

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 92 (2000)
Heft: 9-10

Artikel: Die Beurteilung von Wassergefahren aus Sicht der neuen
Qualitätsempfehlungen
Autor: Herzog, Beatrice
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940293>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Beurteilung von Wassergefahren aus Sicht der neuen Qualitätsempfehlungen

■ Beatrice Herzog

Zusammenfassung

Auf Grund der Erneuerung verschiedener gesetzlicher Grundlagen hat die Anzahl der jährlich erstellten Gefahrenbeurteilungen stark zugenommen. Die Planat hat zu den dringenden Fragen der Qualitätssicherung in diesem Bereich eine Broschüre mit dem Titel «Empfehlungen zur Qualitätssicherung bei der Beurteilung von Naturgefahren» herausgegeben. Diese stellt dem Anwender auf Behörden- wie auf Gutachterseite vier Instrumente zur Verfügung, die es erlauben, die Qualität der Produkte zu verbessern:

1. Die verbindliche Festlegung von Minimalanforderungen
2. Die Koordination zwischen den Fachgebieten und Arbeit im Team
3. Ein klar definierter Projektablauf
4. Qualitätsorientierte Ausschreibungs- und Vergabeverfahren

Diese Instrumente sind in der Empfehlung ausführlich beschrieben. Sie stellen erhöhte Anforderungen an die Bearbeiter und die Produkte, aber auch die Behörden und die Vergabeverfahren.

(WBG 1991, Stand 1994) liegt das Schwergewicht beim Schutz vor Naturgefahren auf der Vorbeugung. Präventiv erstellte Gefahrenbeurteilungen dienen als Grundlage für raumplanerische Entscheide, aber auch für die Planung von Frühwarndiensten und Schutzmassnahmen. Mit der Etablierung einer neuen Risikokultur haben auch Risikobeurteilungen an Bedeutung gewonnen.

Das bekannteste und am meisten standardisierte Produkt ist die Gefahrenkarte. Sie zeigt parzellenscharf die Intensität der Wirkung und die Eintretenswahrscheinlichkeit von einem oder mehreren Naturprozessen. Dabei wird noch keine Aussage über das Schadenpotenzial und das Risiko gemacht. Der bestrichene Perimeter kann eine Gemeinde, aber auch eine grössere Region oder ein einzelnes Einzugsgebiet sein. Als sinnvoll hat sich die Ausschreibung nach Einzugsgebieten erwiesen. Wo dies aus kommunalpolitischen Gründen nicht möglich ist, sollte wenn immer möglich «von oben nach unten» gearbeitet werden, d.h. die Oberliegengemeinde bekommt ihre Gefahrenkarte zuerst.

Spezielle Problematik der Qualitätssicherung

Die obengenannten Produkte der Gefahrenbeurteilung lassen sich nicht ohne weiteres standardisieren und normiert überprüfen wie

Industrieprodukte oder Bauwerke. Die eigentliche Überprüfung bringt immer erst das Eintreten des prognostizierten Naturereignisses.

Festlegen und überprüfen lassen sich hingegen die Abläufe im Prozess der Erarbeitung, so wie dies nach den neuen ISO-Normen auch vorgesehen ist. Die Aufgabe der Qualitätssicherung muss im Bereich des Gefahrenmanagements auf dieser Ebene angegangen werden.

Hohe Folgekosten

Mangelhafte Beurteilungen können zu hohen Folgekosten (Elementarschäden, unwirksame Massnahmen, Verlust von Bauland, Rechtsstreitigkeiten, Folgegutachten) führen. Das billigste Angebot ist nicht unbedingt das günstigste.

Der Gutachter findet sich in einem Spannungsfeld verschiedener Interessen wieder. Übervorsichtige Gutachten sind ebenso mangelhaft wie nachlässige (Bild 1).

Eigentümer, die in ihrem Interesse tangiert sind, haben die Möglichkeit, Gutachten gerichtlich anzufechten.

