

jekten sollen bewirken, eine kostensparende Reduktion des Umfangs der Beweissicherungen zu erreichen. Ideenfindungsprozesse für neue Forschungsprojekte sollten an diesen betriebswirtschaftlichen Zielsetzungen orientiert werden.

Dipl.-Ing. Hubert A. Steiner  
Verbund-Elektrizitätserzeugungs-GmbH, Klagenfurt

## **Flußkraftwerke an der Drau – Ökologische Auswirkungen gestalterischer Maßnahmen und deren betrieblich/technische Hintergründe**

### **1. Einleitung**

Dem Thema der Tagung „Werteskala für ökologische Entscheidungen“ folgend soll der Versuch unternommen werden, die Auswirkungen von technischen und betrieblichen Maßnahmen aus dem Gesichtsfeld der Ökologie zu werten. Es ist jedoch klar, daß monetäre Bewertungen sinnvoll nicht möglich sind, da sie das subjektive Empfinden des Bewerter widerspiegeln, aber auch von den jeweils geltenden allgemeinen Randbedingungen, die ständig Änderungen unterliegen und zusätzlich von der aktuellen Tagesproblematik beeinflußt werden.

Dies soll jedoch nicht das Ziel dieser Ausführungen sein, vielmehr geht es um die Darstellung der ökologischen Auswirkungen auf das Gesamtsystem (= Ökosystem) Flußkraftwerk(skette). Weiters wird versucht darzustellen, daß eine Kraftwerkskette zahlreichen Einflüssen, innerbetrieblichen wie auch von außen wirkenden, unterliegt und somit kein statisches Gebilde darstellt. Dies erfordert für viele Detailbereiche Managementmaßnahmen, die jedoch immer aus einer Gesamtschau zu betrachten und zu werten sind.

Dazu ist es erforderlich, die Entstehungsgeschichte der Flußkraftwerke an der Drau aus dem Gesichtspunkt der technischen Entwicklung des nahezu 50 Jahre dauernden, energiewirtschaftlichen Ausbaues zu beleuchten, weiters die Veränderung der Rahmenbedingungen aufzuzeigen sowie Einflußnahmen, vor allem von außen, darzustellen.

### **2. Geschichte des Drauausbaues in Kärnten**

In einer bereits 1910 vorgestellten Studie der Studienabteilung der k.u.k. Eisenbahndirektion in Wien, die systematisch die Wasserkräfte der österreichischen

Alpen zur Gewinnung von elektrischer Energie untersuchte, wurde der Drau in Kärnten bescheinigt, daß sich an zahlreichen Stellen unter günstigen Bedingungen Wasserkraftanlagen mit hohen Leistungen errichten lassen (*Ludescher, 1992*). In den Folgejahren wurden zahlreiche weitere Studien zur energiewirtschaftlichen Nutzung durchgeführt, als deren Ergebnis schließlich 1938 der Baubeginn des KW Schwabeck zu sehen ist.

Nach Schwabeck und Lavamünd, deren erste Maschinensätze 1942 bzw. 1944 ihren Betrieb aufnahmen, wurde das Kraftwerk Edling als dritte Stufe an der Kärntner Drau im Jahr 1962 in Betrieb genommen.

Vorangegangen waren weitere intensive Studien der topographischen und technischen Gegebenheiten und Möglichkeiten zur energiewirtschaftlichen Nutzung der Drau oberhalb der Stauwurzel des KW Schwabeck.

Von einer 10-Stufen-Lösung zwischen Villach und Schwabeck im Jahre 1952 – auf einer Länge von 85 km weist die Drau eine Rohfallhöhe von 116 m auf – über eine Stufenteilung mit sieben Kraftwerken im Jahre 1962 bis zur Teilung dieser Strecke in fünf Stufen aus dem Jahre 1965 wurden zahlreiche Varianten untersucht. Dieser Rahmenplan 1965 war schließlich die Grundlage – ab Fertigstellung von Edling, nach der die Kraftwerke an der Mittleren Drau bis Villach zwischen 1965 und 1974 ausgeführt wurden (*Werner, 1963; Magnet, 1967; Ludescher, 1992*).

Heute wird die Drau auf einer Gesamtlänge von 147 km zwischen Paternion und Lavamünd mit einer Rohfallhöhe von 175,7 m in einer geschlossenen Kette von zehn Flußkraftwerken energiewirtschaftlich genutzt. Als letzte Stufe wurde das KW Paternion 1988 in Betrieb genommen (Abb. 1).

Bei einer installierten Leistung von 587,7 MW beträgt das Regelarbeitsvermögen der Kraftwerkskette an der Drau 2,718 GWh/a.

Die Kraftwerke unterscheiden sich auf Grund der optimalen Anpassung an die topographischen Gegebenheiten durch Fallhöhen zwischen rund 10 m (Paternion, Kellerberg, Villach und Schwabeck) und über 20 m (Rosegg-St. Jakob, Feistritz-Ludmannsdorf, Ferlach-Maria Rain, Annabrücke, Edling und Schwabeck), wobei Annabrücke mit 25,6 m die höchste Stufe darstellt. Aus diesen Randbedingungen heraus ergaben sich naturgemäß unterschiedlichste Verhältnisse hinsichtlich der Stauraumgrößen und den daraus resultierenden Gestaltungsmöglichkeiten.

Schmale Stauräume im Oberlauf der Drau bis Villach, relativ große, zum Teil breite Stauseen im Rosental für die Stufen Rosegg-St. Jakob bis Annabrücke sowie für das KW Edling (bis 1.200 m) im beginnenden Jauntal, und schließlich die engen, verkehrstechnisch kaum erschlossenen Stauräume der erstgebauten Stufen

Schwabeck und Lavamünd in der anschließenden Schluchtstrecke des Jauntales verdeutlichen die Ausnutzung der vorgefundenen topographischen Gegebenheiten.

