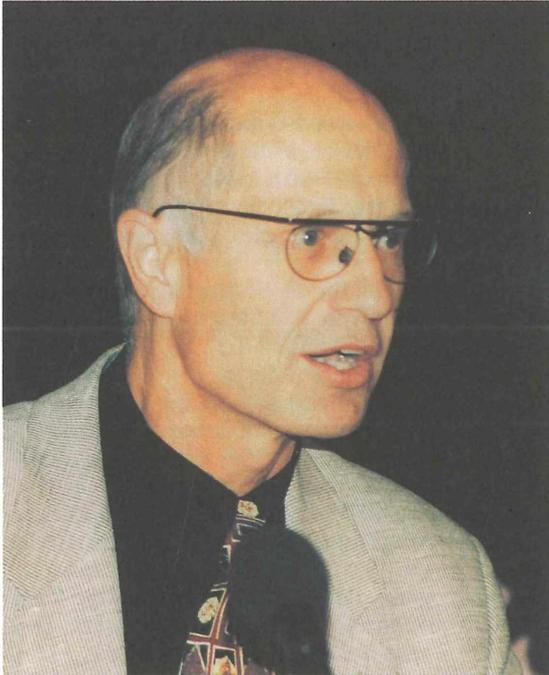


Nutzwertanalytische Ermittlung von Restabflüssen in Ausleitungsstrecken am Beispiel des Kraftwerks Mühlthal (Isar).

Benno BLASCHKE



Benno Blaschke

Kurzbiografie:

- Benno Blaschke, geb. 1.3.1941,
- Studium des Bauingenieurwesens 1963 - 1968 an der TU München,
- Referendarzeit 1968 - 1970,
- Große Staatsprüfung 1970,
- Abteilungsleiter am Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt 1971-1980,
- Referent an der Regierung von Oberbayern 1981-1995. In dieser Zeit fällt auch die Ausarbeitung der Restwasseruntersuchung für die Ausleitungsstrecke des Kraftwerks Mühlthal,
- Seit 1.8.1995 Leiter des Wasserwirtschaftsamtes Ingolstadt.

Die Formulierung des Themas zeigt, daß der Schwerpunkt auf der Darstellung der für die Erarbeitung eines Restwasservorschlags angewandten Nutzwertanalyse liegt.

Örtliche Situation, Anlaß und Arbeitsablauf werden daher zum besseren Verständnis nur ganz kurz dargestellt.

1. Örtliche Situation

- Ausleitungsstrecke des Kraftwerks Mühlthal zwischen Icking und Baierbrunn (9,2 km)
- Im geltenden Bescheid von 1932 keine Restwasserfestlegungen, allerdings seit einigen Jahren freiwillige Abgabe von 2 m³/s bzw. 5 m³/s (Winter/Sommer) durch die Isar-Amperwerke (IAW).

2. Anlaß der Restwasseruntersuchung

- Auslaufen der wasserrechtlichen Gestattung für das Kraftwerk Mühlthal Ende 1994 ermöglichte Wiederbeschickung der Ausleitungsstrecke mit angemessenem Restabfluß
- Auftrag der Obersten Baubehörde 1992 an Regierung von Oberbayern zur Erstellung einer Restwasseruntersuchung „unter Berücksichtigung aller einschlägigen Kriterien“.

3. Arbeitsablauf für Erstellung der Restwasseruntersuchung

- Bildung einer Arbeitsgruppe mit allen einschlägig betroffenen Fachbehörden
- Aufstellung Arbeitsprogramm unter Berücksichtigung aller zu berücksichtigenden Zielbereiche und Ziele; diese wurden wie folgt festgelegt:
 - ⇒ Gewässernutzungen
 - Energieerzeugung
 - Fischerei
 - Freizeit und Erholung
 - ⇒ Umweltaspekte
 - Naturschutz
 - Gewässerbiologie
 - Landschaftsästhetik
 - Fischökologie
 - Emissionsminderung
 - Gewässermorphologie
- Vergabe von Untersuchungsaufträgen (Landschaftsästhetik/Freizeit und Erholung, Naturschutz, Bohrungen)
- Durchführung von Naturversuchen (für 5 Abflußsituationen : 2,7 - 5,2 - 8 - 10,2 - 16,7 m³/s) und Dokumentation der Ergebnisse dieser Naturversuche.