Die Beurteilung eines Gutachtens erfolgt dabei nach dem Vergleich mit dem «Stand der Fachkunde». Dieser Begriff ersetzt im Kontext des Umganges mit Naturgefahren den Begriff «Regeln der Baukunst» aus dem Bauwesen. Es handelt sich um Sachregeln, denen die Rechtsordnung Geltung und

Vermehrter Einsatz von Gefahrenbeurteilungen

Seit Inkrafttreten der Bundesgesetze über den Wald (WaG 1991) und den Wasserbau

Haltung	fahrlässig	nachlässig	verantwortungsbewusst	übervorsichtig	ängstlich
Modelle und Szenarien	zu optimistisch		angemessen	zu pessimistisch	
Qualität der Gefahrenbeurteilung	mangelhaft		gut	mangelhaft	
Umsetzung	Gefahrenzone zu klein Schutzmassnahmen und Frühwarndienste ungenügend		Massnahmen der Bedrohungslage angepasst	Gefahrenzone zu gross übertriebene Schutzmassnahmen	
Auswirkungen	Investitionen gering Folgekosten hoch			Investitionen hoch Nutzungsbeschränkungen hoch	
	Menschen, Lebensräume und Sachwerte übermässig gefährdet		Menschen, Lebensräume und Sachwerte angemessen geschützt	Menschen, Lebensräume und Sachwerte übertrieben geschützt	

Bild 1. Die Qualität eines Gefahrgutachtens im Spannungsfeld zwischen optimistischen und pessimistischen Prognosen.



Bild 2. Die wertvollsten Geschiebeproben lassen sich nach Ereignissen aufnehmen, Chummerbach, Davos, 1998.

damit eine erhöhte Wirksamkeit verleiht. Der Begriff hat damit eine juristische Tragweite. Konkret sind dies die aktuellen und anerkannten Methoden und Verfahren, wie sie z.B. von Bundesstellen oder Fachverbänden wie dem SIA empfohlen werden.

Vielfältige Anforderungen

Das Überprüfen der Überschwemmungs- und Übermurgungsgefahr erfordert zahlreiche Untersuchungsmaßnahmen: Messungen im Feld, geomorphologische Geländebewertungen, Berücksichtigung des Geschiebebestandes, numerische Modellierung von Überschwemmungen oder Murgängen, geotechnische Untersuchungen u.a.m. (Bilder 2, 3). Eine gewichtige Rolle spielt die Erkennung und richtige Interpretation von Geländebefunden z.B. aus früheren Ereignissen (Bild 4). Als weiterer Einfluss müssen Bauwerke beurteilt werden, und zwar sowohl ihr Zustand als auch ihre Funktion während eines Ereignisses.

Um die Überschwemmungsintensitäten zu berechnen, wird vermehrt mit zweidimensionalen hydraulischen Modellen gearbeitet, von welchen heute in der Schweiz verschiedene in Gebrauch sind. Ausser der Modellierungserfahrung ist dabei die vorgängige und anschliessende Arbeit im Feld sehr wichtig. Der Erfahrung zeigt, dass 2D-Modelle sehr gute, verlässliche und reproduzierbare Grundlagen liefern, aber nie die gesamthafte Beurteilung durch den Ingenieur ersetzen können.

Die Güte solcher Modelle beginnt schon bei den Geländemodellen. Je nachdem, was für Daten als Grundlage benutzt werden und wie diese erstellt wurden, kann

eine Simulation zu ganz verschiedenen Ergebnissen führen. So unterscheiden sich analytisch gewonnene Luftbilddaten erheblich von digital gemessenen oder von Laser-scan-Daten. Je nachdem, wie die Rohdaten nachher weiter verarbeitet werden, sind sie für hydraulische Modelle geeignet oder eben nicht. Bild 5 zeigt einen Ausschnitt aus einem Laser-DTM, das mit einem speziellen Algorithmus ausgedünnt wurde, der die Punktdichte im Bereich von Bruchkanten hoch lässt und nur in den flachen Geländeteilen Punkte löscht. Im Vergleich mit einer linearen Ausdünnung, wie sie oft durchgeführt wird,

verhält sich diese «Topografie» hydraulisch vollkommen anders.

Alle diese Anforderungen sind von aussen gesehen nicht immer offensichtlich. Das Resultat dieser komplexen Untersuchungen wird stark generalisiert und in drei Klassen vereinfacht dargestellt (rote, blaue, gelbe Gefahrenstufen). Diese Vereinfachung sowie die Tatsache, dass Fehlbeurteilungen oft erst zeitverzögert nach dem nächsten Ereignis wahrgenommen werden, kann zu einem leichtfertigen Umgang mit der Beurteilung verführen.