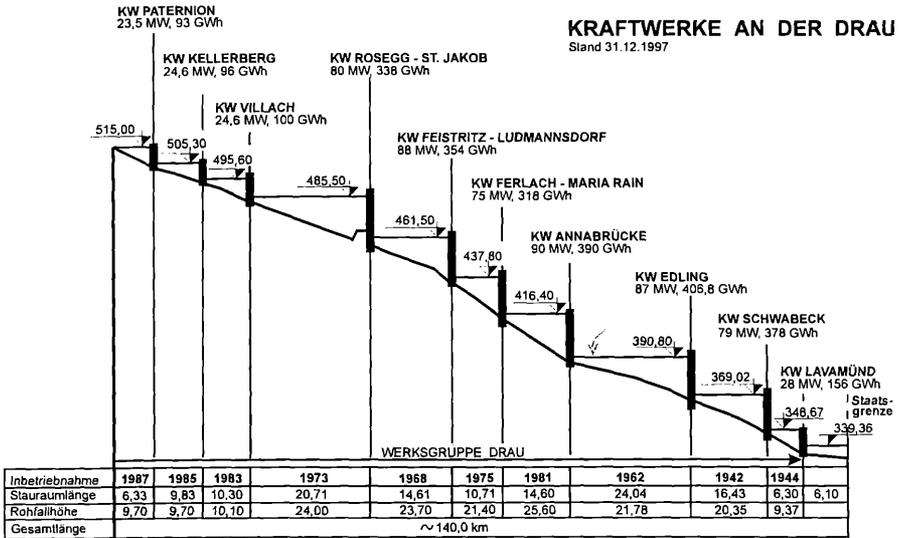


Abb. 1: Flußkraftwerke an der Drau in Kärnten – Längenschnitt.

Die Anlagen spiegelten aber auch den jeweiligen Zeitgeist ihrer Entstehung wider und waren oftmals Anlaß zu Kritik. Teilweise konnten sich die Stauräume aufgrund günstiger Randbedingungen relativ ungestört entwickeln und stellen heute ökologisch wertvolle Bereiche dar, wie z. B. der Stauraum von Schwabeck (Steiner und Schratter, 1992). In anderen mußte ordnend eingegriffen werden, einerseits um Verbesserungen hinsichtlich gestalterischer Mängel im Sinne der heute gültigen ökologischen Grundsätze zu schaffen und andererseits um Nutzungskonflikte zwischen den Interessen des Naturschutzes und den Freizeitaktivitäten zu minimieren (Kelenc, 1986; 1988a; 1988b; Steiner, 1989a; 1994).

Die zehn Flußkraftwerke an der Drau wurden in drei Werksgruppen – Obere Drau, Mittlere Drau und Untere Drau – ferngesteuert betrieben. Heute werden sie als eine Werksgruppe vom Führungskraftwerk Feistritz-Ludmannsdorf aus gesteuert. Im „normalen Betriebsfall“ sind die Anlagen unbesetzt, nur im Hochwasserfall ist eine Besetzung der Anlagen vorgesehen.

Somit stehen heute 147 km Drau in einer geschlossenen Kraftwerkskette der energie-wirtschaftlichen Nutzung zur Verfügung. Für 22 km, von der Stauwurzel in Pater-nion flußaufwärts bis zum Unterwasser des Kraftwerkes Malta, bestehen konkrete

Ausbauvorstellungen, deren Realisierung auf Grund der derzeit herrschenden elektrizitätswirtschaftlichen und marktpolitischen Gegebenheiten in weite Ferne gerückt ist.

### **3. Änderung der energie- und gesellschaftspolitischen Rahmensituationen**

Die Energieproduktion stand beim nunmehr über 50 Jahre dauernden Ausbau an der Drau stets im Vordergrund. Ökologische Maßnahmen, wie z. B. die Erhaltung von Feuchtgebieten oder die Schaffung von Flachwasserbereichen, waren teils bewußt, teils unbewußt Bestandteil einer umfassenden Planung, da seinerzeit weder Natur- noch Umweltkonzepte Formulierungen für diesen Themenkreis entwickelten bzw. vorgaben.

Berechtigte, zum Teil auch unberechtigte Kritik ließ nicht nur den Gesetzgeber, sondern auch den planenden Ingenieur eine gewaltige Entwicklung durchlaufen. Das Ergebnis dieser Zeiterscheinung läßt sich in neuen, noch umfassenderen, deshalb nicht immer sachlicheren Planungen darstellen, von den Schwierigkeiten einer ökonomischen Umsetzung nicht zu reden.

Jedoch auch ein weiterer Faktor darf nicht unterschätzt werden: die Natur und ihre Sukzessionsmöglichkeit selbst.

Wenn es gelungen war, der Natur Freiräume für ihre Entwicklung bereitzustellen, hat sie diese auch erkannt und angenommen. Zahlreiche positive Beispiele zeugen davon. Heute verwenden wir unsere ganze Kraft dazu, diese Bereiche für die Natur zu erhalten, teilweise mit, leider notwendigerweise, restriktiven Maßnahmen.

Der gestaute Flußlauf ist dankbar für Freiräume, wo sich Anlandungs- und Abtragungsbereiche abwechseln und ökologisch interessante Bereiche mit naturräumlichen Besonderheiten entwickeln können. Es ist jedoch auch möglich, konzeptiv diese Freiräume bewußt zu gestalten, um der Sukzession bessere Startmöglichkeiten zu bieten (*Steiner, 1994*).

Die Verantwortung gegenüber der Umwelt und die Ansprüche der Öffentlichkeit an sie sind heute ungleich höher. Die nunmehrigen daraus sich ergebenden technischen, ökonomischen, ökologischen und ökosozialologischen Rahmenbedingungen erschweren oft konkrete Entscheidungsfindungen. Deshalb müssen bei einer betrieblich orientierten, technisch-wirtschaftlichen Optimierung verstärkt Umweltgedanken Berücksichtigung finden. Eine nicht ganz leichte Aufgabe.