4. Wertung

• Ergebnisse der Fachgutachten

Die sich aus den Fachgutachten ergebenden Restwasserforderungen lagen zwischen 10,3 und 60 m³/s. Eine verbal-argumentative Bewertung ergab damit zunächst eine Eingrenzung der erforderlichen Restwasserabgabe auf den Bereich zwischen 10,3 und 16,7 m³/s.

5. Nutzwertanalyse

5.1 Methodik

Zur evtl näheren Eingrenzung bzw. zur Absicherung der verbalen Bewertung wurde das Verfahren der **Nutzwertanalyse** herangezogen und durch die Einführung einer variablen Gewichtung der Umweltaspekte bzw. Nutzungsaspekte erweitert. Dabei wurden die in den Naturversuchen getesteten Abflüsse von 2,7 - 5,2 - 8 - 10,2 - 16,7 m³/s sowie die aus dem naturschutzfachlichen Gutachten herrührende Restwasserforderung von 60 m³/s als Restwasservarianten in die Untersuchung einbezogen.

Das Verfahren der Nutzwertanalyse baut auf folgenden Grundüberlegungen auf:

Ein direkter Vergleich der aus den Ansprüchen der zu berücksichtigenden Ziele herrührenden Restwasserforderungen ist nicht möglich, da

- die Ziele unterschiedliche Gewichtung besitzen und
- eine einheitliche Wertbasis fehlt.

Während für den Bereich Energieerzeugung die Bewertungsbasis „Geldeinheit“ sinnvoll ist, sind die Auswirkungen unterschiedlicher Restwasservarianten auf den Umweltbereich nicht oder nur schwer zu erfassen.

Als einheitliche Wertbasis wird daher der sog. Nutzwert herangezogen, der sich wie folgt ermittelt:

Jedes berücksichtigte Ziel erhält einen Gewichtungsfaktor, des weiteren wird jede Restabflußvariante innerhalb des jeweiligen Ziels mit einem Zielwert belegt. Durch Multiplikation der Zielgewichte mit den Zielwerten errechnet sich für jedes Ziel ein Teilnutzwert; die Summe der Teilnutzwerte jeder Variante ergibt schließlich den Nutzwert als Vergleichsbasis:

$$\text{Nutzwert} = \sum \text{Zielgewicht} \times \text{Zielwert.}$$

5.2 Zielgewichte

Die fachlichen Anforderungen der verschiedenen Zielbereiche werden zunächst gewichtet, wobei die **Summe der Zielgewichte auf 100** festgelegt wird. Diese Gesamtsumme wird auf die Zielbereiche „Umweltaspekte“ und „Nutzungsaspekte“ in Abhängigkeit von der Zielgewichtung der Umweltaspekte aufgeteilt, der die Variable „p“ zugeordnet wird. Damit erhält der Bereich „Gewässernutzungen“ die Gewichtung (100 - p). Innerhalb dieser beiden Zielbereiche werden für die mittleren Zielgewichte der einzelnen Ziele entsprechend ihrer Bedeutung folgende Annahmen getroffen:

- Gewässernutzungen:
 - Energieerzeugung: 70 % von (100 - p)

- Fischerei: 10 % von (100 - p)
- Freizeit und Erholung: 20 % von (100 - p)

Umweltaspekte:

- Naturschutz: 35 % von p
- Gewässerbiologie: 30 % von p
- Landschaftsästhetik 5 % von p
- Fischökologie: 10 % von p
- Emissionsminderung: 5 % von p
- Morphologie 15 % von p

