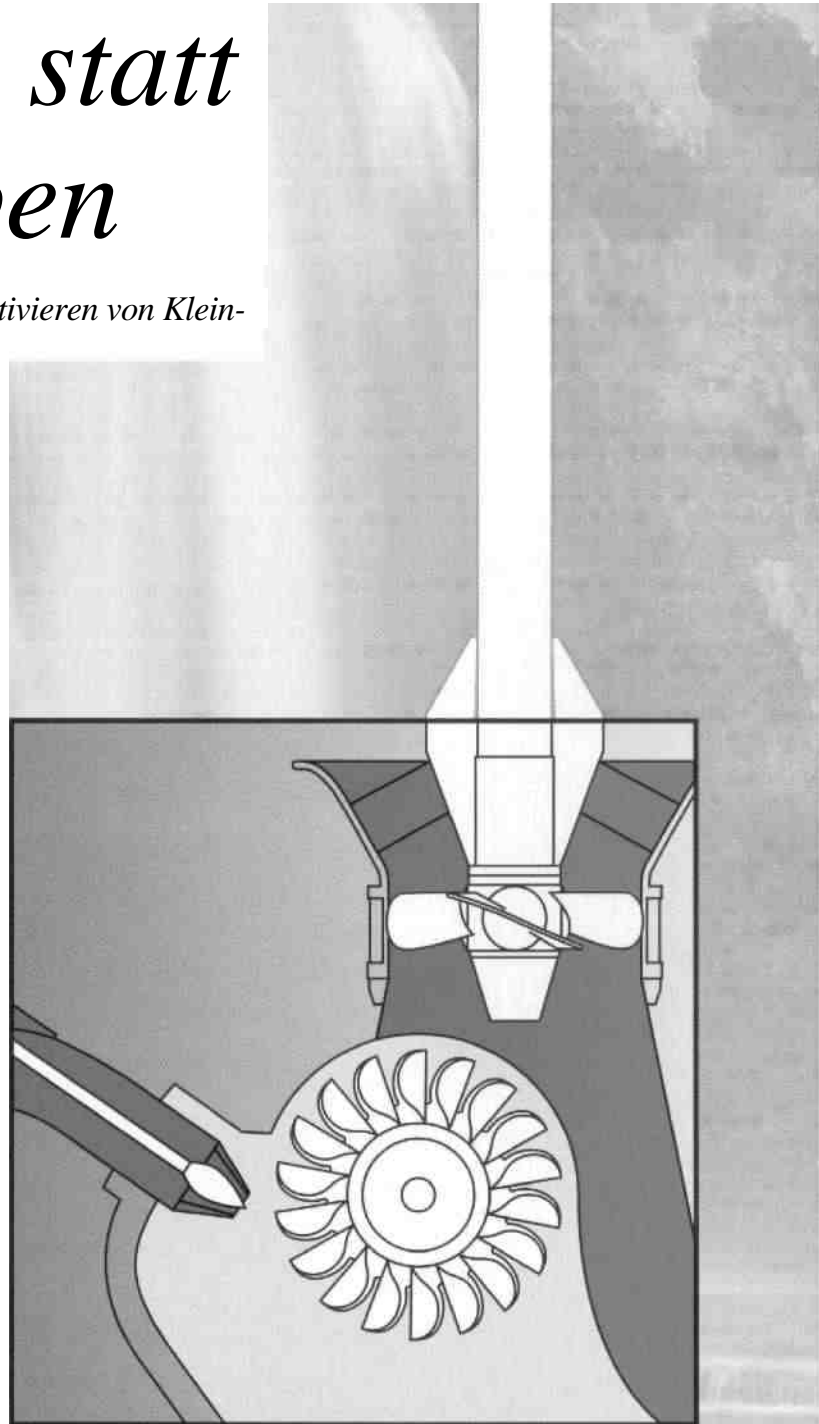


DIANE 10
Klein - Wasserkraftwerke

Nutzen statt Aufgaben

*Modernisieren und Reaktivieren von Klein-
Wasserkraftwerken*

Beurteilungskriterien



Das Aktionsprogramm Energie 2000: unsere Energiepolitik für
eine nachhaltige Entwicklung

Nutzen statt Aufgeben

***Modernisieren und Reaktivieren von
Klein-Wasserkraftwerken
Beurteilungskriterien***

***Autor: W. Nüssli
c/o Colenco Power Consulting AG, Baden***

1994/ Bestellnr.: 805.173d

Information:

Wer sich über die Anwendung dieser Beurteilungsmethode beraten lassen will oder eine kompetente Begleitung wünscht....

Wer Auskunft über Fördermassnahmen von Klein-Wasserkraftwerken und andere Informationen sucht...

Wer Kopiervorlagen der Arbeitsblätter bestellen möchte (Preis: Fr. 8.-) ...

... wende sich an

**Projektleitung DIANE Klein-Wasserkraftwerke
Hanspeter Leutwiler
c/o ITECO, Postfach 160
8910 Affoltern am Albis**

Nutzen statt Aufgeben

Impressum

Herausgeber: Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern
unter Mitarbeit des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Bern
und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern

Konzept und Text: W. Nüssli, c/o Colenco Power Consulting AG, Baden

Projektleitung: HP. Leutwiler, Projektleiter DIANE Klein-Wasserkraftwerke
c/o ITECO AG, Affoltern a. A.

Produktionsleitung: F. Brühlmann, Presse-und PR-Beratung, Zürich

Buchgestaltung: W. Fuchs, c/o SKAT, St. Gallen

Titelblatt: F. Hartmann St. Gallen

Druck: EDMZ

Copyright © Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), 3003 Bern,
November 1993

Bezugsquellen: Eidg. Drucksachen und Materialzentrale, 3000 Bern
(Bestellnr.:805.173d)

SKAT, Fachstelle der Schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit für
Technologie-Management, Vadianstr. 42, 9000 St. Gallen

Vorwort

Die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit einer Modernisierung bzw. Reaktivierung eines Kleinwasserkraftwerkes setzt normalerweise eine aufwendige und kostenspielige Projektierungsarbeit voraus; eine Vorinvestition, zu der sich viele Kraftwerkbesitzer nicht entschließen können, vor allem auch deshalb, weil ja erst das Resultat der notwendigen Studien die allfällige technische Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit des Projektes bestätigt.

Das vorliegende Handbuch zur Beurteilung von Kleinwasserkraftanlagen bezüglich ihrer Modernisierungs- bzw. Reaktivierungswürdigkeit bietet nun die Möglichkeit zu einer prinzipiellen Abklärung und Grobbeurteilung ohne detaillierte Studien, ob die Modernisierung oder Reaktivierung eines Kleinwasserkraftwerkes technisch zweckmäßig und wirtschaftlich vertretbar ist; und ob sich weitere Abklärungen und erste Planungsschritte lohnen.

Absicht und Ziel des Handbuches ist es, die Beurteilung durch fachlich interessierte Kraftwerksbesitzer oder -betreiber selbst ausführen zu lassen und ihnen die nötigen Grundlagen hierfür zu liefern. Planern von Kleinwasserkraftanlagen und Behörden soll das Handbuch als Arbeitsmittel für erste Beurteilungen dienen.

Das Resultat der Beurteilung kann und soll keine präzisen und abschließenden Aussagen liefern, sondern Hinweise über die Modernisierungswürdigkeit bzw. Reaktivierungswürdigkeit der Anlage geben.

Die beschriebene Beurteilungsmethode beruht auf dem Ausfüllen von einfachen Beurteilungsblättern und einem Bewertungssystem mit Zahlenskala.

Das Handbuch enthält alle nötigen Informationen zum korrekten Bearbeiten der Beurteilungsblätter.

Ebenso wichtig wie das Resultat ist aber die mit der Behandlung der Beurteilungsblätter verbundene Auseinandersetzung mit der Materie, die mit oder ohne Resultat einen Handlungs- und Entscheidungsprozess in Gang setzen kann.

Die Methode bietet dazu durchaus die Möglichkeit der individuellen Ergänzung oder Anpassung an die Verhältnisse der einzelnen Anlagen.

Hanspeter Leutwiler
Projektleiter DIANE
Klein-Wasserkraftwerke

DIANE in Kürze

DIANE steht als Kurzform für "Durchbruch innovativer Anwendungen neuer Energietechniken". Das Programm will mit sieben ausgewählten Projekten bisher ungenützte oder nicht optimal genutzte Reserven bei der Energieerzeugung oder beim Energiesparen mobilisieren. Es soll den Marktdurchbruch der einbezogenen umweltfreundlichen Techniken fördern und diese dadurch befähigen, bis zum Jahr 2000 einen spürbaren Beitrag zur Verbesserung der Energiesituation zu leisten.

Die sieben DIANE-Projekte wurden 1992 gestartet:

- Niedrigenergiehäuser in Ökobauweise
- Betriebsoptimierung Haustechnik
- Tageslichtnutzung
- Energiesparender und umweltschonender Güterverkehr
- Klein-Holzfeuerungen
- Energie aus Altholz und Altpapier
- Klein-Wasserkraftwerke

Damit die Kleinwasserkraftwerke ihren Beitrag an das hoch gesteckte Ziel der Energie 2000 erbringen können, nämlich die Produktion aus Wasserkraft bis zur Jahrhundertwende um 5% zu erhöhen, muss nicht nur das Kleinwasserkraftwerksterben gestoppt werden, sondern es sollen auch stillgelegte Anlagen wieder in Betrieb genommen und veraltete Anlagen umgebaut werden. Gewässerfreundlich erstellte Neubauten sind zusätzlich zu fördern, insbesondere die Nutzung überschüssigen Druckes in bestehenden Rohrleitungssystemen wie zum Beispiel bei Trinkwasserkraftwerken.

Das DIANE-Projekt Kleinwasserkraftwerke startet eine Reihe von Teilprojekten, welche Impulse für die erneute und bessere Nutzung der vorhandenen Potentiale geben sollen. Die vorliegende Beurteilungs- und Bewertungsmethode für Umbauten und Wiederinbetriebsetzungen ist ein Resultat eines dieser Teilprojekte.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Beschreibung der Beurteilungsmethode	5
3	Modernisierungsvorhaben	9
3.1	Datensammlung	9
3.2	Beurteilungsblätter: Technische Zweckmäßigkeit des Modernisierungsvorhabens	17
3.3	Beurteilungsblätter: Wirtschaftlichkeit des Modernisierungsvorhabens	41
3.4	Gesamtbeurteilung Modernisierungsvorhaben	59
4	Reaktivierungsvorhaben	69
4.1	Datensammlung	69
4.2	Beurteilungsblätter: Technische Zweckmäßigkeit des Reaktivierungsvorhabens	75
4.3	Beurteilungsblätter: Wirtschaftlichkeit des Reaktivierungsvorhabens	91
4.4	Gesamtbeurteilung Reaktivierungsvorhaben	109
5	Anhang:	119
	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Auszug)	119

1. Einleitung

Es besteht ein energiepolitisches Interesse, in Betrieb stehende ältere Kleinwasserkraftwerke zu erhalten oder zu erneuern und stillgelegte Anlagen zu reaktivieren. Dabei dürfen energiewirtschaftliche Betrachtungen nicht außer Acht gelassen werden. Modernisierungs- und Reaktivierungschancen werden immer auch an ihrer Wirtschaftlichkeit gemessen. Die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit für ein Modernisierungs- und Reaktivierungsprojekt setzt normalerweise bereits eine aufwendige und kostspielige Projektierungsarbeit voraus. Eine Vorinvestition, zu der sich viele Kleinkraftwerkbesitzer nicht entschließen können, vor allem auch deshalb, weil ja erst das Resultat der notwendigen Studien die allfällige technische Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit des Projekts bestätigt.

Das vorliegende Handbuch zur Beurteilung von Kleinwasserkraftwerken bezüglich ihrer Modernisierungs- bzw. Reaktivierungswürdigkeit bietet nun die Möglichkeit zu einer prinzipiellen Abklärung und Grobbeurteilung ohne detaillierte Studien, ob die Modernisierung oder Reaktivierung eines Kleinkraftwerkes technisch zweckmäßig und wirtschaftlich vertretbar ist.

Die Beurteilung stützt sich auf die Daten der bestehenden bzw. stillgelegten Anlage.

Der in diesem Handbuch verwendete Begriff "Modernisierung" beinhaltet einerseits

- den Umbau einer Anlage (Automation, Erneuerung von Anlageteilen, Erweiterung),

andererseits auch

- den vollständigen Ersatz der bestehenden Anlage.

Welche dieser beiden Varianten die richtige ist, wird erst in einem nächsten Planungsschritt ermittelt. Dazu gehört unter Umständen auch das Zusammenlegen verschiedener Gefällsstufen, was grundlegend neue Ausbaudaten nach sich zieht und somit in vielen Fällen zu wirtschaftlichen Lösungen führt.

Es ist Absicht und Ziel des Handbuches, die Beurteilung durch die Kraftwerksbesitzer oder -betreiber selbst ausführen zu lassen und ihnen die nötigen Grundlagen hierzu zu liefern.

Das Resultat der Beurteilung kann und soll keine präzise und abschließende Aussage liefern, sondern Hinweise über die Modernisierungs- bzw. Reaktivierungswürdigkeit eines Kleinwasserkraftwerkes geben.

Dabei wird "**Würdigkeit**" definiert als:

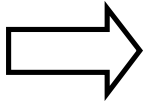
$$\text{Modernisierungs- oder Reaktivierungs-}\mathbf{W}\mathbf{\ddot{u}}\mathbf{r}\mathbf{d}\mathbf{i}\mathbf{g}\mathbf{k}\mathbf{e}\mathbf{i}\mathbf{t} = \text{Technische/Ökologische Zweckmäßigkeit} + \text{Wirtschaftlichkeit}$$

Die Beurteilung soll die Einreihung des Modernisierungs-/Reaktivierungs-Vorhabens in eine der folgenden Kategorien erlauben:

		Wirtschaftlichkeit		
		Modernisierung/Reaktivierung wirtschaftlich interessant, aussichtsreich	Modernisierung/Reaktivierung weitere Abklärungen notwendig	Modernisierung/Reaktivierung wirtschaftlich fragwürdig (Eigenleistung notwendig)
Technische Zweckmäßigkeit	Modernisierung/Reaktivierung drängt sich auf			
	Modernisierung/Reaktivierung erscheint sinnvoll, bedarf zusätzlicher Abklärung			
	Modernisierung/Reaktivierung nicht dringlich oder fragwürdig			

Die vorgeschlagene Beurteilungsmethode beruht auf dem Ausfüllen von einfachen Beurteilungsblättern und einem Bewertungssystem mit einer Zahlenskala, das schließlich zu einer der erwähnten Kategorien führt.

Das Handbuch enthält alle nötigen Informationen zum korrekten Bearbeiten des Beurteilungsblattes.



Ebenso wichtig wie das Resultat ist aber die mit der Behandlung der Beurteilungsblätter verbundene Auseinandersetzung mit der Materie, die mit oder ohne Resultat einen Handlungs- oder Entscheidungsprozess in Gang setzen kann.

Die Methode bietet dazu durchaus die Möglichkeit der individuellen Ergänzung oder Anpassung an die Verhältnisse der einzelnen Anlagen.

Die hier vorgeschlagene Beurteilungsmethode bezieht sich auf so genannte "normale" Fälle. Spezielle Anlagen wie z. B.

- Energiegewinnung aus bestehenden Trinkwassersystemen
- Zusammenhängende Gefällsstufen
- Anlagen mit außergewöhnlichen Anlagedaten

können damit nicht abgedeckt werden.

Die Anwendung der Beurteilungsmethode bedarf zeitmäßig in der Regel weniger als einen Arbeitstag.

2. Beschreibung der Beurteilungsmethode

Die vorgeschlagene Beurteilungsmethode besteht aus 4 Teilen.

Sie ermittelt getrennt für Modernisierungs- und Reaktivierungsvorhaben, ob diese technisch zweckmäßig und wirtschaftlich sind.

- **Modernisierung** à technisch zweckmäßig?
 à wirtschaftlich?

- **Reaktivierung** à technisch zweckmäßig?
 à wirtschaftlich?

Als Beurteilungskriterien werden so genannte "Indikatoren" verwendet, wie beispielsweise das Alter der Anlage, die gültigen Nutzungsrechtsbedingungen, der Zustand der Anlage, der Unterhaltsaufwand, die ökologischen Verhältnisse.

Jeder einzelne Indikator wird anhand eines separaten Beurteilungsblattes überprüft und liefert ein Resultat in einer Punktzahl. Für die Bearbeitung der Beurteilungsblätter enthält das Handbuch unter Kapitel 3 und 4 umfassende Informationen und Anleitungen.

Die Gesamtpunktzahl aller Indikatoren ermöglicht schließlich die Einteilung der Anlage in eine bestimmte Kategorie bezüglich ihrer Modernisierungs- resp. Reaktivierungswürdigkeit.

Das Endresultat der Beurteilung kann dann für ein Modernisierungsvorhaben zum Beispiel lauten:

"Eine Modernisierung drängt sich technisch auf, für die Wirtschaftlichkeit sind weitere Abklärungen nötig"

oder für ein Reaktivierungsprojekt:

"Erscheint technisch sinnvoll und wirtschaftlich interessant"

Die zur Beurteilung gewählten "Indikatoren" sind:

In Betrieb stehende Anlagen: Modernisierungsprojekte

Technische Zweckmäßigkeit

- Alter
- Nutzungsrecht
- Zustand
- Unterhalt
- Ökologie

Wirtschaftlichkeit

- Energiegestehungskosten
- Ausbaupotential
- Restwassereinfluss

Nicht in Betrieb stehende Anlagen: Reaktivierungsprojekte

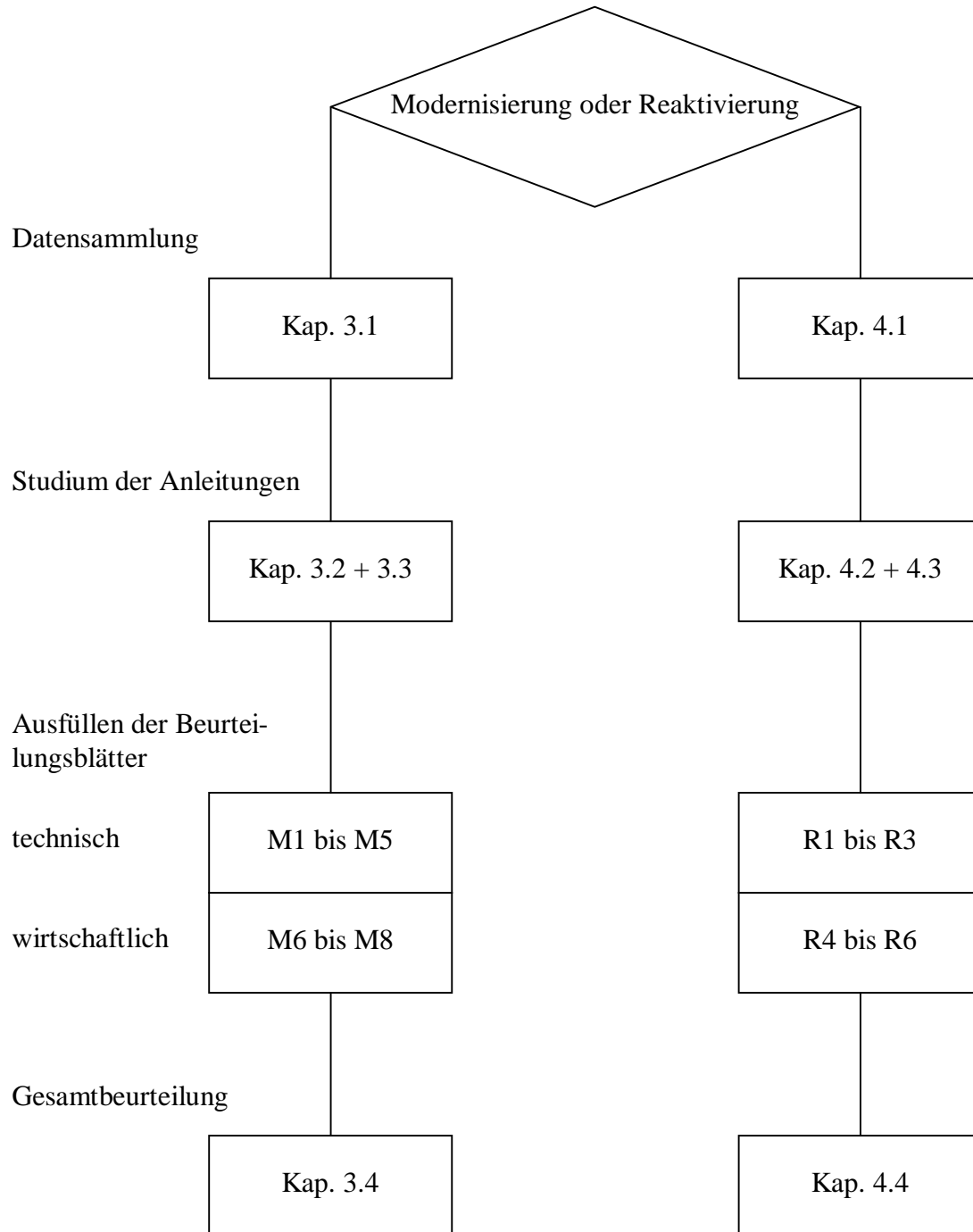
Technische Zweckmäßigkeit

- Nutzungsrecht
- Zustand / Wiederverwendung
- Ökologie

Wirtschaftlichkeit

- Energiegestehungskosten
- Ausbaupotential
- Restwassereinfluss

Vorgehensweise



Lebensdauer von Wasserkraftanlagen

Anlagenteil	Lebensdauer Jahre	Beurteilungskriterien
<ul style="list-style-type: none"> • Bauliche Anlagen Talsperren, Stollen, Kavernen und Kanäle Stauwehre, Wasserfassungen, Strassen, Brücken und Hochbauten Druckleitungen, Panzerungen und Verteilleitungen 	<p style="text-align: center;">100 - 150</p> <p style="text-align: center;">50 - 80</p> <p style="text-align: center;">40 - 60</p>	<p>Qualität, Sicherheits- anforderungen, Konzessionsdauer</p> <p>Beanspruchung, Material</p> <p>Sicherheitsanforderungen</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Mechanische Anlagen Absperrorgane: - Schützen und Schieber - Drosselklappen und Kugelschieber Turbinen und Pumpen Hebezeuge und Hilfsbetriebe 	<p style="text-align: center;">40 - 60</p> <p style="text-align: center;">30 - 50</p> <p style="text-align: center;">30 - 60</p> <p style="text-align: center;">25 - 40</p>	<p>Konstruktion, Qualität, Beanspruchung, Unterhalt, Sicherheitsanforderungen</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Anlagen Generatoren und Transformatoren Eigenbedarfs- und Notstromanlagen Hochspannungsmaterial, Schalter Batterien, Schutz- und Steuereinrichtungen 	<p style="text-align: center;">30 - 50</p> <p style="text-align: center;">25 - 40</p> <p style="text-align: center;">25 - 50</p> <p style="text-align: center;">15 - 25</p>	<p>Konstruktion, Qualität, Beanspruchung, Unterhalt, Sicherheitsanforderungen</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Energieübertragungsanlagen Hoch- und Mittel- spannungsleitungen Holzmastenleitungen 	<p style="text-align: center;">40 - 60</p> <p style="text-align: center;">25 - 30</p>	<p>Leitungsführung Sicherheits- anforderungen</p>

3. Modernisierungsvorhaben

3.1 Datensammlung

Der ausführliche Fragebogen auf den nächsten Seiten dient der Erhebung aller zur Beurteilung der Zweckmäßigkeit eines Modernisierungsvorhabens nötigen Informationen und stellt die Grundlage für die nachfolgenden Beurteilungsblätter dar.