Die Gefährdungsbilder

Es wurde gezeigt, dass die entscheidenden Weichenstellungen für die Beurteilung in der Szenarienwahl erfolgen. Werden in dieser Phase Fakten übersehen oder falsch inter-

Gefahrenbeurteilungen

Unter Gefahrenbeurteilungen wird heute eine ganze Palette von Produkten verstanden, welche sich mit der Quantifizierung und Bewertung von Gefahrenpotenzialen aus Naturgefahrenprozessen befassen. Dazu gehören Ereignisdokumentation, Karte der Phänomene, Gefahrenhinweiskarte, Gefahrenkarte, Risikoanalyse, punktuelle Gefahrenabklärungen, Ursachenanalyse, Frühwarndienst und Massnahmenkonzepte. Behandelt werden in der Regel die Prozesse Hochwasser, Übersarung, Übermurgung, Rutschung, Steinschlag, Felssturz und Lawinen.



Bild 3. Baggerschlitz, Entnahme von Bodenproben und Versickerungsversuche an Hochwasserschutzdämmen, Lütschine, Wilderswil, 1999.



Bild 4. Aufschluss und Kartierung alter Überschwemmungssedimente anlässlich einer Baugrube, Davos, 1998.

und Teilmodellwahl unerlässlich. Integrierender Bestandteil jeder Gefahrenbeurteilung ist daher die Dokumentation aller durchgeführten Untersuchungen, Überlegungen und Schlussfolgerungen in einem technischen Bericht. Dabei müssen die erhobenen Fakten (Messungen, Berechnungen) und die Interpretation (Modellierung, gezogene Schlüsse auf Grund des Standes der Fachkunde) strikte auseinander gehalten und nachvollziehbar dargelegt werden. Annahmen sind als solche zu deklarieren, und die Evidenz der Aussagen über Prozesse muss auf jeder Bearbeitungsstufe klar umschrieben werden (erwiesener, vermuteter, potenzieller Prozess).

Die Einbettung in andere Fachgebiete

Die behandelten Prozesse bei Gefahrenbeurteilungen sind i.d.R. Hochwasser, Übersäuerung, Übermürung, Steinschlag, Rutschung, Felssturz und Lawinen. Eine sogenannte «synoptische» Gefahrenbeurteilung ist aber

pretiert, überschatten die Folgen die Detailberechnungen unwiederbringlich.

Szenarien sind wo immer möglich mit anderen Fachpersonen zu diskutieren und die Annahmen mit Felduntersuchungen zu belegen. Zugrunde gelegte Prozessabläufe müssen plausibel sein.

Resultate wie Abflussspitzen, Frachten o.ä. sind nie unabhängige, absolute Resultate, sondern gehören immer zu einem Gefährdungsbild mit einer Leiteinwirkung und einem mutmasslichen Prozessablauf, wie dies im Bauwesen üblich ist (vgl. SIA 160). Verschiedene Gefährdungsbilder ergeben verschiedene Gefährdungen. Die Umhüllende aller Szenarien ergibt die Gesamtgefährdung für ein bestimmtes Gebiet.

Erfahrung der Bearbeiter

Gefahrenbeurteilungen sind Prognosen, welche auf Modellen und Szenarien basieren. Zwangsläufig ergibt sich dadurch fast immer ein mehr oder weniger grosser Ermessensspielraum. Erst eine mehrjährige Erfahrung ermöglicht dem Gutachter, diesen Ermessensspielraum zuverlässig und reproduzierbar zu handhaben.

Auch der Umgang mit Simulationsmodellen will gelernt sein. Nicht nur in der Phase der Modellierung, sondern insbesondere in der Teilmodellwahl, bei der Erstellung des digitalen Geländemodelles und bei der Interpretation der Modellierungsergebnisse.

