

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105 (1987)
Heft: 33-34

Artikel: Die Werkanalyse: kontradiktorischen Analysen technischer Werke und Prozesse
Autor: Leisi, Rudolf
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76677>

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: 24.01.2026

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

Die Werkanalyse

Kontradiktorischen Analysen technischer Werke und Prozesse

Von Rudolf Leisi, Ipsach

Die Technik und mit ihr die Ingenieure und Architekten sind heute teils vehementer gesellschaftlicher Kritik unterworfen. Aber auch das weitere Umfeld der Technik, wie etwa deren Präsentation, die damit verbundenen Entscheidungsmechanismen usw. sind vermehrt in Frage gestellt. Im Rahmen der SIA-Aktion Innovation sind neue Impulse auch in diesem Bereich sehr gefragt. Eine Arbeitsgruppe in Bern hat sich diesem Problemfeld gewidmet und fasst ihren Verfahrens-Vorschlag zur Durchführung von interdisziplinären und kontradiktorischen Analysen der Auswirkungen technischer Werke und Prozesse im nachfolgenden Beitrag zusammen.



Problemstellung

Im Rahmen der SIA-Aktion Innovation hat sich die Arbeitsgruppe 4 der Sektion Bern dem Thema «Gesellschaft und/contra Technik» angenommen. Die Zusammensetzung der Gruppe (1 Architekt, 1 Planer, 3 Bauingenieure, 1 Geologe, 1 Forst-Ingenieur und 1 Verfahrens-Ingenieur) zeigt ein sehr breites Meinungs-Spektrum, wie es für den SIA durchaus repräsentativ ist.

Dass die Gesellschaft der Technik zunehmend misstrauisch, ja ablehnend gegenübertritt, ist bekannt. Die Gruppe sieht hauptsächlich drei Gründe, die zu dieser unerfreulichen Situation geführt haben:

- ☐ Die bisherige Entwicklung stösst unmissverständlich an physische Grenzen (Umweltbelastung, Land- und Energiebedarf usw.).
- ☐ Psychische Reaktionen auf die eingetretene Beschränkung der Freiräume erschweren technisches Schaffen zunehmend (Gesetzes-Inflation, Misstrauen und Ablehnung der Gesellschaft gegenüber der Technik ganz allgemein).
- ☐ Darüber hinaus wird aber die Technik zum willkommenen Sündenbock für irgendwelche Zivilisations-Krankheiten gestempelt (Alibi-Übungen).

Letztem Punkt kann mit systematischen PR-Aktivitäten begegnet werden, wie sie durch die zuständigen Organe des SIA bereits eingeleitet worden sind. Die ersten beiden Punkte dagegen umschreiben Fakten, die eine Neuorientierung des technischen Schaffens notwendig machen werden.

Ein Überdenken unserer Aktivitäten drängt sich insbesondere in folgenden Punkten auf:

- ☐ Eintreten auf die in der Gesellschaft aufgeworfenen Fragen und Überwinden der Kommunikationskluft zwischen Technik und Gesellschaft durch einen permanenten Dialog.

- ☐ Verantwortungsbewusstes Auswählen aus den technischen Möglichkeiten mit Rücksicht auf gesellschaftliche und ökologische Zusammenhänge.

- ☐ Überwinden von fachspezifischen Beschränkungen durch interdisziplinäres Arbeiten.

Das technische Schaffen hat vor allem durch ständige Weiterentwicklung von Fachdisziplinen zu hervorragenden Einzelleistungen geführt, deren Bedeutung nicht geschmälert werden soll. Allzuoft ist dabei jedoch das etwas zu vereinfachende Vertrauen darauf, dass alles Machbare auch sinnvoll sei, enttäuscht worden. Heute fragt die Gesellschaft mit Recht auch nach der Zweckmässigkeit technischer Werke. Vor dieser Fragestellung den Kopf in den Sand zu stecken, würde einer folgensweren Selbsttäuschung gleichkommen.

Zielsetzungen

Die Zielvorgaben umfassen folgende Punkte:

Dringlichkeit: Die Dringlichkeit der anstehenden Probleme verlangt nach Lösungsansätzen, die unverzüglich anwendbar sind und dementsprechend auf bestehenden Strukturen aufbauen.