5.3 Zielwerte

Weiterhin erhalten die 6 verschiedenen, in die Untersuchung einbezogenen Restwasservarianten innerhalb der gewählten Zielbereiche eine Punktbewertung auf einer 11 stufigen Werteskala, wobei 10 die beste und 0 die schlechteste Bewertung darstellt. Zwischen diesen Eckpunkten werden die Wertpunkte (= Zielwerte) entsprechend dem Erfüllungsgrad der fachlichen Anforderungen des jeweiligen Ziels durch die Restwasservarianten vergeben.

Als Bezugsgrößen für die Festlegung der Zielwerte in Abhängigkeit von den Restwasserabgaben für die einzelnen Ziele wurden die

- Energieerzeugungsverluste
- mittlere Strömungsgeschwindigkeit
- Zunahme der benetzten Fläche
- mittlere Wassertiefe
- Foto- und Videodokumentation,
- Ergebnisse der Stellungnahmen der Fachbehörden bzw. Gutachten zu den einzelnen Zielen herangezogen.

Die Festlegung der Zielwerte für einige Zielbereiche soll an einigen Beispielen erläutert werden:

• Energieerzeugung

Maßstab für die Festlegung der Zielwerte ist die durch die Restwasserabgabe verursachte Minderung der Energieerzeugung. Somit erhält die Restwasserabgabe von 0 m³/s den Zielwert 10, während einer Abgabe von 25 m³/s, die den Beginn des unwirtschaftlichen Kraftwerksbetriebs markiert, der Zielwert 0 zugeordnet wird; die Zielwerte für dazwischen liegende Abflüsse werden entsprechend den errechneten Energieerzeugungsverlusten interpoliert.

• Fischerei, Fischökologie

Kriterien für die fischereiliche Qualität des Gewässers sind in erster Linie die für das Vorkommen und die Fortpflanzung typischer Fischarten erforderlichen Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen. Aus den im fischereifachlichen Gutachten hierzu aufgeführten Schwellenwerten läßt sich die Zielwertverteilung zwischen den Grenzwerten $Q_R = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ (= Zielwert 0) und $Q_R = 16,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (= Zielwert 10) beschreiben.

• Freizeit und Erholung

Maßgebliche Aktivität in diesem Bereich ist das Baden (mit Sonnen auf Kiesbänken), die hierfür erforderlichen Voraussetzungen sind Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit. Der Abfluß von 0 m³/s erhält den Zielwert 0, die Zuordnung des Zielwertes 10 zum Abfluß von $Q_R = 13,5 \text{ m}^3/\text{s}$ wird durch den Wunsch der Erholungssuchenden nach Erhalt ausreichend großer Kiesflächen zum Sonnen bestimmt. Die dazwischen liegenden Zielwerte werden ent-