Hinweise zum Ausfüllen der Datensammlung:

Am Ende der Fragebogen sind Skizzen mit Darstellungen der Kraftwerkstypen und der Kraftwerkskomponenten angefügt. Sie dienen dem besseren Verständnis der in den Fragebogen aufgeführten "Fachausdrücke".

Technische Daten

Geben Sie die Ihnen bekannten Daten an. Falls eine Komponente fehlt oder Sie nicht sicher sind, bitte die Rubrik offenlassen oder das Wort "ca." vor die Zahl setzen.

Maßeinheiten

Bitte beachten Sie auch die in den Fragebogen vorgeschlagenen Maßeinheiten.

Falls Sie in Ihren Unterlagen andere Einheiten haben, bitte diese angeben, z.B.

- *Ausbauwassermenge* *250 Liter/Sekunde*

Bei den elektrischen und mechanischen Einrichtungen sind vorzugsweise die Daten der Datenschilder anzugeben.

DIANE**Datensammlung für Modernisierung****Noch in Betrieb stehende Anlagen****Allgemeines:****- Anlagentyp**

(Flusskraftwerk, Kanalkraftwerk, Speicherkraftwerk mit Speicher und Druckleitung)

Name der Anlage:

- Betriebsaufnahme der heutigen Anlage**- Art und Dauer der Konzession****- Zweck der Anlage**

(stromerzeugend, nicht stromerzeugend)

 el. Energie mech. Energie**Technische Daten, Anordnung****- Oberwasserspiegel**

OW max.

m

OW min.

m

- Unterwasserspiegel

UW min.

m

UW max.

m

- Bruttofallhöhe

(OW - UW)

H max.

m

H min.

m

- Ausbauwassermenge

(gemäß Konzession)

m³/s

verfügbar im Durchschnittsjahr

Tage

- Maximal verarbeitete Wassermengem³/s**- Gesamtleistung der Anlage**

kW

- Energieproduktion pro Jahr	<input type="text"/>	kWh
- Art des Wehres (fest, bewegliche Wehrschützen)	<input type="text"/>	
- Oberwasserkanal	<input type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden	
	Länge:	m
	Breite:	m
	Tiefe:	m
- Unterwasserkanal	<input type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden	
	Länge:	m
	Breite:	m
	Tiefe:	m
- Speicherbecken	<input type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden	
	Speicherinhalt	m ³
- Druckleitung	<input type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden	
	Länge:	m
	Durchmesser:	m
	Werkstoff:	
- Kraftwerkgebäude (separat, integriert in Fabrikgebäude)	<input type="text"/>	
- Bestehen von der Anlage Pläne?	<input type="text"/>	

Für jede Maschinengruppe ein separates Blatt ausfüllen

Elektromechanische Ausrüstung

- **Anzahl Maschinengruppen**

- **Turbinentyp**
(Francis, Pelton, Kaplan, Durchström)

Nennwassermenge pro Turbine

m³/s

Nennleistung pro Turbine

kW

Betriebsstunden pro Jahr

h

Jahr der Inbetriebnahme

- **Generatortyp**
(gemäss Datenschild)

Nennleistung pro Generator

kVA

Nennspannung

V

Jahr der Inbetriebnahme

- **Transformator**

Nennleistung

kVA

Oberspannung/Unterspannung

Jahr der Inbetriebnahme

- **Schaltanlage**

Nennleistung

kVA

Leistungsschaltertyp

Jahr der Inbetriebnahme

Betrieb / Unterhalt

- **Betriebsweise**
(durchgehend, nur tagsüber,
automatisch, halbautomatisch)

- **An wen wird Strom abgegeben**
(lokales EW, Eigenverbrauch etc.)

- **Wasserniveau-Regulierung** vorhanden nicht vorhanden

- **Fernsteuerung, Fernüberwachung** vorhanden nicht vorhanden

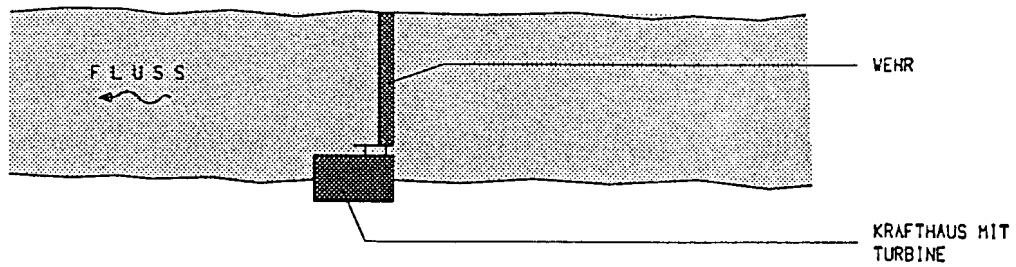
- **Betriebsausfall pro Jahr**
für geplante und ungeplante Arbeiten **Tage**

- **Jahr der letzten grösseren Revision**

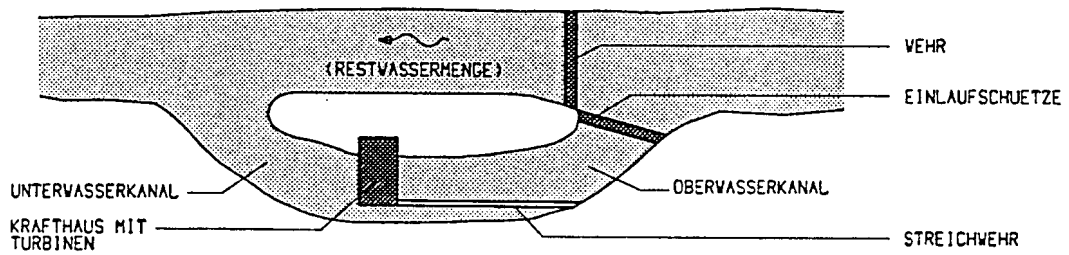
- **Personalaufwand** für Betriebsführung
und Unterhalt pro Jahr **Mannjahre**

- **Welche schwerwiegenden Störungen**
kamen in den letzten Jahren vor?

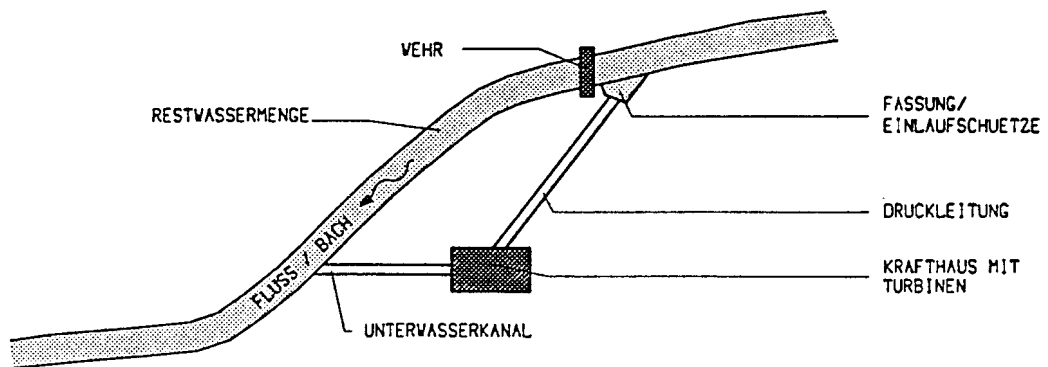
Flusskraftwerk



Kanalkraftwerk



Ausleitungskraftwerk mit Druckleitung



3.2 Beurteilungsblätter: Technische Zweckmäßigkeit des Mo- dernisierungsvorhabens

Für die Beurteilung der technischen und ökologischen Zweckmäßigkeit werden fünf Indikatoren (Alter, Wassernutzungsrecht, Zustand, Unterhalt und Ökologie) herangezogen.

M1	Alter
M2	Wassernutzungsrecht
M3	Zustand
M4	Unterhalt
M5	Ökologie

DIANE**M1 – Beurteilungsblatt: Alter**

Das Alter eines Kleinkraftwerks ist ein Indikator für seine Restlebensdauer sowie für das Verbesserungspotential, falls die Anlage erneuert wird.

In groben Zügen lässt sich sagen, dass die Modernisierung eines Werkes umso lohnender ist, je älter es ist. Allerdings altern verschiedene Kraftwerkskomponenten in unterschiedlicher Weise und verschieden schnell. Die Lebensdauer der einzelnen Komponente hängt einerseits von der Qualität der ursprünglichen Ausführung und andererseits von der betrieblichen Pflege und Wartung ab. Aber auch ein gründlicher und regelmäßiger Unterhalt kann nicht verhindern, dass sich Schäden und Betriebsausfälle mit zunehmendem Alter der Komponenten häufen.

Das Beurteilungsblatt "ALTER" nimmt auf den unterschiedlichen Alterungsprozess insofern Rücksicht, als das Alter verschiedener Anlageteile eines Kraftwerks individuell beurteilt wird.

Vier getrennte Komponentengruppen werden beurteilt, nämlich

- Turbinen
- Generatoren, Trafos, elektr. Einrichtungen
- Druckleitung, Schützen
- Bauliche Anlagen

Für jedes dieser Elemente wird anhand einer einfachen Graphik eine dem Lebensalter entsprechende Punkt-Bewertung ermittelt. Der Durchschnitt der beurteilten Komponenten ergibt die Gesamtbewertung des Beurteilungsblattes ALTER.

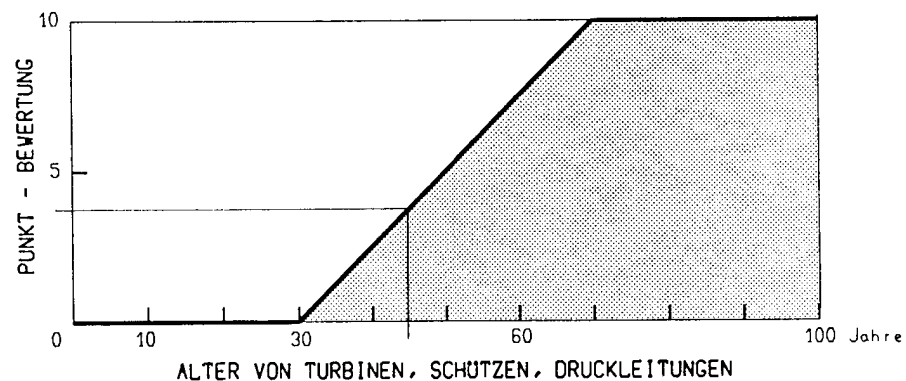
Die Bewertungsgraphiken wurden aufgrund einer Publikation des VSE (Verein Schweiz. Elektrizitätswerke) mit dem Titel "*Lebensdauer von Wasserkraftanlagen*" erstellt (Tabelle siehe S. 8).

Ältere Kraftwerkselemente wurden in der Vergangenheit oft schon erweitert, geändert oder teilerneuert. So ist es möglich, dass die baulichen Anlagen bedeutend älter sind als die Maschinengruppen. Die Berücksichtigung solcher Unterschiede ist wichtig. Wurden maßgebliche Teile einer Komponente erneuert, z.B. das Turbinenlaufrad ersetzt oder ein Generator neu gewickelt, so ist als Alter von Turbine oder Generator der Zeitraum seit der Ersetzung des Laufrades bzw. der Neuwicklung einzusetzen.

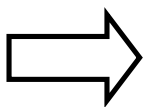
Bewertungsbeispiel:

Die Turbine im zu beurteilenden Kleinkraftwerk ist 45 Jahre alt.

- Benützen Sie im Beurteilungsblatt MI die Graphik für Turbinen
- Ziehen Sie von der horizontalen Alters-Achse bei 45 eine Linie vertikal nach oben bis zum Schnittpunkt mit der Bewertungslinie.
- Ziehen Sie vom Schnittpunkt eine horizontale Linie nach links zur vertikalen Punktbewertungs-Achse, was eine Bewertung von 4 Punkten ergibt.
- Tragen Sie diese Punktzahl in der kleinen Tabelle unten auf dem Beurteilungsblatt ein.

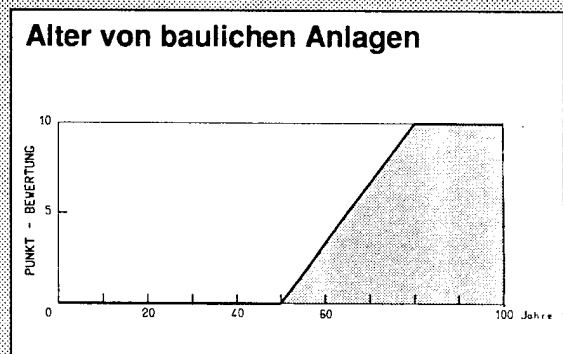
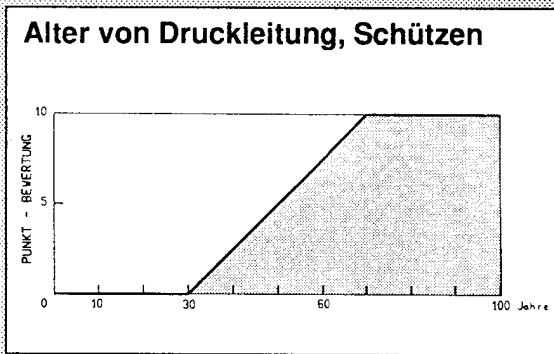
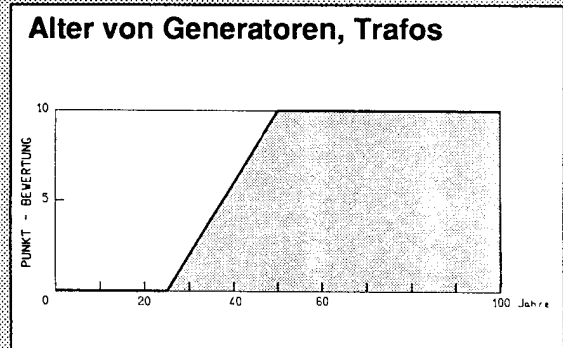
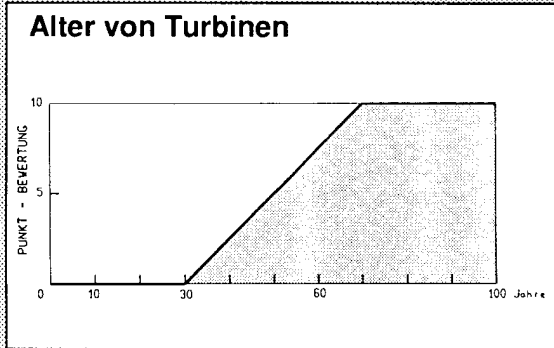
Alter von Turbinen

- Verfahren Sie in gleicher Weise für die Generatoren, Trafos, Druckleitung oder Schützen und baulichen Einrichtungen.

Hinweis:

Falls eine Anlage weder Druckleitung noch Schützen besitzt, lassen Sie diese Bewertung offen. Die durchschnittliche Bewertung ermittelt sich dann aus Punktetotal dividiert durch 3 (statt 4).

DIANE	Alter	M1
--------------	--------------	-----------



Anlageteil	Alter	Punkte
Turbinen
Generatoren, Trafos
Druckleitung, Schützen
Bauliche Anlagen
Subtotal Punkte	

Punktwertung = $\frac{\text{Subtotal Punkte}}{\text{Anzahl der bewerteten Anlageteile}}$ =

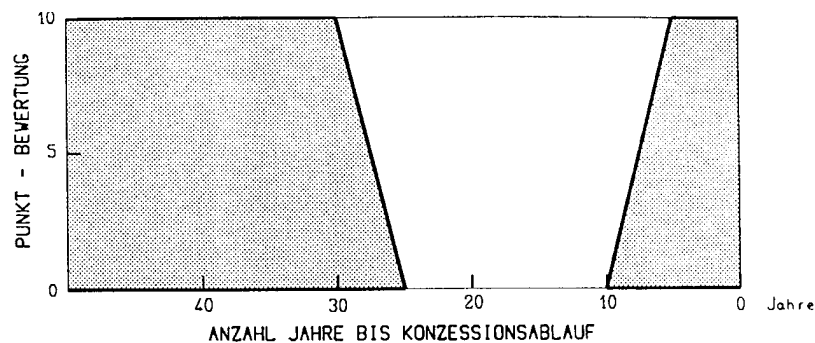
DIANE

M2 – Beurteilungsblatt: Wassernutzungsrecht

Die Bedingungen des Wassernutzungsrechtes werden als weiterer Indikator für die Zweckmäßigkeit einer Modernisierung eines Kleinkraftwerkes betrachtet.

Dabei muss die Dauer des laufenden Wasserrechts, aber auch allfällige Vor- und Nachteile, die mit der Erneuerung oder Verlängerung verbunden sind, mitberücksichtigt werden.

Für die Dauer bis zum Ablauf eines befristeten Wasserrechtes (Konzession) enthält das Beurteilungsblatt eine Bewertungsgraphik, die auf folgenden Überlegungen aufgebaut ist.

**Zeitdauer bis Konzessionsablauf**

- 0 - 5 Jahre Überlegungen für den Umfang einer Kraftwerksmodernisierung sollten dringend unternommen werden. Wird die Frist für den Konzessionsablauf verpasst, wird die Verhandlungsposition des Kleinkraftwerkbetreibers erheblich geschwächt (**10 Punkte**).
- 5 - 10 Jahre Diese Phase wird als noch nicht kritisch betrachtet, so dass für diese Phase eine Bewertungsskala von 0-10 angewendet wird (bei Modernisierungsabsichten sind aber in dieser Phase Kontakte mit den Kantonen angezeigt).
- 10 – 25 Jahre Für diesen Zeitraum vor Konzessionsablauf besteht vom Gesichtspunkt des Wassernutzungsrechtes für eine Erneuerung keine besondere Dringlichkeit. Investitionen in diesem Zeitraum müssen besonders gründlich geprüft werden. **Punktbeurteilung = 0**.
- Über 30 Jahre Für diese lange Zeit würden sich Investitionen für eine Erneuerung mit einem noch bestehenden Wasserrecht lohnen. Deshalb notieren wir für diesen Zeitraum **10 Punkte**.

Besteht ein unbefristetes (ehehaftes) Wassernutzungsrecht, wirkt sich dieses auf ein Modernisierungsvorhaben günstig aus -> **8 Punkte**. Aber nur dann, wenn die neue Ausbauleistung die im Wasserrecht umschriebene Fallhöhe oder Wassermenge nicht übersteigt. Trotz unbegrenzten Wasserrechten würden dabei bei einer Modernisierung die im Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer verlangten Vorschriften durchgesetzt.

Für die Bewertung der Wasserrechtsbedingungen zählt aber nicht nur die Dauer bis zum Ablauf des Rechts, sondern auch die mit einer Konzessionserneuerung verbundenen Vor- und Nachteile.

Allfällige Vorteile

Diese sind je nach Kanton verschieden, könnten aber umfassen:

- Verzicht des Kantons auf Wasserzinsen
- Entlastung von Unterhaltsverpflichtungen, z.B. von Kanälen, Weihern und Strassen
- Mit einer Neukonzession verbundene Subventionen und Beiträge

Die allfällig zutreffenden Vorteile sind in Selbstbewertung mit einer zusätzlichen Punktzahl von 0 - 5 zu bewerten, die zu der aus der Wasserrechtsdauer ermittelten Zahl hinzuzuzählen sind.

Allfällige Nachteile

- Auflagen zur Erfüllung des Gewässerschutzgesetzes
- Auflagen in Bezug auf Errichtung einer Rechenreinigungseinrichtung und Geschwemmselentsorgung.

Die allfällig zutreffenden Nachteile sind abzuschätzen und in Selbstbeurteilung mit 0-5 Punkten zu bewerten, die von der aus der Wasserrechtsdauer ermittelten Zahl abzuziehen sind.