Der Technische Bericht

Für die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse ist eine transparente Darlegung der Parameter-

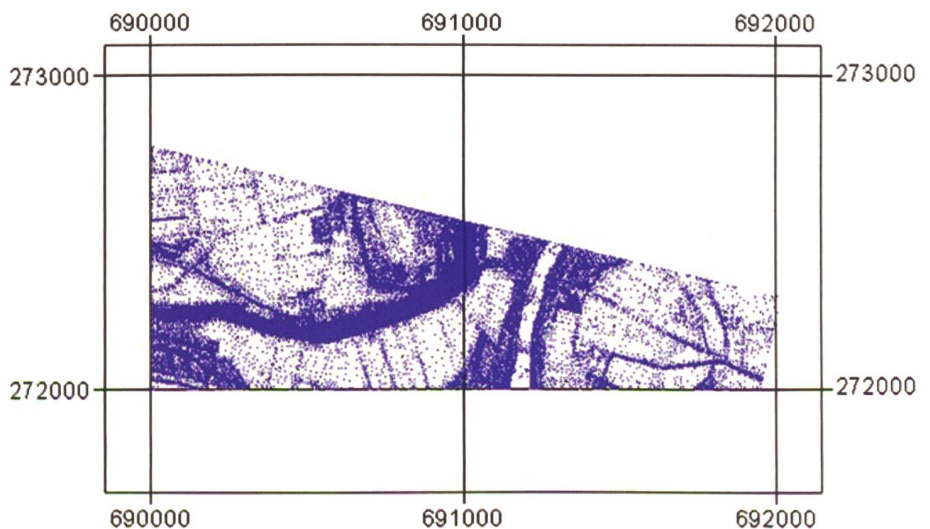
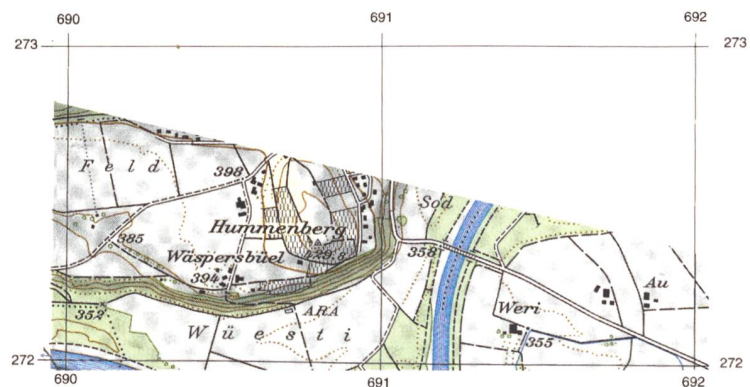


Bild 5. Vergleich von Punktplot und Landeskarte. Mit speziellen Algorithmen bleibt die hydraulisch wichtige Bruchkanteninformation erhalten, Thurauenprojekt 2000.

mehr als nur ein kartografisches Übereinanderlegen verschiedener Prozesse.

Die Beurteilung von Naturgefahren, auch die von Wassergefahren, ist eine interdisziplinäre Aufgabe, die auch als solche gelöst werden muss. Eine Rutschung kann z.B. als Hangprozess in einem geschädigten Waldgebiet beginnen, das Gerinne erreichen und sich dort ablagern. Bei Hochwasser wird das Material transportiert, staut sich am Lawenholz auf, wird zum Murgang und läuft schliesslich in der Planungszone aus. Eine schnittflächenfreie Abgrenzung einzelner «Fachgebiete» ist draussen in der Natur höchstens ein Spezialfall. In der Regel greifen Hangprozesse, Gerinneprozesse und waldbauliche Fragestellungen im selben Perime-

ter ineinander über. Im besiedelten Gebiet immer betroffen ist die Raumplanung.

Gerade die Wechselwirkungen zwischen geologischen Prozessen und Gerinnen im Steilbereich erfordern eine gute Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Geologe. Die gegenseitige Überprüfung von Annahmen bezüglich Eintretenswahrscheinlichkeiten, Mächtigkeiten von Anbrüchen usw. und die gemeinsame Festlegung, welche Szenarien überlagert werden müssen, welche hingegen unabhängig voneinander ablaufen, ist eine wichtiger Schritt zu mehr «Qualität» (Bild 6).