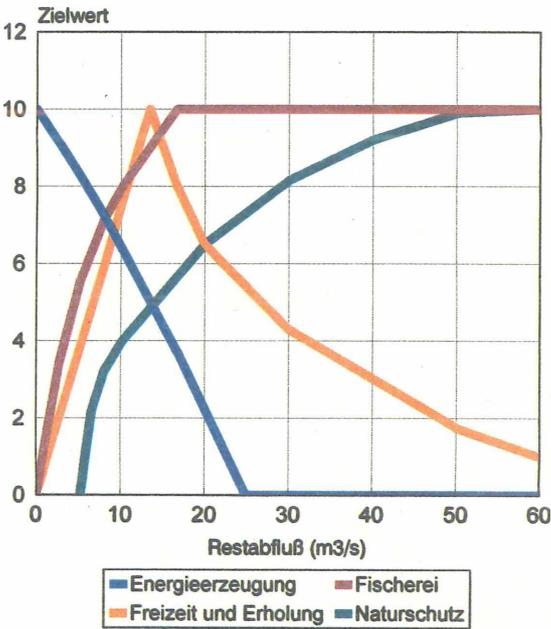


Abbildung 1
Beispiele für Zielwertverläufe

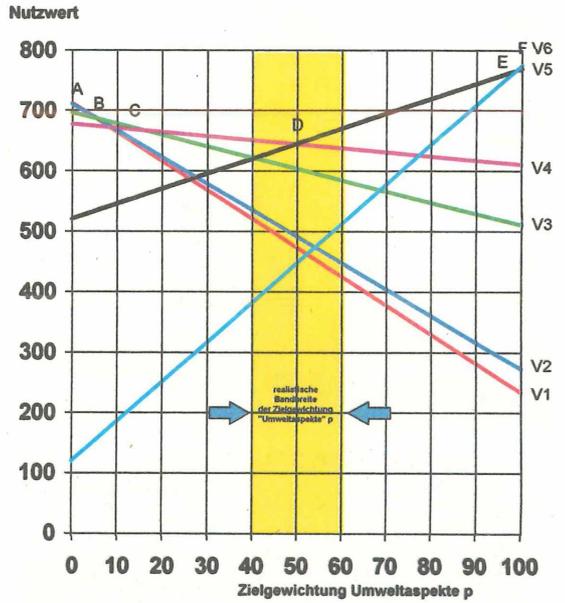


Abbildung 3
Nutzwerte der Restwasservarianten in Abhängigkeit von der Zielgewichtung der Umweltaspekte p

sprechend der Zunahme von Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit interpoliert. Wegen des deutlichen Rückgangs der Kiesflächen geht der Zielwert bei einem Abfluß über 13,5 m³/s umgekehrt proportional zur Wassertiefe zurück.

• **Naturschutz**

Das Fachgutachten des Naturschutzes, dem umfangreiche ökologische Untersuchungen zugrundeliegen, nennt einen mittleren Abfluß von 60 m³/s als notwendig zur Abdeckung der fachlichen Zielvorstellung hinsichtlich Fließgewässerdynamik und Grundwasserstand in den Auen, der damit den Zielwert 10 erhält. Die Zielwerte der zwischen 0 und 10 m³/s liegenden Restabflüsse werden entsprechend dem Anstieg des Wasserstandes interpoliert.

Der Verlauf der Zielwerte für die o.g. Ziele ist in der Abbildung 1 dargestellt.

6. Nutzwertanalyse

• **Ermittlung der Nutzwerte der 6 untersuchten Restwasservarianten**
Die Matrix der Zielgewichte und Zielwerte zur Ermittlung der Nutzwerte ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die Nutzwerte N der untersuchten 6 Restwasservarianten (2,7 - 5,2 - 8 - 10,2 - 16,7 m³/s) stellen sich als von der Variablen p (= Nutzwert der Umweltaspekte) abhängige Geradengleichungen dar.

Diese Geraden sind grafisch in Abbildung 3 dargestellt.

ZIELBEREICH	ZIELWERT						ZIEL-GEWICHT (Summe 100)
	Restabflußvarianten (m³/s)						
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	
	m³/s						
	2,7	5,2	8	10,2	16,7	60	
GEWÄSSERNUTZUNGEN							(100 - p)
- Energieerzeugung	9,11	8,25	7,23	6,35	3,73	0	0,7 x (100 - p)
- Fischerei	3,43	5,57	7,14	8	10	10	0,1 x (100 - p)
- Freizeit und Erholung	2	3,85	5,93	7,63	8	1	0,2 x (100 - p)
UMWELTASPEKTE							p
- Naturschutz	0	0	3,5	3,8	4,3	10	0,35 x p
- Gewässerbiologie	0	0	3,37	6,14	10	10	0,30 x p
- Landschaftsästhetik	1	5,23	5,86	6,49	10	5	0,05 x p
- Fischökologie	3,43	5,57	7,14	8	10	10	0,10 x p
- Emissionsminderung	9,11	8,25	7,23	6,35	3,73	0	0,05 x p
- Morphologie	10	10	10	10	10	0	0,15 x p