### **4. Entwicklung der Planungsgrundsätze**

Während die Stauräume Schwabeck und Lavamünd in der 80 bis 100 m tiefen Draueinschnittstrecke des unteren Jauntales entstanden, wobei Begleiterrassen nicht

angestaut wurden, waren die topographischen Verhältnisse beim Weiterbau ab Edling grundsätzlich anders gelegen.

Die Stauhaltungen kamen teilweise in flachen Talaufweitungen des oberen Jaun-, des Rosen- und Drautales oberhalb von Villach zu liegen. Damit ergaben sich umfangreiche Planungsarbeiten für die Stauraumgestaltungen (*Kelenc, 1986*), wie

Dammbauten zum Schutz landwirtschaftlicher Nutzflächen und Siedlungsgebiete,  
Entwässerungen der Dammhinterländer,  
Verkehrsbauten,  
Beherrschung des Geschiebetriebes,  
Beherrschung der Verlandungstendenzen,  
flußbauliche Maßnahmen zur späteren Wiedergewinnung landwirtschaftlicher Nutzflächen,  
Hochwasserschutz,  
Erhaltung von Auwaldbereichen,  
Schaffung von Feuchtbiotopen,  
Erhaltung bzw. Schaffung sonstiger infrastruktureller Einrichtungen,

wobei bei der Projektrealisierung von den Anrainern vor allem der Hochwasserschutz sehr hoch bewertet wurde und teilweise Schlüssel für die Realisierung der Projekte war (*Hautzenberg, 1982; Schröfelbauer, Steiner und Kugi, 1988; Steiner, 1989b*).

Heute stehen die Chancen einer Projektverwirklichung mit hohem Hochwasserschutz den Intentionen des Natur- und Landschaftsschutzes gegenüber und schaffen zusätzliche Konflikte (*Steiner, 1991; 1992*) im Entscheidungsfindungsprozeß.

## **5. Externe Einflüsse**

Drei Parameter bestimmen im wesentlichen die Gestaltungsmaßnahmen bzw. den Gestaltungsspielraum in und an den Stauräumen.

Es ist dies einerseits die Gewässergüte der Drau, weiters der Feststofftransport des Flusses mit der einhergehenden Verlandungsentwicklung in den Stauräumen sowie das latente Konfliktpotential der Nutzungsansprüche aus der Freizeitnutzung.

### *5.1 Gewässergüte der Drau*

Bis Ende der achtziger Jahre war die Drau ab Villach vornehmlich durch die Abwässer aus Zellstoffwerken und anderen Industriebetrieben belastet. Im gesamten Flußverlauf zeigte sich ein Wechselspiel zwischen Belastung und der im Rahmen der Fließzeiten möglichen Selbstreinigungsprozesse, wobei Güteverschlechterungen bis hin zu Gewässergüteklasse III – IV festgestellt wurden. Nach dem Ausbleiben der starken Belastungen durch die Schließung der Zellstoffwerke ab 1990 kam

es in den Stauhaltungen ab Villach zu einem starken Rückgang der Gehalte an biochemisch leicht abbaubaren Wasserinhaltsstoffen mit einem Minimum im Bereich der Stauhaltung des KW Annabrücke. Dies ist dadurch erklärbar, daß nach dem Ausbleiben der Abwasserbelastungen die benthische Biomasse noch den früheren Belastungsverhältnissen angepaßt war und diese solange eine Abminderung bewirkte, bis die biozönotische Umstellung nach mehreren Jahren erfolgt war. Auch die Phosphat-Werte der Draustau sind nicht unmittelbar nach Ausbleiben der Belastung zurückgegangen, sondern erreichten ihren Tiefpunkt mit vier Jahren Verzögerung. Daher ist von einer über lange Jahre erfolgenden Rücklösung von sedimentären Altlasten auszugehen, die letztlich erst ab 1993 zum heutigen niederen Orthophosphatwert in der Drau führte.

Diese niederen Phosphor-Werte, wie sie den Kärntner Draustauen eigen sind, sind allerdings stark wachstumslimitierend und lassen nur wenig Möglichkeiten für fotoautotrophe Produktionen im Hauptstrom zu. Die Wasserinhaltsstoffe bewegen sich im Hinblick auf Belastungen eher im Bereich des geogenen als anthropogen beeinflussten Umfeldes.

Das biologische Gütebild der energiewirtschaftlich genutzten Drau entspricht heute der Klasse II, teilweise sogar besser (*Steiner, Polzer und Fercher, 1998*).

## 5.2 Feststofftransport und Verlandungsentwicklung

Bereits zu Beginn der Projektierungsarbeiten für das KW Edling wurden die mittleren jährlichen Schwebstofftransportraten mit ca. 1,5 Mio. m<sup>3</sup> und die Geschiebetransportraten mit ca. 150.000 m<sup>3</sup> hochgerechnet. Diese Prognose stimmt mit den bis heute gemessenen Werten verblüffend überein (*Baumbachl, 1996*).

Die Reduktion der Fließgeschwindigkeit in den Stauräumen bedingt das Absetzen der mitgeführten Feststoffe, was zu Verlandungen führt. Durch Managementmaßnahmen ist die Betriebs- und Hochwassersicherheit der Anlagen zu gewährleisten.

Ohne näher auf die Verlandungsphilosophie, -überwachung und -entwicklung einzugehen, verdeutlichen die zuvor genannten Summen, daß deren Beherrschung doch einen beträchtlichen Teil des Überwachungsaufwandes darstellt.

Vor allem in Stauräumen, in welche große Seitenzubringer einmünden, wie jene des KW Rosegg-St. Jakob oder KW Edling, muß daher ordnend eingegriffen werden. Da der Verlandungszustand, selbstverständlich in Abhängigkeit der hydrologischen Ereignisse, in absehbarer Zeit zunehmend wird, erfordert dies eine gezielte und vorausschauende Bewirtschaftung, nicht nur der genannten zwei, sondern über alle Stauräume der Kraftwerkskette.