Aussagen in der Werkanalyse: Bei technischen Fehlleistungen wird in der Regel nicht die Technik kritisiert, sondern die fehlenden oder mangelhaften Abklärungen der meist unbeabsichtigten Auswirkungen.

Um dieser Kritik zu begegnen, werden in der Werkanalyse die Aussagen der Fachspezialisten zwar voll zur Geltung gebracht, aber gleichzeitig den Aussagen von Fachleuten aus anderen Disziplinen gegenübergestellt. Die Werkanalyse ist somit interdisziplinär und bietet eine fachtechnisch fundierte und gleichzeitig umfassende Entscheidungsgrundlage.

Stellung des Fachspezialisten: In einer anderen Hinsicht jedoch soll die Stellung des Fachspezialisten relativiert, oder besser gesagt, vermenschlicht werden: Man wird von Fachleuten nicht erwarten können, dass ihre Aussagen gewissermassen unfehlbar sind. Gerade in Fragen des Umweltschutzes, die sehr oft emotional diskutiert werden, wird jeder Fachmann auch seine persönliche Einstellung haben, die ihn veranlasst, z.B. auf negative Auswirkungen deutlicher hinzuweisen und positive allenfalls zu verschweigen (oder auch umgekehrt!). Fachleute, die in einem Auftrags- oder Anstellungsverhältnis stehen, sind unter Umständen auch nicht ganz frei, alle ihre Erkenntnisse bekanntzugeben.

Der «kontradiktorische Ansatz»: Der Wahrheitsfindung ist deshalb am besten gedient, wenn zu Sachfragen die Aussage je eines fachlich qualifizierten Befürworters und Gegners des zu beurteilenden Werkes einander gegenübergestellt werden. Die Werkanalyse soll deshalb *kontradiktorisch* durchgeführt werden.

Dieses Vorgehen ist an sich nicht grundsätzlich neu. Das Prinzip von These, Antithese und Synthese hatte seine Bedeutung bereits in der Antike. Die Rechtssprechung arbeitet seit Jahrhunderten mit Anwalt und Verteidiger. Soweit braucht man jedoch gar nicht zurückzugreifen: Die Beurteilung jeder Dissertation stützt sich auf die Aussagen eines Referenten (Befürworter) und Koreferenten (Kritiker) der Arbeit der Doktoranden ab.

Es scheint uns, dass die Beurteilung z.B. von Fragen der Umweltbelastung mindestens mit der gleichen Sorgfalt vorgenommen werden sollte, wie die Beurteilung einer Doktorarbeit.

Gewichtung: Aus der Erkenntnis heraus, dass die Gewichtung von fachspezifischen Aussagen grundsätzlich ein politisches Problem ist, wird im Rahmen der Werkanalyse bewusst auf eine Gewichtung der Aussagen verzichtet.

Dafür wird von den Aussagen verlangt, dass sie allgemein verständlich dargestellt werden. Dadurch wird erst eine sachliche Diskussion der Aussagen einer Werkanalyse möglich, wobei die ausschlaggebende Gewichtung als Resultat einer politischen Auseinandersetzung in den dafür zuständigen Gremien ermittelt wird.

Die Werkanalyse bringt demnach nicht mehr – aber auch nicht weniger! – als die Bereitstellung zuverlässiger Entscheidungsgrundlagen, wie sie bei allen Ermessensfragen benötigt werden.

Dort, wo es einzig um den Nachweis vorgegebener Grenzwerte geht, kann sicher auf ein kontradiktorisches Verfahren verzichtet werden. Demgegenüber dürfte es guter schweizerischer Tradition entsprechen, bei Fragen der Gewichtung die politischen Gremien nicht auszuschalten, sondern mit zuverlässigen Entscheidungsgrundlagen zu unterstützen.

So gesehen erscheint die eher ökonomische Nutzwertanalyse wie ein untauglicher Versuch, die öffentliche Meinung per Computer zu modulieren.

