässerkunde, Weilheim.
- Wetzel, K. F. (1992): „Abtragsprozesse an Hängen und Feststoffführung der Gewässer. Dargestellt am Beispiel der pleistozänen Lockergesteine des Lainbachgebietes (Benediktbeuern/Obb.)“ In: (Birkenhauer, J. et al., eds.): *Münchner Geographische Abhandlungen. Reihen B, Band 17*. München.