### 5.3 Freizeitnutzung

Der zunehmende Drang des Menschen an die Gewässer und der damit entstehende Nutzungsdruck auf Gewässer und deren Umfeld wird insbesondere im Bereich gestauter Flußabschnitte immer größer. Dies läßt darauf schließen, daß auch das „umgestaltete Gewässer“ vielfach dem Naturempfinden der erholungssuchenden Menschen unserer Wohlstandsgesellschaft entspricht.

Läßt sich der Radtourismus relativ leicht lenken, gibt es zahlreiche andere Ansprüche, die wesentlich diffuser auftreten.

Fischerei, Bootsverkehr, Segeln, Surfen, Baden, Wandern, Zelten oder Mountainbiking sind als weitere wesentliche Elemente der Freizeitnutzung am gestauten Fluß zu sehen. Daraus resultieren zusätzliche Beanspruchungen, wie Rechtsverletzungen durch Betreten von Eigengründen ohne Zustimmung bis zur Errichtung von Hütten und Bootsanlegestellen sowie illegale Müllablagerungen.

Die aus der Freizeitgestaltung resultierenden Aktivitäten stehen häufig im Widerspruch zu den Anliegen des Kraftwerksbetreibers und der Ökologie. Dies gilt umso mehr, als in der Regel besonders naturnahe Bereiche vom Menschen als attraktiv empfunden und bevorzugt aufgesucht werden.

Mit Hilfe von Lenkungsmaßnahmen, wie Informationstafeln, Beobachtungsplätze oder konzentrierten Bootsliegепlätzen wird heute an der Lösung dieser Problematik gearbeitet. Ein funktionierendes Beispiel dafür ist die Errichtung von Bootshäfen und -anlegestellen (*Hasenleithner und Steiner, 1998*).

## 6. Stauraum- und Hochwassermanagement

Wie zuvor aufgezeigt, erfordert die Verlandungsentwicklung der Stauräume nach Erreichen eines bestimmten Verlandungszustandes gezielte Maßnahmen (*Baumbackl, 1996; Steiner und Baumbackl, 1997*).

Im Hochwasserfall müssen Stauspiegelabsenkungen vorgenommen werden, um die Schleppkraft des Wassers in Verbindung mit einer Hochwasserführung überhaupt erst soweit zu steigern, daß Feststoffablagerungen remobilisiert und weiterverfrachtet werden können.

Diese Stauabsenkungen sind dabei über die gesamte Draukette so zu koordinieren, daß rechtzeitig die anfallenden Abstauvolumina zum natürlichen Abfluß zugegeben werden, ohne eine Vergrößerung des natürlichen Hochwasserwellenscheitels zu bewirken.

Die Maßnahmen werden mit Hilfe eines hydrologischen 10- bis 12-Stunden Zuflußprognosemodells vor der Kraftwerkskette, in Verbindung mit einem

hydraulischen, instationären Abflußmodell im Bereich der Kraftwerkskette festgelegt und gesteuert.

Wo Anlandungen durch Spülungen und kleinere Hochwässer nicht ausreichend geräumt werden können, werden unterstützende Baggerungen zur Profilverhaltung vorgenommen.

Zusätzlich werden zur Erzielung erosionswirksamer Stauräume Gestaltungen in teilverlandeten Vorländern vorgenommen, um im Absenkfall in diesen ökologisch interessanten Bereichen Schäden zu vermeiden.

## **7. Gestaltungsmaßnahmen – Hintergründe, Notwendigkeiten und Auswirkungen**

Wie bereits einleitend festgestellt wurde, spiegeln die Anlagen den Zeitgeist ihres jeweiligen Planungs- und Umsetzungszeitraumes wider. Weiters wurde ebenfalls bereits festgehalten, daß bei den früher (vor 1975) errichteten Kraftwerken Gestaltungsmaßnahmen teils bewußt, teils unbewußt Planungsbestandteil ohne Formulierung entsprechender Gestaltungsziele darstellten.

Daraus läßt sich ableiten, daß Gestaltungen und die daraus resultierenden Entwicklungen in den Stauräumen in drei Bereiche zu untergliedern sind. Ihre Ausführung bewegt sich in einem engen Spannungsfeld zwischen Naturschutz, Rechtskonformität, Ansprüchen des Kraftwerksbetreibers, der Wirtschaftlichkeit von Erhaltung und Pflege, ökologischer Wirksamkeit, der Berücksichtigung örtlicher Gegebenheiten und raumplanerischer Grundsätze sowie anzustrebender größtmöglicher Akzeptanz von Anrainern, Ausführenden und Öffentlichkeit. Die vollständige Erfüllung der unterschiedlichen Zielvorstellungen ist meist schwer möglich.

Es handelt sich dabei um

Im Zuge der Projektentwicklung und -realisierung entstandene Gestaltungen  
Betriebsbedingte, eigenständige Entwicklungen  
Nachträglich gesetzte Maßnahmen, für welche  
technische  
betriebliche  
erhaltungsbedingte und/oder  
sicherheitstechnische

Überlegungen Hauptansatzpunkt der Tätigkeiten waren/sind.

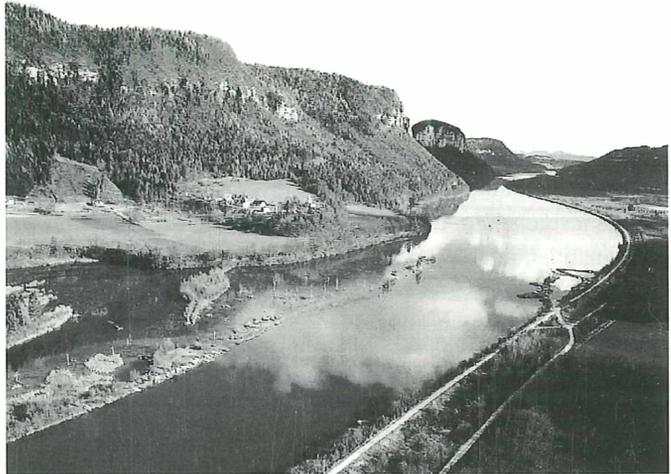
Die detaillierte Beschreibung der Vielzahl von durchgeführten Projekten, Gestaltungsansätze und Maßnahmen würde den Berichtsrahmen sprengen, weshalb im folgenden nur punktuelle Details angeführt werden.