Das Ablaufschema einer Werkanalyse

Erkennen und Auswählen wesentlicher Beurteilungskriterien

Wer eine Werkanalyse durchführen will, wird sich zunächst Klarheit darüber verschaffen müssen, welche Beurteilungskriterien wesentlich sind. Dazu stehen ihm folgende Hilfsmittel zur Verfügung:

- Zwingende öffentlich-rechtliche Vorschriften.
- Schadenanalysen, soweit diese zugänglich gemacht werden können.
- Umfragen, z.B. bei der betroffenen Bevölkerung.
- Kolloquien unter Fachleuten.
- Verfügbare einschlägige Checklisten, Relevanz-Matrix usw.

Da eine erste Auswahl von Beurteilungskriterien kaum abschliessend sein kann, müssen Rückkoppelungsmöglichkeiten offen bleiben. Entscheidend ist bei diesem ersten Arbeitsschritt nicht die möglichst grosse Anzahl von Kriterien, sondern dass alle für eine Entscheidung wesentlichen Kriterien erfasst werden.

Auswahl von kompetenten Referenten und Koreferenten

Die Referenten und Koreferenten bilden zusammen die Werkgruppe. Sie sind einzeln für ihre Aussagen verant-

wortlich. Ein Leiter der Gruppe überwacht den korrekten Ablauf der Analyse. Dabei ist vor allem sicherzustellen, dass die Aussagen der einzelnen Referenten unzensuriert in die Analyse eingehen. Nur so ist die Qualität der Entscheidungsgrundlagen gewährleistet.

Zweckmässigerweise wird als Referent der entsprechende Fachmann aus dem Projektierungsteam bezeichnet. Der Koreferent wäre dann aus den Kreisen der Schutzorganisationen zu rekrutieren oder allenfalls durch die Aufsichtsbehörde zu bezeichnen (z.B. bei einer Umweltverträglichkeitsprüfung gestützt auf USG, Art.9, Absatz 6). Damit wird auf fachlicher Ebene bereits in der Planungsphase ein Dialog zwischen grundsätzlich verschiedenen Standpunkten geführt, was eine optimale Projektbegleitung darstellen dürfte.

Das Resultat der Werkanalyse

Das Resultat der Werkanalyse besteht aus einem Tableau von kontradiktorischen Aussagen zu allen wesentlichen Beurteilungskriterien.

Die Aussagen müssen knapp und allgemein verständlich formuliert sein und werden in der Regel durch technische Berichte begründet. Sie sind datiert und entsprechen dem jeweiligen Stand von Technik und Wissenschaft.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Beurteilung auch auf zurzeit noch offene Fragen führt. In diesem Fall beschränkt sich die Werkanalyse auf eine eindeutige Problemformulierung, die gegebenenfalls zum Ausgangspunkt von Forschungsaufträgen werden kann.

Mit der anschaulichen Gegenüberstellung der Aussagen ist die Werkanalyse abgeschlossen. Jeder Entscheidungsträger wird die Gewichtung der Aussagen selber vornehmen.

Anzumerken wäre noch, dass die Beurteilung der einzelnen Kriterien durch Referenten und Koreferenten gleichzeitig erfolgt, so dass durch die Vielzahl der am Verfahren beteiligten Fachleute keine Verzögerung auftritt. Vielmehr darf mit Synergie-Effekten gerechnet werden, die die Aussagekraft der Analyse erhöhen.

Anwendungsmöglichkeiten von Werkanalysen

Umweltverträglichkeitsprüfungen

Mit einer Werkanalyse können die Auswirkungen technischer Werke und Prozesse umfassend abgeklärt werden. Diese allgemeine Zielsetzung schliesst die spezielle Frage nach den Auswirkun-

gen auf die Umwelt mit ein, wie sie durch das Umweltschutzgesetz heute zwingend gestellt wird. Es ist deshalb naheliegend, UVP-Berichte in der Form von Werkanalysen zu erstellen.

Wir denken dabei vor allem an öffentliche und private konzessionierte Anlagen, weil in einer Werkanalyse auch die Abklärungen zur Begründung dieser Anlagen (vgl. USG, Art.9, Abs.4) enthalten sind.