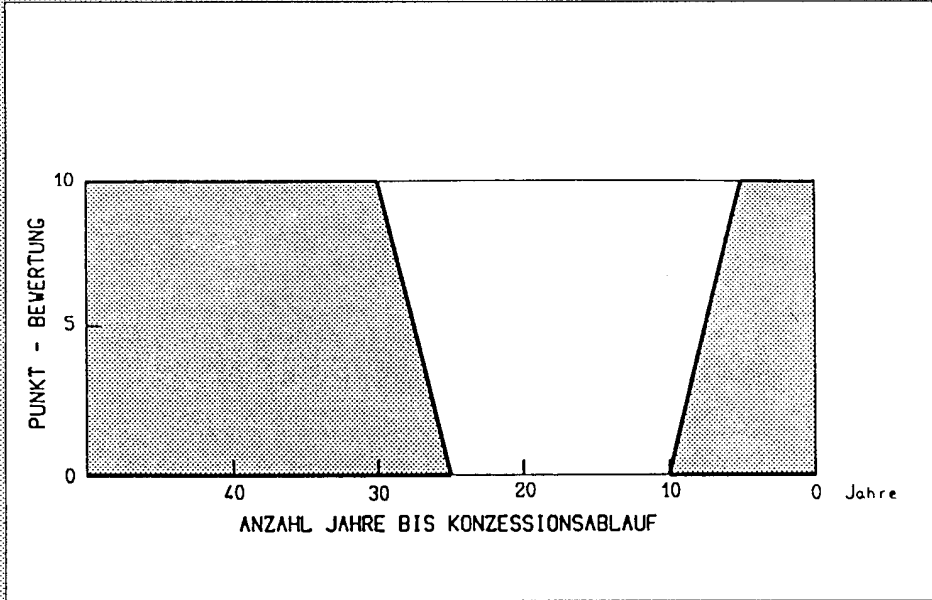
Bewertungsbeispiel

Ein noch in Betrieb stehendes Kleinwasserkraftwerk steht 5 Jahre vor dem befristeten Konzessionsablauf. Aus der Graphik im Beurteilungsblatt können für diesen Zeitpunkt 10 Punkte herausgelesen werden, was bedeutet, dass vom Gesichtspunkt der Wasserrechte eine Erneuerung oder ein Entscheid über den Weiterbetrieb dringlich erscheint.

Der Kraftwerksbesitzer ist aber der Meinung, dass eine Neukonzession für den Weiterbetrieb nachteilige Auflagen mit sich bringt. Er schätzt diese Nachteile mit 4 Punkten ein, die in der Rubrik "Nachteile/Auflagen" einzusetzen sind.

Die Gesamtpunktzahl für den Indikator "Wassernutzungsrecht" beträgt somit $10 \text{ minus } 4 = 6$ Punkte.

DIANE	Wassernutzungsrecht	M2
--------------	----------------------------	-----------



		Punkt- bewertung
Jahre bis Konzessionsablauf	.....	.....*
Bringt die neue Konzession Vorteile?	addiere 0 - 5 Punkte	.....
Bringt die neue Konzession Nachteile? Sind bedeutende Auflagen zu erwarten?	subtrahiere 0 - 5 Punkte	.....

* Bei ehehaften, unbegrenzten Nutzungsrechten sind hier 8 Punkte einzusetzen. Ist die Konzession abgelaufen, sind hier 0 Punkte einzusetzen.

Total Punktzahl (max. = 10)

DIANE**M3 – Beurteilungsblatt: Zustand der Anlage**

Zustand und Betriebstüchtigkeit der hauptsächlichen Anlagen-Komponenten sind ein wichtiger Indikator für die Beurteilung der Erneuerungswürdigkeit eines Kleinkraftwerks. Denn, wenn an wichtigen Anlageteilen substantielle Reparaturen anstehen oder bei fehlender Betriebstüchtigkeit der Maschinen, sind Abklärungen für eine partielle oder generelle Erneuerung nahe liegend.

Dabei genügt es, sich für eine Grobbeurteilung auf die Hauptkomponenten zu konzentrieren; kleinere, weniger kostenträchtige Teile werden meist im Rahmen des laufenden Unterhalts instand gestellt oder ersetzt.

In diesem Sinne beschränkt sich das in Form einer Check-Liste abgefasste Beurteilungsblatt M3 "ZUSTAND" auf folgende Hauptkomponenten:

- Turbine(n)
- Generator(en)
- Transformator(en) und elektr. Einrichtungen
- Bauliche Anlagen
- Druckleitung
- Wehrschützen, Einlaufschützen

Den Zustand und die Betriebstüchtigkeit dieser Anlageteile, verbunden mit der Ermittlung ihrer Restlebensdauer, festzustellen, ist oft ein schwieriges Unterfangen. Eine zuverlässige Beurteilung erfordert professionelle Erfahrung, geeignete Prüfverfahren und Kenntnis der baulichen und betrieblichen "Geschichte" der Anlage. Andererseits kennen die Kleinkraftwerksbesitzer und -betreiber in der Regel ihre Anlagen derart gut, dass sie sehr wohl aus ihrer Erfahrung heraus in der Lage zu einer recht zuverlässigen Selbstbeurteilung ihrer Anlage sind.

Ihre Beurteilung ist deshalb wohl die beste und zutreffendste für eine grobe Zustandsbeurteilung gemäß Beurteilungsblatt M3.

Bewertungshilfen

Im Allgemeinen ist die Punkteskala von 0 – 10 Punkten wie folgt zu benützen:

- 0 Punkte: Der Anlageteil bietet keine betrieblichen Probleme, und es sind keine größeren Schäden während den nächsten 10 Jahren zu erwarten. Der Anlageteil ist in gutem Zustand und erfüllt seinen Zweck sicher und zuverlässig.
- 5 Punkte: Größere Sanierungs- und Reparaturarbeiten während den nächsten 5-10 Jahren sind wahrscheinlich. Die baulichen Strukturen zeigen Alterungserscheinungen, sind aber noch sicher. Elektromech. Einrichtungen sind in akzeptablem Zustand, ihre betriebliche Zuverlässigkeit ist jedoch reduziert.
- 10 Punkte: Der Zustand des Anlageteils, ist schlecht und größere Instandsetzungsarbeiten oder Ersetzung werden in den nächsten 5 Jahren nötig werden.

Der Bearbeiter des Beurteilungsblattes ist eingeladen, aufgrund seiner Erfahrung und seines Gefühls die gesamte Bewertungsskala von 0-10 Punkten zu nutzen.

Der Bearbeiter kann auch zusätzliche Anlageteile, die für seine Anlage von Bedeutung sind, der Liste beifügen und diese in gleicher Weise mit der Punkteskala von 0-10 bewerten.

Andererseits sind aufgeführte Anlageteile, die in der zu beurteilenden Anlage nicht existieren (z.B. Druckleitung) nicht zu bewerten, und die vorgesehene Bewertung ist offen zu lassen.

Als Gesamtergebnis der Zustandsbewertung wird der Durchschnitt aller bewerteten Anlageteile bzw. Positionen ermittelt, d.h. es ergibt sich ein Gesamtbeurteilungswert zwischen 0 und 10 Punkten.

Zusätzliche Hinweise zur Interpretation des Beurteilungsblattes M3

Turbine(n)
Generator(en) Für Kleinkraftwerke mit mehr als einer Maschinengruppe ist die Beurteilung jeweils für die schlechtere Turbine bzw. den schlechteren Generator durchzuführen.

PCB-Trafos (PCB = Polychlorierte Biphenyle)

Die "Stoffverordnung" StoV der eidgenössischen Behörden bestimmt, dass bis zum 31. August 1998 alle Geräte, die PCB als Dielektrika verwenden, aber auch alle Öltransformatoren mit einem Gehalt von mehr als 50

Milligramm (50 ppm) PCB pro Kilogramm Öl, außer Betrieb genommen und entsorgt bzw. fachgerecht gereinigt werden müssen.

Werden Trafos oder andere Geräte mit dem hochgiftigen PCB betrieben, ist die entsprechende Pos. mit 8 Punkten zu bewerten.

Hinweis:

Der Verband Schweiz. Transformatorenhersteller hat eine Publikation veröffentlicht, "PCB in Verteil- und Großtransformatoren", welche Eigenschaften von PCB, gesetzliche Grundlagen, Kontrolle und Entsorgung behandelt.

Bauliche Anlagen Die Beurteilung erstreckt sich summarisch auf die hauptsächlichsten baulichen Anlagen. Sie sind mit der empfohlenen Punkteskala 0 - 10 zu bewerten, je nachdem wie sich die einzelnen Betriebsprobleme auf den Kraftwerksbetrieb auswirken. Auch hier gilt: keine Auswirkung = 0 Punkte. Grosse Auswirkung = 10 Punkte.

Druckleitung In diesem Abschnitt werden die Fragen getrennt nach Konstruktionsart von Druckleitungen gestellt. Während genietete oder Gussleitungen auch nach 50 und mehr Jahren noch durchaus sicher sein können, trifft dies für die wassergeschweißten Leitungen nicht zu. Diese Art Leitungen wurden in der Regel vor 1950 erstellt und werden als gefährlich eingestuft, so dass sie mit dem Punkte-maximum von 10 zu bewerten sind.

**Wehrschützen
Einlaufschützen**

Für Wehranlagen gilt allgemein, dass der Hochwasserabfluss und Geschiebebetrieb gesichert werden muss.

Dabei gilt die Regelung, dass ein 1000jähriges Hochwasser abgeleitet werden kann.

Für die Beurteilung der Hochwasserkapazität ist aber auch das lokale Schadenrisiko aufgrund der lokalen Verhältnisse und Erfahrungen in Betracht zu ziehen.

Besteht aufgrund der lokalen Verhältnisse ein Handlungsbedarf zur Verbesserung der Hochwasserkapazität, so ist im Beurteilungsblatt M3 die entsprechende Position mit 5 - 10 Punkten zu bewerten.

DIANE	Zustand der Anlage	M3	
Anlageteil	Zustand/ Betriebsproblem der bestehenden Anlage	Bewertungs- spielraum *	Bewertung
Turbine	Leistungslimitierung notwendig	0 - 10	.....
	Korrosions-/Erosions- Kavitationsschäden	0 - 8	.....
	Risse in wichtigen Teilen	0 - 10	.....
Generator	Allgemeiner Zustand und betriebliche Probleme Lagerschadenhäufigkeit	0 - 10	.....
Transformator und elektrische Einrichtung	Allgemeiner Zustand und Fehlerhäufigkeit	0 - 10	.....
	wenn PCB-Transformator	0 oder 8	.....
Bauliche Anlage (Kanäle, Dämme, Tunnels, Speicher)	Zunehmende Undichtigkeiten	0 - 10	.....
	Sicherheit und Stabilität gefährdet	0 - 10	.....
	Schadenrisiko (ver- bunden mit Betriebs- ausfall)	0 - 10	.....
	Gibt es unzulässige Erosion ?	0 - 10	.....
	Gibt es störende Sand- oder Geschiebe- ablagerungen ?	0 - 8	.....

Druckleitung	Zustand genieteter Druckleitung oder Gussleitung	0 - 10**	.....
	Geschweisste Leitung, vor 1950 installiert	10**	.....
	Korrosionserscheinungen	0 - 8	.....
Wehrschützen Einlaufschützen	Hochwasserkapazität ungenügend	5 - 10	.....
	Lecks	0 - 8	.....
	Zustand, Erosion und Korrosion	0 - 8	.....
Zusätzliche Anlagenteile von Bedeutung			
Total der Bewertungspunkte			.....
Anzahl der bewerteten Positionen			.....
Durchschnittliche Punktebewertung			.....
<p>* Hohe Punktezahl: Schlechter Zustand/bedeutende Betriebsprobleme ** Es ist nur eine Position zu bewerten</p>			

DIANE**M4 – Beurteilungsblatt: Unterhalt**

Aufwand und Bedarf an Unterhalt sind ein weiterer Indikator, ob ein Kleinwasserkraftwerk für eine Erneuerung fällig ist. Denn mit einer Erneuerung würden sich künftige Unterhaltsarbeiten stark reduzieren lassen.

Als Maß für den Bedarf an Unterhalt kann der Betriebsausfall genommen werden, der im Beurteilungsblatt M4 bewertet werden soll.

"Betriebsausfall" ist hier definiert als Summe von ungeplanten Betriebsausfällen als Folge von Schäden und von geplanten Unterhaltsarbeiten. Die jährliche Zeit, während derer die Anlage wegen Reparaturen oder Unterhaltsarbeiten nicht betrieben werden kann, wird als "Nichtverfügbarkeit" bezeichnet und wird in Prozenten ausgedrückt (der umgekehrte Begriff "Verfügbarkeit" ist definiert als jener Zeitraum, in dem eine Anlage für den Betrieb verfügbar ist oder mit anderen Worten 100% minus die Nichtverfügbarkeit).

In den Begriffen Verfügbarkeit und Nichtverfügbarkeit bleibt unberücksichtigt, ob und wie viel während den Ausfallzeiten hätte produziert werden können.

Durchgeführte statistische Untersuchungen haben für Wasserkraftwerke durchschnittliche Verfügbarkeiten von über 95 % ergeben. Dabei wurde kein markanter Unterschied in Bezug auf die Kraftwerksleistung festgestellt.

In der Graphik zur Bewertung der Nichtverfügbarkeit oder des Betriebsausfalls als Folge von geplantem und ungeplantem Unterhalt wird deshalb für eine Ausfallzeit von 0 - 3 % 0 Punkte bewertet, während 10 % Ausfallzeit als kritisch betrachtet werden -> 10 Punkte.

3 % Ausfallzeit entsprechen 260 Stunden oder 11 Tagen 10 % Ausfallzeit entsprechen 870 Stunden oder 36 Tagen

Damit die ermittelten Ausfallzeiten repräsentativ sind, sollten sie als Durchschnittswert aus mehreren Betriebsjahren gewählt werden. Dies bietet Gewähr, dass die Werte auch geplante Unterhaltsarbeiten umfassen, die nicht jedes Jahr auftreten.

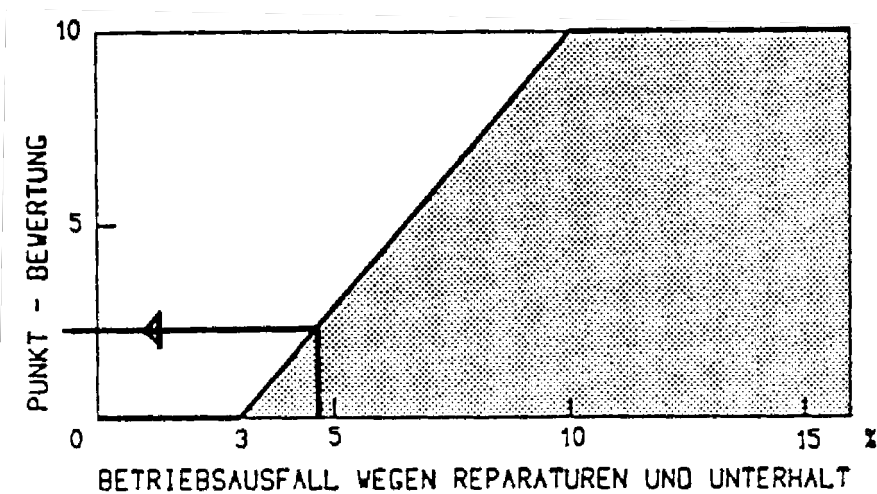
In den meisten Kraftwerken werden neben den Produktionszahlen auch die Ausfallzeiten registriert und notiert. Damit dürfte es in der Regel nicht schwierig sein, die entsprechenden Ausfallzeiten zu ermitteln.

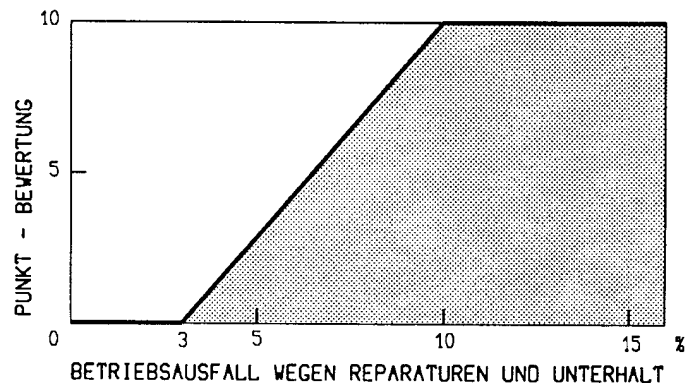
Falls solche Aufzeichnungen fehlen, müsste die Ausfallzeit durch das Betriebspersonal abgeschätzt werden.

Bewertungsbeispiel für ein Kleinkraftwerk mit mehr als einer Maschinengruppe

- Durchschnittliche jährliche Ausfallzeit von Gruppe 1 = 280 Stunden
- Durchschnittliche jährliche Ausfallzeit von Gruppe 2 = 490 Stunden
- Totale Ausfallzeit beider Gruppen = 770 Stunden

- Durchschnittliche Ausfallzeit des Kraftwerks $\frac{770}{2 \cdot 8760} \cdot 100 = 4.4\%$
- **Bewertung = 2 Punkte**



DIANE**Unterhalt****M4**

Alle Fragen beziehen sich auf die bestehende Anlage:

Durchschnittlicher Ausfall der Anlage
wegen Unterhaltsarbeiten ca. %

Bewertung des Aufwandes für
den Unterhalt

Durchschnittliche Punkt-Bewertung

Bei Anlagen mit mehreren Maschinen:

$$\frac{\text{Ausfallzeit Maschine A + B + .. + X}}{\text{Anzahl Maschinen} \cdot 8'760} \cdot 100 = \% \text{ Ausfallzeit}$$

DIANE**M5 – Beurteilungsblatt: Ökologie**

Auch für eine grobe Erstbeurteilung, ob eine Kleinkraftwerkserneuerung zweckmäßig ist, gehört die Fragestellung nach deren ökologischer Verträglichkeit.

In diesem Sinne wird als weiterer Indikator im Beurteilungsprozess die "OEKOLOGIE" einer Kraftwerksanlage betrachtet.

Bewertungs-Prinzip

Hohe Bewertung (max. 10 Punkte) für ökologisch unbedenkliche Anlagen.

Niedrige Bewertung für Anlagen, bei denen die Erfüllung der zeitgemäßen ökologischen Auflagen problematisch und kostenintensiv wird.

Bei der Modernisierung eines Kleinwasserkraftwerks müssen die Verordnungen des Gewässerschutzgesetzes (GschG, siehe Anhang) erfüllt werden. Dabei gilt die Hauptsorge des Gesetzgebers dem integralen Schutz der Gewässer, einschließlich der für Wasserkraft genutzten, sowie dem Schutz der an und in diesen Gewässern lebenden Tier- und Pflanzenwelt.

Für die hier geführte Vorabklärung werden jedoch die damit verbundenen Auflagen auf wenige Fragen reduziert, die im Beurteilungsblatt M5 gestellt sind.

Berücksichtigte Fragen

- Frage nach der Fischgängigkeit eines genutzten Gewässers

Es ist klar, dass dort, wo das genutzte Gewässer kein Fischgewässer ist, sich diese Frage erübrigt, d.h. die Frage kann mit 10 Punkten beantwortet werden.

Für den üblichen Fall eines Fischgewässers muss im Rahmen des GschG für Fischgängigkeit gesorgt sein.

Ist dies nicht schon der Fall, müssen bei einer Erneuerung Einrichtungen wie Fischtrepfen, Fischpässe oder ähnliche Einrichtungen vorgesehen werden.

- Frage hinsichtlich der Rechenreinigung und Rechengutentsorgung

Gemäß den meisten kantonalen Verordnungen wird verlangt, dass das im Einlaufrechen gesammelte Rechengut dem Gewässer entnommen und anschließend gesetzeskonform entsorgt wird.

Falls diese Bestimmungen nicht bereits erfüllt sind, müssten sie spätestens bei einer Kraftwerkserneuerung erfüllt werden.

- Umweltverträglichkeit des Kraftwerks in Form seiner Integration in Natur und Landschaftsbild.

Diese bei Kleinkraftwerken in vielen Fällen vorhandene Integration wirkt sich für die Bewilligungen für Erneuerungen und Erweiterungen in der Regel positiv aus.

Erfahrungsgemäß beurteilen viele Kleinkraftwerksbetreiber ihre Anlage als gut in der Landschaft integriert. Die Frage soll deshalb möglichst objektiv beantwortet werden.

Es ist nochmals zu betonen, dass die Umweltverträglichkeit einer Kraftwerksanlage noch weitere Aspekte umfasst.

Es geht aber hier um eine Vorabklärung, mit der grob beurteilt werden soll, ob ein Erneuerungsprojekt in ökologischer Hinsicht günstige Voraussetzungen mit sich bringt.

Restwasserfrage

Die Restwasserfrage wird in diesem Beurteilungskonzept im Teil WIRTSCHAFTLICHKEIT behandelt.

Hinweis

Es ist schliesslich darauf hinzuweisen, dass gewisse Kantone Anstrengungen zur Gestaltung ökologisch verträglicher Kraftwerke "belohnen". Zum Beispiel:

- im Kanton Bern werden Investitionshilfen an das Einhalten des Gewässerschutzgesetzes gebunden.
- im Kanton Zürich gibt es Wasserzinsermäßigungen bei ökologisch einwandfreien Projekten.

DIANE	Ökologie	M5
Fischgängigkeit:		
Wird das Betriebswasser einem Fischgewässer entnommen?	ja = 0 Punkte nein = 10 Punkte	.....
<i>Wenn ja:</i>		
Besteht ein funktioneller Fischpass oder eine Fischtreppe oder ist Fischgängigkeit sonst gewährleistet?	ja = 10 Punkte nein = 0 Punkte	.....
<i>Summe</i>		.....
Rechenreinigung		
Besteht eine Rechenreinigungseinrichtung?	ja = 5 Punkte nein = 0 Punkte	.....
<i>Wenn ja:</i>		
Wird das Geschwemmsel entsorgt?	ja = 5 Punkte	.....
<i>Summe</i>		.....
Landschaftsbild		
Sind die Kraftwerkanlagen im Landschaftsbild integriert?	5 - 10 Punkte	.....
Subtotal der ermittelten Punkte		.....
Anzahl der bewerteten Positionen (max. 3)		.....
Durchschnittliche Punktebewertung		

3.3 Beurteilungsblätter: Wirtschaftlichkeit eines Modernisierungsvorhabens

Für die Grobbeurteilung werden drei Indikatoren herangezogen, nämlich die Energiegestehungskosten, das Ausbaupotential sowie allfällige durch neue Restwasserbestimmungen verursachte Produktionseinbußen.