Nutzwert einer Variante = Summe (Zielwert x Zielgewicht)

Die Nutzwerte der einzelnen Varianten stellen sich damit als Geradengleichungen dar

$$N_{V1} = 712 - 4,77 p$$

$$N_{V2} = 710 - 4,37 p$$

$$N_{V3} = 696 - 1,86 p$$

$$N_{V4} = 677 - 0,77 p$$

$$N_{V5} = 521 + 2,48 p$$

$$N_{V6} = 120 + 6,55 p$$

Abbildung 2
Nutzwertanalytische Berechnungsgrundlagen

• **Eingrenzung der Zielgewichtung p der Umweltaspekte**
Die Maxima der Nutzwerte liegen auf dem Linienzug A - B - C - D - E - F (Abbildung 3). Zur Festlegung der zu wählenden Restwasservariante ist die Eingrenzung von „p“ erforderlich.

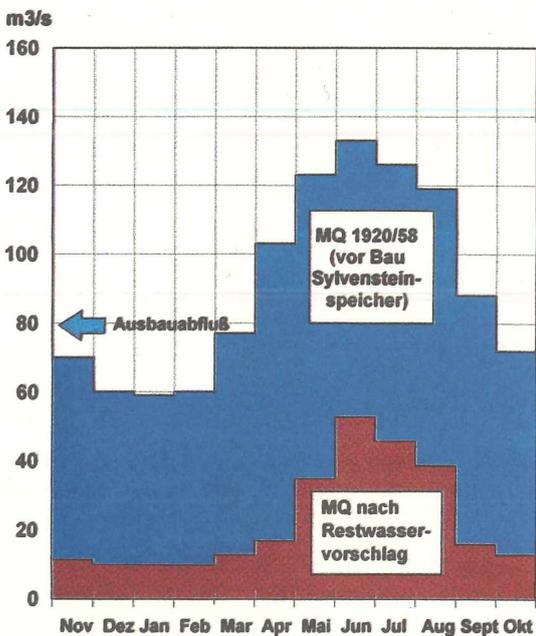


Abbildung 4

Darstellung der Monatsmittel des Abflusses

Die Festlegung der Zielgewichtung p für die Umweltaspekte ist im wesentlichen von der gesellschaftspolitischen Wertung dieser Belange gegenüber den ökonomischen Interessen abhängig und daher eine sich ändernde Größe. Aus den Zielen des Landesentwicklungsprogramms läßt sich die Forderung nach einem ausgewogenen Verhältnis zwischen den ökonomischen und ökologischen Belangen herleiten. Dieser Forderung nach angemessener Berücksichtigung beider Aspekte wird Rechnung getragen, wenn die Bandbreite der Zielgewichtung der Umweltaspekte auf $p = 40 - 60$ eingegrenzt wird.

In diesem Bereich liegen die Varianten V4 und V5 mit $Q_R = 10,2$ bzw. $16,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

- **Sensitivitätsuntersuchung**

Die Aussagekraft und Zuverlässigkeit der aus der Nutzwertanalyse gewonnenen Ergebnisse hängt ganz wesentlich von der Qualität der Berechnungsgrundlagen, also der Verteilung der Zielwerte und Zielgewichte ab. Nicht für alle Ziele lassen sich die Kriterien und damit die Zielwertverteilung so eindeutig bestimmen wie z.B. für das Ziel Energieerzeugung. Auch die getroffene prozentuale Verteilung der Zielgewichte zwischen den einzelnen Zielen innerhalb der Zielbereiche „Gewässernutzungen“ und „Umweltaspekte“ läßt einen Spielraum offen.