Vernehmlassungen, Stellungnahmen, Mitwirkung (gem. RPG, Art. 4)

Eine ganze Palette von Einflussmöglichkeiten stehen Fachorganisationen und Interessengemeinschaften offen. So auch dem SIA! Von Kreisen ausserhalb des SIA ist schon oft die Erwartung geäussert worden, der SIA möge insbesondere in den aktuellen Umweltfragen aus seiner vornehmen Reserve heraustreten und eine Art Vordenkerfunktion übernehmen. Ob er diese Herausforderung annehmen kann und will, wird zurzeit in verschiedenen Arbeitsgruppen des SIA erörtert.

In der Form von Werkanalysen wäre es immerhin möglich, der Öffentlichkeit kontradiktorisch abgestützte Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung zu stellen, ohne direkt in den politischen Meinungsbildungsprozess einzugreifen. Sobald der SIA bereit ist, als Standes-Organisation der Öffentlichkeit gegenüber in Fragen der Umweltgestaltung eine Art Treuhänderfunktion zu übernehmen, könnte ein sehr produktiver Dialog einsetzen, von dem erwartet werden dürfte, dass die heute bestehende Kommunikations-Kluft zwischen Technik und Gesellschaft schrittweise mitüberbrückt werden könnte.

Schadenanalysen

Jedermann spricht von Umweltschäden. Wo und wie werden aber systematisch Schadenanalysen vorgenommen? Methodisch können auch Schadenursachen mit Hilfe von Werkanalysen ermittelt werden. Damit werden alle wesentlichen Einflüsse gleichzeitig überschaubar. Allenfalls noch offene Fragen werden klar formuliert. Die Analyse kann gegebenenfalls auch zur Auslösung von Forschungsaufträgen dienen. Für komplexe Probleme wie z.B. das Phänomen «Waldsterben» könnte eine Werkanalyse periodisch wiederholt werden und so die aktuellen Forschungsergebnisse aus verschiedenen Fachgebieten laufend auswerten. Banal ausgedrückt: «Aus Schaden wird man klug!»

Diese Haltung früherer Generationen scheint heute weitgehend einer lähmenden Zukunftsangst Platz gemacht zu haben. An einem Beispiel, das für viele

andere stehen kann, soll abschliessend gezeigt werden, wie systematisch analysierte Schadenfälle zu bedeutenden Innovationen geführt haben:

Dieser Tage wird in der ganzen Welt der 50. Jahrestag der Eröffnung der «Golden-Gate»-Hängebrücke von San Francisco gefeiert. Wer denkt dabei heute noch daran, dass der glanzvollen Entwicklung zu immer noch grösseren Spannweiten, wie es die Golden-Gate-Brücke eindrücklich vorführt, der Ein-

sturz der Tacoma-Narrows-Brücke vorausging, der zu einer systematischen Analyse der möglichen Instabilitäts-Zustände von Hängebrücken zwang?

Analog sind heute die Regelmechanismen der Umwelt ins Schlingern geraten. Es wäre geboten, vor dem Eintritt des Kollapses die Ursachen zu erforschen und daraus die nötigen Kurskorrekturen abzuleiten, um Technik und Natur – wieder? – in harmonischen Einklang zu bringen.

Adresse des Verfassers: R. Leisi, dipl. Bauing. ETH/SIA, c/o Leisi + Messerli, Ländtestrasse 45, 2503 Biel.

Die Arbeitsgruppe 4 des SIA – Bern:

R. Geiger, Architekt, Bolligen
A. Jerin, Bauingenieur, Köniz
R. Leisi, Bauingenieur, Ipsach
P. Lüthi, Bauingenieur, Bern
E. Ramseier, Masch. Ing., Herzogenbuchsee
Dr. N. Sieber, Geologe, Muri
P. Suter, Planer, Mühlethurnen

Abschätzung von Spitzenabflüssen in kleinen natürlichen Einzugsgebieten der Schweiz

Von Elisabeth Kölla, Zürich

Gebräuchliche Hochwasserschätzmethoden werden in der Schweiz praktisch unverändert so verwendet, wie sie vor Jahrzehnten vorgeschlagen wurden. Neuere hydrologische Erkenntnisse und umfangreichere Datenserien stellen die Qualität dieser herkömmlichen Verfahren jedoch in Frage, und die Anpassung einer geeigneten Schätzformel drängt sich auf.