Dabei fallen sicher die auf den Daten der bestehenden Anlage geschätzten Energiegestehungskosten am stärksten ins Gewicht. Das Ausbaupotential und die Produktionseinbußen aufgrund der Restwasserbestimmungen vermögen aber die Gesamtbeurteilung der Wirtschaftlichkeit noch erheblich zu beeinflussen.

M6	Energiegestehungskosten
M7	Ausbaupotential
M8	Restwasser

DIANE**M6 – Beurteilungsblatt:
Energie-Gestehungskosten**

In der im Beurteilungsblatt M6 "Energie-Gestehungskosten" enthaltenen Graphik kann eine Bewertung der in der Kraftwerksanlage erzeugten Energie herausgelesen werden. Dabei bleiben die Auswirkungen einer allfälligen Restwasserabgabe noch unberücksichtigt.

Ausgangspunkt dazu sind dabei die Kenndaten P (Leistung), H (Fallhöhe) und f (Nutzungsgrad) der bestehenden Anlage. Aus diesen drei Größen wird der Abszissenwert

$$\sqrt{P \cdot H \cdot f}$$

gebildet, der eine repräsentative Kennzahl für die Kosten der erzeugten Energie darstellt.

Kenndaten

Im Einzelnen haben die 3 Kenndaten auf die Wirtschaftlichkeit folgende Auswirkung:

Leistung P: Mit steigender Leistung eines Kraftwerks nehmen die spezifischen Kosten für dessen Einrichtungen ab (z.B. Kosten pro kW installierter Leistung). Deshalb nimmt mit steigender Leistung in der Regel die Wirtschaftlichkeit zu.

Vereinfachend lässt sich deshalb sagen: je höher die Leistung, desto besser die Wirtschaftlichkeit.

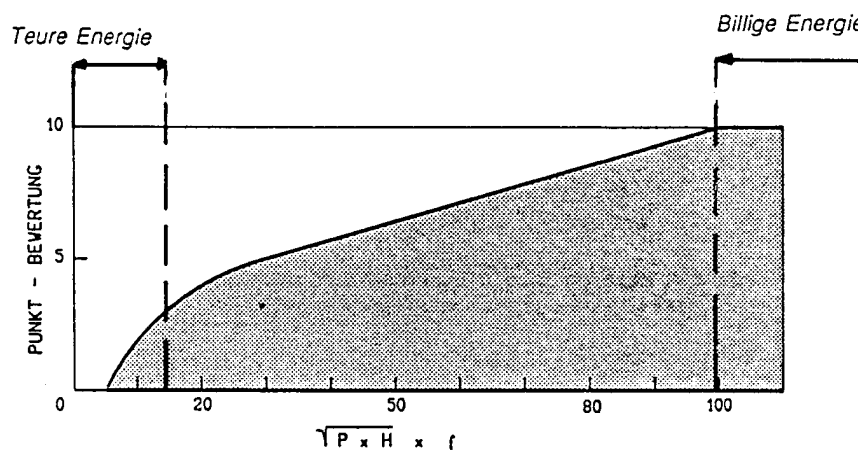
Fallhöhe H: Die Fallhöhe H ist die wohl einflussreichste Größe für die Wirtschaftlichkeit eines Wasserkraftwerks. Bei gleichen Leistungen werden mit größerer Fallhöhe die Abmessungen der wasserführenden Anlagenteile verringert und auch die Maschinen verbilligt. Deshalb gilt in der Regel: je höher die Fallhöhe, desto besser die Wirtschaftlichkeit.

$$\text{Nutzungsgrad } f = \frac{\text{Jahresproduktion(kWh)}}{\text{Leistung (kW)} \cdot 8760}$$

Der Nutzungsgrad ist ein Maßstab für die Dauer der Nutzung einer Anlage. Vereinfacht ausgedrückt ist eine Anlage mit geringerer Nutzung gegenüber einer Anlage größerer Nutzung (mit im Übrigen gleichen Daten) entsprechend unwirtschaftlicher. In einer solchen vereinfachten Betrachtungsweise ist allerdings der Wert der Energie nicht berücksichtigt.

Eine Anlage z.B. mit hohem Anteil an Winterproduktion kann auch bei reduziertem Nutzungsgrad diesen durch den höheren Energiewert wettmachen (siehe dazu untenstehende Anmerkungen zur Bewertung).

Zusammenfassend kann deshalb für die Kombination obiger Kenndaten im Abszissenwert $\sqrt{P \cdot H} \cdot f$ gesagt werden: je höher dieser Wert, desto günstiger die resultierende Energie.



Die Bewertungskurve wurde aufgrund von statistischen Kosten für Kleinkraftwerke ermittelt (Quelle: Colenco). Mitberücksichtigt wurden dabei auch die im Rahmen des Energienutzungsbeschlusses getroffenen Empfehlungen des Bundes für die Berechnung der Vergütung der von Selbstversorgern abgegebenen Elektrizität.

Im Einvernehmen mit der Kommission empfiehlt das EVED für die Vergütung von Strom aus Energieerzeugungsanlagen von Selbstversorgern bis 1 MW, die erneuerbare Energie nutzen, einen minimalen Jahresmittelpreis von 16 Rp/kWh.

Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen legen die nach Zeitzonen variierenden Vergütungssätze selber so fest, dass bei einer Bandlieferung der minimale Jahresmittelpreis von 16 Rp/kWh nicht unterschritten wird.

Anmerkungen zur Bewertung:

- Wie bereits erwähnt, sollen für die Ermittlung des Abszissenwertes $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$ die gesicherten Werte der bestehenden Anlage eingesetzt werden. Es bleibt dem Bearbeiter dieser Beurteilung überlassen, die Bewertung auch für ein allfällig schon bestehendes Erneuerungsprojekt durchzuführen.
- Bewertung Anteil Sommerenergie/Winterenergie. Glücklicherweise ist das Verhältnis der von Kleinwasserkraftwerken erzeugten Winter- bzw. Sommerenergie im Allgemeinen recht günstig.

Für Fälle, wo mit einem Anteil an Winterenergie von weniger als 40% gerechnet werden muss, wird empfohlen, die aus der Graphik entnommene Bewertung zu reduzieren.

Anwendungsbeispiele:

- A. Gesamterneuerung eines Kleinkraftwerkes, unter der teilweisen Weiterverwendung der bestehenden Anlageteile (Fassungsbauwerk, Druckleitung)

Daten der Anlage:	Leistung P	=	60 kW
	Fallhöhe H	=	150 m
	Nutzungsgrad f	=	1

$$\sqrt{P \cdot H \cdot f} = 94$$

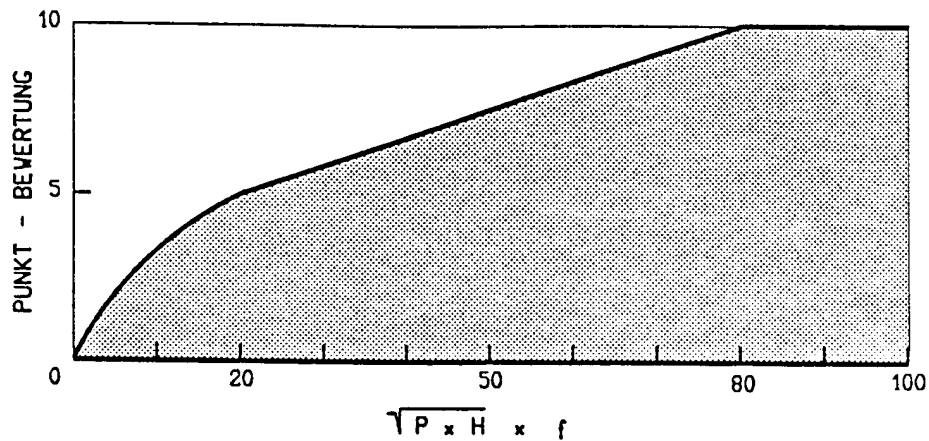
Für diesen Abszissenwert 94 lesen wir eine Bewertung von 10 Punkten heraus, was bedeutet, dass die erzeugte Energie voraussichtlich günstig wird.

- B. Für eine bestehende Niederdruckanlage wird eine Gesamterneuerung geplant, wobei Wehrstrukturen und Kanal weiterhin verwendet werden können.

Daten der Anlage:	Leistung P	=	240 kW
	Fallhöhe H	=	1.8 m
	Nutzungsgrad f	=	1

$$\sqrt{P \cdot H \cdot f} = 20.8$$

Für den Abszissenwert von 21 ermittelt sich eine Bewertung von 5 Punkten, was einem mittleren Energiegestehungspreis entspricht.

DIANE**Energie-Gestehungskosten****M6****Daten der bestehenden Anlage:**

P = Leistung kW

H = Fallhöhe m

f = Nutzungsgrad = $\frac{\text{Jahresproduktion in kWh}}{\text{Leistung (kW)} \cdot 8760}$

Bewertung:

Erzeugbare Leistung kW

Fallhöhe (mittlere) m

Nutzungsgrad f

Abszissenwert $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$

Punktebewertung

DIANE**M7 – Beurteilungsblatt: Ausbaupotential**

Die Modernisierung einer Wasserkraftanlage bei gleichzeitigem Ausbau der Leistung und Produktion gewinnt an wirtschaftlicher Attraktivität. Oft kann eine Modernisierung überhaupt erst mit einem gleichzeitigen Ausbau wirtschaftlich gestaltet werden.

Es ist deshalb nahe liegend, das Ausbaupotential eines Kleinkraftwerkes als einen Indikator für die Wirtschaftlichkeit zu betrachten.

Die Leistung eines Kraftwerkes wird bestimmt durch die verfügbare Fallhöhe und Wassermenge. Während eine markante Fallhöhensteigerung eher selten möglich ist, drängt sich eine Steigerung der verarbeiteten Wassermenge besonders bei älteren Anlagen auf.

Die korrekte Bestimmung des wirtschaftlichen Leistungsausbaus eines Kraftwerkes bedarf einer aufwändigen Optimierung von Ausbauwassermenge und Kosten. Es existieren aber auch einfache Erfahrungsregeln, die eine Aussage über die wirtschaftliche Nutzung einer Anlage erlauben.

Die Erfahrungsregeln wurden für die Beurteilung des Ausbaupotentials im Beurteilungsblatt M7 verwendet.

Wurden ältere Kraftwerke für durchschnittlich 180 und mehr Tage Überlauf ausgelegt, erweist sich heute eine Anlage mit nur 50 bis 100 Tagen Überlauf pro Jahr eher als wirtschaftlich.

Die Häufigkeit des Überlaufs am Wehr oder an der Fassung eines Kraftwerkes ist daher ein Maßstab für die Intensität der Wassernutzung und für das Potential zur Leistungserhöhung.

Beurteilungsgrafik

Auf dieser Erfahrung basieren die Beurteilungsgraphiken auf dem Beurteilungsblatt M7.

Die Graphik sagt aus, dass in einem als Laufwerk (also ohne Speicher) betriebenen Kleinwasserkraftwerk mit einer Überlauf-Häufigkeit von mehr als 180 Tagen pro Jahr die gegenwärtige Leistung ungenügend ist und bei einer Erneuerung oder Reaktivierung ein Höherausbau geprüft werden sollte. Die Bewertung für solche Fälle beträgt 10 Punkte.

Bei einem Überlauf an weniger als 80 Tagen pro Jahr hingegen ist ein Höherausbau von Wassermenge und Leistung kaum wirtschaftlich, die Bewertung für diese Situation beträgt 0 Punkte.

Eine zweite entsprechende Graphik ist im Beurteilungsblatt für *Anlagen mit Speicher* dargestellt.

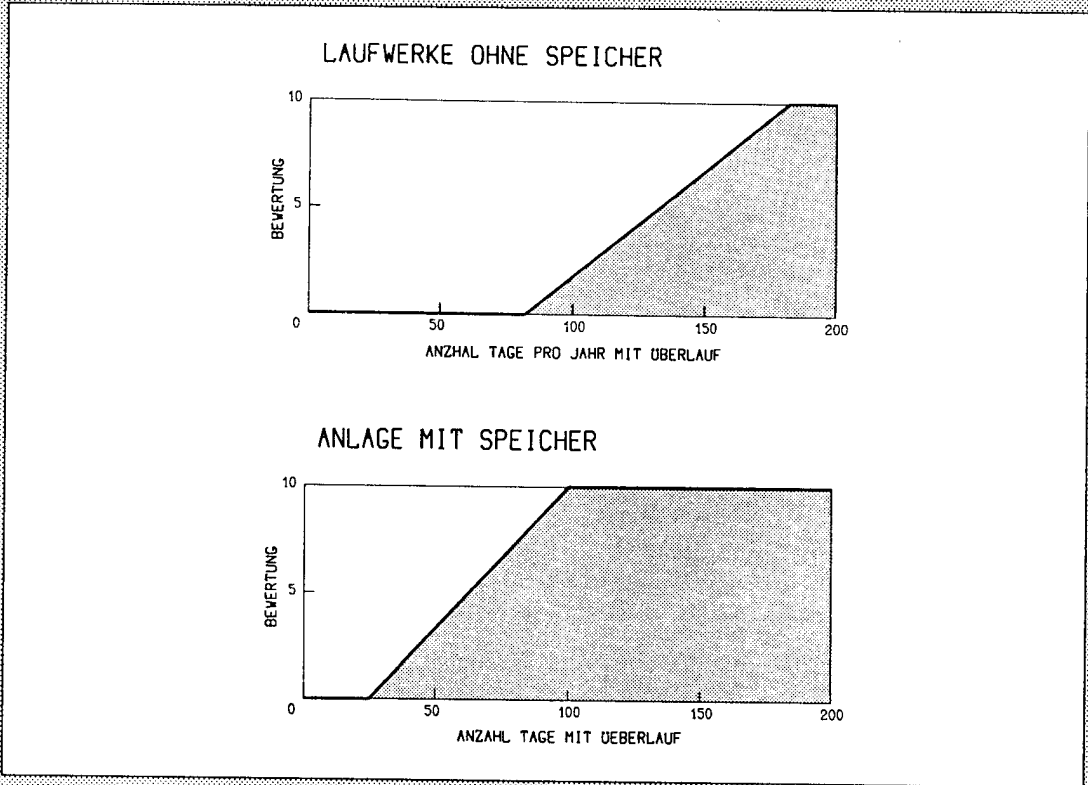
Die Bestimmung der durchschnittlichen Anzahl Tage mit Überlauf kann aus den Betriebsdaten eines Kraftwerkes entnommen werden. Wo solche Angaben fehlen, sind Schätzungen durch das Betriebspersonal auch zulässig.

Korrektur für Fallhöhensteigerung

Für all jene Fälle, bei denen neben einer Steigerung der Ausbauwassermenge auch eine Erhöhung der Fallhöhe möglich erscheint, kann die aus den Graphiken ermittelte Bewertung angehoben werden (Vorschlag: 1 Punkt Zuschlag für 5 % Fallhöhensteigerung).

Es muss für diesen Fall der Beurteilung darauf hingewiesen werden, dass damit nur ein "Potential" bewertet wird. Projekte mit markanter Erhöhung der Anlagenleistung bedürfen einer besonders sorgfältigen Planung. Dazu ist Ausbauerhöhung immer bewilligungspflichtig.

DIANE	Ausbaupotential	M7
--------------	------------------------	-----------



Bewertung:

Art der Anlage _____

Grösse des Speichers Tages-/Wochen-/Monatsspeicher

Anzahl Tage mit Überlauf Tage

Punktebewertung

Korrektur für gleichzeitige
Fallhöhensteigerung

Punktebewertung (Total)

(max. 10 Punkte)

DIANE**M8 – Beurteilungsblatt: Produktionseinbuße durch minimale Restwasserbestimmungen**

Das 1992 in Kraft gesetzte Schweizerische Gewässerschutzgesetz (GSchG, siehe Anhang) bestimmt die Mindest-Restwassermengen für Wasserkraftwerke. Die neuen Restwasserbestimmungen kommen für bestehende Anlagen zur Anwendung:

- bei Sanierung nach Artikel 82 ff (GSchG)
- bei Konzessionserneuerung bzw. -verlängerung
- bei Neukonzessionierung
- bei Ausbau auf größere Wassermenge oder Fallhöhe
- bei Veränderung an den Wasserbauten und wasserbaupolizeilicher Bewilligung
- in einigen Kantonen bei großen Reparaturarbeiten

Die Festlegung von Restwassermengen basiert auf ökologischen Überlegungen. Sie beeinflusst aber die Wirtschaftlichkeit in den Wasserkraftwerken, indem durch eine Erhöhung der Restwassermenge Produktionseinbußen entstehen können.

Diese Mindestrestwassermenge wird oft aufgrund von Artikel 33 des GSchG erhöht werden müssen.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Erneuerungsvorhabens wurde deshalb die Produktionseinbuße durch die minimalen Restwassermengen gemäß GSchG als weiterer Indikator gewählt, der im Beurteilungsblatt M8 behandelt wird.

Keine oder stark reduzierte Restwassermengen sind für folgende Fälle vorgesehen:

- Bei Flusskraftwerken ohne Ausleitstrecke
- Bei Energienutzung aus Trinkwasserversorgungen
- Auf einer Strecke von 1 000 m unterhalb einer Wasserentnahme aus einem Gewässer, das höher als 1 700 m liegt und dessen Abflussmenge Q_{347} kleiner als 50 l/s ist.
- Bei Wasserentnahmen aus Nichtfischgewässern.

Ermittlung**Restwassermenge** Ermittlung der Mindestrestwassermengen gemäß Art. 31 des GSchG1. Schritt: **Ermittlung der mittleren Abflussmenge Q_{347}**

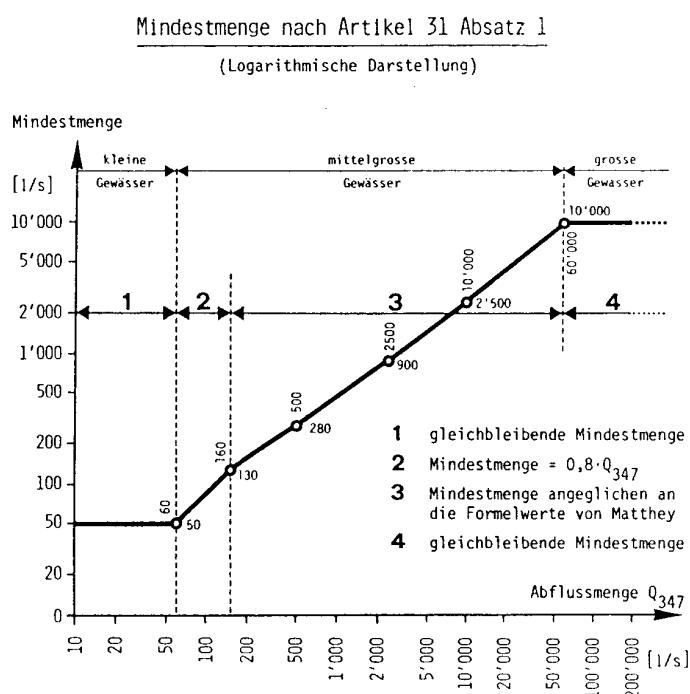
Die Abflussmenge Q_{347} entspricht jener Abflussmenge des Entnahmege-
wässers, die an mehr als 347 Tagen im Durchschnittsjahr verfügbar ist, d.h.
während 18 Tagen im Durchschnittsjahr wird diese Wassermenge Q_{347} unter-
schritten.

Die Wassermenge Q_{347} kann aus einer Abflussdauerkurve herausgelesen wer-
den. Da für viele Kleinanlagen Dauerabflusskurven nicht vorliegen, empfiehlt
sich folgendes Vorgehen:

- Übertragung und Umrechnung von einer verfügbaren Dauerkurve
am gleichen Flusslauf oder eines vergleichbaren Flusslaufes in der
gleichen Region.
- Schätzung des dem Wert Q_{347} entsprechenden jährlich auftretenden
Abflusses.

2. Schritt: **Ermittlung der minimalen Restwassermenge mit Hilfe von Q_{347}**

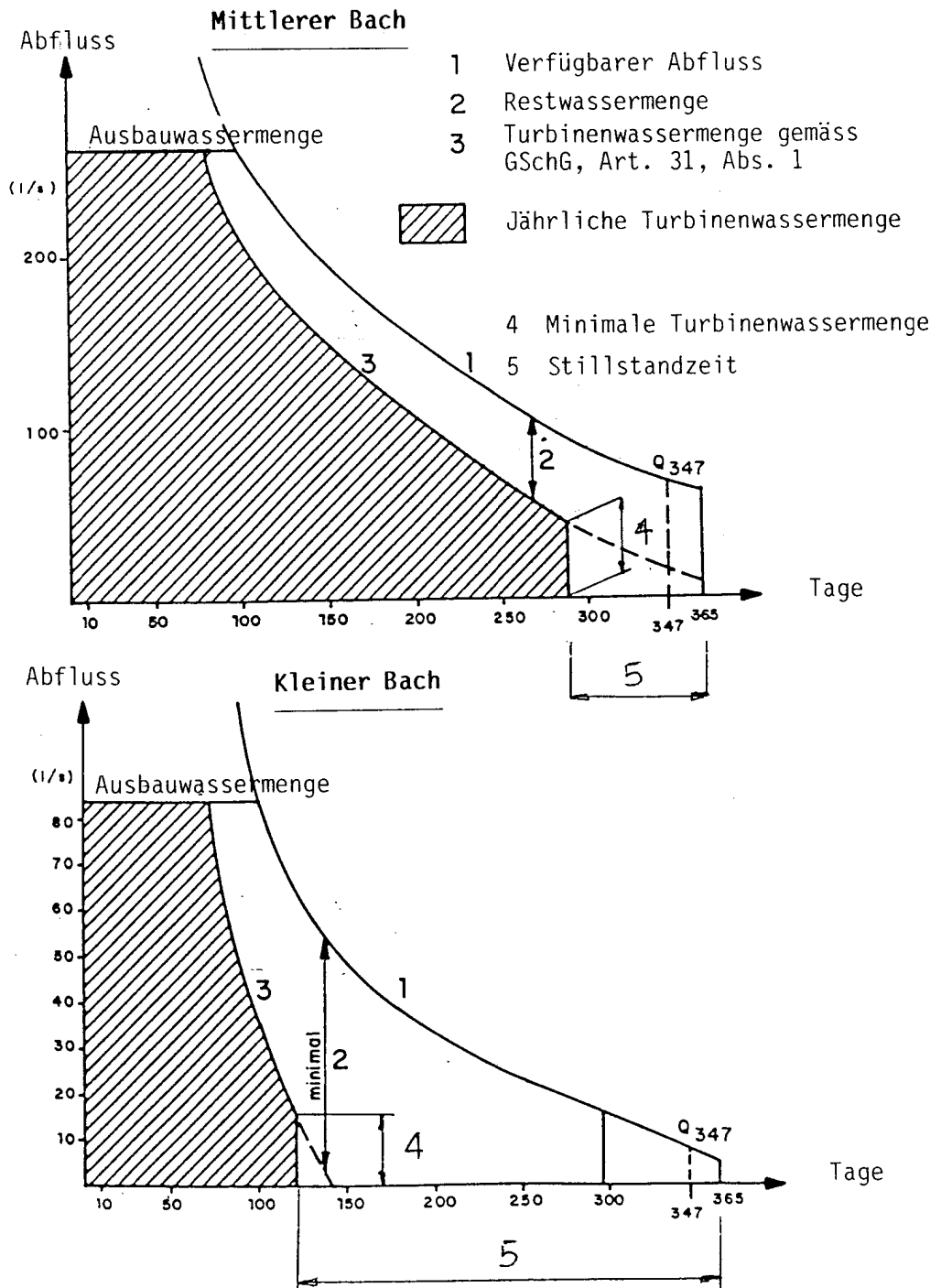
Die minimale Restwassermenge lässt sich nun aufgrund von Art. 31 des
GSchG bestimmen (Gesetzestext siehe Beilage) oder anhand der folgenden
Graphik ermitteln.