Um die Empfindlichkeit der nutzwertanalytischen Untersuchung zu überprüfen, wurden daher sowohl Änderungen der Verteilung der Zielgewichte auf die Ziele der Zielbereiche als auch mögliche Varianten der Zielwertverteilung einbezogen, so daß sich 18 zusätzliche Kombinationen für die Nutzwertberechnung ergaben.

Damit ergeben sich für die Nutzwertmaxima Streubereiche, die das Ergebnis (Restwasserabgabe zwischen $Q_R = 10,2$ und $16,7 \text{ m}^3/\text{s}$) bestätigen.

- **Festlegung des Restabflusses**

Da die Sensitivitätsuntersuchung eine Tendenz zum höheren der beiden in Frage kommenden Restabflüsse $Q_R = 10,2$ und $16,7 \text{ m}^3/\text{s}$ erkennen läßt, wurde eine ganzjährige durchschnittliche Restwasserabgabe von

$$Q_R = 14 \text{ m}^3/\text{s}$$

als ökonomisch und ökologisch ausgewogen vorgeschlagen.

- **Berücksichtigung der natürlichen Abflußcharakteristik**

Restwasserabflüsse sollten so gestaffelt werden, daß die Abflußcharakteristik des natürlichen Dargebots im Jahresablauf in etwa gewährleistet und eine den ursprünglichen Verhältnissen angenäherte Abflußdynamik erhalten bleibt.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde eine monatliche Staffelung zwischen 10 und $18 \text{ m}^3/\text{s}$ vorgeschlagen, die den natürlichen Abflußgang auf niedrigerem Niveau nachbildet (Abbildung 4).

7. Zusammenfassung

Die Nutzwertanalyse bietet die Möglichkeit, nicht unmittelbar vergleichbare Ziele auf der dimensionslosen Basis des Nutzwerts gegeneinander abzuwägen.

Die Qualität der Ergebnisse ist wesentlich von den Entscheidungsgrundlagen, vor allem von der Festlegung der Zielwerte abhängig; hier besteht noch Forschungsbedarf.

Die Vorteile des vorgestellten Verfahrens können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Durch Berücksichtigung von Schwankungsbreiten bei den Zielgewichtungen (und, falls erforderlich, auch bei den Zielwerten) kann die Empfindlichkeit der Methode geprüft und damit die Subjektivität der Festlegungen relativiert werden.
- Durch die Darstellung der Zielgewichtung für den Zielbereich „Umweltaspekte“ als Variable wird der Tatsache Rechnung getragen, daß das Verhältnis der Gewichtung der ökologischen zu den ökonomischen Belangen eine gesellschaftspolitische und damit Veränderungen unterworfenen Entscheidung ist.
- Die nutzwertanalytische Behandlung in der genannten Art ist damit transparent, d. h. die Annahmen können jederzeit nachvollzogen und, falls nicht sicher begründet, durch Schwankungsbreiten in den Ansätzen berücksichtigt werden.

Kritik an dem Verfahren der Nutzwertanalyse wurde nicht nur während des Planfeststellungsverfahrens für das Kraftwerk Mühlthal laut, auch in der jüngeren Vergangenheit in Fachzeitschriften.

Trotzdem – ohne auf einzelne Kritikpunkte einzugehen – halte ich es, bei Klärung noch bestehender Grundlagendefizite, als Ergänzung zu einer verbalargumentativen Bewertung für ein Verfahren, mit dem sinnvolle Ergebnisse erzielt werden können.

Anschrift des Verfassers:

Baudirektor
Benno Blaschke
Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt
Paradeplatz 13
D-85025 Ingolstadt

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [4_1997](#)

Autor(en)/Author(s): Blaschke Benno

Artikel/Article: [Nutzwertanalytische Ermittlung von Restabflüssen in Ausleitungsstrecken am Beispiel des Kraftwerks Mühlal \(Isar\) 79-82](#)