Gute Projekte und Lösungen können daher nur durch eine Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachleuten im Team zustande kommen. Es ist wünschbar, dass auf allen

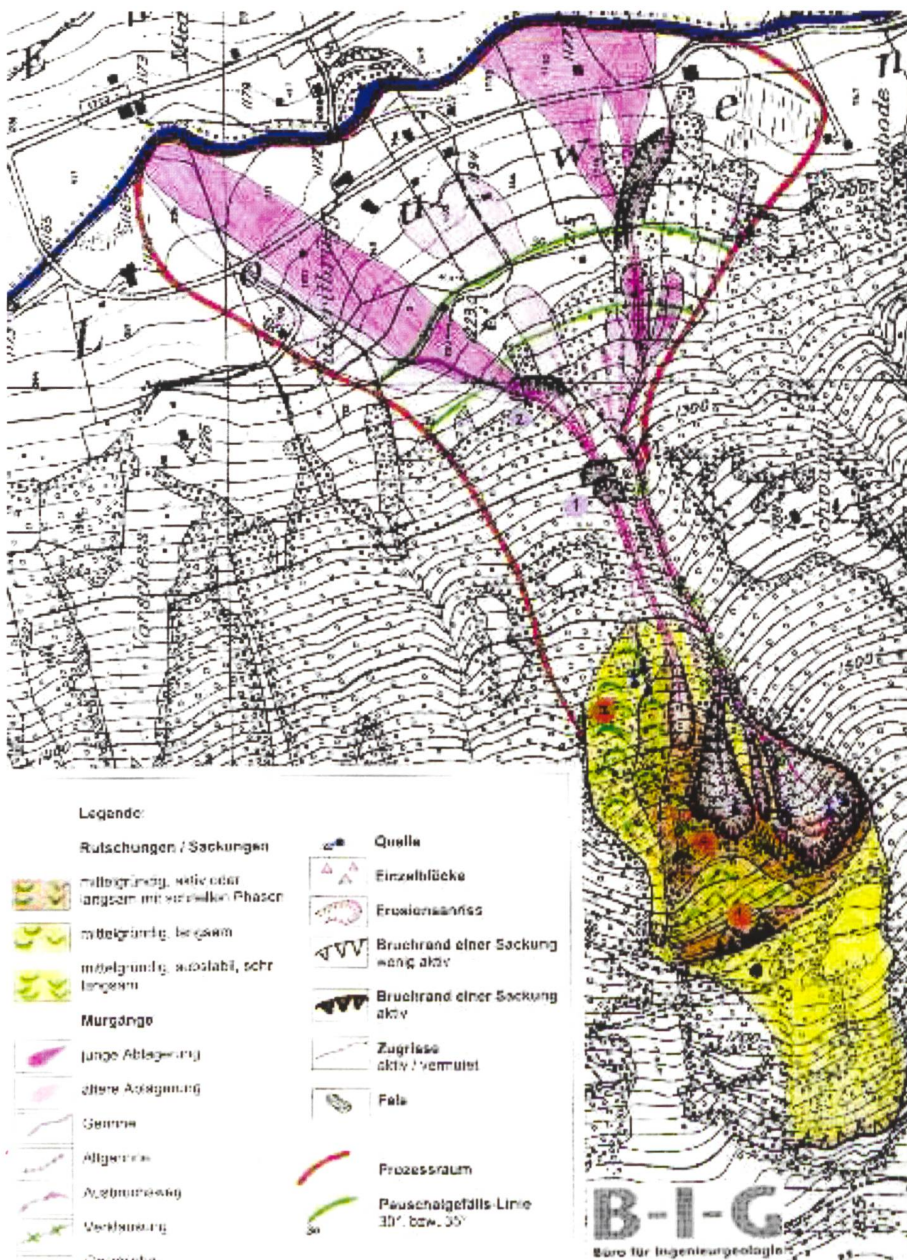


Bild 6. Wechselwirkungen zwischen geologischen und wasserbaulichen Phänomenen sind im Voralpen- und Alpengebiet die Regel, Alpeigraben/Laubach, Lauenen, 2000, Ing.-Gemeinschaft GK Lauenen B-I-G/SK&I.C. Lehmann, Bern. Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie (BA 002824).

Die Publikation

Die «Empfehlungen zur Qualitätssicherung bei der Beurteilung von Naturgefahren» liegt als A4-Broschüre vor. Sie wurde in einer zweijährigen Arbeit von einer Arbeitsgruppe der Planat verfasst. Beteiligt waren praxiserfahrene Fachpersonen aus den Bereichen Geologie, Wasserbau und Forst.

Autoren sind B. Herzog (Vorsitz), H. Keusen, Th. Rageth, O. Lateltin und R. Zobrist.

Bezugsquelle

Die Publikation kann beim Planat-Sekretariat bezogen werden. Sie ist in allen drei Landessprachen erhältlich.