### 7.1 Mit dem Projekt entstanden

Dazu sind vor allem die **Altarme** in der Kellerberger Schleife (KW Kellerberg) und die Linsendorfer Schleife (KW Annabrücke) zu nennen (Steiner, 1995a).

Gleichrangig zu nennen sind die im Gefolge der Stauerrichtung entstandenen **Flachwasserbiotop** in Wellersdorf (KW Ferlach-Maria Rain), Guntschach (KW Annabrücke, Abb. 2) und der Gurkrückstau des KW Edling (Steiner, 1994).

Abb. 2:  
Flachwasser-  
biotop  
Guntschach,  
Stauraum  
Annabrücke



Allen diesen Biotopen ist gemeinsam, daß sie durch eine hohe Artenvielfalt bestechen, sowohl über wie auch unter dem Wasserspiegel. Dabei spielen jeweils die Uferstrukturen eine wesentliche Rolle, da diese semiaquatischen Übergangsbereiche sich besonders entwickeln konnten. Vor allem aus fischereilicher Sicht entwickeln diese Bereiche eine hohe Produktivität, was zahlreiche kapitale Fänge immer wieder belegen. Auch aus ornithologischer Sicht können erfreuliche Ergebnisse nachgewiesen werden.

### 7.2 Betriebsbedingte, eigenständige Entwicklungen

Hier ist vor allem der **Stauraum Schwabeck** anzuführen, wo die fortschreitende Verlandung die wesentliche Grundlage für die Dynamik eines beachtlichen Entwicklungspotentials bildete. Seit 1978 befindet sich dieser Stauraum in einem quasi stationären Zustand mit einem 50%igen Verlandungszustand (Steiner und Schratter, 1992). Das Ergebnis wissenschaftlicher Bestandserhebungen (Eisner und Schratter, 1993) bescheinigt dem Stauraum eine hohe Habitatvielfalt mit hohen Artenzahlen, die nicht zuletzt auch auf die Abgeschlossenheit des Stauraumes, im Einschnittsbereich der Drau im Jauntal, frei von Verkehrserschließungen zurückzuführen ist.

### 7.3 Nachträglich gesetzte Maßnahmen

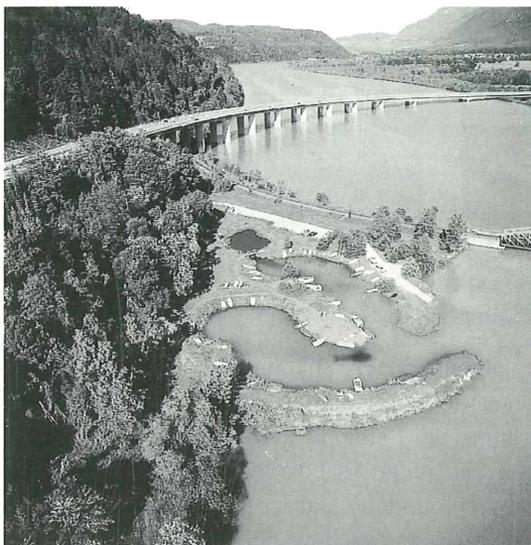
- a) Über weite Bereiche der Kraftwerkskette gemeinsam zu sehen sind die Errichtung von

**Fischaufstiegen** und

**Bootsanlegestellen** sowie die

**Dammkronenüberschüttungen** der vor 1975 errichteten Dämme zu nennen.

Mit der fischökologisch wirksamen Anbindung aller Seitengerinne der Drau konnten entscheidende Verbesserungen hinsichtlich der Erreichbarkeit von Fischeinstands-, -rückzugs-, und -laichplätzen erreicht werden (Steiner, 1995b; 1998). Die gezielte Anlage von Bootshäfen unterband das „wilde“ Anlegen von Booten entlang der Stauseeufer und gewährleistet heute, daß wichtige Bereiche in Laich- und Brutzeiten sowie generell als Lebensraum frei von menschlichen Störungen wurden (Abb.3).



*Abb. 3: Bootsanlegestelle  
Hollenburg im  
Ferlacher Stauraum*

Die Überschüttungen der vor 1975 errichteten und nach rein technischen Überlegungen konzipierten Dammkronen erzielten an der Wasserlinie eine neue, vielfältige Strukturierung. Der aufkommende Bewuchs zwischen Dammkrone und Wasserlinie ergab Sichtschutz, förderte die Vegetationsvielfalt, spart Erhaltungskosten und ist aus sicherheitstechnischen Überlegungen heute nicht mehr wegzudenken.

- b) Stauraumgestaltungen:

Beim **KW Rosegg-St. Jakob** ergaben sich aus der Notwendigkeit der Stauraumbewirtschaftung hinsichtlich der Verlandungsentwicklung die Notwendigkeit eines Draudurchstiches bei der Wernberger Schleife sowie die Anlage der Flachwasser-

biotope St. Niklas und Förderlach (Abb. 4). Diese reich strukturierten Bereiche gelten heute als ornithologische Besonderheit, weisen jedoch auch aus limnologischer Sicht Besonderheiten auf (Eisner, 1994; Steiner, 1996; Eisner und Steiner, 1998). Die Stillwasserbereiche und schwach durchströmten Buchten weisen eine völlig andere limnochemische Charakteristik als der Hauptstrom auf. Gegenüber den Durchschnittskonzentrationen sind in den seitlichen, vom Drauwasser nur schwach dotierten Buchten Erhöhungen um das Doppelte bis Sechsfache bei den einzelnen Wasserinhaltsstoffen festgestellt worden. Grund dafür sind kleinere limnochemische Kreisläufe, vor allem aber die Möglichkeit des Verbleibs von Nährstoffen und fotoautotrophen Organismen in diesen schwach durchströmten Stillwasserzonen, die damit das eigentliche ökologische Reservoir des Flusses darzustellen beginnen.