Im folgenden wird eine physikalisch plausible Methode zur Abschätzung starkregenbedingter Hochwasserabflüsse aufgrund einfach zu erhebender Gebietsparameter beschrieben. Die vorgeschlagene Methode basiert auf Abflussmessungen in schweizerischen Einzugsgebieten mit Flächen bis etwa 100 km².

Einführung

Die Ermittlung von Spitzenabflüssen in Einzugsgebieten ohne Direktmessung des Abflusses verlangt, dass mit anderen Kennwerten des interessierenden Gebiets oder der Region gearbeitet wird. Es stehen heute Schätzformeln zur Verfügung, die Abhängigkeiten zwischen Spitzenabfluss und Gebietsparametern auf rein empirische Art beschreiben. Andererseits kennt man auch Verfahren, welche auf physikalischen Modellvorstellungen über die Zusammenhänge zwischen Abflussbildung und Gebietseigenschaften beruhen.

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Frage, ob die heute gebräuchlichen Formeln dem Vergleich mit neueren Auswertungen von Messreihen aus kleineren natürlichen schweizerischen Einzugsgebieten standhalten und welcher Ursache allfällige Mängel sind. Anschliessend wird eine neue Möglichkeit vorgestellt, das Problem der Hochwasserschätzung anzugehen.

Als Grundlage für diese Untersuchungen wurden die Abflussmessserien aus

etwa 170 Gebieten extremwertstatistisch ausgewertet und für jedes Gebiet der 2,33jährige, der 20jährige und, wenn die Messperiode von ausreichender Länge war, der 100jährige Spitzenabfluss bestimmt (2,33 Jahre ist die Überschreitenswahrscheinlichkeit des Mittels aller jährlichen Höchstwerte, sofern diese einer Gumbel-Verteilung folgen). Eine Übersicht über die geographische Verteilung der ermittelten 20jährigen spezifischen Abflüsse gibt Bild 1.

Für die Weiterbearbeitung des Problems ergaben sich die folgenden

Randbedingungen:

- Als Informationsträger für Gebietskennwerte kommen nur Werke in Betracht, welche für die Schweiz lückenlos vorhanden sind. Dies sind in erster Linie Kartenwerte (topographische Landeskarten, thematische Karten) [3].
- Mehrere Fehlerquellen führen bereits bei der Aufarbeitung der Grunddaten auf Verfälschungen der effektiv aufgetretenen Spitzenabflusswerte. Die Güte einer Schätzmethode wird von der Genauigkeit dieses Grund-

bzw. Eichdatenmaterials geprägt. Das Modell kann also höchstens diesen Standard erreichen.

Als Illustration zu letzterem Punkt sei noch angeführt, warum bei Hochwasserdaten in kleinen Einzugsgebieten mit grossen Fehlerbändern gerechnet werden muss:

- Hochwasser werden nicht direkt erhoben, sondern von Pegelstandsmessungen abgeleitet. Für die Pegelstand-Abfluss-Beziehung stehen vor allem in kleinen Einzugsgebieten nur Eichwerte im Mittelwasserbereich zur Verfügung; die daraus abgeleitete Gesetzmässigkeit zwischen Wasserstand und Abfluss muss für hohe Werte extrapoliert werden.
- Pegelstände können in Hochwassersituationen durch Geschiebe verfälscht sein.
- Als Eichgrundlage dienen die Resultate aus einer extremwertstatistischen Auswertung der «Rohdaten» (Abflusswerte mit bestimmtem Wiederkehrintervall). Damit hängt jene stark von der Wahl der Verteilungsfunktion der Stichprobe ab. Besonders bei kürzeren Messperioden (wie sie zurzeit aus kleinen Einzugsgebieten häufig vorliegen) ist diese Wahl kaum eindeutig und deshalb vom Entscheid des Anwenders abhängig. In solchen Fällen besteht ausserdem Unsicherheit bezüglich der Art und Weise, wie auf höhere Jährlichkeiten extrapoliert werden soll.

Konzepte

Erste Schätzmethoden für Spitzenabflüsse an Fliessgewässern der Schweiz wurden bereits Ende des letzten Jahrhunderts angegeben, nachdem 1863 mit der Aufzeichnung von Pegelständen an