Planat Sekretariat
c/o Bundesamt für Wasser und Geologie
Postfach, CH-2501 Biel.

Ebenen die beteiligten Disziplinen mehr und mehr zu einer offenen, kollegialen Zusammenarbeit finden.

Herausforderung an das Projektmanagement

Seitens der Auftragnehmer wird den breiten Anforderungen meist durch die Bildung von Ingenieurgemeinschaften begegnet. Diese komplexen Arbeitsformen erfordern einen hohen Grad an Strukturierung in der Projektorganisation.

Der gleiche Koordinationsbedarf besteht heute bei den Fachstellen. Auch hier ist es unumgänglich geworden, dass mehrere Disziplinen die Projekte gemeinsam bearbeiten und abwickeln. Auch auf dieser Ebene sind damit die Managementanforderungen gegenüber früher deutlich gestiegen.

Um diesen gestiegenen Anforderungen gerecht zu werden, wird der Aufbau eines strukturierten und professionellen Projekt- und Qualitätsmanagements empfohlen. Ein Projekthandbuch mit verbindlich festgelegten Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung der Beteiligten, Informationsflüssen und detaillierter Qualitätsplanung schafft Transparenz und sollte heute in jedem grösseren Projekt eine Selbstverständlichkeit sein.

Eine gute Lösung zur Sicherstellung der Koordination und der Qualitätssicherung kann die Vergabe dieser Aufgabe an externe Dritte sein.

Qualitätsorientierte Vergabekriterien

Wie können nun die geeigneten Anbieter berücksichtigt werden? Bereits in der Ausschreibung sollen gewisse Anforderungen an

Die Planat

Planat ist die Abkürzung der «Nationalen Plattform Naturgefahren». Sie ist eine ständige ausserparlamentarische Kommission des Bundes gemäss Kommissionsverordnung vom 3. Juni 1996 und untersteht direkt dem amtierenden Bundesrat des Uvek. Die Kommission ist zusammengesetzt aus insgesamt 17 Vertretern der betroffenen Fachbereiche (Raumplanung, Geologie, Forst und Wasserbau) sowie der Bereiche Hochschulen, Privatwirtschaft und Verwaltung.

Weitere Angaben sowie das Mitgliederverzeichnis finden sich unter www.planat.ch

die Produkte (z.B. definierte Genauigkeiten) gestellt und exakt umschrieben werden. Dies erleichtert die Vergleichbarkeit der Angebote.

Werden bereits in der Ausschreibung die Vergabekriterien und deren Gewichtung bekannt gegeben, können diese später rechtsgültig in einer Gesamtbewertung der Angebote eingesetzt werden. Für die Vergabekriterien werden in der Planat-Empfehlung Vorschläge gemacht.

Häufig wird angeführt, solche Anforderungen und Vergabekriterien schliessen Anbieter, welche (noch) nicht über die notwendige Erfahrung verfügen, vom Markt aus. Dies ist nicht von der Hand zu weisen, verhält sich aber nicht anders als in jedem anderen Spezialgebiet. Und wer die Usancen und den

Preisdruck des «Gefahrenkartenmarktes» kennt, weiss, dass beileibe kein Mangel an Konkurrenz herrscht.

Die Planat-Empfehlung

Aus der Anforderung, die qualitätswirksamen Abläufe, Aufgaben und Entscheide aller Beteiligten zu definieren, ergeben sich die in der neuen Empfehlung beschriebenen vier Instrumente zur Qualitätssicherung.

Die Minimalanforderungen

Die verbindliche Festlegung von Minimalanforderungen an Bearbeiter und Produkte erlaubt, Gutachten nach vorgegebenen Kriterien zu beurteilen.

Diese sind z.B. der Stand der Fachkunde, transparente Darlegung aller Interpretationen und Nachvollziehbarkeit. Gutachter haben sich über Fachwissen, Erfahrung und Weiterbildung auszuweisen.

Die Koordination

Die Notwendigkeit der fachtechnischen Koordination zwischen den Fachgebieten und Arbeit im Team ergibt sich aus den interdisziplinären Anforderungen. Die Empfehlung beschreibt die notwendigen Handlungen zur Sicherstellung der Koordination.