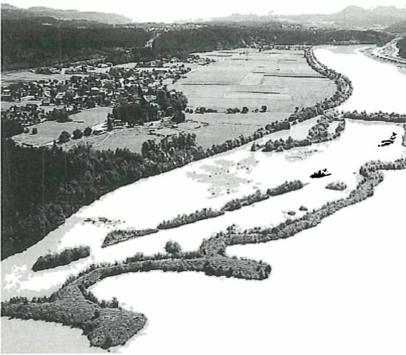


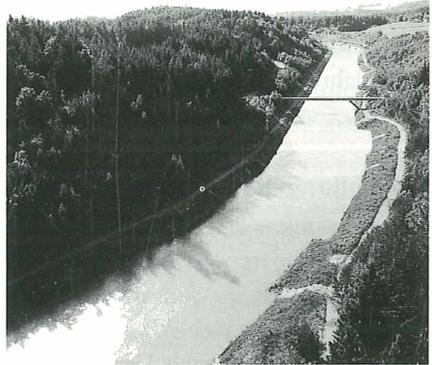
Abb. 4: Flachwasserbiotop Förderlach

Seit die schwächer durchströmten Litoralregionen, Still- und Ruhezone innerhalb der großen Laufstau ökologisch umstrukturiert wurden, Flachwasserbereiche zur Drauf hin gestaltet und Übersättigungen der Dammdichtungen und Uferstrukturierungen erfolgt sind, konnten auch eindeutige fischökologische Verbesserungen beobachtet werden. Durch die damit verbundene Aktivierung kleinerer limnochemischer Kreisläufe in den Stillwasserzonen sind wichtige ökologische Reservoire im Draufuß geschaffen worden, die auch zu einer schwachen Entwicklung planktischer Organismen im Hauptstrom geführt haben (Steiner, Polzer und Fercher, 1998).

Ähnliches kann von der vom 1991 bis 1997 durchgeführten Renaturierung der ursprünglich asphaltbetondeckten Ufer vom 3,5 km langen Oberwasserkanal berichtet werden. Der Rückbau der optisch harten, asphaltbedeckten Kanalböschungen erfolgte mit technisch und wirtschaftlich vertretbarem Aufwand ohne Einengung des Durchflußprofils nach landschaftsgestalterischen und ästhetischen Gesichtspunkten sowie sicherheits-, bau- und betriebstechnischen Randbedingungen. Aus der Minimierung der versiegelten Flächen resultiert eine gewässerökologische Verbesserung durch die naturnahen Uferstrukturen, eine Attraktivitätssteige-

zung des Naherholungsbereiches von Rosegg sowie eine Minimierung des betrieblichen Erhaltungsaufwandes. Abb. 5 und 6 zeigen den Oberwasserkanal vor und nach der Renaturierung. Der ursprünglich technisch/monotone Kanal stellt sich nun als strukturiertes, naturnahes Gerinne dar.

*Abb. 5: Oberwasserkanal Rosegg vor und  
Abb. 6: nach dem Rückbau*



Auch die seit Winter 1995/96 laufende Entlandung der Restwasserstrecke Rosegger Schleife nach ökologischen Gesichtspunkten zeigt in ersten Bestandserhebungen aus fischereilicher Sicht eine Zunahme von (1989 festgestellten) 17 Arten auf heute 28 Arten, was dem gesamten Fischartenspektrum der Drau entspricht. Mit der Umsetzung konnten erste Schritte für eine ökologisch vertretbare Bewirtschaftung bei gleichzeitiger Attraktivitätssteigerung des Lebensraumes (Abb. 7) und hoher Akzeptanz der dort lebenden Bevölkerung erreicht werden (Steiner und Leitner, 1997).



*Abb. 7:  
Die strukturierte  
Entlandungsstrecke  
ein Jahr nach der  
Projektumsetzung  
im Bauabschnitt 1  
bei 5 m<sup>3</sup>/s*

Im Zuge des Feststoffmanagements wurde 1998 begonnen, im **Stauraum Feistritz** im Bereich Dragositschach Gestaltungsschüttungen vorzunehmen. Dabei werden neben der Berücksichtigung der örtlichen Komponenten die Erkenntnisse und Beweissicherungsergebnisse früherer, ähnlich gearteter Projekte mitverarbeitet, um so ständige Verbesserungen zu erzielen.

Schließlich sei noch die Schüttung des Flachwasserbiotopes Neudenstein im **Edlinger Stausee** erwähnt. Bei diesem, vom Frühjahr 1990 bis Oktober 1991 geschütteten Flachwasserbiotop in Atollform, das eine Fläche von insgesamt 18 ha umfaßt, wurde erstmals in Kärnten der Weg beschritten, keine Bepflanzungen zu tätigen. Dafür wurden in 5jährigen wissenschaftlichen Begleituntersuchungen die artenreiche Sukzession mit dem Erfolg nachgewiesen, daß dieser Bereich bereits vor 4 Jahren zum Naturschutzgebiet erklärt wurde (*Krainer, Steiner und Wieser, 1996*).

## 8. Erfüllung der Ansprüche?

Mit der punktuellen Aufzählung von Gestaltungsmaßnahmen und der Beschreibung von Hintergründen und Notwendigkeiten sollte dargestellt werden, wie vielfältig die Anlässe für derartige Maßnahmen sind. Es wurde auch zu vermitteln versucht, welch' unterschiedliche Problematiken und Zielvorstellungen bei einzelnen Projekten gegeben sind. Daraus resultiert eine oft schwer mögliche vollständige Erfüllung der Ziele.

Nicht nur Stauräume von Flußkraftwerken, auch die Umgebung dieser sind nichts statisches, sondern unterliegen einem kontinuierlichen, räumlichen Wandel. Sowohl die Wirtschaftsfunktion, als auch die Erholungsfunktion sowie die ökologische Ausgleichsfunktion des Ökosystems Stauraum/Stauraumumfeld unterlag bzw. unterliegt in den Jahren des bisherigen Kraftwerksbetriebes zahlreichen und unterschiedlichsten Bewertungsmaßstäben.