Wenn das Q_{347} geringer ist als 60 l/s, liegt der Fall einfach, dann wird die ge-
forderte minimale Restwassermenge 50 l/s.

**Ermittlung der
Produktionseinbuße**

Aufgrund der ermittelten minimalen Restwassermengen lassen sich die Produktionseinbußen ebenfalls abschätzen. Hiezu mögen die beiden nachstehenden Graphiken behilflich sein, die zwei typische Fälle illustrieren.



Bewertung der Produktionseinbuße

Im ersten Teil des Beurteilungsblattes wird die Produktionseinbuße bewertet.

Wird diese auf mehr als 20 % der vorherigen Energieproduktion berechnet oder geschätzt, so wird dies mit 0 Punkten bewertet. Bei Einbussen zwischen 20 bis 0 % werden 0 bis 10 Punkte ungefähr linear verteilt.

Hier gibt es auch Raum für Selbstbeurteilungen, z.B. kann bei ausgeprägter Einbuße an Winterproduktion dies die Bewertung nach unten drücken.

Für Fragen im Zusammenhang mit der Ermittlung der minimalen Restwassermenge und der damit zusammenhängenden Produktionseinbuße wende man sich an die auf dem inneren Titelblatt angegebene Auskunftsstelle.

Einfluss von Stillstandszeiten

Die hier geforderte Restwassermenge kann zur Auswirkung haben, dass an einer Reihe von Tagen das Nutzwasser derart reduziert wird, dass die Turbine(n) stillgesetzt werden müssen. Dabei ist zu beachten, dass die Turbinen nicht unter einem gewissen minimalen Wasserstrom arbeiten sollten, d.h. die Maschine erzeugt unter diesem Minimum praktisch keine Energie.

Der zweite Teil des Beurteilungsblattes M8 bewertet diese durch das Restwasser erzwungenen Stillstandszeiten unter Berücksichtigung folgender zusätzlicher Nachteile für den Betreiber:

- Gefahr von Stillstandsschäden (z.B. Austrocknen von Dichtungen und Filtern, Einfrieren von Leitungen)
- Probleme in Kanälen und Weihern wie Austrocknung oder Erosion, Pflanzenwucherung, Vereisung.

Bewertung

Eine Stillstandszeit von mehr als 90 Tagen wird mit 0 Punkten bewertet. Eine Stillstandszeit von weniger als 20 Tagen mit 5 Punkten. Zwischen 20 bis 90 Tagen können in Selbstbeurteilung 0-5 Punkte gegeben werden (unter Berücksichtigung der Auswirkungen in der individuellen Anlage).

Für das Gesamtergebnis dieses Beurteilungsblattes wird die Bewertung bezüglich Energieeinbuße und Stillstandszeit addiert. Der Gesamtwert soll aber 10 Punkte nicht übersteigen.

10 Punkte bedeuten: wenig Einfluss der Restwasserbestimmungen auf die Energieproduktion eines Erneuerungsvorhabens.

0 Punkte bedeuten: nachhaltiger negativer Einfluss der Restwasserbestimmungen auf die Energieproduktion.

DIANE	Produktionseinbusse durch minimale Restwassermenge	M8												
<p>Minimale Restwassermenge nach Art. 31/32 GSchG l/s</p>														
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="272 770 922 808">Durchschnittliche Produktionseinbusse</th> <th colspan="2" data-bbox="1177 730 1353 768">Bewertung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="272 853 517 891">- mehr als 20 %</td> <td data-bbox="890 860 979 889">0 Punkte</td> <td data-bbox="1209 866 1278 891">.....</td> </tr> <tr> <td data-bbox="272 936 427 974">- 0 - 20 %</td> <td data-bbox="868 943 997 972">10 - 0 Punkte</td> <td data-bbox="1123 949 1182 974">.....</td> </tr> </tbody> </table>			Durchschnittliche Produktionseinbusse	Bewertung		- mehr als 20 %	0 Punkte	- 0 - 20 %	10 - 0 Punkte			
Durchschnittliche Produktionseinbusse	Bewertung													
- mehr als 20 %	0 Punkte												
- 0 - 20 %	10 - 0 Punkte												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="272 1193 671 1232">Maschinenstillstand von</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="272 1272 464 1310">- > 90 Tagen</td> <td data-bbox="879 1279 968 1308">0 Punkte</td> <td data-bbox="1209 1285 1278 1310">.....</td> </tr> <tr> <td data-bbox="272 1355 501 1393">- 20 - 90 Tagen</td> <td data-bbox="863 1361 983 1391">0 - 5 Punkte</td> <td data-bbox="1209 1368 1278 1393">.....</td> </tr> <tr> <td data-bbox="272 1438 464 1476">- < 20 Tagen</td> <td data-bbox="879 1444 968 1473">5 Punkte</td> <td data-bbox="1209 1451 1278 1476">.....</td> </tr> </tbody> </table>			Maschinenstillstand von			- > 90 Tagen	0 Punkte	- 20 - 90 Tagen	0 - 5 Punkte	- < 20 Tagen	5 Punkte
Maschinenstillstand von														
- > 90 Tagen	0 Punkte												
- 20 - 90 Tagen	0 - 5 Punkte												
- < 20 Tagen	5 Punkte												
<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="272 1895 692 1973">Punktebewertung (Total) (max. 10 Punkte)</td> <td data-bbox="1147 1874 1331 1995" style="text-align: center;"> <input style="width: 100px; height: 50px;" type="text"/> </td> </tr> </tbody> </table>			Punktebewertung (Total) (max. 10 Punkte)	<input style="width: 100px; height: 50px;" type="text"/>										
Punktebewertung (Total) (max. 10 Punkte)	<input style="width: 100px; height: 50px;" type="text"/>													

3.4 Gesamtbeurteilung

Die Kombination von

Zweckmäßigkeit + Wirtschaftlichkeit

ermöglicht eine Gesamtbeurteilung über die Erneuerungswürdigkeit des behandelten Kleinkraftwerks.

Die Beurteilung soll die Einreihung des Modernisierungsvorhabens in eine der folgenden Kategorien erlauben:

		Wirtschaftlichkeit		
		Modernisierung wirtschaftlich interessant, aussichtsreich	Modernisierung: weitere Abklärungen notwendig	Modernisierung wirtschaftlich fragwürdig (Eigenleistung notwendig)
Technische Zweckmäßigkeit	Modernisierung drängt sich auf			
	Modernisierung erscheint sinnvoll, bedarf zusätzlicher Abklärung			
	Modernisierung nicht dringlich oder fragwürdig			

Vor der Gesamtbeurteilung gemäß obiger Matrix sind die Blätter "Gesamtbeurteilung Zweckmäßigkeit" (S. 61-63) und "Gesamtbeurteilung Wirtschaftlichkeit" (Seite 65-67) auszufüllen.

DIANE	Gesamtbeurteilung Zweckmäßigkeit der Modernisierung
--------------	--

Das Gesamtbeurteilungsblatt Zweckmäßigkeit der Modernisierung ist für die zusammenfassende Beurteilung der (technischen/ökologischen) Zweckmäßigkeit zur Erneuerung eines Kleinwasserkraftwerks bestimmt.

Hier ist die in den individuellen Beurteilungsblättern

- M1 - Alter
- M2 - Wassernutzungsrecht
- M3 - Zustand
- M4 - Unterhalt
- M5 - Ökologie

ermittelte Bewertung zu übertragen und daraus ein Bewertungs-Punktetotal zu bilden.

Zusätzliche Kriterien:

In Ergänzung zu den 5 gewählten Indikatoren gibt die Position "Zusätzliche Kriterien" die Möglichkeit zur Bewertung zusätzlicher anlagespezifischer Gründe, die eine Erneuerung begünstigen.

Solche Gründe können sein:

- Modernisierung wegen anderen Bauvorhaben unumgänglich
- Kostenüberwälzungen möglich
- personelle Gründe

Wenn entsprechende wichtige zusätzliche Kriterien vorliegen, können dafür in Selbstbeurteilung 0 - 10 Punkte erteilt werden.

Punktebeurteilung

Aufgrund dieses Punktetotals kann das Modernisierungsvorhaben in eine der drei folgenden Kategorien eingeteilt werden

über 35 Punkte **eine Modernisierung drängt sich auf**

15-35 Punkte **Modernisierung erscheint sinnvoll, bedarf aber zusätzlicher Abklärungen**

unter 15 Punkte **Modernisierung nicht dringlich oder fragwürdig**

Mit der Einteilung des Modernisierungsvorhabens in eine der 3 Kategorien ist eine Aussage über die sachliche Zweckmäßigkeit und technische Dringlichkeit eines Modernisierungsvorhabens gemacht.

DIANE		Gesamtbeurteilung Zweckmässigkeit der Modernisierung	
Indikatoren:			
			Punktebewertung
Alter	(M1)		.....
Nutzungsrecht	(M2)		.....
Zustand	(M3)		.....
Unterhalt	(M4)		.....
Ökologie	(M5)		.....
Zusätzliche Kriterien			.....
Total		<input type="text"/>	
Beurteilung			
•	Modernisierung drängt sich auf		über 35 Punkte
•	Modernisierung erscheint sinnvoll, bedarf aber zusätzlicher Abklärung		15 - 35 Punkte
•	Modernisierung erscheint nicht dringlich oder fragwürdig		unter 15 Punkte

DIANE	Gesamtbeurteilung Wirtschaftlichkeit einer Modernisierung
--------------	--

Das Beurteilungsblatt Gesamtbeurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Modernisierung ist für die zusammenfassende Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Erneuerungsvorhabens für ein Kleinwasserkraftwerk bestimmt.

Hier ist die in den individuellen Beurteilungsblättern

M6	Energiegestehungskosten
M7	Ausbaupotential
M8	Produktionseinbuße durch minimale Restwassermenge

ermittelte Bewertung zu übertragen und daraus ein Bewertungs-Punktetotal zu bilden.

Wegen der dominanten Bedeutung des Indikators Energiegestehungskosten für die Wirtschaftlichkeit ist die im Blatt M6 ermittelte Bewertungs-Punktzahl zu verdreifachen und als dreifacher Wert in die Gesamtbeurteilung einzufügen (d.h. max. Punktzahl = 30).

Aufgrund der so ermittelten Gesamtpunktzahl kann das behandelte Erneuerungsvorhaben in eine der drei folgenden Kategorien eingeteilt werden:

Punktebewertung

über 30 Punkte	Eine Erneuerung erscheint wirtschaftlich aussichtsreich.
10 - 30 Punkte	Die Wirtschaftlichkeit der Erneuerung bedarf weiterer Abklärungen.
unter 10 Punkte	Eine Erneuerung ist wirtschaftlich fragwürdig, Bedarf an Eigenleistungen

DIANE

Gesamtbeurteilung Wirtschaftlichkeit der Modernisierung

Indikatoren:

Punktebewertung

Energiegestehungskosten (M6)	..... X 3	.....
Ausbaupotential (M7)		.....
Produktionseinbussen durch Restwassermengen (M8)		.....

Total

Beurteilung

- Modernisierung erscheint wirtschaftlich aussichtsreich über 30 Punkte
- Modernisierung bedarf zusätzlicher Abklärung 10 - 30 Punkte
- Modernisierung ist wirtschaftlich fragwürdig, bedarf Eigenleistung unter 10 Punkte

4. Reaktivierungsvorhaben

4.1 Datensammlung

Der ausführliche Fragebogen auf den nächsten Seiten dient der Erhebung aller zur Beurteilung der Zweckmäßigkeit eines Reaktivierungsvorhabens nötigen Informationen und stellt die Grundlage für die nachfolgenden Beurteilungsblätter dar.

Hinweise zum Ausfüllen der Datensammlung:

Am Ende der Fragebogen sind Skizzen mit Darstellungen der Kraftwerkstypen und der Kraftwerkskomponenten angefügt. Sie dienen dem besseren Verständnis der in den Fragebogen aufgeführten "Fachausdrücke".

Technische Daten

Geben Sie die Ihnen bekannten Daten an. Falls Sie nicht sicher sind, bitte die Rubrik offenlassen oder das Wort "ca." vor die Zahl setzen.

Maßeinheiten

Bitte beachten Sie auch die in den Fragebogen vorgeschlagenen Maßeinheiten.

Falls Sie in Ihren Unterlagen andere Einheiten haben, bitte diese angeben, z.B.

- *Ausbauwassermenge* *250 Liter/Sekunde*

Bei den elektrischen und mechanischen Einrichtungen sind vorzugsweise die Daten der Datenschilder anzugeben.

DIANE**Datensammlung für Reaktivierung****Nicht mehr in Betrieb stehende Anlagen****Allgemeines:**

- Seit wann ist das Kraftwerk ausser Betrieb?
- Bestehen die Kraftwerksanlagen noch?
- Besteht die Turbine noch?
- Wann läuft die Konzession ab?
- Ist die Wehranlage
- Fliesst Wasser durch den Kanal?
- Ist ein Weiher vorhanden?
Wird dieser genutzt (z.B. Fischzucht)?
- Ist noch eine Druckleitung vorhanden?
Wird diese noch benutzt?

Name der Anlage:

 ja nein ja nein vorhanden nicht vorhanden ja nein ja nein ja nein ja nein ja nein**Technische Daten, Anordnung**- **Oberwasserspiegel**

OW max.

m

OW min.

m

- **Unterswasserspiegel**

UW min.

m

UW max.

m

- **Bruttofallhöhe**
(OW - UW)

H max.

m

H min.

m

- **Ausbauwassermenge**
(gemäss Konzession)m³/s

verfügbar im Durchschnittsjahr

Tage

- **Maximal verarbeitete Wassermenge**m³/s- **Gesamtleistung der Anlage**

kW

- Energieproduktion pro Jahr	kWh
- Art des Wehres (fest, bewegliche Wehrschützen)	
- Oberwasserkanal	<input type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden Länge: m Breite: m Tiefe: m
- Unterwasserkanal	<input type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden Länge: m Breite: m Tiefe: m
- Speicherbecken	<input type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden Speicherinhalt m ³
- Druckleitung	<input type="radio"/> vorhanden <input type="radio"/> nicht vorhanden Länge: m Durchmesser: m Werkstoff:
- Kraftwerkgebäude (separat, integriert in Fabrikgebäude)	
- Bestehen von der Anlage Pläne?	

Für jede Maschinengruppe ein separates Blatt ausfüllen

Elektromechanische Ausrüstung (soweit vorhanden)

- **Anzahl Maschinengruppen**

- **Turbinentyp**
(Francis, Pelton, Kaplan, Durchström)

Nennwassermenge pro Turbine

m³/s

Nennleistung pro Turbine

kW

Jahr der Inbetriebnahme

- **Generatortyp**
(gemäss Datenschild)

Nennleistung pro Generator

kVA

Nennspannung

V

Jahr der Inbetriebnahme

- **Transformator**

Nennleistung

kVA

Oberspannung/Unterspannung

Jahr der Inbetriebnahme

- **Schaltanlage**

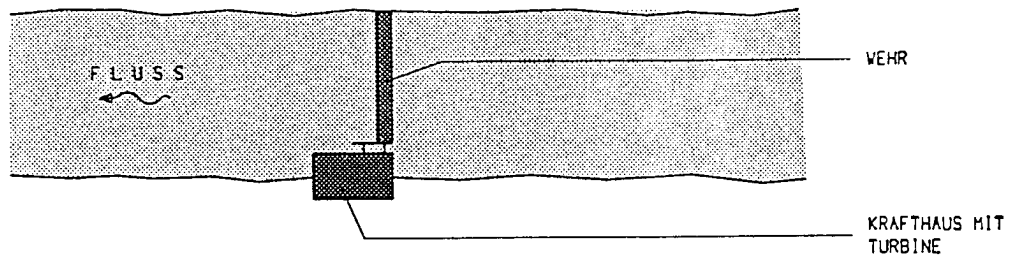
Nennleistung

kVA

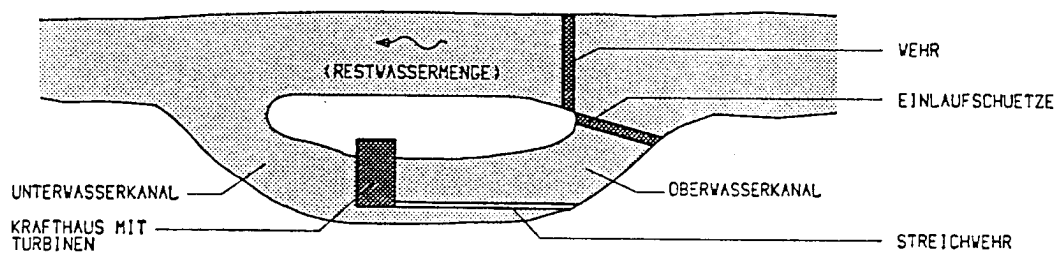
Leistungsschaltertyp

Jahr der Inbetriebnahme

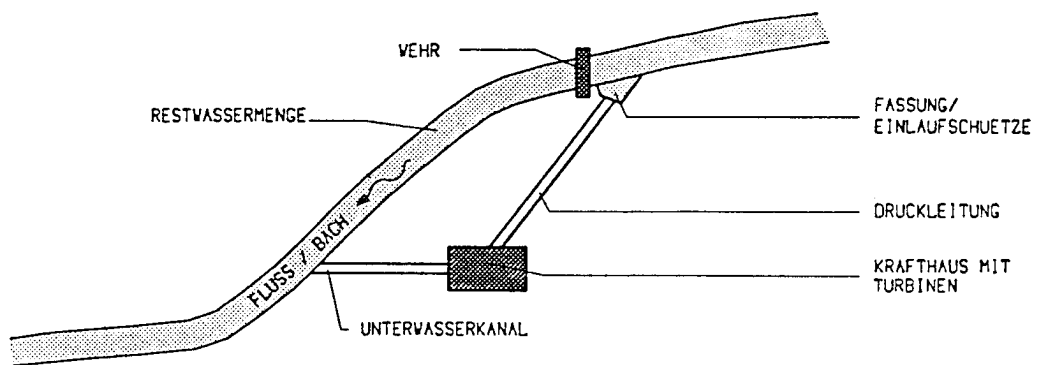
Flusskraftwerk



Kanalkraftwerk



Ausleitungskraftwerk mit Druckleitung



4.2 Beurteilungsblätter: Technische Zweckmäßigkeit des Reaktivierungsvorhabens

Für die Beurteilung der technischen und ökologischen Zweckmäßigkeit werden drei Indikatoren (Wassernutzungsrecht, Zustand und Ökologie) herangezogen.

R1 **Wassernutzungsrecht**

R2 **Zustand**

R3 **Ökologie**

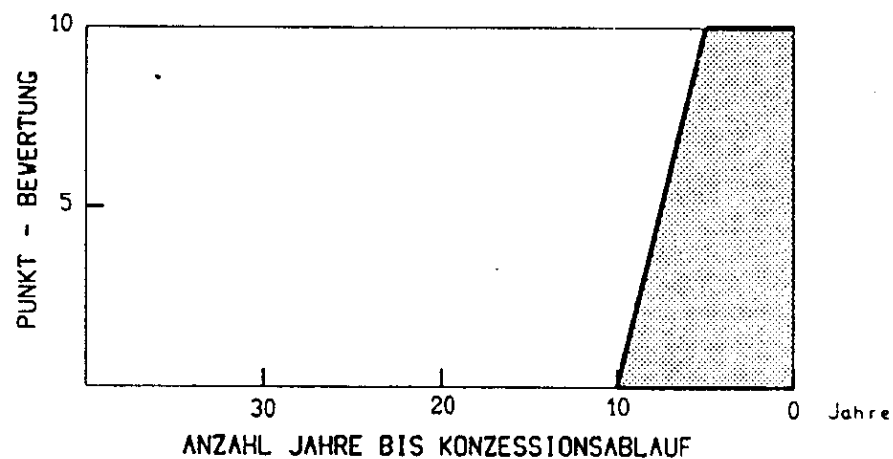
DIANE

R1 – Beurteilungsblatt: Wassernutzungsrecht

Die Bedingungen des Wassernutzungsrechtes werden als erster Indikator für die Zweckmäßigkeit einer Reaktivierung eines Kleinkraftwerkes betrachtet.