Das Projektmanagement

Die Empfehlung gibt einen klar definierten Projektablauf vor, der sich auf kleinere wie auf grössere Projekte anpassen lässt. Die Empfehlung definiert die Koordinationsaufgabe ohne die organisatorischen Strukturen festzulegen.

Ausschreibung und Vergabe

In diesem Kapitel ist ein qualitätsorientiertes Ausschreibungs- und Vergabeverfahren beschrieben. Dazu gehören z.B. Kriterien zur Bewertung von Angeboten und Anbietern und ein Beschrieb der notwendigen Unterlagen.

In einem Anhang werden die Produkte klar definiert und die einschlägigen Arbeitsgrundlagen aufgelistet.

Die Empfehlung wird seit diesem Sommer in unerwarteter Auflage verlangt und benutzt. Es kann mit Fug behauptet werden, dass sie bereits heute zum «Stand der Fachkunde» gezählt werden darf.

Literatur

BWW, Buwal, BRP. Empfehlungen zur Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Biel 1997.

Herzog B., Lehmann C., Spreafico M. (2000): Fehlerquellen und Ermessensspielraum bei der Beurteilung des Feststoffpotenzials in Wildbächen, Interpraevent, Villach, 2000.

Von der Gefahrenabwehr zu Risikokultur, Publikation der Planat 1998.

Einwirkungen auf Tragwerke, Norm des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins Nr. 160, 1989.

Staubli, Kurath & Partner AG: Diverse Projektauswertungen «Gefahrenkarten» 1996–2000.

Adresse der Verfasserin

Beatrice Herzog, dipl. Ing. ETH/SIA, NDS Informationssysteme, Staubli, Kurath & Partner AG, Zürich, Zug, Davos, Bern.

Französisches Wasserwerk setzt weltweit erstmals die Nanofiltriertechnik ein

Kürzlich nahm der Wasserversorger Syndicat des Eaux d'Ile de France in Méry sur Oise nahe Paris eine neue Anlage zur Trinkwassererzeugung in Betrieb. Zum ersten Mal wird dabei die Nanofiltriertechnik eingesetzt, um Flusswasser aufzubereiten. Mit dieser Spitzentechnik kann Trinkwasser mit gleichbleibend hoher Qualität erzeugt werden. Das zu reinigende Wasser wird unter Hochdruck durch Membranen geführt, deren Porosität 10 000-mal feiner ist als ein Haar. Die Membranen filtern auch die am schwierigsten zu beseitigenden Mikroverschmutzungen wie Viren, Bakterien und Pestizide sowie sämtliche organischen Verbindungen aus dem Wasser. Die Membranen bilden ausserdem eine selektiv wirkende Barriere, weil sie einen

Teil der Mineralsalze des Flusswassers entfernen. Das erzeugte Wasser entspricht den strengsten Gesundheitsvorschriften.

Das Wasserwerk von Méry sur Oise verfügt über zwei unabhängig voneinander arbeitende Aufbereitungsketten: eine biologisch arbeitende und diejenige, die auf der Nanofiltration beruht. Die Membrankette der Nanofiltration erzeugt täglich 140 000 m³ Wasser. Die Durchflussleistung der biologischen Kette beträgt 30 000 m³/Tag, kann aber bei Bedarf auf 200 000 m³/Tag gesteigert werden. Somit hat das Wasserwerk eine Kapazität von insgesamt 340 000 m³/Tag.

Eine automatische Steuervorrichtung kontrolliert alle Phasen der Wasserbehandlung und berechnet kontinuierlich die voraus-

sichtliche Nachfrage. Wird eine Wasserverunreinigung festgestellt, dann leitet das Steuersystem automatisch die entsprechende Behandlungsmassnahme ein.

Das vom Wasserwerk in Méry sur Oise aus verteilte Frischwasser ist eine Mischung aus Wasser, das zu 80% aus der Nanofiltration und zu 20% aus der biologischen Kette stammt. Das von der Vivendi-Générale des Eaux betriebene Wasserwerk versorgt 300 000 Haushalte in 39 Gemeinden im Nordwesten der Region Ile de France. Rund 800 000 Verbraucher erhalten somit ein sauberes, weiches und chlorfreies Wasser, das zudem auf ökologische Weise gewonnen wird.

Französisches Informations-Zentrum für Industrie und Technik, Frankfurt am Main