Betriebsbedingten Notwendigkeiten, geleitet von sicherheits, erhaltungsbedingten und technischen sowie landschaftsgestalterischen und -ästhetischen Überlegungen, stehen Einflüsse von außen, wie vor allem die Verlandungsentwicklung gegenüber, die jedoch in hohem Maße mit Betriebsführungskonzepten zu beherrschen sind. Dazu kommen Einflüsse des Naturschutzes und der Raumnutzung sowie, nicht zu unterschätzen, jene der Freizeitnutzung.

Betrieblich erforderliche Maßnahmen, vor wenigen Jahren als geeignet angesehen, werden heute als systemstörend interpretiert und damit teils schwer durchführbar. Notwendige Arbeiten in ökologisch wertvollen Bereichen bedingen trotz gefühlvollster Ausführungen ein hohes Konfliktpotential. Schließlich sei in diesem Zusammenhang noch auf sich ständig ändernden Rechtssituationen und -auslegungen

verwiesen, die eine rechtskonforme, praktische Arbeit vor Ort erschweren und damit die Komplexität der Anspruchserfüllung vervollständigen.

Als eine Form der Erfüllung der Ansprüche kann sicherlich die erfolgreiche Abwicklung des „Öko-Audits Flußkraftwerke Drau“ gesehen werden. Damit konnte EU-weit erstmals für Flußkraftwerke der Nachweis erbracht werden, daß der Betrieb nach den strengen Kriterien des EU-Umweltmanagementsystems erfolgt. Bei der Implementierung des Systems ergaben sich zahlreiche neue Impulse mit folgenden Innovationen:

Erarbeitung einer Standortdefinition mit den Begriffen Produktionsort, Systemgrenze und Einflußbereich.

Einführung des zusätzlichen Begriffes „Aspekte des Naturraumes“

Darstellung der Auswirkungen mit den Faktoren „Produktion“ und „Naturraum“

Bewertung und Gewichtung der umweltrelevanten Gesichtspunkte nach den Parametern „Wirtschaftlichkeit“, „Sicherheit“ und „Umweltschutz“

Die von unabhängigen Experten sehr detailliert durchgeführte Umweltprüfung zeigte, daß die Kraftwerke, insbesondere was den Umweltschutz betrifft, einen hohen Standart aufweisen (Abb. 8). Das gilt auch für die während des bisherigen Betriebes getroffenen ökologischen Begleitmaßnahmen, die jedem europäischen Vergleich standhalten. Mit der unter der Registriernummer A-S-0000039 erfolgten Eintragung ins Standortverzeichnis konnte aus Sicht des Umweltmanagements die Nachweisführung über die Erfüllung der Ansprüche eindrucksvoll erbracht werden (Steiner, 1997).



## 9. Bewertungen – Bewertungsmaßstäbe

Aus Sicht des Naturschutzes wird ein Sekundärlebensraum anders bewertet als aus Sicht des Kraftwerksbetreibers, wieder andere Betrachtungsweisen führt der Erholungssuchende. Die im Zuge der Stauraumbewirtschaftung entstandenen, teilweise großräumigen Freiflächen mit einer Reihe hochwertiger Biotope garantieren der heutigen Gesellschaft eine vielfältige und wichtige ökologische Ausgleichsfunktion. Sieht es ein Biologe ebenfalls so? Wie sieht es der Jurist? Was empfindet ein Landwirt? Was der Fischer? Was empfindet ein Kanusportler?

Abb.8:  
Umweltmanagement-Zertifikat, Werksgruppe Drau

Die persönliche Abwägung jedes einzelnen entscheidet über seine subjektive Bewertung. Vor allem für ökologische Werteskalen wird kein allgemeiner Konsens zu finden sein. In der Natur setzt jeder seine eigenen Maßstäbe.

Die Frage, welche Werte setze ich an und welche davon ökologisch wertvoll sind, wird ein schwellendes Konfliktpotential bleiben.

Aus den zahlreichen bisher getätigten und noch laufenden wissenschaftlichen Detailuntersuchungen geht eindeutig hervor, daß jede Einzelmaßnahme aus ökologischer Sicht Verbesserungen mit sich bringt. Dies vor allem dort, wo zusätzliche Strukturen geschaffen werden konnten. Auswirkungen auf das Gesamtsystem – viele Einzelkomponenten formen sich zu einem Mosaik – lassen sich eindeutig feststellen.

Es geht weniger um die Bewertung der Ergebnisse als darum, die gewonnenen Erkenntnisse weiterzuverarbeiten. Öffentlichkeit und Behörde sind zu informieren, sie in weitere Projekte rechtzeitig mitverantwortlich einzubinden und der erzielte Nutzen themengerecht darzustellen.

Der Umgang mit diesen Unschärfen erfordert Akzeptanz eines jeden. Akzeptanz ist auch gefordert um Konfliktpotentiale zu minimieren, um persönliche Werteskalen zu eichen, um miteinander zu reden und den Versuch zu unternehmen, den Gesprächspartner zu verstehen und Kooperationsbereitschaft zu wecken.

Nur so wird es auch in Zukunft möglich sein, eine Basis für weitere Projekte zu finden, ihre Notwendigkeiten zu verstehen und ein gezieltes Umsetzen zu garantieren. Zu guter Letzt könnte daraus ein gemeinsamer Bewertungsansatz entstehen, so daß die Bemühungen des Kraftwerksbetreibers nicht unbelohnt bleiben.

Lernen aus der Vergangenheit heißt zukunftsweisendes Umsetzen in der Gegenwart – ein neuer Ansatz einer Werteskala?

## Literatur

Baumhackl, G. (1996): Feststoffprobleme an der Österreichischen Draukraftwerkskette. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH-Zürich, Band 142: 281–290.