Während davon ausgegangen wird, dass beim zu beurteilenden Reaktivierungsvorhaben ein noch geltendes Wassernutzungsrecht besteht, muss dabei die Dauer des laufenden Wasserrechts, aber auch allfällige Vor- und Nachteile, die mit dessen Erneuerung oder Verlängerung verbunden sind, mitberücksichtigt werden.

Für die Dauer bis zum Ablauf eines befristeten Wasserrechtes (Konzession) enthält das Beurteilungsblatt eine Bewertungsgraphik, die auf folgenden Überlegungen aufgebaut ist.

**Zeitdauer bis Konzessionsablauf**

- 0 - 5 Jahre Überlegungen für eine Wiederinbetriebnahme sollten dringend unternommen werden (**10 Punkte**). Wird die Frist für den Konzessionsablauf verpasst, wird die Verhandlungsposition des Kleinkraftwerkbetreibers erheblich geschwächt.
- 5 - 10 Jahre Diese Phase wird als noch nicht kritisch betrachtet, so dass für diese Phase eine Bewertungsskala von 0 - 10 angewendet wird. Bei Reaktivierungsplänen sind aber in dieser Phase Kontakte mit dem Kanton angezeigt.
- > 10 Jahre Für diesen Zeitraum vor Konzessionsablauf besteht vom Gesichtspunkt des Wassernutzungsrechtes für eine Reaktivierung keine besondere Dringlichkeit (**0 Punkte**).

Besteht ein unbefristetes (ehehaftes) Wassernutzungsrecht, wirkt sich dieses auf ein Reaktivierungsvorhaben günstig aus = 5 Punkte, aber nur dann, wenn die neue Ausbauleistung die im Wasserrecht umschriebene Fallhöhe oder Wassermenge nicht übersteigt. Trotz unbegrenzten Wasserrechten würden dabei bei einer Reaktivierung die im Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer verlangten Vorschriften durchgesetzt.

Für die Bewertung der Wasserrechtsbedingungen zählt aber nicht nur die Dauer bis zum Ablauf des Rechts, sondern auch die mit einer Konzessionserneuerung verbundenen Vor- und Nachteile.

Allfällige Vorteile

Diese sind je nach Kanton verschieden, könnten aber umfassen:

- Verzicht des Kantons auf Wasserzinsen
- Entlastung von Unterhaltsverpflichtungen, z.B. von Kanälen, Weihern und Strassen
- Mit einer Neukonzession verbundene Subventionen und Beiträge

Die allfällig zutreffenden Vorteile sind in Selbstbewertung mit einer zusätzlichen Punktzahl von 0 - 5 zu bewerten, die zu der aus der Wasserrechtsdauer ermittelten Zahl hinzuzuzählen sind.

Allfällige Nachteile

- Auflagen zur Erfüllung des Gewässerschutzgesetzes
- Auflagen in Bezug auf Errichtung einer Rechenreinigungseinrichtung und Geschwemmelentsorgung.

Die allfällig zutreffenden Nachteile sind abzuschätzen und in Selbstbeurteilung mit 0-5 Punkten zu bewerten, die von der aus der Wasserrechtsdauer ermittelten Zahl abzuziehen sind.

Bewertungsbeispiel

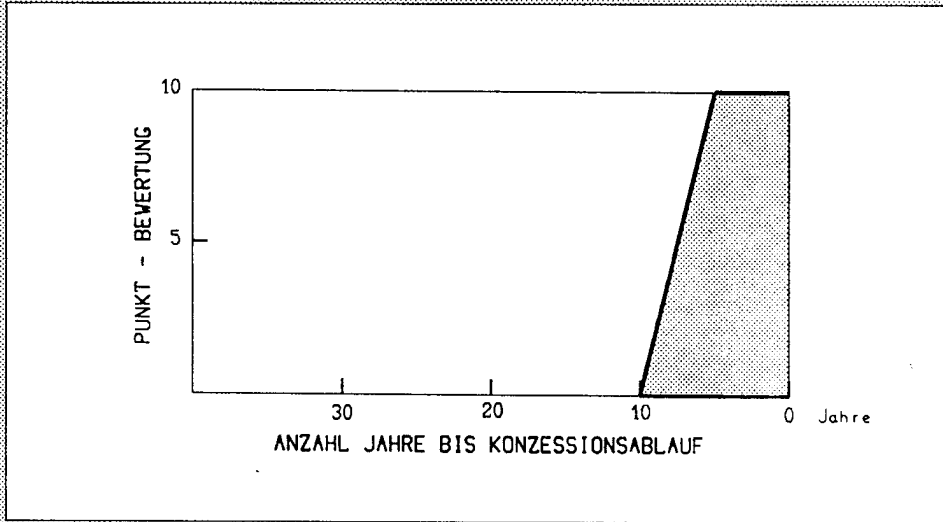
Ein vor kurzer Zeit stillgelegtes Kleinwasserkraftwerk steht 5 Jahre vor dem befristeten Konzessionsablauf.

Aus der Graphik im Beurteilungsblatt können für diesen Zeitpunkt 10 Punkte herausgelesen werden, was bedeutet, dass vom Gesichtspunkt der Wasserrechte ein Entscheid über die Wiederinbetriebnahme dringlich erscheint.

Der Kraftwerksbesitzer ist aber der Meinung, dass eine Neukonzession für die Wiederinbetriebnahme nachteilige Auflagen mit sich bringt. Er schätzt diese Nachteile mit 4 Punkten ein, die in der Rubrik "Nachteile/Auflagen" einzusetzen sind.

Die Gesamtpunktzahl für den Indikator "Wassernutzungsrecht" beträgt somit 10 minus 4 = 6 Punkte.

DIANE	Wassernutzungsrecht	R1
--------------	----------------------------	-----------



		Punkte- bewertung
Jahre bis Konzessionsablauf	.....	.....*
Bringt die neue Konzession Vorteile?	addiere 0 - 5 Punkte	.....
Bringt die neue Konzession Nachteile? Sind bedeutende Auflagen zu erwarten?	subtrahiere 0 - 5 Punkte	.....

* Bei ehehaften, unbegrenzten Nutzungsrechten sind hier 5 Punkte einzusetzen.
Ist die Konzession abgelaufen, sind hier 0 Punkte einzusetzen.

Total Punktzahl (max. = 10)

DIANE**R2 – Beurteilungsblatt: Zustand der Anlage**

Anders als bei einem Modernisierungsvorhaben eines noch in Betrieb stehenden Kleinkraftwerks, wo ein schlechter Zustand eher eine Aufforderung zur Erneuerung darstellt, interessiert bei einer geplanten Reaktivierung der Zustand der Anlage vorwiegend im Sinne seiner Weiterverwendbarkeit in einer reaktivierten Anlage.

Dabei genügt es auch hier, sich für eine Grobbeurteilung auf eine Reihe von Hauptkomponenten zu beschränken.

Das in Form einer "Check-Liste" abgefasste Beurteilungsblatt R2 enthält in diesem Sinne folgende Hauptkomponenten:

- Turbine(n)
- Generator(en)
- Transformator(en) und elektr. Einrichtungen
- Bauliche Anlagen
- Druckleitung
- Wehrschützen, Einlaufschützen

Den Zustand und die Betriebstüchtigkeit dieser Anlageteile, verbunden mit der Ermittlung ihrer Weiterverwendbarkeit festzustellen, ist oft ein schwieriges Unterfangen. Eine zuverlässige Beurteilung erfordert professionelle Erfahrung, geeignete Prüfverfahren und Kenntnis der baulichen und betrieblichen "Geschichte" der Anlage. Andererseits kennen die Kleinkraftwerksbesitzer und -betreiber in der Regel ihre Anlagen derart gut, dass sie sehr wohl aus ihrer Erfahrung heraus in der Lage zu einer recht zuverlässigen Selbstbeurteilung ihrer Anlage sind.

Ihre Beurteilung ist deshalb wohl die beste und zutreffendste für eine grobe Zustandsbeurteilung gemäß Beurteilungsblatt R2.

Bewertungshilfen

Im Allgemeinen ist die Punkteskala von 0 – 10 Punkten wie folgt zu benützen:

0 Punkte: Der Anlageteil (z.B. Turbinen, Generatoren, Schützen) sind nicht mehr vorhanden oder in einem derart schlechten Zustand, dass sie nicht mehr reaktiviert werden können.

Bauliche Anlagen, wie z.B. Kanäle, Fassungen, Druckleitung sind in einem derart schlechten Zustand, dass sie für eine Reaktivierung neu erstellt werden müssen.

5 Punkte: Die Anlageteile sind im Prinzip weiterverwendbar. Zur Wiederinbetriebnahme sind aber Sanierungsarbeiten und Teilerneuerungen notwendig, damit ihre Betriebssicherheit gewährleistet ist.

10 Punkte: Der Anlageteil ist noch in gutem und betriebssicherem Zustand. In den nächsten 10 Jahren sind keine größeren Schäden zu erwarten.

Der Bearbeiter kann auch zusätzliche Anlageteile, die für seine Anlage von Bedeutung sind, der Liste beifügen und diese in gleicher Weise mit der Punkteskala von 0 - 10 bewerten. Andererseits sind aufgeführte Anlageteile, die in der zu beurteilenden Anlage nicht existieren (z.B. Druckleitung), nicht zu bewerten und die vorgesehene Bewertung offen zu lassen.

Bei gänzlichem Fehlen von Planunterlagen ist die Bewertungspunktzahl des entsprechenden Anlageteils zu halbieren.

Als Gesamtergebnis der Zustandsbewertung wird der Durchschnitt aller bewerteten Anlageteile bzw. Positionen ermittelt, d.h. es ergibt sich ein Gesamtbeurteilungswert zwischen 0 und 10 Punkten.

Zusätzliche Hinweise zur Interpretation des Beurteilungsblattes R2

Turbine(n)
Generator(en) Für Kleinkraftwerke mit mehr als einer Maschinengruppe ist die Beurteilung jeweils für die schlechtere Turbine bzw. den schlechteren Generator durchzuführen.

PCB-Trafos (PCB = Polychlorierte Biphenyle)

Die "Stoffverordnung" StoV der eidgenössischen Behörden bestimmt, dass bis zum 31. August 1998 alle Geräte, die PCB als Dielektrika verwenden, aber auch alle Öltransformatoren mit einem Gehalt von mehr als 50 Milligramm (50 ppm) PCB pro Kilogramm Öl, außer Betrieb genommen und entsorgt bzw. fachgerecht gereinigt werden müssen.

Trafos oder andere Geräte mit dem hochgiftigen PCB dürfen also bei einer Anlagen-Reaktivierung unter keinen Umständen weiterverwendet werden. Dies ist in der Bewertung der entsprechenden Position (Trafos und elektrische Einrichtungen) zu berücksichtigen.

Hinweis:

Der Verband Schweiz. Transformatorenhersteller hat eine Publikation veröffentlicht "PCB in Verteil- und Großtransformatoren", welche Eigenschaften von PCB, gesetzliche Grundlagen, Kontrolle und Entsorgung behandelt.

Bauliche Anlagen Die Beurteilung erstreckt sich summarisch auf die hauptsächlichsten baulichen Anlagen. Sie sind mit der empfohlenen Punkteskala 0 - 10 zu bewerten, je nachdem wie sich der Zustand auf eine allfällige Reaktivierung der Anlage auswirkt. Dabei gilt das Prinzip:

Weiterverwendbarkeit mit geringer Sanierung = hohe Punktzahl

Weiterverwendbarkeit nicht möglich oder fraglich = niedrige Punktzahl

Druckleitung In diesem Abschnitt werden die Fragen getrennt nach Konstruktionsart von Druckleitungen gestellt. Während genietete oder Gussleitungen auch nach 50 und mehr Jahren noch durchaus sicher sein können, trifft dies für die wassergeschweißten Leitungen nicht zu. Diese Art Leitungen wurden in der Regel vor 1950 erstellt und werden als gefährlich eingestuft, so dass sie mit dem Punkteminimum von 0 zu bewerten sind.

**Wehrschützen
Einlaufschützen**

Für Wehranlagen gilt allgemein, dass der Hochwasserabfluss und Geschiebebetrieb gesichert werden muss. Dabei gilt die Regelung, dass ein 1000jähriges Hochwasser abgeleitet werden kann.

Für die Beurteilung der Hochwasserkapazität ist aber auch das lokale Schadenrisiko aufgrund der lokalen Verhältnisse und Erfahrungen in Betracht zu ziehen.

Die Beurteilung einer ungenügenden Hochwasserkapazität ist kontrovers. Wir empfehlen für den Fall einer ungenügenden Hochwasserkapazität eine Bewertung mit 0 Punkten in der Meinung, dass die hohen Kosten für eine Verbesserung der Abflusskapazität ein Reaktivierungsvorhaben stark behindern könnten.

Es sind andererseits auch Fälle denkbar, wo ein entsprechender Handlungsbedarf verbunden mit staatlichen Subventionen eine Reaktivierung begünstigt.

Ein weiterer Spezialfall zur Beurteilung von Wehrschützen besteht darin, wenn die Wehranlage bei einer Ausleitung mit mehreren Anlagen nicht zum Besitz der zu reaktivierenden Anlage gehört.

In diesem Fall ist der "Zustand" der Position Wehrschützen mit 10 Punkten zu bewerten.

DIANE	Zustand der Anlage		R2
Anlageteil	Zustand/ Weiterverwend- barkeit	Bewertungs- spielraum *	Bewertung
<i>Turbine</i>	Weitere Verwendbarkeit + Zustand	5 - 10**	.....
<i>Generator</i>	Weitere Verwendbarkeit + Zustand	5 - 10**	.....
<i>Transformator und elektrische Einrichtung</i>	Weitere Verwendbarkeit + Zustand	5 - 10**	.....
<i>Bauliche Anlage</i>			
	Zustand Kanal	0 - 10	.....
	Zustand Wehrschwelle	0 - 10	.....
	Zustand Einlaufbauwerk	0 - 10	.....
	Zustand Speicher	0 - 10	.....
	Zustand Tunnel	0 - 10	.....
	Zustand Maschinenhaus	0 - 10	.....
<i>Druckleitung</i>	Zustand genietete Druckleitung	0 - 10	.....
	Geschweisste Leitung, vor 1950 installiert	0	.....
<i>Wehrschützen Einlaufschützen</i>	Hochwasserkapazität ungenügend	0 - 5	.....
	Weitere Verwendbarkeit	5 - 10	.....

**Zusätzliche
Anlageteile von
Bedeutung**

Total der Bewertungspunkte

Anzahl der bewerteten Positionen

Durchschnittliche Punktebewertung

.....

* hohe Punktezahl: Weiterverwendbarkeit gewährleistet, guter Zustand

** Sofern nicht mehr vorhanden oder verwendbar, setze 0 Punkte

DIANE**R3 – Beurteilungsblatt: Ökologie**

Auch für eine grobe Erstbeurteilung, ob eine Kleinkraftwerksreaktivierung zweckmäßig ist, gehört die Fragestellung nach deren ökologischer Verträglichkeit.

In diesem Sinne wird als weiterer Indikator im Beurteilungsprozess die "ÖKOLOGIE" einer Kraftwerksanlage betrachtet.

Bewertungs-Prinzip

Hohe Bewertung (max. 10 Punkte) für ökologisch unbedenkliche Anlagen.

Niedrige Bewertung für Anlagen, bei denen die Erfüllung der zeitgemäßen ökologischen Auflagen problematisch und kostenintensiv wird.

Bei einer Reaktivierung eines Kleinwasserkraftwerks müssen die Verordnungen des Gewässerschutzgesetzes (GschG, siehe Anhang) erfüllt werden. Dabei gilt die Hauptsorge des Gesetzgebers dem integralen Schutz der Gewässer, einschließlich der für Wasserkraft genutzten, sowie dem Schutz der an und in diesen Gewässern lebenden Tier- und Pflanzenwelt.

Für die hier geführte Vorabklärung werden jedoch die damit verbundenen Auflagen auf wenige Fragen reduziert, die im Beurteilungsblatt R3 gestellt sind.

Berücksichtigte Fragen

- Frage nach der Fischgängigkeit eines genutzten Gewässers

Es ist klar, dass dort, wo das genutzte Gewässer kein Fischgewässer ist, sich diese Frage erübrigt, d.h. die Frage kann mit 10 Punkten beantwortet werden.

Für den üblichen Fall eines Fischgewässers muss im Rahmen des GschG für Fischgängigkeit gesorgt sein.

Ist dies nicht schon der Fall, müssen bei der Reaktivierung Einrichtungen wie Fischtreppe, Fischpässe oder ähnliche Einrichtungen vorgesehen werden.

- Frage hinsichtlich der Rechenreinigung und Rechengutentsorgung

Gemäß den meisten kantonalen Verordnungen wird verlangt, dass das im Einlaufrechen gesammelte Rechengut dem Gewässer entnommen und anschließend gesetzeskonform entsorgt wird.

Falls diese Bestimmungen nicht bereits erfüllt sind, müssten sie spätestens bei einer Kraftwerksreaktivierung erfüllt werden.

- Die dritte Frage richtet sich auf die Umweltverträglichkeit des Kraftwerks in Form seiner Integration in Natur und Landschaftsbild.

Diese bei Kleinkraftwerken in vielen Fällen vorhandene Integration wirkt sich für die Bewilligungen für Reaktivierungen und Erweiterungen in der Regel positiv aus.

Erfahrungsgemäß beurteilen viele Kleinkraftwerksbetreiber ihre Anlage in diesem Sinne positiv. Die Frage soll deshalb möglichst objektiv beantwortet werden.

Es ist nochmals zu betonen, dass die Umweltverträglichkeit einer Kraftwerksanlage noch weitere Aspekte umfassen kann. Es geht aber hier um eine Vorabklärung, mit der grob beurteilt werden soll, ob ein Reaktivierungsprojekt in ökologischer Hinsicht günstige Voraussetzungen mit sich bringt.

Restwasserfrage

Die Restwasserfrage wird in diesem Beurteilungskonzept im Teil *Wirtschaftlichkeit* behandelt.

Hinweis

Es ist schliesslich darauf hinzuweisen, dass gewisse Kantone Anstrengungen zur Gestaltung ökologisch verträglicher Kraftwerke "belohnen". Zum Beispiel:

- im Kanton Bern werden Investitionshilfen an das Einhalten des Gewässerschutzgesetzes gebunden.
- im Kanton Zürich gibt es Wasserzinsermäßigungen bei ökologisch einwandfreien Projekten.

DIANE	Ökologie	R3
Fischgängigkeit:		
Wird das Betriebswasser einem Fischgewässer entnommen?		ja = 0 Punkte nein = 10 Punkte
	
<i>Wenn ja:</i>		
Besteht ein funktioneller Fischpass oder eine Fischtreppe oder ist Fischgängigkeit sonst gewährleistet?		ja = 10 Punkte nein = 0 Punkte
	
<i>Summe</i>		.....
Rechenreinigung		
Besteht eine Rechenreinigungseinrichtung?		ja = 5 Punkte nein = 0 Punkte
	
<i>Wenn ja:</i>		
Wird das Geschwemmsel entsorgt?		ja = 5 Punkte
	
<i>Summe</i>		.....
Landschaftsbild		
Sind die Kraftwerkanlagen im Landschaftsbild integriert?		5 - 10 Punkte
	
Subtotal der ermittelten Punkte		.....
Anzahl der bewerteten Positionen (max. 3)		.....
Durchschnittliche Punktebewertung		<input style="width: 100px; height: 40px;" type="text"/>

4.3 Beurteilungsblätter: Wirtschaftlichkeit eines Reaktivierungsvorhabens

Für die Grobbeurteilung werden drei Indikatoren herangezogen, nämlich die Energiegestehungskosten, das Ausbaupotential sowie allfällige durch neue Restwasserbestimmungen verursachte Produktionseinbußen.

Dabei fallen sicher die auf den Daten der bestehenden Anlage geschätzten Energiegestehungskosten am stärksten ins Gewicht. Das Ausbaupotential und die Produktionseinbußen aufgrund der Restwasserbestimmungen vermögen aber die Gesamtbeurteilung der Wirtschaftlichkeit noch erheblich zu beeinflussen.

R4 Energie-Gestehungskosten

R5 Ausbaupotential

R6 Restwasser

DIANE**R4 – Beurteilungsblatt:
Energie-Gestehungskosten**

In der im Beurteilungsblatt R4 "Energie-Gestehungskosten" enthaltenen Graphik kann eine Bewertung der in der Kraftwerksanlage erzeugten Energie herausgelesen werden. Dabei bleiben die Auswirkungen einer allfälligen Restwasserabgabe noch unberücksichtigt.

Ausgangspunkt dazu sind dabei die Kenndaten P (Leistung), H (Fallhöhe) und f (Nutzungsgrad) der bestehenden Anlage. Aus diesen drei Größen wird der Abszissenwert

$$\sqrt{P \cdot H \cdot f}$$

gebildet, der eine repräsentative Kennzahl für die Kosten der erzeugten Energie darstellt.

Kenndaten

Im Einzelnen haben die 3 Kenndaten auf die Wirtschaftlichkeit folgende Auswirkung:

Leistung P: Mit steigender Leistung eines Kraftwerks nehmen die spezifischen Kosten für dessen Einrichtungen ab (z.B. Kosten pro kW installierter Leistung). Deshalb nimmt mit steigender Leistung in der Regel die Wirtschaftlichkeit zu.

Vereinfachend lässt sich deshalb sagen: je höher die Leistung, desto besser die Wirtschaftlichkeit.

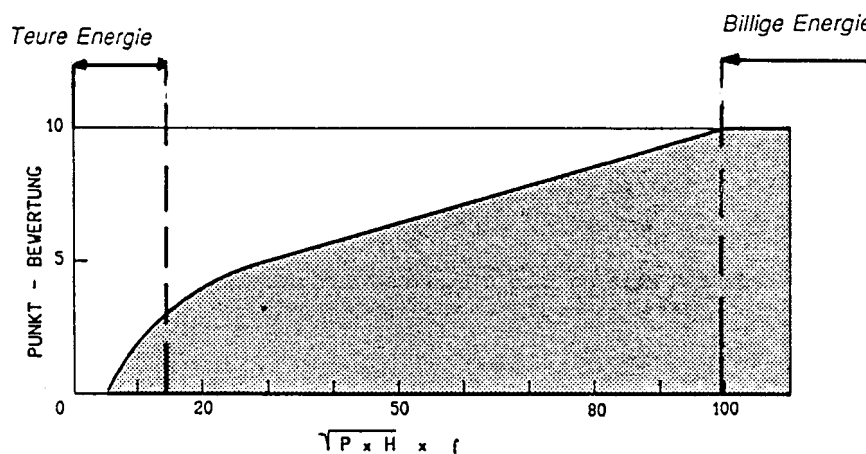
Fallhöhe H: Die Fallhöhe H ist die wohl einflussreichste Größe für die Wirtschaftlichkeit eines Wasserkraftwerks. Bei gleichen Leistungen werden mit größerer Fallhöhe die Abmessungen der wasserführenden Anlagenteile verringert und auch die Maschinen verbilligt. Deshalb gilt in der Regel: je höher die Fallhöhe, desto besser die Wirtschaftlichkeit.

$$\text{Nutzungsgrad} \quad f = \frac{\text{Jahresproduktion(kWh)}}{\text{Leistung (kW)} \cdot 8760}$$

Der Nutzungsgrad ist ein Maßstab für die Dauer der Nutzung einer Anlage. Vereinfacht ausgedrückt ist eine Anlage mit geringerer Nutzung gegenüber einer Anlage größerer Nutzung (mit im übrigen gleichen Daten) entsprechend unwirtschaftlicher. In einer solchen vereinfachten Betrachtungsweise ist allerdings der Wert der Energie nicht berücksichtigt.

Eine Anlage z.B. mit hohem Anteil an Winterproduktion kann auch bei reduziertem Nutzungsgrad diesen durch den höheren Energiewert wettmachen (siehe dazu untenstehende Anmerkungen zur Bewertung).

Zusammenfassend kann deshalb für die Kombination obiger Kenndaten im Abszissenwert $\sqrt{P \cdot H} \cdot f$ gesagt werden: je höher dieser Wert, desto günstiger die resultierende Energie.



Die Kurve wurde aufgrund von statistischen Kosten für Kleinkraftwerke ermittelt (Quelle: Colenco). Mitberücksichtigt wurden dabei auch die im Rahmen des Energienutzungsbeschlusses getroffenen Empfehlungen des Bundes für die Berechnung der Vergütung der von Selbstversorgern abgegebenen Elektrizität.

Im Einvernehmen mit der Kommission empfiehlt das EVED für die Vergütung von Strom aus Energieerzeugungsanlagen von Selbstversorgern bis 1 MW, die erneuerbare Energie nutzen, einen minimalen Jahresmittelpreis von 16 Rp/kWh.

Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen legen die nach Zeitzonen variierenden Vergütungssätze selber so fest, dass bei einer Bandlieferung der minimale Jahresmittelpreis von 16 Rp/kWh nicht unterschritten wird.

Anmerkungen zur Bewertung:

- Wie bereits erwähnt, sollen für die Ermittlung des Abszissenwertes $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$ die gesicherten Werte der alten Anlage eingesetzt werden. Es bleibt dem Bearbeiter dieser Beurteilung überlassen, die Bewertung auch für ein allfällig schon bestehendes Reaktivierungsprojekt durchzuführen.
- Bewertung Anteil Sommerenergie/Winterenergie. Glücklicherweise ist das Verhältnis der von Kleinwasserkraftwerken erzeugten Winter- bzw. Sommerenergie im Allgemeinen recht günstig.

Für Fälle, wo mit einem Anteil an Winterenergie von weniger als 40 % gerechnet werden muss, wird empfohlen, die aus der Graphik entnommene Bewertung zu reduzieren.

Anwendungsbeispiele:

- A. Reaktivierung eines Kleinkraftwerkes, unter der teilweisen Weiterverwendung der bestehenden Anlageteile (Fassungsbauwerk, Druckleitung)

Daten der Anlage:	Leistung P	=	60 kW
	Fallhöhe H	=	150 m
	Nutzungsgrad f	=	1

$$\sqrt{P \cdot H \cdot f} = 94$$

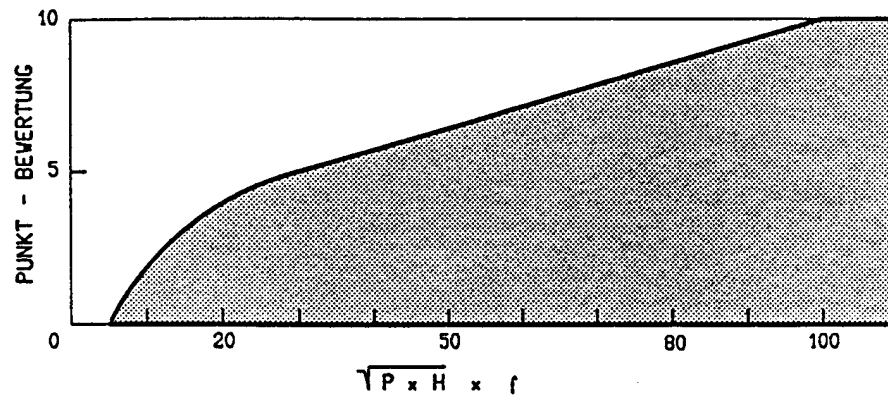
Für diesen Abszissenwert 94 lesen wir eine Bewertung von 9 Punkten heraus, was bedeutet, dass die erzeugte Energie voraussichtlich günstig wird.

- B. Für eine alte Niederdruckanlage wird eine Reaktivierung geplant, wobei Wehrstrukturen und Kanal weiterhin verwendet werden können.

Daten der Anlage:	Leistung P	=	240 kW
	Mittlere Fallhöhe H	=	1.8 m
	Nutzungsgrad f	=	1

$$\sqrt{P \cdot H \cdot f} = 20.8$$

Für den Abszissenwert von 21 ermittelt sich eine Bewertung von 4 Punkten, was einem mittleren Energiegestehungspreis entspricht.

DIANE**Energie-Gestehungskosten****R4****Daten der bestehenden Anlage:**

P = Leistung kW

H = Fallhöhe m

f = Nutzungsgrad = $\frac{\text{Jahresproduktion in kWh}}{\text{Leistung (kW)} \cdot 8760}$ **Bewertung:**

Erzeugbare Leistung kW

Fallhöhe (mittlere) m

Nutzungsgrad f

Abszissenwert $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$ **Punktebewertung**

DIANE**R5 – Beurteilungsblatt: Ausbaupotential**

Die Reaktivierung einer Wasserkraftanlage bei gleichzeitigem Ausbau der Leistung und Produktion gewinnt an wirtschaftlicher Attraktivität. Oft kann eine Reaktivierung überhaupt erst mit einem gleichzeitigen Ausbau wirtschaftlich gestaltet werden.

Es ist deshalb nahe liegend, das Ausbaupotential eines Kleinkraftwerkes als einen Indikator für die Wirtschaftlichkeit zu betrachten.

Die Leistung eines Kraftwerkes wird bestimmt durch die verfügbare Fallhöhe und Wassermenge. Während eine markante Fallhöhensteigerung eher selten möglich ist, drängt sich eine Steigerung der verarbeiteten Wassermenge besonders bei älteren Anlagen auf.

Die korrekte Bestimmung des wirtschaftlichen Leistungsausbaus eines Kraftwerkes bedarf einer aufwändigen Optimierung von Ausbauwassermenge und Kosten. Es existieren aber auch einfache Erfahrungsregeln, die eine Aussage über die wirtschaftliche Nutzung einer Anlage erlauben.

Die Erfahrungsregeln wurden für die Beurteilung des Ausbaupotentials im Beurteilungsblatt R5 verwendet.

Wurden ältere Kraftwerke für durchschnittlich 180 und mehr Tage Überlauf ausgelegt, erweist sich heute eine Anlage mit nur 50 bis 100 Tagen Überlauf pro Jahr eher als wirtschaftlich.

Die Häufigkeit des Überlaufs am Wehr oder an der Fassung eines Kraftwerkes ist daher ein Maßstab für die Intensität der Wassernutzung und für das Potential zur Leistungserhöhung.

Beurteilungsgrafik

Auf dieser Erfahrung basieren die Beurteilungsgraphiken auf dem Beurteilungsblatt R5.

Die Graphik sagt aus, dass in einem als Laufwerk (also ohne Speicher) betriebenen Kleinwasserkraftwerk mit einer Überlauf-Häufigkeit von mehr als 180 Tagen pro Jahr die gegenwärtige Leistung ungenügend ist und bei einer Reaktivierung ein Höherausbau geprüft werden sollte. Die Bewertung für solche Fälle beträgt 10 Punkte.

Bei einem Überlauf an weniger als 80 Tagen pro Jahr hingegen ist ein Höherausbau von Wassermenge und Leistung kaum wirtschaftlich, die Bewertung für diese Situation beträgt 0 Punkte.

Eine zweite entsprechende Graphik ist im Beurteilungsblatt für *Anlagen mit Speicher* dargestellt.

Die Bestimmung der durchschnittlichen Anzahl Tage mit Überlauf kann aus den Betriebsdaten eines Kraftwerkes entnommen werden. Wo solche Angaben fehlen, sind Schätzungen durch das Betriebspersonal auch zulässig.

Korrektur für Fallhöhensteigerung

Für all jene Fälle, bei denen neben einer Steigerung der Ausbauwassermenge auch eine Erhöhung der Fallhöhe möglich erscheint, kann die aus den Graphiken ermittelte Bewertung angehoben werden (Vorschlag: 1 Punkt Zuschlag für 5 % Fallhöhensteigerung).

Es muss für diesen Fall der Beurteilung darauf hingewiesen werden, dass damit nur ein "Potential" bewertet wird. Projekte mit markanter Erhöhung der Anlagenleistung bedürfen einer besonders sorgfältigen Planung. Dazu ist Ausbaurhöhung immer bewilligungspflichtig.

DIANE**R6 – Beurteilungsblatt: Produktionseinbuße durch minimale Restwasserbestimmungen**

Das 1992 in Kraft gesetzte Schweizerische Gewässerschutzgesetz (GSchG, siehe Anhang) bestimmt die Mindest-Restwassermengen für Wasserkraftwerke. Die neuen Restwasserbestimmungen kommen für bestehende Anlagen zur Anwendung:

- bei Sanierung nach Artikel 82 ff (GSchG)
- bei Konzessionserneuerung bzw. -verlängerung
- bei Neukonzessionierung
- bei Ausbau auf größere Wassermenge oder Fallhöhe
- bei Veränderung an den Wasserbauten und wasserbaupolizeilicher Bewilligung
- in einigen Kantonen bei großen Reparaturarbeiten

Die Festlegung von Restwassermengen basiert auf ökologischen Überlegungen. Sie beeinflusst aber die Wirtschaftlichkeit in den Wasserkraftwerken, indem durch eine Erhöhung der Restwassermenge Produktionseinbußen entstehen können.

Diese Mindestrestwassermenge wird oft aufgrund von Artikel 33 des GSchG erhöht werden müssen.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Reaktivierungsvorhabens wurde deshalb die Produktionseinbuße durch die minimalen Restwassermengen gemäß GSchG als weiterer Indikator gewählt, der im Beurteilungsblatt R6 behandelt wird.

Keine oder stark reduzierte Restwassermengen sind für folgende Fälle vorgesehen:

- Bei Flusskraftwerken ohne Ausleitstrecke
- Bei Energienutzung aus Trinkwasserversorgungen
- Auf einer Strecke von 1 000 m unterhalb einer Wasserentnahme aus einem Gewässer, das höher als 1 700 m liegt und dessen Abflussmenge Q_{347} kleiner als 50 l/s ist.
- Bei Wasserentnahmen aus Nichtfischgewässern.

Ermittlung

Restwassermenge Ermittlung der Mindestrestwassermengen gemäß Art. 31 des GSchG

1. Schritt: **Ermittlung der mittleren Abflussmenge Q_{347}**

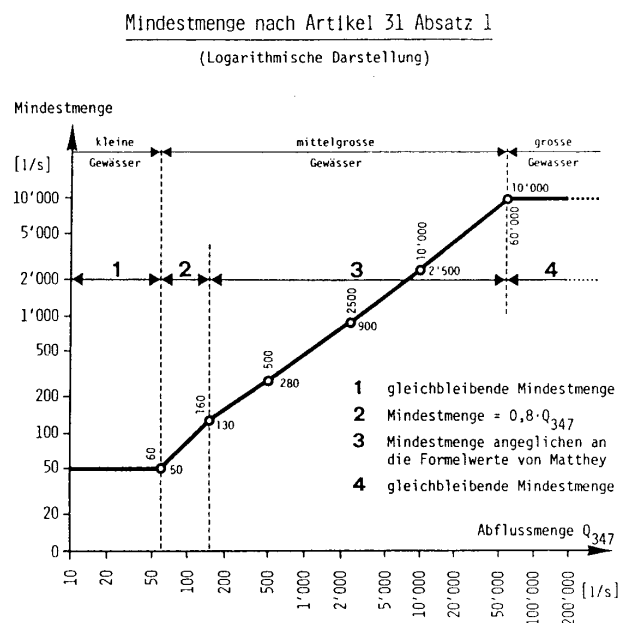
Die Abflussmenge Q_{347} entspricht jener Abflussmenge des Entnahmegewässers, die an mehr als 347 Tagen im Durchschnittsjahr verfügbar ist, d.h. während 18 Tagen im Durchschnittsjahr wird diese Wassermenge Q_{347} unterschritten.

Die Wassermenge Q_{347} kann aus einer Abflussdauerkurve herausgelesen werden. Da für viele Kleinanlagen Dauerabflusskurven nicht vorliegen, empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

- Übertragung und Umrechnung von einer verfügbaren Dauerkurve am gleichen Flusslauf oder eines vergleichbaren Flusslaufes in der gleichen Region.
- Schätzung des dem Wert Q_{347} entsprechenden jährlich auftretenden Abflusses.

2. Schritt: **Ermittlung der minimalen Restwassermenge mit Hilfe von Q_{347}**

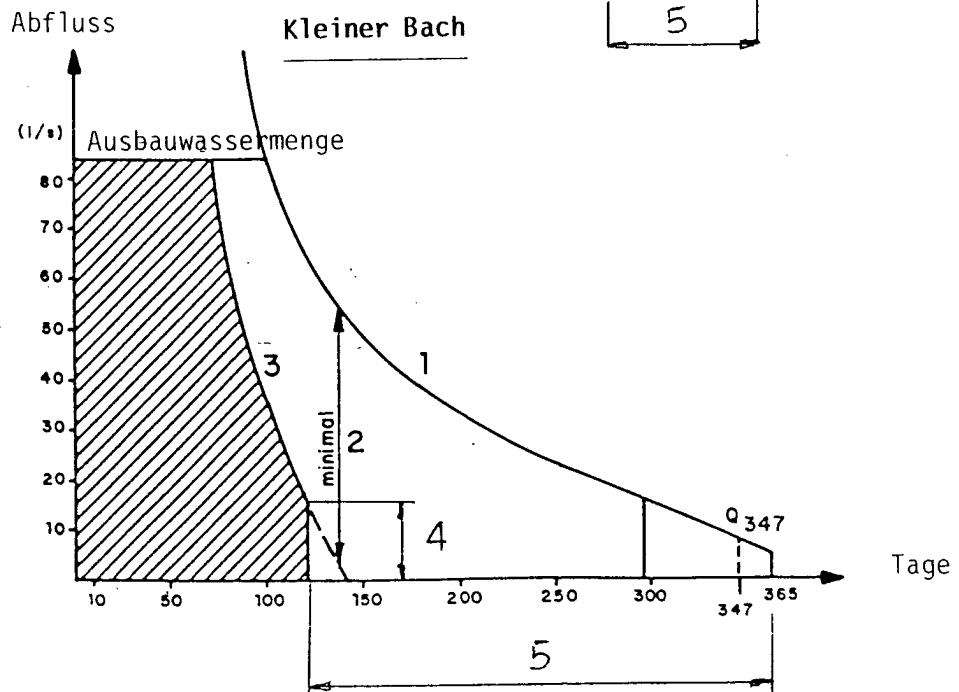
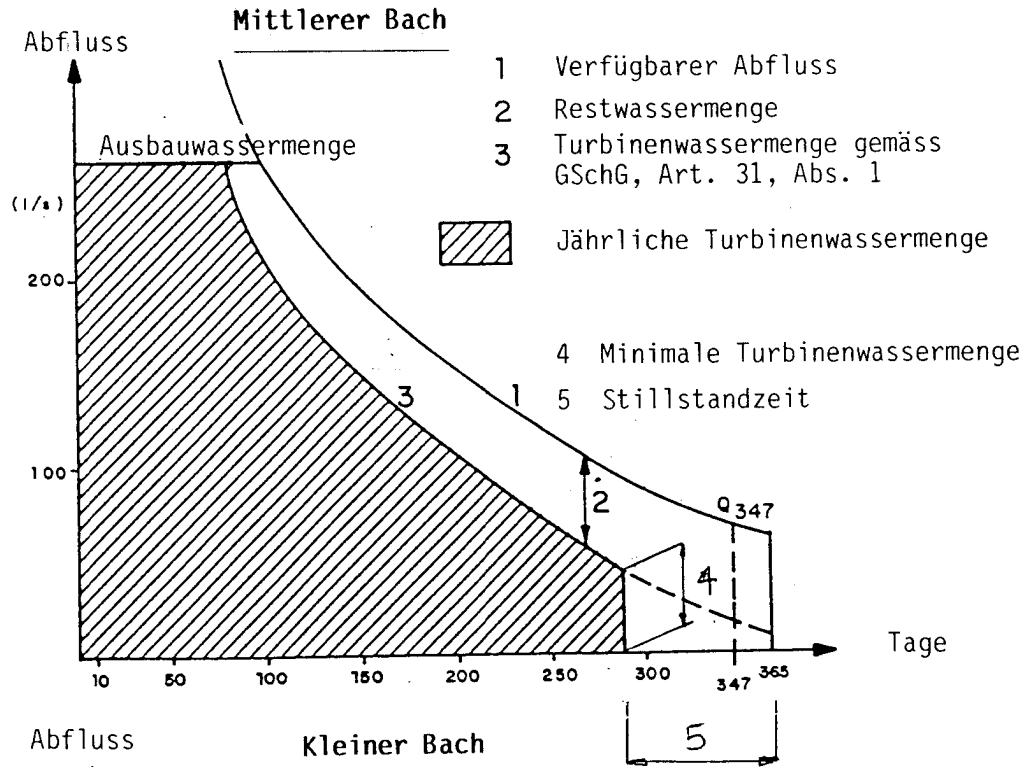
Die minimale Restwassermenge lässt sich nun aufgrund von Art. 31 des GSchG bestimmen (Gesetzestext siehe Beilage) oder anhand der folgenden Graphik ermitteln.



Wenn das Q_{347} geringer ist als 60 l/s, liegt der Fall einfach, dann wird die geforderte minimale Restwassermenge 50 l/s.

**Ermittlung der
Produktionseinbuße**

Aufgrund der ermittelten minimalen Restwassermengen lassen sich die Produktionseinbußen ebenfalls abschätzen. Hiezu mögen die beiden nachstehenden Graphiken behilflich sein, die zwei typische Fälle illustrieren.



Bewertung der Produktionseinbuße

Im ersten Teil des Beurteilungsblattes wird die Produktionseinbuße bewertet.

Wird diese auf mehr als 20 % der vorherigen Energieproduktion berechnet oder geschätzt, so wird dies mit 0 Punkten bewertet. Bei Einbußen zwischen 20 bis 0 % werden 0 bis 10 Punkte ungefähr linear verteilt.

Hier gibt es auch Raum für Selbstbeurteilungen, z.B. kann bei ausgeprägter Einbuße an Winterproduktion dies die Bewertung nach unten drücken.

Für Fragen im Zusammenhang mit der Ermittlung der minimalen Restwassermenge und der damit zusammenhängenden Produktionseinbuße wende man sich an die auf dem inneren Titelblatt angegebene Auskunftsstelle.

Einfluss von Stillstandszeiten

Die hier geforderte Restwassermenge kann zur Auswirkung haben, dass an einer Reihe von Tagen das Nutzwasser derart reduziert wird, dass die Turbine(n) stillgesetzt werden müssen. Dabei ist zu beachten, dass die Turbinen nicht unter einem gewissen minimalen Wasserstrom arbeiten sollten, d.h. die Maschine erzeugt unter diesem Minimum praktisch keine Energie.

Der zweite Teil des Beurteilungsblattes R6 bewertet diese durch das Restwasser erzwungenen Stillstandszeiten unter Berücksichtigung folgender zusätzlicher Nachteile für den Betreiber:

- Gefahr von Stillstandsschäden (z.B. Austrocknen von Dichtungen und Filtern, Einfrieren von Leitungen)
- Probleme in Kanälen und Weihern wie Austrocknung oder Erosion, Pflanzenwucherung, Vereisung.

Bewertung

Eine Stillstandszeit von mehr als 90 Tagen wird mit 0 Punkten bewertet. Eine Stillstandszeit von weniger als 20 Tagen mit 5 Punkten. Zwischen 20 bis 90 Tagen können in Selbstbeurteilung 0-5 Punkte gegeben werden (unter Berücksichtigung der Auswirkungen in der individuellen Anlage).

Für das Gesamtergebnis dieses Beurteilungsblattes wird die Bewertung bezüglich Energieeinbuße und Stillstandszeit addiert. Der Gesamtwert soll aber 10 Punkte nicht übersteigen.