Eisner, J. (1994): Künstliche Inseln in Stauräumen. VEÖ-Journal (7/8): 87–91.

Eisner, J.; Schratter, D. (1993): Der Stauraum Schwabeck; Die Biozönose eines 50 Jahre alten Staurames an der Drau. Schriftenreihe der Forschungsinitiative des Verbundkonzerns, Band 14, Wien, 105 pp.

Eisner, J.; Steiner H. A. (1998): Ersatzlebensräume im Stauraum des Kraftwerkes Rosegg-St. Jakob. VEÖ-Journal (1/2): 60–64.

Hasenleithner, Ch.; Steiner H. A. (1998): Raumnutzung – umweltgerechter Umgang mit den Eigenflächen des Verbund. VEÖ-Journal (1/2): 36–40.

Hautzenberg, H. (1982): Hochwasser und Kraftwerksbetrieb an der Drau. Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für vorbeugende Hochwasserbekämpfung. Band 1: 39–62.

- Kelenc, H. (1986): Stauraumgestaltung an der Drau. *Landschaftswasserbau* 8: 135–148.
- Kelenc, H. (1988a): Gewässerpflege und Instandhaltung bei Laufkraftwerken aus ökologischer Sicht – nachträgliche Verbesserungen. *Landschaftswasserbau* 9: 395–406.
- Kelenc, H. (1988b): Ökobau an der Drau. *Umweltschutz* (7/8): 20–21.
- Krainer, K.; Steiner, H. A. und Wieser, Ch. (Hsg., 1996): Entwicklung im Flachwasserbiotop Neudenstein. *Schriftenreihe der Forschung im Verbund*, Band 24, Wien, 120 pp.
- Ludescher H. (1992): Energiequelle Drau – ein Streifzug durch die bewegte Geschichte der Wasserkraftnutzung der Drau in Kärnten. *ÖZE* 45/9: 335–348.
- Magnet, E. (1967): Der Wasserkraftausbau an der Mittleren Drau. *ÖZE* 20/4: 113–131.
- Schröfelbauer, H.; Steiner, H. A.; Kugi, W. (1988): Die Kraftwerkskette an der Drau als Garant für ein hochwassersicheres Drautal. *ÖZE* 41/8: 270–280.
- Steiner, H. A. (1989a): Die Drau – Lebensader und Energiespender. *Die Brücke* 15 (2): 44–49.
- Steiner, H. A. (1989b): Das Hochwasserschutzkonzept, Mehrzweckfunktion der Kraftwerke Villach, Kellerberg und Paternion. *ÖZE* 42/11: 496–501.
- Steiner, H. A. (1991): Raum- und Umweltverträglichkeitsprüfung Obere Drau I – bisheriger Verlauf und Erfahrungen. Tagungsband DÖSE 90. Internationales Symposium „Gesellschaftspolitik und die Umsetzung von Energiekonzepten“ 13. bis 16. Juni 1990, Universität für Bildungswissenschaften in Klagenfurt: 208–223.
- Steiner, H. A. (1992): Das Ergebnis der Raum- und Umweltverträglichkeitsprüfung Obere Drau I in bezug auf den zu erwartenden Hochwasserschutz. *Interpraevent 1992* – Bern, Tagungspublikation, Band 3: 327–344.
- Steiner, H. A. (1994): Flachwasserbiotope in Flußstauräumen – Erfahrungen an der Drau. *VEÖ-Journal* (12): 55–62.
- Steiner, H. A. (1995a): Altarme im Bereich der Österreichischen Draukraftwerke AG. Workshop „Altarme“, Greifenstein, 13. Sep. 1995, 8 pp.
- Steiner, H. A. (1995b): Natural like design for fishways at the Drau River in Austria – design criteria and results of measurements. *Proceedings of the International Symposium on Fishways '95 in Gifu/Japan*, October 24–26, 1995: 294–301.
- Steiner, H. A. (1996): Ökologische Aspekte und Sukzessionsentwicklung spülgerecht gestalteter Stauraumvorländer an den Flußkraftwerken der Drau. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH-Zürich*, Band 143: 177–191.
- Steiner, H. A. (1997): Erstmalige Umsetzung der Öko-Audit-Verordnung bei Flußkraftwerken. *Energie-wirtschaftliche Tagesfragen*, 47 (7): 407–412.
- Steiner, H. A. (1998): Fish Passes at Run-of-river Hydropower Plants of the Verbund. In: *Fish Migration and Fish Bypasses*. (eds. M. Jungwirth, S. Schmutz & S. Weiss), pp. 420–434. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Steiner, H. A.; Baumhackl, G. (1997): Hochwassermanagement unter Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte bei den Flußkraftwerken der Draukraft. *Wildbach- und Lawinenverbau*, 61 (133): 83–94.
- Steiner, H. A.; Leitner, J. (1997): Technische und ökologische Problemlösungsansätze am Beispiel der Ausleitungsstrecke des Draukraftwerkes Rosegg-St. Jakob. *Laufener Seminarbeiträge* 4/97, Bayer. Akad. Natursch. Landschaftspl., Laufen: 135–146.
- Steiner, H. A.; Polzer, E.; Fercher, P. (1998): Umwelt- und Naturschutz im Kraftwerksbetrieb – praktiziertes Miteinander an der Drau. *VEÖ-Journal* (1/2): 54–59.
- Steiner, H. A.; Schratler, D. (1992): Der Schwabecker Stauraum – Herzeigebeispiel für einen ökologisch intakten Lebensraum. *ÖZE* 45/9: 398–404.
- Werner, E. (1963): Edling – eine vielversprechende Fortsetzung des Drauausbaues. *ÖZE* 16/1: 2–4.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Umwelt - Schriftenreihe für Ökologie und Ethologie](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Steiner Hubert Anton

Artikel/Article: [Flußkraftwerke an der Drau - Ökologische Auswirkungen gestalterischer Maßnahmen und deren betrieblich/technische Hintergründe. 16-31](#)