10 Punkte bedeuten: wenig Einfluss der Restwasserbestimmungen auf die Energieproduktion eines Erneuerungsvorhabens.

0 Punkte bedeuten: nachhaltiger negativer Einfluss der Restwasserbestimmungen auf die Energieproduktion.

DIANE	Produktionseinbusse durch minimale Restwassermenge	R6
Minimale Restwassermenge nach Art. 31/32 GSchG l/s		
Durchschnittliche Produktionseinbusse		Bewertung
- mehr als 20 %	0 Punkte	.....
- 0 - 20 %	10 - 0 Punkte	.....
Maschinenstillstand von		
- > 90 Tagen	0 Punkte	.....
- 20 - 90 Tagen	0 - 5 Punkte	.....
- < 20 Tagen	5 Punkte	.....
Punktebewertung (Total) (max. 10 Punkte)		<input style="width: 100px; height: 40px;" type="text"/>

4.4 Gesamtbeurteilung

Die Kombination von

Zweckmäßigkeit + Wirtschaftlichkeit

ermöglicht eine Gesamtbeurteilung über die Reaktivierungswürdigkeit des behandelten Kleinkraftwerks.

Die Beurteilung soll die Einreihung des Reaktivierungs-Vorhabens in eine der folgenden Kategorien erlauben:

		Wirtschaftlichkeit		
		Reaktivierung wirtschaftlich interessant, aussichtsreich	Reaktivierung: weitere Abklärungen notwendig	Reaktivierung wirtschaftlich fragwürdig (Eigenleistung notwendig)
Technische Zweckmäßigkeit	Reaktivierung drängt sich auf			
	Reaktivierung erscheint sinnvoll, bedarf zusätzlicher Abklärung			
	Reaktivierung nicht dringlich oder fragwürdig			

Vor der Gesamtbeurteilung gemäß obiger Matrix sind die Blätter "Gesamtbeurteilung Zweckmäßigkeit" (S. 111-113) und "Gesamtbeurteilung Wirtschaftlichkeit" (Seite 115-117) auszufüllen.

DIANE	Gesamtbeurteilung Zweckmäßigkeit der Reaktivierung
--------------	---

Das Gesamtbeurteilungsblatt Zweckmäßigkeit der Reaktivierung ist für die zusammenfassende Beurteilung der (technischen/ökologischen) Zweckmäßigkeit zur Reaktivierung eines Kleinwasserkraftwerks bestimmt.

Hier ist die in den individuellen Beurteilungsblättern

- R1 - Wassernutzungsrecht
- R2 - Zustand
- R3 - Ökologie

ermittelte Bewertung zu übertragen und daraus ein Bewertungs-Punktetotal zu bilden.

Zusätzliche Kriterien:

In Ergänzung zu den 3 gewählten Indikatoren gibt die Position "Zusätzliche Kriterien" die Möglichkeit zur Bewertung zusätzlicher anlagespezifischer Gründe, die eine Reaktivierung begünstigen.

Solche Gründe können sein:

- Reaktivierung drängt sich wegen anderer Bauvorhaben auf
- Kostenüberwälzungen möglich

Wenn entsprechende wichtige zusätzliche Kriterien vorliegen, können dafür in Selbstbeurteilung 0 - 10 Punkte erteilt werden.

Punktebeurteilung

Aufgrund dieses Punktetotals kann das Reaktivierungsvorhaben in eine der drei folgenden Kategorien eingeteilt werden

- **über 25 Punkte** **eine Reaktivierung drängt sich auf**
- **10-25 Punkte** **eine Reaktivierung erscheint sinnvoll, bedarf aber zusätzlicher Abklärungen**
- **unter 10 Punkte** **Reaktivierung wird schwierig und fragwürdig**

Mit der Einteilung des Reaktivierungsvorhabens in eine der 3 Kategorien ist eine Aussage über die sachliche Zweckmäßigkeit und technische Dringlichkeit eines Reaktivierungsvorhabens gemacht.

DIANE	Gesamtbeurteilung Zweckmässigkeit der Reaktivierung	
Indikatoren:		
		Punktebewertung
Konzession	(R1)	.....
Zustand	(R2)	.....
Ökologie	(R3)	.....
Zusätzliche Kriterien		.....
Total		<input style="width: 100px; height: 40px;" type="text"/>
Beurteilung		
•	Reaktivierung drängt sich auf	über 25 Punkten
•	Reaktivierung erscheint sinnvoll bedarf zusätzlicher Abklärung	10 - 25 Punkte
•	Reaktivierung erscheint schwierig und fragwürdig	unter 10 Punkten

DIANE	Gesamtbeurteilung der Wirtschaftlichkeit der Reaktivierung
--------------	---

Das Beurteilungsblatt Wirtschaftlichkeit einer Reaktivierung ist für die zusammenfassende Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Reaktivierungsvorhabens für ein Kleinwasserkraftwerk bestimmt.

Hier ist die in den individuellen Beurteilungsblättern

R4	Energiegestehungskosten
R5	Ausbaupotential
R6	Produktionseinbuße durch minimale Restwassermenge

ermittelte Bewertung zu übertragen und daraus ein Bewertungs-Punktetotal zu bilden.

Wegen der dominanten Bedeutung des Indikators Energie-Gestehungskosten für die Wirtschaftlichkeit ist die im Blatt R4 ermittelte Bewertungspunktzahl zu verdreifachen und als dreifacher Wert in die Gesamtbeurteilung einzufügen (d.h. max. Punktzahl = 30).

Aufgrund der so ermittelten Gesamtpunktzahl kann das behandelte Reaktivierungsvorhaben in eine der drei folgenden Kategorien eingeteilt werden:

Punktebewertung

über 30 Punkte	Eine Reaktivierung erscheint wirtschaftlich aussichtsreich.
10 - 30 Punkte	Die Wirtschaftlichkeit der Reaktivierung bedarf weiterer Abklärungen.
unter 10 Punkte	Eine Reaktivierung ist wirtschaftlich fragwürdig, Bedarf an Eigenleistungen.

DIANE

Gesamtbeurteilung Wirtschaftlichkeit der Reaktivierung

Indikatoren:

Punktebewertung

Energiegestehungskosten (R4)	..... X 3	.....
Ausbaupotential (R5)		.....
Produktionseinbussen durch Restwassermengen (R6)		.....

Total

Beurteilung

- Reaktivierung erscheint wirtschaftlich aussichtsreich über 30 Punkte
- Reaktivierung bedarf zusätzlicher Abklärung 10 - 30 Punkte
- Reaktivierung ist wirtschaftlich fragwürdig, bedarf Eigenleistung unter 10 Punkte

Anhang:

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG)

vom 24. Januar 1991

Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft,
gestützt auf Artikel 24^{bis} der Bundesverfassung,
nach Einsicht in eine Botschaft des Bundesrates vom 29. April 1987¹⁾,
beschliesst:

1. Titel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Es dient insbesondere:

- a. der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;
- b. der Sicherstellung und häuslicher Nutzung des Trink- und Brauchwassers;
- c. der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;
- d. der Erhaltung von Fischgewässern;
- e. der Erhaltung der Gewässer als Landschaftselemente;
- f. der landwirtschaftlichen Bewässerung;
- g. der Benützung zur Erholung;
- h. der Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs.

Art. 4 Begriffe

In diesem Gesetz bedeuten:

- h. *Abflussmenge Q_{347}* : Abflussmenge, die, gemittelt über zehn Jahre, durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst ist.

¹⁾ BBl 1987 II 1061

bis 60 l/s Abflussmenge Q_{47}	50 l/s
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q_{47}	8 l/s mehr,
für 160 l/s Abflussmenge Q_{47}	130 l/s
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q_{47}	4,4 l/s mehr,
für 500 l/s Abflussmenge Q_{47}	280 l/s
und für je weitere 100 l/s Abflussmenge Q_{47}	31 l/s mehr,
für 2500 l/s Abflussmenge Q_{47}	900 l/s
und für je weitere 100 l/s Abflussmenge Q_{47}	21,3 l/s mehr,
für 10 000 l/s Abflussmenge Q_{47}	2 500 l/s
und für je weitere 1000 l/s Abflussmenge Q_{47}	150 l/s mehr,
ab 60 000 l/s Abflussmenge Q_{47}	10 000 l/s.

? Die nach Absatz 1 berechnete Restwassermenge muss erhöht werden, wenn folgende Anforderungen nicht erfüllt sind und nicht durch andere Massnahmen erfüllt werden können:

- Die vorgeschriebene Wasserqualität der Oberflächengewässer muss trotz der Wasserentnahme und bestehender Abwasserleitungen eingehalten werden.
- Grundwasservorkommen müssen weiterhin so gespiesen werden, dass die davon abhängige Trinkwassergewinnung im erforderlichen Ausmass möglich ist und der Wasserhaushalt landwirtschaftlich genutzter Böden nicht wesentlich beeinträchtigt wird.
- Seltene Lebensräume und -gemeinschaften, die direkt oder indirekt von der Art und Grösse des Gewässers abhängen, müssen erhalten oder, wenn nicht zwingende Gründe entgegenstehen, nach Möglichkeit durch gleichwertige ersetzt werden.
- Die für die freie Fischwanderung erforderliche Wassertiefe muss gewährleistet sein.
- Bei Fließgewässern bis 40 l/s Abflussmenge Q_{47} unterhalb von 800 m ü. M., die als Laichstätten oder als Aufzuchtgebiete von Fischen dienen, müssen diese Funktionen weiterhin gewährleistet sein.

Art. 32 Ausnahmen

Die Kantone können in folgenden Fällen die Mindestrestwassermengen tiefer ansetzen:

- auf einer Strecke von 1000 m unterhalb einer Wasserentnahme aus einem Gewässer, das höher als 1700 m ü. M. liegt und dessen Abflussmenge Q_{47} kleiner als 50 l/s ist;
- bei Wasserentnahmen aus Nichtfließgewässern bis zu einer Restwasserführung von 35 Prozent der Abflussmenge Q_{47} ;
- im Rahmen einer Schutz- und Nutzungsplanung für ein begrenztes, topographisch zusammenhängendes Gebiet, sofern ein entsprechender Aus-

- Ständige Wasserführung:** Abflussmenge Q_{31} , die grösser als Null ist.
- Restwassermenge:** Abflussmenge eines Fließgewässers, die nach einer oder mehreren Entnahmen von Wasser verbleibt.

- Dotierwassermenge:** Wassermenge, die zur Sicherstellung einer bestimmten Restwassermenge bei der Wasserentnahme im Gewässer belassen wird.

2. Titel: Verhinderung und Behebung nachteiliger Einwirkungen

2. Kapitel: Sicherung angemessener Restwassermengen

Art. 29 Bewilligung

Eine Bewilligung braucht, wer über den Gemeindegebrauch hinaus:

- a. einem Fließgewässer mit ständiger Wasserführung Wasser entnimmt;
- b. aus Seen oder Grundwasservorkommen, welche die Wasserführung eines Fließgewässers mit ständiger Wasserführung wesentlich beeinflussen, Wasser entnimmt.

Art. 30 Voraussetzungen für die Bewilligung

Die Entnahme kann bewilligt werden, wenn:

- die Anforderungen nach den Artikeln 31–35 erfüllt sind;
- zusammen mit andern Entnahmen einem Fließgewässer höchstens 20 Prozent der Abflussmenge Q_{47} und nicht mehr als 1000 l/s entnommen werden; oder
- für die Trinkwasserversorgung im Jahresmittel einer Quelle höchstens 80 l/s, dem Grundwasser höchstens 100 l/s entnommen werden.

Art. 31 Mindestrestwassermenge

Bei Wasserentnahmen aus Fließgewässern mit ständiger Wasserführung muss die Restwassermenge mindestens betragen:

gleich durch geeignete Massnahmen, wie Verzicht auf andere Wasserentnahmen, im gleichen Gebiet stattfindet; die Schutz- und Nutzungsplanung bedarf der Genehmigung des Bundesrates;

d. in Notsituationen für befristete Entnahmen, insbesondere zur Trinkwasserversorgung, für Löschzwecke oder zur landwirtschaftlichen Bewässerung.

Art. 33 Erhöhung der Mindestrestwassermenge

¹ Die Behörde erhöht die Mindestrestwassermenge in dem Ausmass, als es sich aufgrund einer Abwägung der Interessen für und gegen die vorgesehene Wasserentnahme ergibt.

² Interessen für die Wasserentnahme sind namentlich:

- a. öffentliche Interessen, denen die Wasserentnahme dienen soll;
- b. die wirtschaftlichen Interessen des Wasserherkunftsbereichs;
- c. die wirtschaftlichen Interessen desjenigen, der Wasser entnehmen will;
- d. die Energieversorgung, wenn ihr die Wasserentnahme dienen soll.

³ Interessen gegen die Wasserentnahme sind namentlich:

- a. die Bedeutung der Gewässer als Landschaftselement;
- b. die Bedeutung der Gewässer als Lebensraum für die davon abhängige Tier- und Pflanzenwelt, samt deren Artenreichtum, namentlich auch für die Fischfauna, deren Ertragsreichtum und natürliche Fortpflanzung;
- c. die Erhaltung einer Wasserführung, die ausreicht, um die Anforderungen an die Wasserqualität der Gewässer langfristig zu erfüllen;
- d. die Erhaltung eines ausgeglichenen Grundwasserhaushalts, der die künftige Trinkwassergewinnung, die ortsübliche Bodennutzung und eine standortgerechte Vegetation gewährleistet;
- e. die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Bewässerung.

⁴ Wer einem Gewässer Wasser entnehmen will, unterbreitet der Behörde einen Bericht über:

- a. die Auswirkungen unterschiedlich grosser Wasserentnahmen auf die Interessen an der Wasserentnahme, insbesondere auf die Herstellung von elektrischer Energie und deren Kosten;
- b. die voraussichtlichen Beeinträchtigungen der Interessen gegen eine Wasserentnahme und über mögliche Massnahmen zu deren Verhinderung.

Art. 34 Wasserentnahmen aus Seen und Grundwasservorkommen

Wird einem See oder einem Grundwasservorkommen Wasser entnommen und dadurch die Wasserführung eines Fließgewässers wesentlich beeinflusst, so ist das Fließgewässer sinngemäss nach den Artikeln 31–33 zu schützen.

Art. 35 Entscheid der Behörde

¹ Die Behörde bestimmt im Einzelfall die Dotierwassermenge und die anderen Massnahmen, die zum Schutz der Gewässer unterhalb der Entnahmestelle notwendig sind.

² Sie kann die Dotierwassermenge zeitlich unterschiedlich festlegen. Die Wassermenge nach den Artikeln 31 und 32 darf nicht unterschritten werden.

³ Die Behörde hört vor ihrem Entscheid die interessierten Fachstellen und, bei Entnahmen für Anlagen zur Wasserkraftnutzung mit einer Bruttoleistung über 300 kW, den Bund an.

Art. 36 Kontrolle der Dotierwassermenge

¹ Wer einem Gewässer Wasser entnimmt, muss der Behörde durch Messungen nachweisen, dass er die Dotierwassermenge einhält. Ist der Aufwand nicht zumutbar, so kann er den Nachweis durch Berechnung der Wasserbilanz erbringen.

² Weist er nach, dass die zufließende Wassermenge zeitweise geringer ist als die festgelegte Dotierwassermenge, so muss er während dieser Zeit nur so viel Dotierwasser abgeben, wie Wasser zufließt.

3. Titel: Vollzug, Grundlagenbeschaffung, Förderung und Verfahren

2. Kapitel: Grundlagenbeschaffung

Art. 58 Aufgaben der Kantone

¹ Die Kantone führen die weiteren Erhebungen durch, die für den Vollzug dieses Gesetzes erforderlich sind. Sie teilen die Ergebnisse den Bundesstellen mit.

² Die Kantone erstellen ein Inventar über die Wasserversorgungsanlagen und Grundwasservorkommen auf ihrem Gebiet. Das Inventar ist öffentlich, soweit nicht Interessen der Gesamtverteidigung die Geheimhaltung erfordern.

Art. 59 Ermittlung der Abflussmenge Q_{ab}

Liegen für ein Gewässer unzureichende Messergebnisse vor, so wird die Abflussmenge Q_{ab} mit andern Methoden wie hydrologischen Beobachtungen und Modellrechnungen ermittelt.

5. Titel: Strafbestimmungen**Art. 70 Vergehen**

¹ Mit Gefängnis oder mit Busse wird bestraft, wer vorsätzlich:

- c. behördlich festgelegte Dotierwassermengen nicht einhält oder die zum Schutz des Gewässers unterhalb der Entnahmestelle angeordneten Massnahmen nicht trifft (Art. 35);
- d. ein Fließgewässer widerrechtlich verbaut oder korrigiert (Art. 37);
- e. ohne Bewilligung oder entgegen den Bedingungen einer erteilten Bewilligung Fließgewässer überdeckt oder eindolt (Art. 38);

² Handelt der Täter fahrlässig, so ist die Strafe Gefängnis bis zu sechs Monaten oder Busse.

6. Titel: Schlussbestimmungen**1. Kapitel: Aufhebung und Änderung bisherigen Rechts****Art. 74 Aufhebung des Gewässerschutzgesetzes**

Das Bundesgesetz vom 8. Oktober 1971¹⁾ über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung (Gewässerschutzgesetz) wird aufgehoben.

Art. 75 Änderungen von Bundesgesetzen

1. Das Bundesgesetz vom 14. Dezember 1973²⁾ über die Fischerei wird wie folgt geändert:

Art. 24 Bewilligungspflicht für technische Eingriffe

¹ Für Eingriffe in die Gewässer, ihren Wasserhaushalt oder ihren Verlauf, in die Ufer und in den Grund der Seen ist eine Bewilligung der für die Fischerei zuständigen kantonalen Behörde erforderlich.

² Dies gilt insbesondere für:

- a. die Nutzung der Wasserkräfte;
- ³ Anlagen, die erweitert oder wieder instand gestellt werden, gelten als Neuanlagen.

¹⁾ AS 1972 950, 1979 1573, 1980 1796, 1982 1961, 1984 1 122, 1985 660

²⁾ SR 923.0

6. Das Bundesgesetz vom 22. Dezember 1916¹⁾ über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (WRG) wird wie folgt ergänzt:

Art. 22 Abs. 3–5

¹ Der Bund richtet den betroffenen Gemeinwesen Ausgleichsbeiträge zur Abgeltung erheblicher Einbussen der Wasserkraftnutzung aus, sofern diese Einbussen eine Folge der Erhaltung und Unterschutzstellung schützenswerter Landschaften von nationaler Bedeutung sind.

⁴ Bei der Festsetzung der Abgeltung wird die Finanzkraft der betroffenen Gemeinwesen berücksichtigt.

⁵ Der Bundesrat regelt die Ausgestaltung der Ausgleichsbeiträge.

2. Kapitel: Übergangsbestimmungen**2. Abschnitt: Wasserentnahmen****Art. 80 Sanierung**

¹ Wird ein Fließgewässer durch Wasserentnahmen wesentlich beeinflusst, so muss es unterhalb der Entnahmestellen nach den Anordnungen der Behörde so weit saniert werden, als dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich ist.

² Die Behörde ordnet weitergehende Sanierungsmassnahmen an, wenn es sich um Fließgewässer in Landschaften oder Lebensräumen handelt, die in nationalen oder kantonalen Inventaren aufgeführt sind, oder wenn dies andere überwiegende öffentliche Interessen fordern. Das Verfahren für die Feststellung der Entschädigungspflicht und die Festsetzung der Entschädigung richtet sich nach dem Bundesgesetz über die Enteignung¹⁾.

Art. 81 Sanierungsfristen

¹ Die Behörde legt die Fristen für die Sanierungsmassnahmen nach der Dringlichkeit des Einzelfalls fest.

² Sie sorgt dafür, dass die Sanierungen bis spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieses Gesetzes abgeschlossen sind.

Art. 82 Grundlagen für die Sanierung

¹ Die Kantone erstellen ein Inventar der bestehenden Wasserentnahmen nach Artikel 29, das Angaben enthält über:

¹⁾ SR 721.80

²⁾ SR 711

- 30 -

- a. die entnommene Wassermenge;
- b. die Restwassermenge;
- c. die Dotierwassermenge;
- d. die rechtlichen Verhältnisse.

² Sie beurteilen die im Inventar aufgeführten Wasserentnahmen und entscheiden, ob und in welchem Ausmass eine Sanierung notwendig ist. Sie halten die Ergebnisse in einem Bericht fest. Dieser soll nach Möglichkeit die zeitliche Abfolge der zu treffenden Massnahmen aufzeigen.

³ Sie reichen die Inventare innert zweier Jahre und den Bericht innert fünf Jahren nach Inkrafttreten dieses Gesetzes dem Bund ein.

Art. 83 Wasserentnahmen bei bereits erteilter Konzession

¹ Bei geplanten Wasserentnahmen, für welche die Konzession vor Inkrafttreten dieses Gesetzes erteilt worden ist, muss der Schutz des Gewässers unterhalb der Entnahmestelle durch Massnahmen nach diesem Gesetz so weit gewährleistet werden, als dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich ist. Keine Entschädigungspflicht begründen Massnahmen nach Artikel 31 des Gesetzes, sofern die Konzession nach dem 1. Juni 1987 erteilt worden ist.

² Fordern überwiegende öffentliche Interessen einen weitergehenden Schutz, so ordnet die Behörde die notwendigen Massnahmen nach diesem Gesetz an. Das Verfahren für die Feststellung der Entschädigungspflicht und die Festsetzung der Entschädigung richtet sich nach dem Bundesgesetz über die Enteignung¹⁾.

³ Die Behörde ordnet die Massnahmen spätestens vor dem Beginn der Bauarbeiten für die Anlagen zur Wasserentnahme an.

3. Abschnitt: Abgeltungen

Art. 84

¹ Über Abgeltungsgesuche für Anlagen und Einrichtungen, mit deren Erstellung vor Inkrafttreten dieses Gesetzes begonnen wurde, wird nach dem bisherigen Recht entschieden. Die Abgeltung ist nach der im Zeitpunkt der Zusicherung geltenden Finanzkraft der Kantone zu bemessen.

² Die Bundesversammlung setzt jeweils mit dem Voranschlag den Höchstbetrag fest, bis zu dem im Voranschlagsjahr Abgeltungen nach Absatz 1 zugesichert werden dürfen.

¹⁾ SR 711